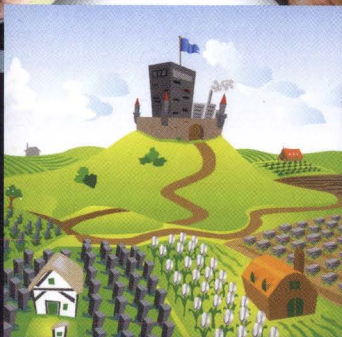
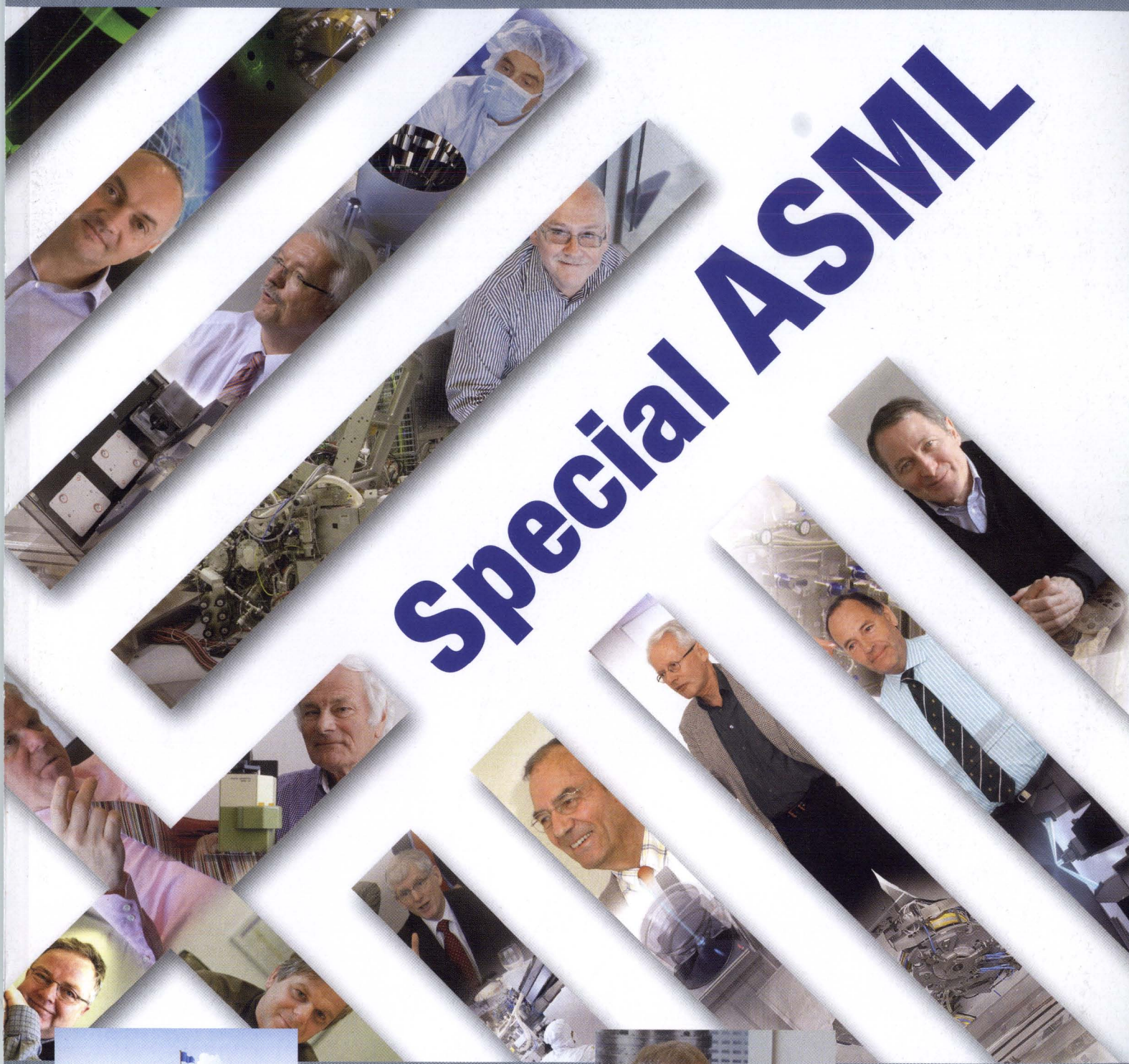


# Bits & Chips <sup>11</sup>

Tweewekelijks nieuwsmagazine voor de hightechindustrie | 13e jaargang | 27 september - 21 oktober 2011 | [www.bits-chips.nl](http://www.bits-chips.nl)

## Special ASML



**Farm-out**  
ASML vraagt  
OEM-sourcing,  
toeleverketen  
piept en knarst



**Interview**  
Martin van den  
Brink over EUV  
en de man achter  
de draaibank



UnixAutomotive  
Navigatiesystemen  
EmbeddedSoftware  
Real-time  
Linux  
Windows  
C++  
Telecom  
Informatica  
Elektrotechniek  
Machines  
HUMIQ  
UML  
Teamverband  
Healthcare  
Automatisering

Jij?

[www.werkenbijhumiq.nl](http://www.werkenbijhumiq.nl)

Wil je meer weten? Bel of mail Tjitske Hartman,  
040-2669100, [recruitment@humiq.nl](mailto:recruitment@humiq.nl)

HUMIQ B.V. is onderdeel van het beursgenoteerde ICT Automatisering N.V.



**HUMIQ**

Advanced Software



## Colofon

Bits&Chips is een onafhankelijk nieuwsmagazine voor mensen die werken aan slimme producten en machines. Bits&Chips is een publicatie van Techwatch bv in Nijmegen.

### Techwatch<sup>bv</sup>

Snelliusstraat 6 - 6533 NV Nijmegen  
tel +31 24 3503532 - fax +31 24 3503533  
info@techwatch.nl - www.techwatch.nl

#### Redactie

Nieke Roos - hoofdredacteur  
tel +31 24 3503534 - nieke@techwatch.nl  
Alexander Pil - chef redactie  
tel +31 24 3504580 - alexander@techwatch.nl  
René Raaijmakers - redacteur  
tel +31 24 3503065 - rene@techwatch.nl  
Pieter Edelman - redacteur  
tel +31 24 3503534 - pieter@techwatch.nl  
Paul van Gerven - redacteur  
tel +31 24 3504580 - paul@techwatch.nl

#### Vormgeving

Justin López - vormgever  
tel +31 24 3505028 - justin@techwatch.nl

#### Marketing en events

Daniëlle Jacobs - marketingmanager  
tel +31 24 3505195 - danielle@techwatch.nl  
Kim Huijng - eventmanager  
tel +31 24 3505544 - kim@techwatch.nl  
Marjolein Vissers - marketing- en eventmedewerker  
tel +31 24 3505544 - marjolein@techwatch.nl  
Ellen Lely - coördinator trainingen  
tel +31 24 3505195 - ellen@techwatch.nl

#### Administratie

Femke Jacobs - officemanager  
tel +31 24 3505195 - femke@techwatch.nl

#### Adviseur

Maarten Verboom

#### Medewerkers

Julie Frijstein, Mireille Haafkes,  
Bart van Mierlo, Jacqueline van Woerkom

#### Columnisten en externe auteurs

Wilbert Alberts, Theo Baan, Niels Brouwers,  
Anton Duisterwinkel, Hans van Eerden, Jelka van Eijk,  
Marc Hamilton, Wim Hendriksen, Roy Janssen,  
Hein de Kort, Norbert Koster, David Lammers,  
Marcel Renkens, Anton van Rossum, Albert Slot,  
Egbert Stremmelaa, Wouter Tabingh Suermond,  
Jan Kees van der Veen, Henri Werijs

#### Uitgever

René Raaijmakers  
tel +31 24 3503065 - rene@techwatch.nl  
ISSN 1879-6443

#### Verantwoordelijk uitgever voor België

René Raaijmakers  
Biesheuvelstraat 1  
2370 Arendonk, België

#### Drukkerij

Senefelder Misset, Doetinchem

#### Abonneren

Abonnement op privéadres: 81 euro  
Bedrijfsabonnement: 140 euro  
Internationaal abonnement: 210 euro  
Studentenabonnement: gratis  
Prijzen op jaarbasis en inclusief btw.  
Abonnementen lopen van januari tot en met december.  
Opzeggen tot uiterlijk één maand voor het verstrijken van de abonnementsperiode. Studenten en professionals die werken aan slimme producten en machines (zoals elektronica- en softwareontwerpers, systeemarchitecten, chipdesigners en technisch managers) kunnen Bits&Chips gratis thuis ontvangen. Vul het aanvraagformulier in op [www.bits-chips.nl](http://www.bits-chips.nl). Deze gratis abonnementen zijn beperkt tot België en Nederland. Losse nummers op aanvraag: 20 euro.

#### Klachten over bezorging

Heeft u Bits&Chips niet of te laat ontvangen of heeft u andere opmerkingen over de bezorging? Laat het ons weten. Stuur een e-mail naar [info@techwatch.nl](mailto:info@techwatch.nl).

#### Adverteren

Advertentietarieven staan vermeld op onze website ([www.bits-chips.nl](http://www.bits-chips.nl)). Wanneer u op de hoogte gehouden wilt worden van komende thema's en specials of voor het reserveren van advertenties, neem dan contact op met de afdeling sales, tel +31 24 3505544 - [sales@techwatch.nl](mailto:sales@techwatch.nl).

#### Verschijningsdata

27 september, 21 oktober, 4 november, 2 december, 23 december

#### Copyright

Alle rechten voorbehouden. (c) 2011 Techwatch bv. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

#### Disclaimer

Uitgever en redactie betrachten uiterste zorgvuldigheid bij het maken, samenstellen en verspreiden van de informatie in Bits&Chips, maar kunnen op geen enkele wijze instaan voor de juistheid of volledigheid van de informatie. Uitgever en redactie aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade die zou kunnen ontstaan als gevolg van de publicatie van informatie in Bits&Chips. Columnisten en externe medewerkers schrijven op persoonlijke titel. Reacties van lezers vallen buiten de verantwoordelijkheid van uitgever en redactie. Uitgever en redactie aanvaarden geen aansprakelijkheid met betrekking tot de inhoud en ondertekening van reacties van lezers. De redactie behoudt zich het recht voor reacties niet of gedeeltelijk te plaatsen of te bewerken.

#### Fotografie

Productfoto's zijn van fabrikanten, overige foto's zijn van Techwatch bv (c), tenzij anders vermeld.

## Kristallen bol

Philips bracht voor mij een nieuwe wereld dichtbij. Die van de chips. Het moet 1984 zijn geweest dat ik voor het eerst van het bestaan van die dingen hoorde. De gloeilampenfabrikant ging namelijk in Nijmegen een fabriek bouwen voor halfgeleiders. Die hadden de toekomst, zeiden knappe koppen op de universiteit in de Karelstad. Ze hadden er zelfs een vakgroep voor. Eentje die zijn tijd ver vooruit was. Ze onderzochten er namelijk gallium-arseen. Met silicium werd ook wel wat gespeeld, maar dat materiaal had zijn langste tijd gehad. In GaAs bewogen elektronen immers veel sneller.



René Raaijmakers is directeur van Techwatch, uitgever van Bits&Chips.

Philips, dat was voor mij destijds nog synoniem met gloeilampen, kleuren-tv's en natuurlijk de magische Witte Dame in Eindhoven met haar prachtige gloed van oranje natriumlicht. Ik bezocht op de Nijmeegse universiteit een paar vakgroepen en het was me duidelijk: de mensen bij vasttestofchemie waren het leukst. Dus werd het halfgeleiders en ik kwam in een groepje met een flink aantal prettig gestoorde mensen. De hoogleraar zagen we vrijwel nooit. Hij werkte immers de hele week bij Philips en was er alleen op vrijdagen.

Nadat ik twee jaar lang achter de MOCVD-reactor had gestaan, kon ik

geen chip meer zien. Ik gooide het roer om en wilde de breedte in. Dat zou het beste lukken in de journalistiek, bedacht ik. Dus volgde ik een schrijfcursus en worstelde me door een paar spellingsboeken - bij Nederlands zat ik altijd wiskunde te doen.

Als journalist waren chips voor mij een zegen. In tegenstelling tot de wereld van de kunststoffen regende het persberichten. Het mooie van chips was dat de mensen die die dingen maakten heel goed over de toekomst moesten nadenken. Daarom ging ik ook graag naar de International Solid-State Circuits Conference in San Francisco: wat daar werd gepresenteerd, lag over drie jaar in de winkel. Chips, om kort te zeggen, waren voor mij een kristallen bol.

Als je in de chips zit, dan leer je al snel wat de wet van Moore betekent. Het was voor mij dan ook niet zo heel moeilijk om uit te rekenen dat ik het einde van deze trend nog zou kunnen meemaken. Wat ik me in de jaren negentig nog niet realiseerde, is dat ASML de belangrijkste partij zou zijn die de technologische spelregels en het verloop van de wet van Moore zou gaan bepalen.

Inmiddels geef ik ruim een decennium lang het blad Bits&Chips uit voor iedereen die op de hoogte wil zijn van technische informatietechnologie. Als ondernemer moet je dan ook nadenken over welke onderwerpen leuk zijn om specials over uit te brengen. Meestal zijn dat dan trends in technologie of in markten. Maar eind vorig jaar dacht ik: de machines voor de laatste generaties chips worden momenteel in Veldhoven ontwikkeld. De grote impact die ASML op de hightech in Nederland en daarbuiten heeft, was me natuurlijk ook niet ontgaan en ik dacht: we maken een special over ASML.

Aldus geschiedde en ik moet zeggen: ik heb in jaren niet zo veel plezier in mijn werk gehad. Barrières waren er eigenlijk niet. Ik trof mensen die trots, open en enthousiast over de geschiedenis en hun ervaringen praatten.

Verschillende mensen vroegen of deze special is gemaakt op aanvraag van ASML. Nee dus, het was mijn eigen idee. De persdienst van ASML heeft wel een groot aantal interviews geregeld, met ASML'ers, maar ook met de mensen van Zeiss en Cymer. Verder verbood ASML in enkele gevallen bedrijven om iets te publiceren over het werk dat ze voor het bedrijf doen (om verschillende redenen). Er was ook een groot aantal toeleveranciers dat zelf besloot om niet te praten over hun gewaardeerde klant uit Veldhoven. Dat is best jammer, want er zitten juweeltjes tussen, maar zwijgen is natuurlijk ieders goed recht.

Bits&Chips blijft ASML volgen. Er blijft een hoop te melden uit Veldhoven en wat dat betreft, kan ik het beste Martin van den Brink citeren: 'EUW blijft de komende tien jaar een uitdaging. Dat is nou net het leuke eraan.'



# Technische diepgang is mooi, ma



Dit zeggen onze cursisten:

'Very good course given by knowledgeable trainers'

'Great overview, great combination of theory and practice, very educational & practice oriented'

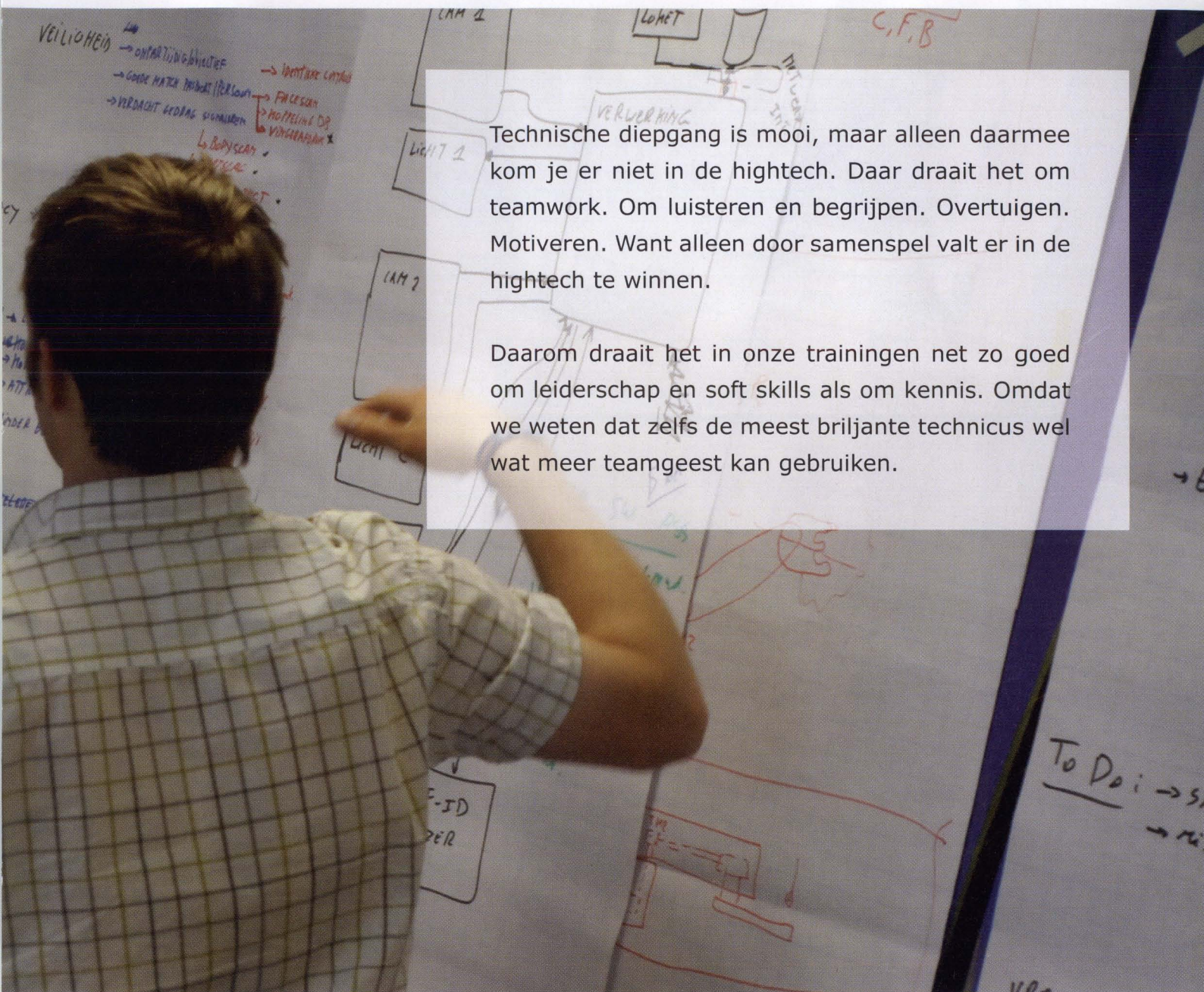
'Ik hou van het enthousiasme waarmee de cursus wordt gegeven'

'Prima cursus, veel geleerd'





# Daar alleen daarmee kom je er niet



Technische diepgang is mooi, maar alleen daarmee kom je er niet in de hightech. Daar draait het om teamwork. Om luisteren en begrijpen. Overtuigen. Motiveren. Want alleen door samenspel valt er in de hightech te winnen.

Daarom draait het in onze trainingen net zo goed om leiderschap en soft skills als om kennis. Omdat we weten dat zelfs de meest briljante technicus wel wat meer teamgeest kan gebruiken.

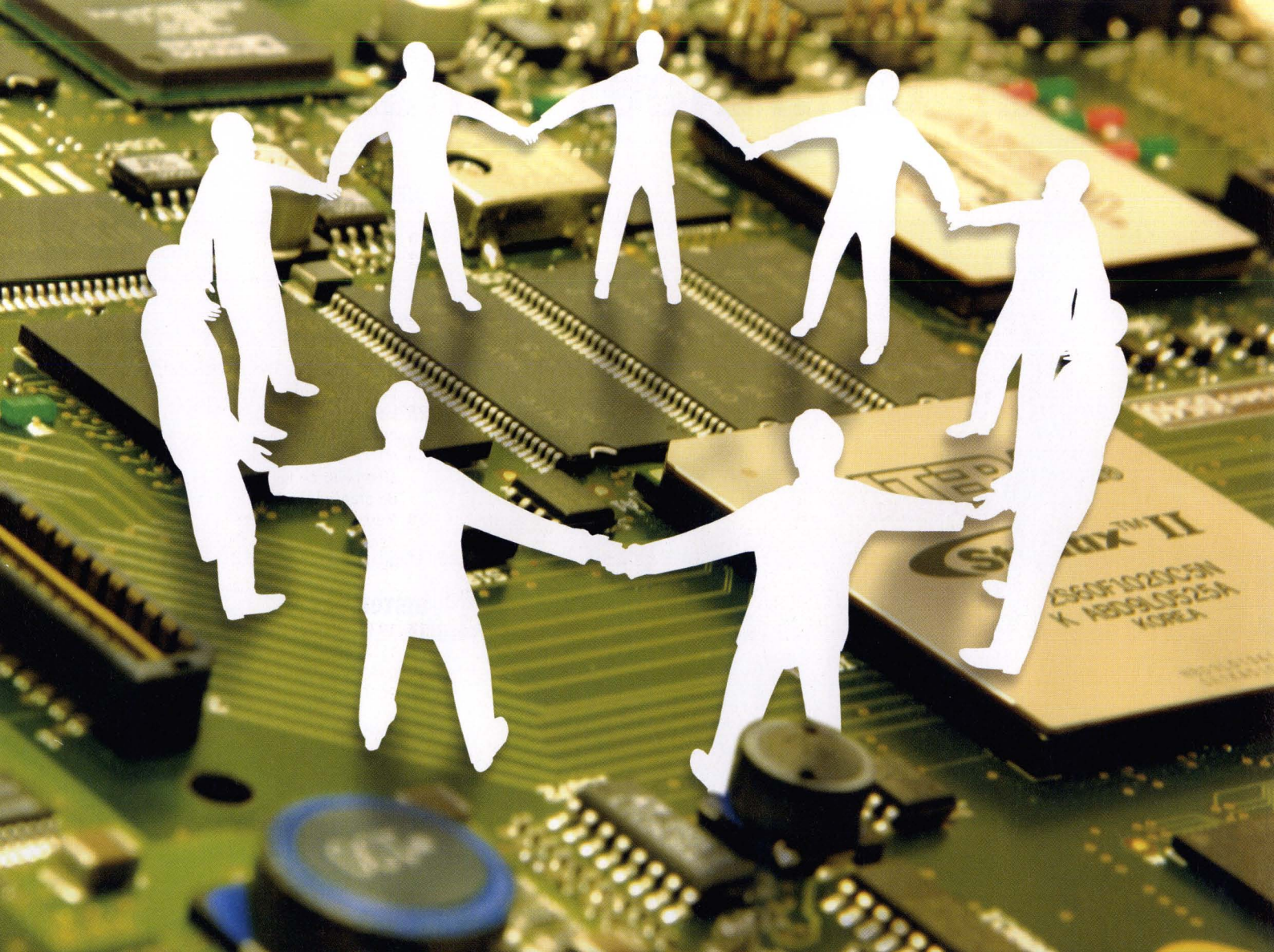


**THE HIGH TECH INSTITUTE**  
LEADERSHIP IN TECHNOLOGY AND INNOVATION

[www.hightechinstitute.nl](http://www.hightechinstitute.nl)







# Mobilize our know-how to your benefit!

Adeas is proud to be an Electronics  
FPGA design partner of ASML.

Adeas is een onafhankelijk projectbureau in klantspecifieke ontwikkeling van elektronische producten en (embedded) systemen. Gespecialiseerd in FPGA design en met de kennis van embedded processing en high speed boarddesign ontwerpt Adeas geavanceerde (deel-) producten voor de meest veeleisende opdrachtgevers. Door expertise, ervaring en efficiëntie biedt Adeas de optimale mix van kwaliteit, flexibiliteit, snelheid en kosten.

**Adeas BV**  
Luchthavenweg 81.039  
5657 EA Eindhoven  
Telefoon +31 (0)40 235 0060  
E-mail: [info@adeas.nl](mailto:info@adeas.nl)

[www.adeas.nl](http://www.adeas.nl)

Visit us at:



**Adeas**  
*your developing partner*



## STEEF WITTEKOEK

# 20

**Stepper brak pas door na 1980, toen krimpen op chips een echte uitdaging werd**



### INTRO

- 3** Kristallen bol – René Raaijmakers
- 10** ASML in veertig begrippen
- 12** ASML gaf Nederlandse hightech zelfvertrouwen terug

### INTERVIEW

- 20** Steef Wittekoek: Stepper brak pas door na 1980, toen krimpen op chips een echte uitdaging werd
- 26** Luc Van den hove: 'ASML en Imec hebben elkaar versterkt'
- 36** Martin van den Brink: 'Ik kies over het algemeen de kant van degene die achter de draaibank staat'
- 56** Martin van den Brink (2000): Nieuwe generatie technologieën voorlopig alleen als noodscenario

### HISTORIE

- 18** 1971-1984
- 34** 1984-1990
- 62** 1990-2000
- 94** 2000-nu

### OPINIE

- 25** Succes van ASML in DNA – Wim Hendriksen
- 33** De boeroepers – David Lammers
- 61** Vraag het de headhunter – Anton van Rossum
- 87** OEM's: benut kracht van keten – Egbert Stremmelaar
- 92** Ontwikkelen voor ASML? Niet doen! – René Raaijmakers

### EUV-SPIEGELS

- 64** 'ASML is niet snel onder de indruk als we een spec overtreffen'
- 68** Kleinste oneffenheid maakt EUV-spiegel ongeschikt

### EUV-BRON

- 72** Even voorstellen: twee EUV-bronontwikkelaars
- 73** Cymer: LPP-bron compacter en beter schaalbaar
- 76** XTreme: meer wafers per dag met LDP

### FARM-OUT

- 80** ASML geeft gas in sourcing, en het knarst en piept in de toeleverketen
- 84** VDL-ETG daagt collega-maakpartijen uit om samen de wereld te veroveren
- 89** ASML legt ontwikkeling cruciaal onderdeel EUV-machine neer bij NTS
- 93** Viro wil onafhankelijkheid behouden in ASML-ecosysteem

## LUC VAN DEN HOVE

# 26

**'ASML en Imec hebben elkaar versterkt'**



## MARTIN VAN DEN BRINK

# 36

**'Ik kies over het algemeen de kant van degene die achter de draaibank staat'**





# Word ook abonnee



**Bits&Chips is het leidinggevende  
Nederlandstalige nieuws- en opiniemagazine voor  
de hightechindustrie in België en Nederland.**

**Behoort u tot één van de volgende doelgroepen?**

- Actief betrokken bij de ontwikkeling van slimme apparaten en machines
- Beslissers in het hoger management van de hightechindustrie
- Student van een hoger technische opleiding of professional in een technische richting
- Eenieder die op de hoogte moet zijn van de ontwikkelingen in de hightechmarkt

Dan mag een abonnement op het magazine Bits&Chips en/of de nieuwsbrief niet ontbreken.  
Voor meer informatie en aanmelden gaat u naar [www.bits-chips.nl/abonneren](http://www.bits-chips.nl/abonneren).

Bits&Chips is ook te vinden via de LinkedIn-groep Bits&Chips of op Twitter via BitsChips.



## EUV-SPIEGELS

# 44

**'ASML is niet snel onder de indruk als we een spec overtreffen'**



## EUV-BRON

# 72

**Cymer en XTreme nek aan nek in race naar eerste commerciële EUV-bron**



## FARM-OUT

# 80

**ASML geeft gas in sourcing, en het knarst en piept in de toeleverketen**



## SOFTWARE

- 98** 35 miljoen regels in hapklare brokken
- 100** ASML proeft aan modelgebaseerd ontwikkelen
- 107** 'We werken met zo'n zeshonderd mensen aan dezelfde softwarestack'

## METROLOGIE

- 109** 'Als je wilt, kun je iedere wafer meten'

## OPTICA

- 112** Flexray: de toverspiegel
- 114** Meten met licht en met lucht

## CONTAMINATIE

- 118** Knikkerspel met moleculen houdt EUV-optiek schoon
- 119** 'Wanneer je geen vervuiling wilt, moet je ervan afblijven'
- 120** Een miljoen keer schoner dan schoon

## MECHATRONICA

- 122** Samenwerking met ASML is slijpsteen voor eigen geest
- 125** Maxon ontwikkelt motoren op maat voor ASML
- 127** Ontwerp, realisatie en kwalificatie onder één dak

## EN VERDER

- 61** Boek: The design of high-performance mechatronics
- 130** Cursusagenda
- 130** Eventagenda
- 130** Wegwijzer
- 131** Advertentie-index



# ASML in veertig begrippen

De belichtingstoestellen van ASML zijn de duurste en meest complexe schakel in het chipfabricageproces. Wat komt er allemaal kijken bij de lithografiebusiness? Twee pagina's ASML voor beginners, in woord en beeld.

Paul van Gerven

**157 nm** Golflengte in het verre uv-gebied. 157-nm- zouden 193-nm-bronnen opvolgen, maar immersie maakte hen overbodig.

**193 nm** Golflengte in het verre uv-gebied. Tegenwoordig standaard in gebruik bij de productie van de meest geavanceerde chips. Voorafgegaan door 248 nm. Zie ook DUV en immersie.

**450 mm** Diameter van wafers een slag groter dan de huidige maten die in gebruik zijn, namelijk 200 mm en 300 mm. Grote chipfabrikanten willen graag grotere plakken, maar toestelbouwers en andere spelers hebben nog niet aangegeven of ze dat willen ondersteunen. Ook ASML heeft nog geen officieel standpunt.

**Alignment** Uitlijning van de wafer en de lens, om de overlay (zie aldaar) zo klein mogelijk te maken. ASML maakte in de jaren tachtig naam met een alignment-systeem op basis van een merktekentje, dat nog steeds terug te vinden is in het logo van het bedrijf.

**Brion** Amerikaanse specialist in optische modellering, opgekocht door ASML in 2007.

**Cleanroom** Stofvrije ruimte. Noodzakelijk voor de fabricage van chips.

**Computationale lithografie** Verzamelnaam voor computerondersteunde technieken om lithografische prestaties te verhogen.

**CD** *Critical dimensions*, de kleinste details van een afbeelding. Een van de belangrijkste parameters om de lithografische afbeelding en de kwaliteit daarvan te beschrijven.

**Die** Spreek uit 'daï'. Een naakte chip, dus voordat deze is verpakt in plastic. Meervoud in het Nederlands: dies.

**DRam** Dynamic Random Access Memory, een werkgeheugen dat zijn data verliest wanneer de stroom wegvault. Makers van DRam, zoals Samsung, zijn een belangrijke klantengroep van ASML.

**Double patterning** Ook wel DP. Techniek waarbij één chiplaag in twee stappen wordt

opgebouwd omdat de resolutie van de scanner niet toereikend is om het met een enkele belichting voor elkaar te krijgen. Economisch niet de aantrekkelijkste optie voor chipmakers, maar fabrikanten van flashgeheugen (zie aldaar) konden niet anders. DRam- en logic-producenten hopen dat EUV op tijd komt om DP te vermijden.

**Doug's Dick** In bescheiden kring de scabreuze benaming voor ASML's grote grijze kantoorstoren die voormalig ASML-topman Doug Dunn heeft laten bouwen.

**DUV** Diep ultraviolet, golflengtegebied ver in het uv. Tegenwoordig standaard in gebruik bij de productie van de meest geavanceerde chips.

**Eximeerlaser** Lichtbron van DUV-scanners.

**EUV** Extreem ultraviolet, het golflengtegebied tussen ruwweg honderdveertig en tien nanometer. In de chipfabricage gebruikt als afkorting voor EUV-lithografie (ook wel EUVL), dat wil zeggen: lithografie met licht van een golflengte van 13,5 nanometer. Dat is veel lager dan de 193 nm die nu wordt gebruikt. De sprong in golflengte is nodig om nog kleinere structuurtjes af te kunnen beelden. EUV-lithografie is zeer complex omdat bijna alle materialen EUV-licht absorberen en er dus geen lenzen voor kunnen worden gemaakt en het belichtingsproces in vacuüm moet plaatsvinden. ASML hoopt dat de techniek in 2014 in gebruik wordt genomen, na een ontwikkeltraject van ruim een decennium.

**Fab** Fabriek waar chips worden gefabriceerd.

**Farm-out** Het uitbesteden van niet alleen de productie maar ook de ontwikkeling van onderdelen of modules van een machine. *Hot topic* bij ASML en zijn toeleveranciers.

**Flashgeheugen** Geheugentype dat data vasthoudt als de stroom eraf valt. Flashchips lopen het verst vooruit in de wet van Moore en hebben dus de kleinste structuurtjes (en trouwens ook de meest regelmatige). Makers van flash zijn een belangrijke klantengroep van ASML.

**Fotolak** Ook wel *resist*. Lichtgevoelig materiaal waarin het maskerpatroon zich uitzet.

**Foundry** Chipfabrikant die zelf geen chips ontwerpt, maar ontwerpen van anderen produceert. Marktsegment dat ASML bedient.

**Half-pitch** De helft van de afstand (in nm) tussen twee identieke structuren op een chip. Maat voor de grootte van de chipstructuren die op een chip zijn aangebracht (zie ook: knooppunt). Intel gebruikt de half-pitch als een marketingterm: de opgegeven waarde correspondeert dus niet met de daadwerkelijke half-pitch.





**Holistische lithografie** Door ASML in het leven geroepen term voor een aanpak waarin het ontwerp van de chip zelf, het masker, de lithografie én de metrologie op elkaar worden afgestemd om een optimaal chipfabricageproces te verkrijgen.

**I-line** Piek bij 365 nm in het spectrum van kwik. Tot de introductie van lasers werden kwiklampen gebruikt als lichtbron in wafersteppers. De i-line was de laatste spectrale lijn van kwik die werd gebruikt en de laatste niet-laserlichtbron.

**Immersie** Lithografie 'onder water', oftewel de introductie van water tussen lens en wafer. Omdat water een grotere brekingsindex heeft dan lucht, wordt de resolutie verhoogd. Tegenwoordig standaard technologie in gebruik voor de productie van de meest geavanceerde chips, in combinatie met 193-nanometerlicht.

**Knooppunt** Node in het Engels. Aanduiding voor de generatie van een chip, uitgedrukt in de half-pitch en afgerond op een mooi rond getal. Recente generaties zijn 65, 45 en 32 nanometer, de komende generaties zijn 22, 16 en 11 nanometer. Zie ook: wet van Moore.

**LER** *Line edge roughness*, de rafeligheid van de chipstructuurtjes die zijn afgebeeld. Te rafelig is niet goed.

**Logic** Verzamelnaam voor chips die rekenfuncties uitvoeren, vooral processoren, Asics en ASSP's. Logic-chips hebben de meest onregelmatige structuren en zijn dus lithografisch het lastigst.

**Masker** Ook wel fotomasker. Plaat met lichtdoorlatende plekken die het chippatroon bepalen. Een *reticle* is een masker dat verkleinend werkt.

**Metrologie** Verzamelnaam voor verschillende meettechnieken die het lithografische proces in de gaten houden. De uitkomsten kunnen worden gebruikt om bij te sturen, zonder dat de machine offline moet.

**NA** Numerieke apertuur, ook wel lensopening. Maat voor de kwaliteit van de lens. Hoe hoger de NA, hoe beter.

**Overlay** Mate waarin opeenvolgende lagen in een chip ten opzichte van elkaar verschoven zijn, tegenwoordig in de orde van enkele nanometers. Als de lagen niet goed op elkaar aansluiten, functioneert de chip niet. Ook om begrijpelijke redenen heel belangrijk bij double patterning.

**OPC** *Optical proximity correction*. Computatoneel-lithografische correctietechniek.

**Pellicle** Membraan dat het masker beschermt. Als nanoscopische vuiltjes op dit vliesje belanden, zitten ze ver genoeg van het masker af om niet te worden afgebeeld.

**Resist** Zie Fotolak.

**Reticle** Zie Masker.

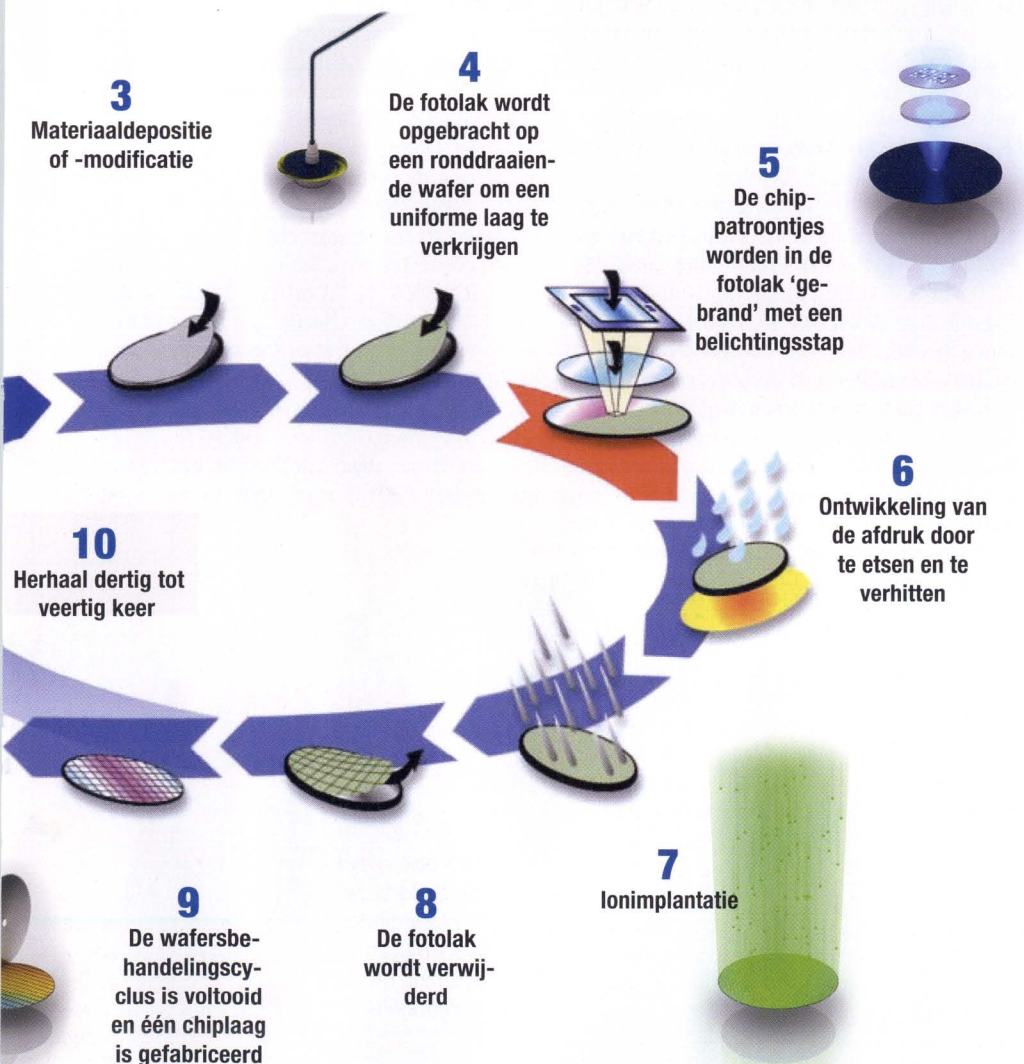
**Scanner** Nieuwste generatie belichtingstoestel, waarbij de wafer onder de lens door beweegt. De vorige generatie apparaten, de steppers, werden de wafers op hun plek gehouden en belicht de lenskolom stapje voor stapje een stukje van de wafer.

**SVG** Amerikaans lithografiebedrijf, in 2000 overgenomen door ASML voor 1,6 miljard dollar. Algemeen beschouwd als een flop, mede door de ongelukkige timing van de aankoop: vlak voor de dotcomcrisis.

**Uptime** Duur die een belichtingstoestel onafgebroken kan werken zonder een onderhoudsbeurt nodig te hebben of kapot te gaan. Heel belangrijk voor ASML's klanten.

**Wafer** Ronde schijf zeer zuiver, kristallijn silicium waarop chips worden gemaakt.

**Wet van Moore** Observatie dat het aantal transistoren per geïntegreerd circuit op de markt ongeveer iedere twee jaar verdubbelt (preciezere formuleringen kunnen worden gegoogled). Chips met kleinere structuurtjes zijn sneller en, doordat er meer van op een wafer passen, economischer te maken. De wet van Moore is terug te vinden in de evolutie van de knooppunten, waarbij iedere generatie ruwweg een factor  $\sqrt{2}$  kleiner is dan de vorige. Om twee keer zo veel transistoren op een oppervlak te proppen, moeten de schakelingen een factor  $\sqrt{2}$  kleiner worden in lengte en breedte. ■





# ASML gaf Nederlandse high

**Wie had ooit gedacht dat een bedrijf uit een klein Brabants dorp verreweg de belangrijkste leverancier zou worden van de meest cruciale fabricagetechnologie voor het informatietijdperk? René Raaijmakers volgt het bedrijf al zijn hele journalistieke loopbaan. Hier blikt hij terug, vertelt over persoonlijke ervaringen en over enkele succesfactoren van ASML.**

**René Raaijmakers**

**E**en eyeopener kan van een prachtige eenvoud zijn. Ik ontdekte dat begin jaren negentig. Als freelance techniekjournalist had ik natuurlijk een abonnement op The Wall Street Journal. Deze Amerikaanse zakenkrant schreef elke dag wel iets over informatietechnologie. Het was duidelijk: in de VS gebeurde het en ik wilde het zien. Ik besloot een lijstje van bedrijven en plaatsnamen te maken om mijn voorgenomen rondreis zo efficiënt mogelijk te plannen. Ik pakte de atlas erbij, zocht naar Menlo Park, Mountain View, Palo Alto, San Jose en Sunnyvale en kwam erachter dat ik maar één ding hoefde te doen: het vliegtuig nemen naar San Francisco.

Kort na mijn aankomst in Silicon Valley had ik nog een aha-erlebnis. Het pr-bureau Mathews & Clark had afspraken geregeld bij zo'n beetje al zijn klanten. O ja, ze deden ook nog de publiciteit voor een klein Nederlands bedrijfje. Dat zou ik kunnen ontmoeten op de conferentie SPIE in San Jose, die daar toevallig werd gehouden. Ik stapte in mijn huurauto, reed naar het Fairmont Hotel, vergaapte me aan de pracht en praal, liep een paar gangen door en daar stond ik, oog in oog met landgenoten uit Veldhoven.

## Zak met geld

Het leuke was dat dit bedrijf uit dat kleine Brabantse dorp een cruciale rol speelde in een technologie waarvan de wereldwijde IT afhankelijk was. ASM Lithography – pas veel later werd het ASML – maakte apparaten die het ritme van de IT dirigerden. Als ASML betere machines maakte, konden chips sneller rekenen en meer gegevens opslaan. Dat ging ook nog met een moordende snelheid. Voor dezelfde gulden kreeg je drie jaar later vier keer zo veel chips en die waren voor hetzelfde geld ook nog eens sneller en robuuster.

Het was 1992 en ik had er geen benul van dat ASML op de rand van de afgrond balanceerde. Toch was het toen wel degelijk 'al-

les of niets'. Een faillissement stond voor de deur. ASM International had zich enkele jaren daarvoor teruggetrokken uit zijn litho-joint venture met Philips en daarmee was ASML weer een volledige dochter van de elektronicagigant.

Toen ASML's topman Willem Maris en zijn financiële rechterhand Gerard Verdonschot in juli 1992 bij Philips-bestuurder Henk Bodt aanklopten voor meer geld, was de kans van slagen dan ook klein. Philips had zelf geen cent te makken. Het voerde op dat moment operatie Centurion door en had genoeg aan zijn hoofd. 'We hadden zelfs niet eens geld voor goede investeringen', zegt Henk Bodt, lid van de raad van bestuur bij Philips, in 'Reflect & image', het boek dat ASML bij zijn twintigjarige jubileum uitgaaf.

Bodt had ASML in zijn portefeuille en vroeg hoeveel Maris en Verdonschot nodig dachten te hebben om de boel te redden en wanneer ze het konden terugbetalen. Het tweetal had deze vraag niet verwacht en Verdonschot schijnt een bedrag te hebben geroepen dat toen pas op dat moment in zijn

hoofd opkwam: 36 miljoen gulden en negen maanden. Wat er precies door zijn hoofd spookte, weet ik eerlijk gezegd niet – ik heb dit uit de tweede hand.

Bodt stak zijn nek uit bij Philips, het tweetal kreeg de zak met geld en ASML werd gered. In 'Reflect & image' zegt Bodt dat hij negen maanden later zijn geld terugkreeg. Aan de basis van dit succes stond de Pas 5500, de machine die onder verantwoordelijkheid van Martin van den Brink werd ontwikkeld. Dit platform werd ASML's kaskraker van de jaren negentig. Door zijn succes in de markt kreeg ASML ook de beschikking over het verfijnde financiële instrumentarium waar Gerard Verdonschot zo dol op was. Hij kreeg in 1998 de eerste converteerbare lening van zeshonderd miljoen gulden los. 'Voorheen waren investeringsbanken op hun hoede voor ons, maar nu belden ze om ons kapitaal aan te bieden', zegt hij in 'Reflect & image'.

Het waren de jaren negentig. Ik volgde ASML nog niet met het huidige financiële kwartaalritme, maar slechts in het tempo waarin het bedrijf met nieuwe ontwikke-

De Pas 5500 was de machine waarmee ASML in de jaren negentig de wereld veroverde.





# tech zelfvertrouwen terug

lingen naar buiten kwam. Ik noem de introductie van machines met eximeerlasers of scannend belichten. Als je wilde, kon je daarover makkelijk bijpraten met Martin van den Brink. Ook toen ASML al een beursnotering had, ging dat op goed vertrouwen. Mijn perscontact in Veldhoven, Loppan Struving, vond het niet nodig er uren bij te zitten.

In de tijd van Doug Dunn – hij volgde Maris op in 2000 – veranderde de relatie met de pers rigoureuus. ASML werd dichtgetimmerd. De Nederlandse vakpers kreeg te maken met Amerikaanse persfunctionarissen die – erg efficiënt – vanuit het overgenomen SVG in de VS in Nederland werden gestationeerd. Ik herinner me nog heel nare gesprekken met die mensen. In Veldhoven zitten gelukkig weer professionele pr-mensen, maar dat terzijde.

## Dunns ego

In de jaren negentig had ik vooral Philips Semiconductors en het Natlab gevolgd en die geslotenheid stond voor mijn gevoel in sterk contrast met de ervaringen die ik had met Dunn. In zijn Philips-tijd nam die bij ontmoetingen met de pers altijd uitgebreid de tijd om uitleg te geven. Zoals in 1995, toen hij in het Evoluon voor Philips Semiconductors verklaarde dat er in de chipindustrie geen neergang meer zou zijn. Dat de IC-markt vanaf dat jaar met twintig procent zou blijven groeien, tot een omzet van driehonderd miljard dollar in 2000 – een formidabele blunder zou later blijken.

Maar goed, aan het einde van het dagprogramma nam Dunn uitgebreid de tijd om in de wandelgangen de pers te woord te staan. Toen zijn pr-assistente hem aan zijn mouw trok voor de volgende afspraak, veegde hij haar de mantel uit. Ik kon dat wel waarderen, want dat had ik een Philips-manager nog nooit zien doen: voorgang geven aan de pers en niet aan de volgende afspraak. Bovendien wist ik dat de betreffende dame in de CD-I-tijd willens en wetens valse markt-

cijfers in persberichten van Philips had opgenomen – terwijl dit product in werkelijkheid aan een zijden draadje hing. Ik zag een nieuwe wind binnen Philips. Pas jaren later drong het tot me door dat het Dunns ego was dat ik in het Evoluon had zien acteren.

Eenzelfde ervaring had een journalist van het Eindhovens Dagblad. Hij vertelde me over een fotosessie van de Britse CEO in de cleanrooms op De Run. Dunn wilde poseren in de stofvrije ruimte en hij verdomde het om daarvoor stofvrije kleding aan te trekken. De man die op dat moment bij de machine stond, pikte het niet – typisch ASML. Deze technicus kreeg vervolgens een uitbrander

van De Brit – de naam die destijds onder sommige ASML-managers werd gebezigd.

De afgelopen maanden vroeg ik verschillende mensen welke personen cruciaal waren voor het succes van ASML. Meestal noemden ze dan twee mensen. Standaard zat Martin van den Brink erbij. De tweede keuze leek altijd afhankelijk van persoonlijke ervaringen of voorkeuren. Veelzeggend is dat een aantal mensen daar ongevraagd Doug Dunn aan toevoegden met de mededeling dat de man er in negatieve zin uitsprong.

Veel ex-ASML'ers houden hun voormalige Britse CEO verantwoordelijk voor de overname van SVG. Waarnemers zeggen dat dit

avontuur ASML uiteindelijk veel meer kostte dan de 1,6 miljard dollar die het voor dit Amerikaanse lithobedrijf moest neertellen. Dunn had de ambitie om met de oven- en track-business van SVG de machinebusiness van ASML uit te bouwen tot een bedrijf dat Applied Materials naar de kroon kon steken. Door het aanhoudende slechte tij

moest hij de ovens echter van de hand doen en de tracks ontmantelen.

Amerikaanse optische technologie was aanvankelijk nog strategisch voor ASML, maar ook dat is niet langer zo. Begin dit jaar deed ASML zijn optische activiteiten in Redmond van de hand (in Wilton werkt ASML nog wel aan optiek). Dit bericht mistte Bits&Chips overigens doordat alleen overnamepartij Zygo er een persbericht over uitstuurde. ASML hield het stil en was wettelijk ook niets verplicht vanwege het kleine verkoopbedrag van nog geen tien miljoen dollar.

Nog steeds hangt SVG als een molensteen om ASML's nek. Ook in letterlijke zin. ASML vliegt nog steeds de duizenden kilo's wegen- de granieten stabilisatiemassa's op en neer tussen Veldhoven en de vestiging in Wilton.

Als laatste valt er over Dunn nog te zeggen dat hij zich begin 2001 opnieuw gek liet



Gjalts Smit legde de basis van de huidige ASML-cultuur. Hij brak als eerste CEO rigoureuus met alles wat naar Philips rook.





*90% CUT IN EMISSIONS*

*AND 50% CUT IN DEVELOPMENT TIME.*

*THAT'S MODEL-BASED DESIGN.*

*To meet a tough performance target, the engineering team at Nissan used dynamic system models instead of paper specifications.*

*The result: 50% time savings, the first car certified to meet California's Partial Zero Emissions Vehicle standard, and a U.S. EPA award.*

*To learn more, visit [www.mathworks.nl/mbd](http://www.mathworks.nl/mbd)*

**MATLAB<sup>®</sup>  
& SIMULINK<sup>®</sup>**

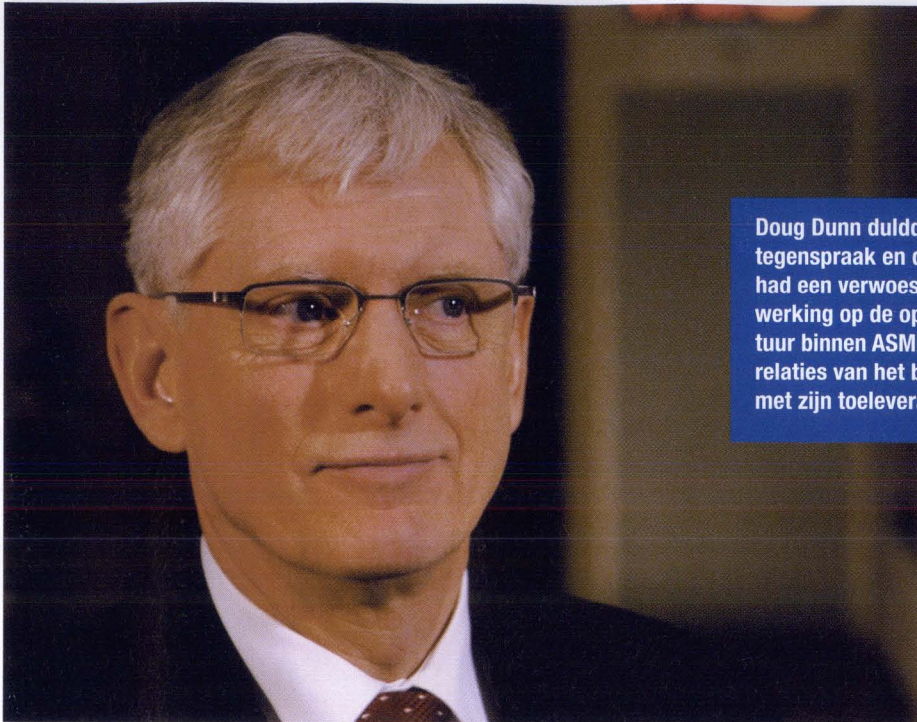


**MathWorks<sup>®</sup>**

*Accelerating the pace of engineering and science*

©2011 The MathWorks, Inc.





Doug Dunn dulde geen tegenspraak en dat had een verwoestende werking op de open cultuur binnen ASML en de relaties van het bedrijf met zijn toeleveranciers.

maken door de markt. Hij was bezig met de overname van SVG en zei tijdens de presentatie van de florissante jaarresultaten in Krasnapolsky dat de lithomachinemarkt in 2005 al naar tien miljard dollar zou groeien. Er zijn twee crisissen overheen gegaan voordat we op de helft van dat bedrag zaten.

Dunn dulde geen tegenspraak en dat had een verwoestende werking op de open cultuur binnen ASML en de relaties van het bedrijf met zijn toeleveranciers. Hij zette naar verluidt zelfs de relatie met Zeiss op scherp, door de Duitse partner te behandelen als de eerste de beste toeleverancier die niet moest zeuren maar gewoon moest leveren wat Veldhoven vroeg. Dunn sloeg in de crisisjaren van 2002 en 2003 de raad in de wind van mensen met veel ervaring in de lithobusiness. Voor de financiële wereld hield Dunn vol dat klanten volop orders hadden uitstaan en hij luisterde niet naar doorwinterde ASML'ers die uit ervaring wisten dat chipfabrikanten voor de zekerheid altijd meer bestellen dan ze nodig hebben. Gevolg: honderden miljoenen aan voorraden in de hele keten.

Dunns autoritaire leiderschapsstijl stond haaks op de cultuur van ASML. Uit de talrijke gesprekken die ik erover voerde, blijkt dat het er tijdens discussies en reviews soms buitengewoon hard aan toe kan gaan. Maar ASML'ers luisteren wel naar elkaar en argumenten tellen. De betrokkenheid en teamgeest zijn in Veldhoven dermate groot dat er maar weinig mensen afhaken. De stijl van Martin van den Brink is soms zeer confronterend, maar naaste collega's zien ook dat hij bezig is met een missie waarvan ze zelf niets zouden willen missen.

Het was Rob Munnig Schmidt die mij een mooie toelichting gaf van ASML's team-

geest en Van den Brinks toewijding. Munnig Schmidt liep eind jaren negentig per toeval Steef Wittekoek weer tegen het lijf en beschrijft deze ervaring alsof hij in een warm bad terecht kwam. Na een reünie met oude bekenden die intussen allemaal bij ASML werkten, besloot hij te solliciteren. Munnig Schmidt had bij Philips S&I aan steppers gewerkt, maar hij zat niet in het team dat Philips uitstond in de joint venture. Zijn professionele leefwereld bleef daardoor vele jaren beperkt tot scheerapparaten. In Veldhoven verbaasde hij zich. Munnig Schmidt bleek grote bekendheid te genieten als uitvinder van de lineaire motor, begin jaren tachtig op het Natlab. Toen hij aan het einde van de sollicitatieprocedure ook bij ASML's technologische brein langs moest, was het eerste wat Van den Brink vroeg: 'Waarom heb je je vrienden in de steek gelaten?'

### Gestage opmars

Een andere vaak genoemde cruciale persoon in de geschiedenis van ASML is Gjalt Smit. Velen zijn het erover eens dat hij de wortels legde voor de ASML-cultuur. Smit brak als eerste CEO van ASML rigoureuze met alles wat naar Philips rook. Martin van den Brink, bij de oprichting van ASML op 1 april 1984 een kersverse medewerker, herinnert zich de joint venture in de eerste maanden als 'een rampentent' (zie ook interview op pagina 36). Veel Philips-medewerkers gingen tegen hun zin verplicht over naar ASM Lithography en verloren daarmee hun comfortabele baan bij de elektroniecgigant. Gemor alom.

Met de mensen die het team van Smit in rap tempo rekruteerde, sloeg de sfeer echter om. Mensen kozen voor ASML vanwege

de uitdaging. Zo werkte het uitspinnen van de joint venture als een cultuurfilter. Wie er geen zin in had, zocht een andere baan of ging na enkele jaren weer terug naar Philips. Intussen solliciteerden ondernemende werknemers die wel zin hadden in een nieuw avontuur.

Smit had maar één doel voor ogen: de gouden plak. 'Ook atleten die uiteindelijk tweede worden, trainen voor de eerste plaats', zo vertelde Smit me ruim een maand geleden, toen hij even in Nederland was vanuit zijn woonplaats in Zwitserland. Smit had een voordeel: hij snapte de taal van Philips – hij had jaren bij Science & Industry gewerkt – maar had daarna in de telecom veel bijgeleerd. De zaken groot aanpakken zat in zijn DNA. Smit wist dat excelleren in technologie alleen niet voldoende was. De marketing, productie en logistiek, het moest allemaal naadloos op elkaar aansluiten.

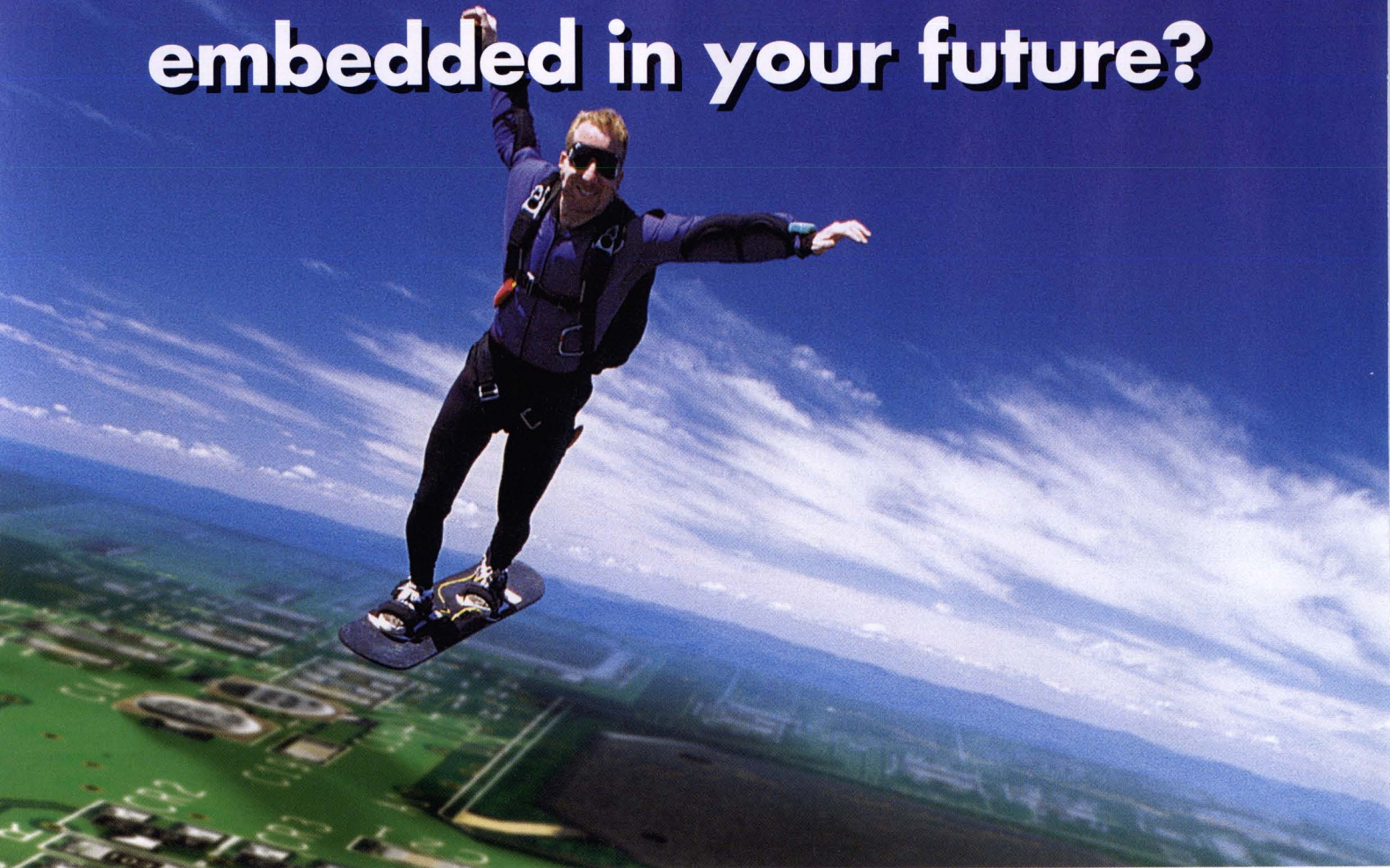
Om snel te schakelen, greep Smit naar outsourcing – ASML's model van uitbesteden is iets dat eigenlijk pas enkele decennia later werd erkend als succesfactor. Philips moest daar in 1981 niet veel van hebben. Het hoorde knarsetandend aan dat zijn nieuwe dochter ook buiten de organisatie wilde shoppen. Philips-afdelingen hadden toen nog de plicht om bij elkaar in te kopen.

Hoe bijzonder alles uitbesteden ook in de jaren negentig nog was, laat een artikel uit The Wall Street Journal zien, dat enkele maanden na ASML's beursgang verscheen. 'ASML heeft een bijzonder probleem met zijn toeleveranciers', schreef de Amerikaanse zakenkrant, die erop wees dat concurrenten Canon en Nikon diepe zakken hadden en alles in eigen huis maakten 'inclusief de lenzen, die ongeveer 45 procent van de step-perkosten beslaan'.

De reporter wees daarna op een pijnpunt: 'ASML maakt daarentegen geen eigen onderdelen. Erger nog: het is afhankelijk van de enige andere lenzenmaker in de wereld, het Duitse Zeiss.' De krant wees er fijntjes



# TOPIC Embedded Systems: embedded in your future?



## Passie voor techniek? Wij dagen je uit!

In je carrière wil je groeien. Het beste uit jezelf halen en je ambities verwezenlijken. Dat begrijpen wij bij TOPIC maar al te goed. Als high-tech systeemhuis, gespecialiseerd in embedded systeemontwikkeling, dagen wij je uit. Iedere dag opnieuw. Sterker nog: uitdaging is bij ons een arbeidsvoorwaarde!

Bij ons werk je aan afwisselende en uitdagende projecten in technische software-ontwikkeling, test-, integratie- & configuratiemanagement en digital hardware design voor embedded systemen. Bij gerenommeerde klanten in consumenten-

electronica, medische- en professionele systemen. Werk dat past bij jouw ambities. Ook biedt TOPIC je gedegen en persoonlijke coaching, het Personal Improvement Program en uitdagende secundaire arbeidsvoorwaarden.

Ben jij die **Embedded Software Engineer of Digital Hardware Designer** op zoek naar een nieuwe uitdaging? Mail dan snel je motivatie met CV naar [recruitment@topic.nl](mailto:recruitment@topic.nl) of bel eerst met Frank de Roo, Business Manager, (0499) 336 979.



**TOPIC**  
EMBEDDED SYSTEMS  
EMBEDDED IN YOUR FUTURE

Voor meer informatie: [WWW.TOPIC.NL](http://WWW.TOPIC.NL)



Met de Twinscan haalde ASML de Japanse firma's Canon en Nikon in.



op dat dit bedrijf gevestigd was in Oost-Duitsland en problemen had om voldoende aantallen aan ASML te leveren vanwege het gebrek aan getraind personeel. Willem Maris had daarop overigens een aardige respons. 'Het is als een huwelijk', zei hij. 'Je kunt het op papier vastleggen, maar als het niet gaat, dan gaat het niet. Je moet er beiden wat van maken.'

Vanaf 1993 begon ASML aan de gestage opmars. Het doel van Gjalts Smit, het bewerken van de doelmarkt Amerika, slaagde in die jaren pas echt met de Pas 5500. Toen ASML in 1995 naar de beurs ging, had het 62 procent van de Amerikaanse markt. Zowel van de Europese als de Aziatische markt had het een vijfde in handen. Grote uitzondering was Japan; daar kregen de Veldhovenaren in die tijd geen voet aan de grond. In 1995 had ASML achttien procent van de totale wereldwijde markt. Het moest Canon en Nikon nog duidelijk voor zich dulden met marktaandeel van respectievelijk 26 en 51 procent.

In de jaren die volgden, werden belangrijke nieuwe klanten geworven in Korea, Taiwan en de VS. In 1997 passeerde ASML het Japanse Canon en in 2002 werd Nikon overtuigend geklopt, doordat chipfabrikanten technologieaankopen deden in Veldhoven. Het Twinscan-platform zorgde ervoor dat de machinebouwer door kon blijven groeien. Deze machine kon een silicium wafer doormeten terwijl een tweede plak werd belicht. Op die manier ging geen kostbare tijd verloren.

## Wereldtop

ASML groeide gestaag door. Het haalde grote partijen als Intel en Toshiba binnen en werd overtuigd marktleider met een wereldwijd aandeel van zeventig tot tachtig procent. Als het bedrijf erin slaagt om machines productierijp te maken die met extreem ultraviolet licht chips belichten, dan ziet het een aantal jaren als monopolist tegemoet. Die rol is een onwennige, zoals ook blijkt uit het gesprek dat we met Martin van den Brink hadden.

Tot mijn verrassing vond ik nog een leuke uitspraak in 'Reflect & image'. Martin van den Brink zegt daarin: 'Vroeger waren we vooral bezig om in te lopen op concurrenten, nu moet ik vaak achteromkijken om te zien of ze wel volgen. Als er niemand achter me aan zit, dan begin ik me zorgen te maken. We weten dat we snel kunnen rennen, maar onze uitdaging is nu om de goeie richting te kiezen.'

Dit is typisch Van den Brink, inclusief de dubbele lading. Je kunt er een hilarische sneer naar de Japanners in lezen, maar tevens straalt de opmerking paranoia uit. Wie een beetje bekend is met de geschiedenis van de halfgeleiderindustrie, weet dat zeker het lithografie-segment bezaaid is met lijken. Ultratech is weg en Canon speelt eigenlijk ook niet meer mee.

Maar het wordt zelfs griezelig als je kijkt naar de opkomst en marktaandelen die Perkin Elmer en GCA ooit hadden en de snelheid waarmee ze ten onder gingen. Dertig jaar geleden, in 1981, had Perkin Elmer maar liefst tachtig procent van de totale lithografie-markt met machines die de hele plak in één keer konden belichten. In dat jaar was GCA al sterk in opkomst met steppers die toen voor het eerst doordrongen in de chipproductie. In het jaar dat ASML werd opgericht, had GCA al zeventig procent van de totale markt voor wafersteppers. Perkin Elmer is nu alleen nog bekend van de analytische apparatuur, GCA sloot de deuren voorgoed in 1993.

De afgelopen maanden dacht ik vaak na over de impact die ASML heeft op de technologiegemeenschap in Nederland. Ik las de biografie over Anton Philips (aan te raden)

en 'Kortsluiting' van Marcel Metze (uit 1991, maar nog steeds een eyeopener). Metze beschrijft daarin het zwakke management en het gebrek aan visie en strategie bij Philips. Een cultuur waarin managers vooral energie steken in het beklimmen van de carrièreladder en in het bestrijden van elkaar. Hij constateert verder dat de Japanners met een focus op kwaliteit en een goede beheersing van de massafabricage in de jaren zeventig en tachtig grote delen van de elektronicamarkt veroverden. Philips had dit soort troeven ook in huis, constateert Metze, maar de Japanners voegden er een belangrijk element aan toe: korte introductietijden. Op dat punt was Philips niet sterk.

In de jaren negentig en ook na 2000 heb ik de continue uitverkoop en de verplaatsing van productie en ontwikkeling naar Azië met eigen ogen aanschouwd. Het gebrek aan actie, aan daadkracht en resultaten werkte behalve op de Philips-organisatie intern ook demotiverend op de hightechgemeenschap rond Eindhoven. Maar in het aangrenzende dorp Veldhoven groeide sinds begin jaren negentig een technologiebedrijf schijnbaar vanuit het niets tot formidabele proporties. Het had zo'n beetje alles in zich wat Philips de afgelopen decennia had verloren: visie, ondernemingslust, teamgeest en de wil om te winnen. Het bedrijf slaagde er bovendien in om met zijn lithografische technologie de wereldtop te bereiken. De Japanners? Die werden verslagen in hun eigen sterkte, time-to-market.

Voor mij is er maar één conclusie mogelijk: ASML heeft het zelfvertrouwen teruggegeven aan de Nederlandse hightechindustrie. ■



# 1971-1984

**H**erman van Heek en Gijs Bouwhuis deden begin 1971 tijdens een reis door de VS de inspiratie op die de aanzet zou vormen tot de ontwikkeling van een belichtingsmachine die op silicium repteert. De scan laat Van Heeks korte verantwoording zien. Onderzoekers van Philips' Natuurkundig Laboratorium deden in die tijd driemaandelijks kort verslag aan hun groepsleiders en directie.

In 'Technical note no 105/71' van het Natlab trokken Ad Bouwer, Gijs Bouwhuis en Herman van Heek in mei 1971 al de conclusie dat een belichtingssysteem met verkleiningsoptiek was te prefereren boven een-op-een afbeelden. De ontwikkelkosten schatte het drietal op 250 duizend gulden.

Eind 1973 was de Silicon Repeater 1 (Sire1) klaar en dat werd in december feestelijk gevierd. In de holle ruimte onder de stepper stond tijdens het nemen van de foto de gekoelde Moselblümchen die na het technische verhaal met uitgenodigde dames en partners werd ontkurkt.

De Silicon Repeater 1 was heel gevoelig. 'Als iemand een kwartier voor de machine stond, dan trok hij krom en dat was meetbaar', aldus projectleider Herman van Heek. Boven in de zwarte koker zat een duizend watt kwiklamp. De flexibele pijp zoog de warmte af. Bij de ontwikkeling van de Sire1 nam Van Heek zelfs contact op met het KNMI in De Bilt om te vragen hoe snel de luchtdruk kan veranderen in Nederland. De positionering van de wafer-stage werd toen al gedaan met interferometrie en veranderingen van luchtdruk resulteerden in golflengteverschillen en meetfouten. De Sire1 mat de luchtdruk elk uur. 'Uit gegevens van het KNMI betreffende overtrekkende onweersbuien bleek dat dit onvoldoende was', aldus van Heek.



De namen van de volgende personen konden we achterhalen: op de hurken Victor van der Hulst (verlichtingssysteem), op de stoel Ad Bouwer (mechanische constructie). Staand: Guido van der Looij (vierde van links, verantwoordelijk voor wafer-processing), Herman van Heek (zesde van links, direct naast de belichtingskolom, projectleider) en Theo Lamboo (derde van rechts, bedenker interferometer wafertafel en alignment-optiek).



**Theo Lamboo (met microfoon) geeft uitleg over de Silicon Repeater 1 aan Leo Tummers, destijds adjunct-directeur van de bedrijfsdienst van het Natlab.**



Kopie: Dr. H.J.G. Meyer  
Dr. de Haan  
Dr. Kramer

NAT.LAB.  
6/7/8/1971  
DRS. H.F. VAN HEEK

KWARTAALOVERZICHT JUNI T/M AUGUSTUS 1971

In de afgelopen periode heeft zich het volgende afgespeeld:

In januari maakten Bouwhuis en ik een reis door de Verenigde Staten van Amerika om de ophycograph aan een groter publiek te presenteren. Gedurende deze reis kregen we de gelegenheid om na te gaan hoe men in andere laboratoria de problemen rond de projectie op de Si-plak aanpakt.

Uit deze nieuwe indrukken resulteerde een voorstel om het projectieprobleem op te lossen m.b.v. een repeater die op Silicium repeteert. Deze aanpak heeft zo'n instemming gewekt bij de groep van Santen op het Nat.Lab. en bij Elcoma Nijmegen, dat hieruit resulteerde een gezamenlijk project - Nat.Lab. - Elcoma Nijmegen - ter fabricage van twee identieke Silicium-repeaters. Hierbij zorgt Nijmegen voor de electronica en de informatieverwerking, het Nat.Lab. voor de optica mechanica en de algemene coördinatie. De algemene ideeën zijn inmiddels tot in een ver stadium gedetailleerd.

22-9-1971  
cs

Drs. H.F. van Heek



## Steef Wittekoek blikt terug op pre-ASML-periode

# Stepper brak pas door na 1980, toen krimpen op chips een echte uitdaging werd

Steef Wittekoek was als *executive scientist* jarenlang het gezicht van ASML naar de chipindustrie. Hij was bij Philips vanaf 1973 betrokken bij lithografie voor chips. Veel van de vondsten in zijn team op het Natlab worden vandaag nog in ASML's machines toegepast. Met Bits&Chips blikt hij terug op het begin van zijn carrière en op de jaren waarin hij de wereld nog moest overtuigen van het stap voor stap belichten van chips.

René Raaijmakers

Op het Natuurkundig Laboratorium van Philips was hij *mister lithography*. Op het Natlab bouwde zijn team in de tweede helft van de jaren zeventig aan een verbeterde versie van de Silicon Repeater. Stap voor stap chips belichten werd in die tijd nog met veel scepsis ontvangen. Wittekoek trok dan ook vaak de wereld in om het evangelie van het stappen te verkondigen.

Pas aan het begin van de jaren tachtig sloeg het klimaat om. Het een-op-een scannen van silicium plakken had toen pas zijn laatste tijd gehad. Iedereen had in de gaten dat verkleind afbeelden in combinatie met stappen de toekomst had. Wittekoek liep in die tijd de deur plat bij Amerikaanse chip- en apparatuurfabrikanten of ze interesse hadden in de bij Philips ontwikkelde technologie.

Maar de business kwam niet van de grond en eind 1983 gooide Wittekoek het bijltje erbij neer. Teleurgesteld, na jaren onderhandelen, trekken en duwen. Hij vloog met zijn gezin naar New York om voor Philips een oude liefde op te pakken: onderzoek naar NMR, dit keer voor diagnostische toepassingen. Een half jaar later rinkelde de telefoon. Philips had toch een partner gevonden. Het wilde bovendien serieus werk maken van zijn stepperbusiness. Er kwam een flinke zak geld en het nieuwe management vroeg of hij

weer aan boord kwam. Wittekoek vloog weer terug naar Nederland om een oude droom waar te maken.

Dat is in een notendop hoe Steef Wittekoek bij ASML terecht kwam. Op verzoek van Bits&Chips trekt hij met plezier een middag uit om te spitten in de periode vóór ASML. We praten in zijn huis in Rotterdam – naar Kralingse begrippen een bescheiden optrekje. Er is thee, geserveerd met een pond bonbons en andere lekkernijen.

Wittekoek is alweer een dagje ouder, maar het is meteen duidelijk waarom deze man zo geknipt was als boegbeeld van ASML. Imposant, vriendelijk. Dat laat ook de advertentie uit 1985 zien met een grote foto van Wittekoek die klanten iets uitlegt. Je ziet meteen: daar staat een betrouwbare vent.

### Academische wijk

Steef Wittekoek studeerde natuurkunde in Leiden en promoveerde op het lab waar Kamerlingh Onnes zijn laagtemperatuurexperimenten uitvoerde. Wittekoek onderzocht er antiferromagnetische kristallen met kernspinresonantie (*nuclear magnetic resonance*, NMR) dicht bij het absolute nulpunt.

Het grote Philips bloeide als nooit tevoren en het bedrijf hield in die tijd het technische talent op de universiteiten scherp in de gaten.

'Was je eenmaal aan het promoveren, dan was je in Eindhoven bekend', herinnert Wittekoek zich. 'In die tijd was het ook niet moeilijk om bij Philips op het Natlab een baan te krijgen.'

Zelf werd hij benaderd door professor Gorter, een neef van zijn eigen gelijknamige hoogleraar. Die hield het fysische en chemische talent voor Philips in de gaten. 'Gorter gaf mijn naam bij Philips door en de laatste jaren van mijn studie ging ik al een of twee keer naar Eindhoven. Ik zag Philips als de aantrekkelijkste werkgever.'

Philips bood Wittekoek een contract aan, maar hij had zijn zinnen intussen op Amerika gezet. 'Veel mensen gingen na hun promotie een jaar naar het buitenland en met name naar Amerika, als postdoc.' Hij kreeg verschillende aanbiedingen en koos voor NMR-analyse bij Varian, dat beurzen voor internationale postdocs had. Deze instrumentenmaker zou later overigens uitgroeien tot een belangrijke maker van *ion implanters*. Wittekoek kreeg alles betaald en vloog met vrouw en kinderen van twee en drie jaar naar Palo Alto in Californië.

Over de reactie van Philips: 'Het Natlab was vooruitziend. Ze vonden mijn Amerikaanse plannen helemaal niet gek en boden aan om me alvast in dienst te nemen. Zonder salaris, maar met pensioenregeling. Dat was natuurlijk wel mooi.'





Steef Wittekoek met een i-line-lens die Zeiss hem cadeau gaf bij zijn afscheid van ASML.

Wittekoek overwoog nog om in de VS te blijven, maar de salarissen voor postdocs waren niet om over naar huis te schrijven. Bij Philips had de vraag naar technici inmiddels een hoogtepunt bereikt. Toen hij met zijn vrouw en kinderen weer in Eindhoven belandde, werd hij netjes in een 'academische' wijk met vooral buitenlandse fysici geplaatst.

### **Silicon Repeater 1**

Op het Natlab in Waalre stortte de jonge fysicus zich opnieuw op magnetisme, maar nu gecombineerd met optica. Na ruim vier jaar was daar de carrièrestap richting litho.

'Het was gebruikelijk dat je doorstroomde. In die tijd was er veel discussie over overstappen naar de industrie of onderzoek blijven doen. De academici hadden een eigen club, de Kern, een soort ondernemingsraad op academisch niveau die veel discussieerde over het nut van doorstromen. De industriegroepen hadden grote behoefte aan jonge Natlab-mensen, maar de Kern vond dat veel wetenschappers zeker tot hun vijftigste nog heel productief konden zijn.' Wittekoek bleef op het Natlab. 'Ze zeiden: 'Jij moet onze lithografie-expert worden en je gaat het maskercentrum leiden.'

Het was 1973. De optische groep van Piet Kramer was bijna klaar met het in elkaar sleutelen van een allereerste prototype stepper. Bij Philips Elcoma in Nijmegen werden sinds 1967 geïntegreerde circuits gemaakt met behulp van contactafdrukken. 'Ik wist er niet veel vanaf hoor', zegt Wittekoek. 'Maar het basisprincipe om er chips mee te maken, was wel betrekkelijk snel uit te leggen. Ik voelde dat het een vak van de toekomst was. Het was niet meer zo vrijblijvend als in mijn eerste jaren. Ik had een aantal mooie publicaties op mijn naam staan en hoor Hajo Meijer (adjunctdirecteur Natlab, RR)

nog zeggen: 'Op den duur wil je meer dan alleen het applaus van je collega's; je wilt iets nuttigs gaan maken.'

Zo nam Wittekoek de leiding over van Herman van Heek, die met zijn team de Silicon Repeater 1 (Sire1) had gebouwd. Deze machine was zijn tijd ver vooruit en was waarschijnlijk het eerste systeem dat de wafer niet in zijn geheel maar in stappen belichtte. De Sire1 kon toen al details afbeelden van twee micron met een nauwkeurigheid (*overlay*) van 0,5 micron. Hij kon silicium plakken aan van twee, drie en vier inch. Focuseren ging mechanisch. De



plakken bewogen in de ene richting, de lens stapte in de richting loodrecht daarop. Alles bij elkaar nam een stap 0,3 seconden in beslag. Voor belichten was 0,5 seconde nodig. Van de Silicon Repeater 1 zijn er uiteindelijk twee gebouwd. Een kwam bij Elcoma, de ander werd naar Hamburg verscheept.

## Een merkje geëts

Het team van Steef Wittekoek begon midden jaren zeventig aan een verbeterde versie van de Silicon Repeater te sleutelen. De helft van zijn team bestond nog uit mensen die ook al aan de Sire1 hadden gewerkt. Rond 1979 was de klus geklaard. Een belangrijk voordeel was de H-tafel met een drieassig interferometersysteem: de hoek van het Zerodur-blok waarop de wafer lag, was zeer nauwkeurig bij te regelen door de twee parallelle benen van de H-tafel ten opzichte van elkaar te verschuiven (waardoor de tussenbalk draaide). Dit was een vondst van Wittekoek zelf. De constructie werd gebouwd door Ad Bouwer. Theo Fahner ontwikkelde er een optisch focuseringssysteem voor en Jan van de Werf bedacht het optische *prealignment*-systeem met een fasecontrastmicrocoop.

Al deze elementen worden vandaag nog in ASML's machines toegepast.

Het ordediafragma dat in de Sire1 nog mechanisch in en uit de lens moest worden geschoven, werd vervangen door een speciaal optisch filter dat in de lens werd geïntegreerd. Dit vernieuwde diafragma, ook een vondst van Wittekoek, wordt tot de dag van vandaag toegepast en is de belangrijkste reden waarom ASML's alignmentsysteem zo goed bestand is tegen allerlei processtappen in de chipfabriek.

Op de wafer moest een merkje worden geëts waarop het alignmentsysteem de wafer kon positioneren. Wittekoek zette dit tekenje als eerste op papier. Het maakt nog steeds onderdeel uit van ASML's logo. 'In het begin kon er eigenlijk niemand tegen ons automatische uitrichtingssysteem op. Bij alle concurrenten was de alignment afhankelijk van operators die voor iedere belichting aan knopjes moesten draaien. Dat was bij ons allemaal niet nodig.'

## Philips Automated Stepper

De toekomst die Wittekoek bij zijn carrière-switch op het Natlab in gedachte had, kwam niet zo snel als hij verwachtte. Althans, ze

kwam niet in de jaren zeventig. De chip-productie bij Philips Elcoma in Nijmegen gebruikte de Sire1 wel, maar alleen als fotorepeater om maskers te maken voor een-op-eencontactprinters. Wafers direct belichten ging veel te traag doordat de step-bewerkingen tijd in beslag namen. Een een-op-eenmasker maken dat vervolgens met contactprinten een stuk of tien keer was te gebruiken, was tot daaraan toe, maar direct belichten duurde een kwartier per plak. 'De chipmakers bij Elcoma geloofden ook niet dat we die machine zo snel konden maken dat we zestig tot tachtig plakken per uur konden belichten. Ik kon ze daarvan toen niet overtuigen', aldus Wittekoek.

Perkin Elmer kwam in 1974 echter met een revolutionaire belichtingstechnologie waarmee wel grote snelheden te behalen waren door wafers een-op-een te belichten. Het ging heel eenvoudig: masker en wafer werden ten opzichte van elkaar gefixeerd. Het systeem scande via een spleet om de focus over de hele wafer optimaal te houden. Dat was revolutionair, want het was contactloos. Maskers waren ontelbare malen te hergebruiken. De chipindustrie maakte

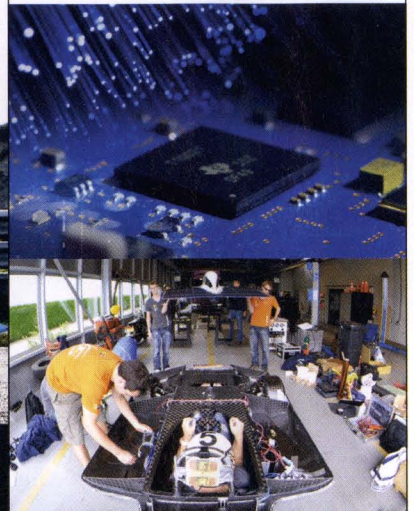
>innovatie begint bij een goed idee  
Waar haalt u inspiratie vandaan?



Wij raken geïnspireerd door onze klanten waarmee wij dagelijks aan nieuwe ideeën en oplossingen werken. Innovatie is presteren op een hoog technisch niveau, elke dag werken we op de rand van de fysieke mogelijkheden. Dat is wat wij interessant vinden!

>the right development

## Technolution



Technolution ondersteunt projecten in de verkeer- en vervoer-, hightech en energiebranche.

[www.technolution.eu](http://www.technolution.eu)



dankbaar gebruik van PE's Microalign-scanners voor hun *small-scale integrated circuit*-technologie, waarin chips met honderd transistoren al als uitzonderlijk werden beschouwd. 'Het was een heel eenvoudig systeem, maar het zorgde voor een enorme doorbraak. Tot in de jaren tachtig was het allemaal Micralign', weet Wittekoek.

Perkin Elmer veroverde de industrie stormenderhand. Eind 1981 stonden er wereldwijd 2400

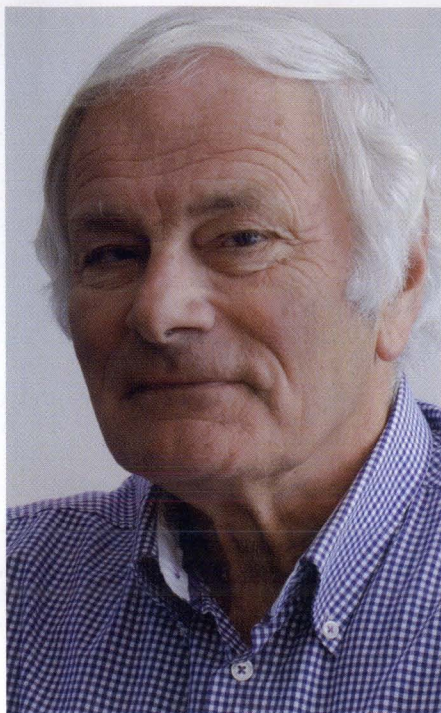
Micraligns in 125 chipfabrieken. Het waren hoogtijdagen voor het bedrijf, dat met tachtig procent ruimschoots marktleider was. Maar het klimaat sloeg snel weer om naar steppers. 'De zogenaamde *step and repeat*-projector, of *stepping aligner*, waarvan GCA de grootste producent is, is de laatste jaren vanuit het niets opgedoken', meldde Business Week op 15 februari 1982. GCA verkocht in 1981 al voor 152 miljoen dollar aan steppers. Warren Davidson meldde in hetzelfde artikel trots dat zijn bedrijf in 1981 tweehonderd steppers had verkocht, waarmee de *installed base* op driehonderd systemen kwam. VLSI Research voorspelde dat steppers een-op-eenscanners in 1986 zouden hebben ingehaald in aantal systemen per jaar.

De technologie van Perkin Elmer liep tegen zijn grenzen aan. Een-op-een belichten was beperkt in resolutie en daarnaast werden de wafers groter, wat de optiek niet bijhield. Ook bij Philips hadden ze dat in de gaten. In 1979 en 1980 kreeg de industriegroep Science & Industry (S&I) de opdracht om de eigen chipfabrieken te voorzien van silicon repeaters. Ook werd de blik op externe klanten gericht. De naam van de machines veranderde in Philips Automated Stepper (Pas) nadat was gebleken dat Siemens de aanduiding 'Si' al had geclaimd voor apparatuur.

IBM in Burlington kreeg in 1982 de eerste Philips-machine, de Pas 2000. De order maakte deel uit van een hele serie systemen die Big Blue van allerlei leveranciers kocht om te kijken wat er aan technologie te koop was. Deze deal kreeg geen vervolg; pas vele jaren later kwam IBM weer in zicht als klant.

### ASML in de steigers

Een van de cruciale succesfactoren was de lens. Daar kon Philips niet terugvallen op



eigen expertise. 'We hebben Zeiss rond 1975 gevraagd, maar die wilden in die tijd geen lens voor ons aanpassen', zegt Wittekoek. 'Onze eisen waren waarschijnlijk te hoog. Ze zeiden min of meer: 'Koop maar een lens uit onze etalage. We gaan er geen speciaal maken.' Daarop zocht Philips zijn heil bij Cerco in Parijs. Dat bedrijf was ook verantwoordelijk voor de optiek waarmee de

Fransen defensie luchtopnames maakte.

Steef Wittekoek en later zijn collega Richard George liepen in die tijd de deur plat bij Cerco om voor de Philips-steppers de optiek voor elkaar te krijgen. Maandelijks vlogen ze ernaartoe – Philips vloog destijds nog zelf vanaf Welschap op de Franse hoofdstad. 'Cerco was erg bereidwillig, maar kreeg de precisie niet echt onder de knie. Hun eerste lenzen konden wel één micron in het midden van het veld afbeelden, maar aan de rand werd het anderhalf of twee micron. Echt niet te vergelijken met de lenzen die we later kregen.'

De strijd was heftig, herinnert Wittekoek zich. 'Wij wilden over het hele afbeeldingsveld dezelfde resolutie. De Fransen zeiden: 'De ontwerpers passen zich maar aan. Die moeten in het midden van het veld maar rekening houden met dunnere lijntjes en aan de zijkant met dikkere.' Onze klanten bij Elcoma zeiden echter terecht dat Cerco gewoon behoorlijke lenzen moest leveren.' Wittekoek zegt het wel grappig te vinden dat de chipindustrie nu, drie decennia later, weer over *design for manufacturing* praat. 'Je ziet nu dat designers zich in zeker opzicht wel moeten aanpassen om die 22-nanometerlijnen voor elkaar te krijgen.'

Wittekoek bezocht begin jaren tachtig een groot aantal bedrijven om samenwerking op het gebied van lithografie te onderzoeken. Het ging hem allemaal te langzaam. S&I verkocht uiteindelijk nog een machine aan IBM in Burlington, maar de gesprekken met Perkin Elmer in '82 en '83 leverden uiteindelijk niets op. S&I draaide mondjesmaat en Wittekoek zag het uiteindelijk niet meer zitten. 'Ik zei: 'Jongens, ik geloof er niet meer in. GCA en Nikon halen ons in als het zo doorgaat.'

In die tijd zocht Philips mensen voor MRI, medische diagnostiek op basis van NMR, en dat was Wittekoeks oude liefde. Philips vroeg hem een jaar lang proeven te gaan doen met de eerste MRI-scanner voor het ziekenhuis van de Columbia University. Thuis waren vrouw en kinderen enthousiast. Het gezin Wittekoek vloog weer naar de VS.

Maar Wittekoek zat amper een half jaar aan de oostkust of hij werd opgebeld. Philips had voor lithografie toch een serieuze partner gevonden: ASM International. Het bedrijf ASM Lithography stond inmiddels in de steigers. 'Ik vergelijk het altijd met een jonge man die de hele wereld afreist voor mooie vrouwen en er dan achter komt dat zijn buurmeisje eigenlijk best leuk is. Toen gebeurde wat ik altijd had gehoopt. De nieuwe CEO Gjalts Smit zei: 'Als je dit wilt doen, moet je het ook goed doen.' Er moesten tientallen miljoenen gulden in, er moest een fabriek komen, een serviceorganisatie, enzovoorts.'

### Vietcongsoldaatjes

Steef Wittekoek vloog terug naar Nederland, waar hij bij ASML aan boord kwam als *chief technologist*. Hij kreeg een zetel in de raad van bestuur, waakte over ASML's technologie en werd mentor en coach voor talenten als Martin van den Brink.

Wittekoek werd vaak van stal gehaald om klanten te overtuigen, blijkt uit een anekdote die Gjalts Smit aan ons opdiste. Die herinnert zich dat hij met Wittekoek in het eerste jaar AMD bezocht. Het was een van de middelgrote firma's waarop Smit zijn zinnen had gezet. Wittekoek zou een verhaal houden over ASML's nieuwe stepperconcept voor de Pas 2500. De twee vlogen naar San Jose, maar toen ze in de lobby van AMD in Sunnyvale stonden, kregen ze te horen dat hoofd technologieontwikkeling Colin Knight in vergadering zat. Smit drong aan, de ASML-vertegenwoordiger in de VS jammerde dat zijn baas helemaal voor deze afspraak van Nederland naar Californië was gevlogen en uiteindelijk kregen ze drie kwartier. Een groepje technici werd opgetrommeld. 'Het leken wel vietcong-soldaatjes', herinnert Smit zich. 'Ze hadden de meest gemene vragen, maar steeds legde Steef alles rustig uit.'

Het werd rustiger en rustiger en opeens stak Knight zijn hoofd door de deuropening. Smit en Wittekoek nodigden hem uit te gaan zitten. Wittekoeks presentatie werd geanimeerder, het liep tegen een uur in de middag en Smit nodigde Knight uit voor een lunch. 'Nou, dat was raak', zei Smit. 'We haalden lunch, hebben uitgebreid gesproken en er ontstond een vriendschappelijke relatie.' AMD werd een paar jaar later de eerste grote klant in de VS. ■





## Geef je carrière een nieuwe impuls

Ambities als vakspecialist, projectmanager of lijnmanager?  
Dan biedt VIRO engineering je alle kansen.

We zijn een middelgroot ingenieursbureau met zeven vestigingen. Circa 500 specialisten op alle mogelijke technische vakgebieden verzorgen multidisciplinaire trajecten. Zowel op het gebied van industriële projecten, machinebouw als productengineering. Dat betekent een inspirerende werkomgeving waarin ondernemingslust en initiatief positief worden gewaardeerd. Talenten krijgen alle ruimte om zich te ontwikkelen, zowel technisch als organisatorisch. We combineren graag onze mogelijkheden met jouw interesses en ambities.

**Directie VIRO engineering:**

Hengelo, Hazenweg 41, 7556 BM Hengelo  
E [th.wigger@viro.nl](mailto:th.wigger@viro.nl), T +31 (0)74 850 40 00

**Vestigingen:**

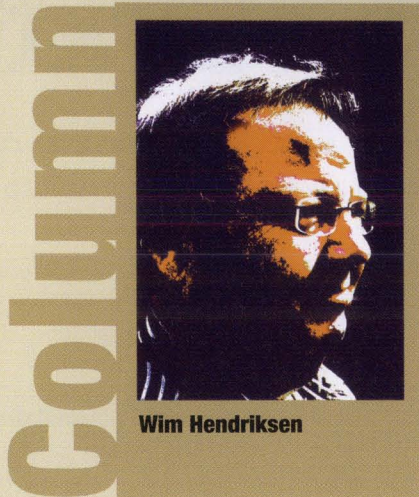
Hengelo	E <a href="mailto:m.dibbets@viro.nl">m.dibbets@viro.nl</a>	T +31 (0)74 850 40 00
Arnhem	E <a href="mailto:r.tang@viro.nl">r.tang@viro.nl</a>	T +31 (0)26 353 05 00
Echt	E <a href="mailto:h.meuwissen@viro.nl">h.meuwissen@viro.nl</a>	T +31 (0)475 85 09 00
Helmond	E <a href="mailto:r.janssen@viro.nl">r.janssen@viro.nl</a>	T +31 (0)492 56 20 04
Schiedam	E <a href="mailto:r.tang@viro.nl">r.tang@viro.nl</a>	T +31 (0)10 409 26 00
Osnaabrück	E <a href="mailto:a.scheer@viro-engineering.com">a.scheer@viro-engineering.com</a>	T +49 (0)541 58 48 10
Kerpen	E <a href="mailto:h.meuwissen@viro.nl">h.meuwissen@viro.nl</a>	T +49 (0)22 73 59 26 20

**[www.viro.nl](http://www.viro.nl)**



## Succes van ASML in DNA

Wat zijn de succesfactoren van ASML? Als een van de eerste werknemers kan ik ver terugkijken in de tijd. Al rond de oprichting in april 1984 waren al veel dingen beslist over de manier van werken die vandaag de dag nog steeds bewonderenswaardig goed functioneert.



Wim Hendriksen

Ga maar na: ASML wilde één miljoen gulden omzet per werknemer halen, en gecorrigeerd voor inflatie klopt dat nog steeds.

De boodschap aan ons in 1984 was: help je klant zo veel mogelijk met lithografie. Stem daar dus de verkoop van bestaande producten en de roadmap voor nieuwe producten op af, en daarop vervolgens

weer service, productie, logistiek en voorbereidend onderzoek. Houd bij de ontwikkeling van nieuwe producten met al die verschillende eisen zo veel mogelijk rekening in je ontwikkelprocessen en je systeemarchitecturen. Let eens op hoe vaak u deze boodschap op een of andere manier tegenkomt in deze Bits&Chips en verbaas u erover hoe oud de boodschap al is.

Ik weet nog steeds niet wie de architecten zijn geweest van dit *grand design*. Het heeft iets te maken gehad met het combineren van de goede eigenschappen van de ouders van ASML: het snelle, kleine, wendbare en marktgerichte ASM en het grote, degelijke, georganiseerde en technologisch excellente Philips. Arthur del Prado (ASM), Henk Bodt (Philips) en Wim Troost (Philips S&I) zagen de synergie van de twee bedrijven en richtten de joint venture ASML op. Het managementteam van het eerste uur, Gjaltsmit, Gerard Verdonschot, Evert Polak en Joop van Kessel, heeft dat daarna omgezet in daden.

In die tijd waren bij andere bedrijven commerciële afdelingen en ontwikkelafdelingen elkaars vijand. Productie was sterk verticaal georganiseerd: Philips had bijvoorbeeld zijn eigen golfkartonfabriek om zelf zijn verpakkingendozen te kunnen fabriceren voor televisies. De verkopers moesten verkopen wat de fabrieken naar buiten duwden, maar hadden nauwelijks invloed op wat en hoeveel er werd geproduceerd. De logistieke ketens waren zo lang dat het jaren duurde voordat vraag en aanbod zich op elkaar hadden afgestemd.

Op zolder vond ik niet zo lang geleden de aantekeningen terug van mijn introductie cursus in september 1984. Bij ASML moest het allemaal anders: we gingen klantgericht werken, we gingen klanten helpen met hun productiepro-

blemen, we gingen niet denken, studeren, eindeloos praten, maar doen! Niet op zijn Nederlands dus, maar met de mentaliteit van Silicon Valley.

We gingen zo veel mogelijk uitbesteden, alleen kennis hielden we in huis. Dan kon je snel opschakelen en remmen met je productie. We gingen seriereproductie doen, in *batches* van vijftig stuks, maar wel met veel flexibiliteit, omdat de markt geregeld wijzigingen in de specificaties eist. Alleen seriereproductie schaalte naar grote aantallen en dat moest omdat we beslist hadden dat we nummer één zouden worden. Geen voorraden, snelle doorlooptijden. Geen nulseries, maar de ontwikkelafdeling moest de eerste batch van vijftien machines op projectbasis bouwen om zo vroeg mogelijk evaluatiemachines te kunnen leveren aan *key customers*.

Voor de ontwikkeling betekende dit een modulair design, waarbij modules gemakkelijk uitwisselbaar moeten zijn. De interfaces tussen die modules moesten dus voor mechanica, elektronica, optica en software ongeveer op hetzelfde vlak liggen. Die modules moesten bij de toeleverancier zo veel mogelijk kunnen worden getest, om verrassingen in de ASML-fabriek te voorkomen. Dat betekende modulaire testsoftware die toeleveranciers, de fabriek, de serviceorganisatie en de klant zelf konden gebruiken.

Dat betekende ook software releases die *downward compatible* moesten zijn met oudere machines. De klant kocht immers een exemplaar uit de voorserie en een paar jaar later pas de rest. Al die machines moesten samenwerken en worden bediend door dezelfde operators en worden onderhouden door dezelfde service-engineers. De nieuwste software in een fabriek bij een klant moest dus ook werken op zijn oudste machine. Configuratiebeheer was *not done* in die tijd, maar we zijn het toch maar gaan doen. De leverdatum van een release was vast: dan zette de klant zijn miljardeninvestering in een nieuwe fabriek vol met die nieuwe machines.

Service aan klanten moest geen kostenpost zijn, maar geld opleveren. Dus zo min mogelijk gedoe met garantieklachten, maar gericht op verbetering van de output van de machines voor die klanten. Alleen op deze manier was de financiële afdeling in staat de opstart en de supersnelle groei te financieren.

Bovenstaand verhaal heeft u misschien geuwend gelezen, maar voor die tijd was het revolutionair. De opdracht was: zorg ervoor dat we bij de top drie leveranciers van wafersteppers horen in een veld van tien. En gedraag je als zodanig! Dat leverde de hoekstenen van de ASML-cultuur: delegeren en persoonlijk initiatief, samenwerken en diagonale communicatie, projectgericht en weinig hiërarchisch werken. Afgezien van het laatste punt zijn ze nog steeds geldig bij het ASML van 2011. Mijn complimenten!

*Wim Hendriksen is lector bij Fontys Hogeschool ICT. Hij werkte van 1984 tot 2000 bij de Development & Engineering-afdeling van ASML.*



# 'ASML en Imec hebben elkaar versterkt'

Imec zou zonder ASML niet zijn wat het nu is en omgekeerd, zegt de man die aan de wieg stond van de alliantie tussen Imec en ASML. Een vogelvlucht met Imec-topman Luc Van den hove langs de grote litho-overgangen die het Vlaams-Nederlandse partnerschap in goede banen hielp en helpt leiden.

Paul van Gerven

De oprichters van Imec waren niet van plan veel ruimte te reserveren voor optische lithografie, herinnert Luc Van den hove zich. Als doctoraatstudent elektrotechniek aan de KU Leuven zat hij in een van de eerste jaargangen die de overstap konden maken naar het in 1984 opgerichte onderzoeksinstituut voor halfgeleider-technologie. 'Twee lithoruimtes zouden er komen: een kleine voor optische en een grote zaal voor e-beamapparaten. Met optisch zou het immers bij een micron wel gedaan zijn, zo dacht men in die tijd.'

Vier jaar later zat Van den hove, net programmaleider lithografie bij Imec geworden, aan tafel met een eveneens in 1984 begonnen bedrijfje, hemelsbreed tachtig kilometer verderop gevestigd. De joint venture tussen ASM International en Philips had een apparaat ontwikkeld dat de fotolithografie zou kunnen redden van de ondergang. Deze *silicon repeater* belichtte de wafer niet in één keer, maar in stapjes. Door het werkgebied van de lens in te perken, kon de resolutie toch nog worden verhoogd.

ASM Lithography mocht beroemde ouders hebben, het was een dwerg onder de handvol, meest Amerikaanse bedrijven die de litho-toolmarkt in die dagen domineerden. En ook de concurrentie had wafersteppers ontwikkeld; Imec had er zelfs al een paar van in huis. De ervaringen ermee waren echter niet best, vertelt Van den hove. 'De steppers van GCA en Ultratech die we in die tijd gebruikten, kampten met betrouwbaarheidsproblemen. Ondertussen begon ASML toch wel een goede technologie te hebben.' ASML gooide in die tijd vooral hoge ogen met zijn uitlijningssysteem.

De fysieke nabijheid gaf het laatste zetje: de gesprekken mondden uit in een chipalliantie die tot op de dag van vandaag standhoudt. Van den hove, in twintig jaar tijd

opgeklommen tot CEO van Imec, is er nog altijd 'fier op'. In zijn ogen staat het partnerschap aan de basis van het succes van zowel ASML als Imec, die geen van beide zijn weg te denken uit de halfgeleiderindustrie. 'Ik denk dat Imec niet zou zijn wat het nu is, indien we de relatie met ASML niet hadden gehad. Het omgekeerde geldt ook.'

## Versterkt

'Je zou, heel extreem gesteld, kunnen zeggen dat Imec een zeer uitgebreid democentrum is voor ASML', legt Van den hove uit in zijn werkkamer op de Imec-campus in Leuven. 'We kunnen de toestellen testen en demonstreren in een stabiele omgeving. ASML kan zelf ook wel een democentrum voor zijn klanten opzetten, maar de ontwikkelgroepen willen dan voortdurend upgraden, testen en sleutelen. Dat levert geen stabiele omgeving op. Onze toegevoegde waarde voor ASML is daarom primair dat we de meest geavanceerde processen op stabiliteit kunnen demonstreren.'

'Evenzeer speelt mee hoe de lithografie zich gedraagt in een proces. Parameters als de *overlay* en de *critical dimensions* hangen af van vele andere procesaspecten, zoals het etsen. Dat is zeker het geval nu *double patterning* en *spacer-defined* lithografie hun opwachting hebben gemaakt. Je kunt litho echt niet meer geïsoleerd optimaliseren.' Dit soort materiaal- en proceskundige zaken zijn niet ASML's corebusiness, maar die van Imec des te meer. Imec en ASML vullen elkaar dus perfect aan.

Het belang van deze synergistische relatie kan nauwelijks worden onderschat. Chipfabrikanten willen alles het liefst zo lang mogelijk bij het oude houden. Aan een nieuwe generatie apparaten, zeker als die werken volgens een nieuw concept, kleeft altijd het risico dat ze niet meteen werken zoals

het hoort. Geen prettig vooruitzicht, als je weet dat iedere dag dat een peperdure chipfabriek geen wafers uitspuugt een vermogen kost. Bij Imec, waar ASML in de regel zijn eerste toestel neerzet, kunnen chipfabrikanten zich er dan ook van verzekeren dat alles werkt zoals het moet en de beloofde specificaties worden gehaald.

Het bij Imec opgedane vertrouwen bleek bovendien nieuwe klanten voor ASML over de streep te trekken. 'Dat kun je zeker zeggen van twee grote Koreaanse spelers, die hier bij Imec de technologie hebben leren kennen en vervolgens besloten de scanners ginds te installeren. Hetzelfde geldt voor heel wat van de Amerikaanse klanten van ASML. Ik ga uiteraard niet beweren dat ASML deze klanten alleen aan Imec heeft te danken. Dat is een kwestie van het goede product en de juiste technologie geweest. Maar ASML en Imec hebben elkaar daarin zeer zeker versterkt.'

## Assessments

Sinds Imec de eerste ASML-stepper in zijn cleanroom installeerde, kwam er nooit meer een ander merk binnen. De Pas 5000/70 was ASML's eerste apparaat dat geen kwiklamp als lichtbron had, maar een laser. Om precies te zijn: een KrF-eximeerlaser met een golflengte van 248 nanometer. 'De betrouwbaarheid daarvan was een ramp', zegt Van den hove. In zijn tijd als lithomanager had hij regelmatig 'emotionele' klanten aan de lijn, die met de handen in het haar zaten vanwege de belabberde *uptime* van de tool.

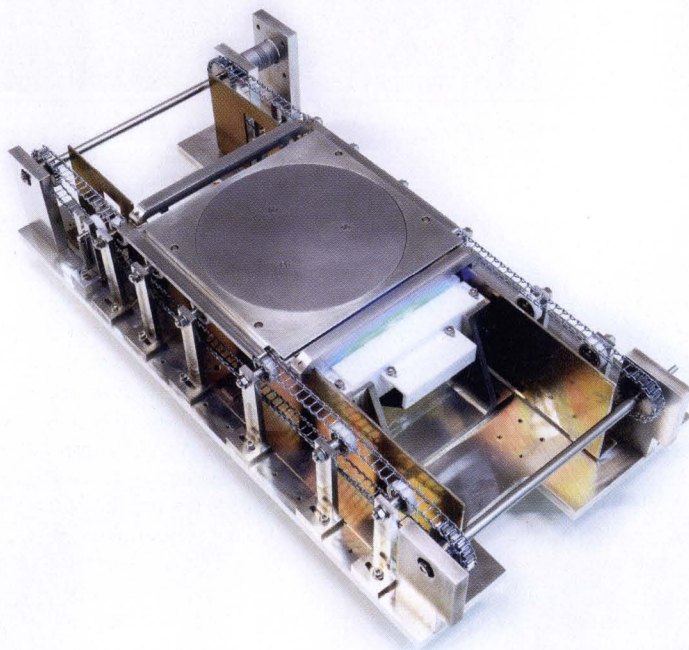
Zo zou het gaan bij iedere litho-overgang. Conservatief of niet, chipfabrikanten kunnen het zich natuurlijk niet veroorloven de kostenbesparingen en prestatieverbeteringen die met kleinere chipstructuurtjes zijn te realiseren aan de concurrentie over te laten. En dus ging de afgelopen decennia







# DUIVELSE DETAILS



## SCHOON, SCHONER, SCHOONST

Chipmakers streven continu naar steeds kleinere en goedkopere producten. Om deze trend te kunnen volhouden worden de structuren op een chip steeds kleiner en de wafers steeds groter.

Op deze steeds kleinere chipstructuren veroorzaken steeds kleinere deeltjes (in de orde van 50 nanometer) defecten die tot gevolg kunnen hebben dat de chip niet meer functioneert. Daarom is het noodzakelijk dat de fabricageprocessen extreem schoon zijn en dat verontreinigingen zoals stofdeeltjes volledig worden verwijderd. TNO ontwikkelt in samenwerking met verschillende partners toekomstbestendige oplossingen zoals plasma, reinigingsrollen en elektrische velden, voor het reinigen van wafers. Snelle, efficiënte en betaalbare innovaties voor industriële toepassing.

**TNO** innovation  
for life

**TNO.NL**



een aantal keer de trukendoos open om de resolutie te verhogen. Meestal gebeurt dat door een lichtbron met lagere golflengte te kiezen: na de drie spectrale lijnen van kwik en de KrF-laser volgde de ArF-laser met een golflengte van 193 nanometer. De meest recente truc is immersielithografie: de introductie van water tussen lens en wafer.

Zonder slag of stoot ging geen van die transitie. Behalve de technische uitdagingen zijn er ook uiteenlopende belangen in het ecosysteem en dat geeft, zoals ASML-directeur Eric Meurice het wel eens verwoordde, het nodige 'drama'. In dat soort onzekere tijden wordt van ASML en Imec leiderschap verwacht.

Van den hove: 'De overgang komt altijd veel later dan voorspeld. Er duiken technische euvels op en de industrie blijft zo lang mogelijk gebruiken waar ze vertrouwd mee is. Ik herinner me dat IBM in de vroege jaren tachtig zei dat KrF-lithografie nodig zou zijn voor 0,35 micron. Het werd 0,13 micron. Iets soortgelijks gold voor 193 nanometer; dat kwam ook een paar chipgeneraties later.'

De ingeslagen weg naar een andere lichtbron loopt echter ook wel eens dood. Na 193-nanometerlasers zouden 157-nanometerlichtbronnen het stokje overnemen. Het is een klein sprongetje, maar veel vertrouwde oplossingen konden bij het vuilnis. Kwartslenzen moesten worden vervangen door exemplaren van het moeilijk te temmen calciumfluoride en een geschikte fotolak bleek lastiger te vinden dan verwacht. Imec installeerde als enige ter wereld nog een 157-nanometertool van ASML om zijn tanden in de problemen te kunnen zetten, maar kort daarop werd een streep gezet door 157 nanometer en de focus verlegd naar immersielithografie. Die in plaats had snelle vorderingen geboekt en zou een grotere resolutieverbetering realiseren, terwijl de meeste elementen van droge 193-nanometerlithografie konden worden 'gerecycled'.

In een mum van tijd ontwikkelde ASML toen een tweetal immersietools, die bij Imec en TSMC werden geïnstalleerd. Daarna was het Imecs beurt om te stralen. 'Er was een geweldig probleem met defecten. Dat is geen exclusieve lithokwestie. Het gaat ook om hoe de wafers worden behandeld op de track, en hoe de fotolak reageert. Zoiets kan ASML eigenlijk niet alleen oplossen; je hebt er alle spelers in de procesketen voor nodig. Wij hadden bij Imec al die spelers bij elkaar en hebben de *defectivity* in korte tijd weten te reduceren. Ik denk echt dat dat ASML heeft geholpen om immersie alsnog snel te introduceren.'

Bij de nu spelende overgang naar extreem ultraviolet (EUV) licht moeten ASML en Imec echter zonder vangnet werken: anders dan multipatterningtechnieken heeft de industrie geen alternatieven achter de hand.



**'Ik ben ervan overtuigd dat de overgang naar 450 mm er zal komen'**

Enkele jaren terug golden e-beam- en nano-imprintlithografie nog als opties, maar tegenwoordig zijn er weinigen in de industrie te vinden die daarin nog geloven. Dit natuurlijk tot ongenoegen van de aanbieders ervan. Begrijpelijk, vindt Van den hove, maar het is niet anders. 'Met de resources en financiering die het heeft, is het quasi-onmogelijk om iets als multi-e-beam competitief te maken met EUV. Het geld gaat natuurlijk naar de optie met de minste risico's. De industrie, inclusief ASML, heeft die assessments vrij grondig gemaakt en EUV is daar om goede redenen uit komen rollen.'

'Ik ga echter ook niet zeggen dat e-beam totaal irrelevant is. Om sneller maskers te maken, zou het een oplossing kunnen zijn. En als de technologie dan gedemonstreerd is, dan kunnen er ook wel waferapplicaties voor worden gevonden. Kleine volumes en dergelijke. Wij houden de ontwikkelingen in de gaten en doen zelf wat exploratief onderzoek, maar eerlijk gezegd, hebben wij nooit geloofd dat e-beam massaproductiewaardig zou worden.'

CEA-Leti, kort door de bocht het Franse Imec, denkt daar anders over en heeft de handen ineengeslagen met het Delftse Mapper, dat een lithografische machine met parallelle elektronenbundels ontwikkelt en voor zover bekend nog altijd inzet op massaproductie. Vanwaar dat verschil van inzicht? Van den hove zoekt even naar woorden. 'Dat is meer gewoon gebeurd dan gepland. Maar wij hebben inderdaad heel duidelijk voor EUV gekozen. Het gevolg is uiteraard dat we minder focus op e-beam leggen. Daarom was Leti voor Mapper een logischer keuze.'

## Behapbaar

'Het moet gebeuren', zegt de Imec-topman over EUV. 'Er is zo veel in geïnvesteerd en zo veel vooruitgang aangetoond. Het komt nu vooral aan op de lichtbron. Die moet een hoger vermogen krijgen. Daar ligt een plan-

ning voor klaar, maar de executie is te traag op dit moment. ASML is zich daar heel goed van bewust en werkt er hard aan met zijn leveranciers, maar ze hebben het niet honderd procent onder controle.'

Imec maakte in juli bekend de eerste wafers te hebben belicht met ASML's machine voor EUV-proefproductie, de NXE:3100. Het Leuvense onderzoeksinstituut gebruikte daarvoor een *laser-assisted discharge plasma*-lichtbron (LDP) van XTreme Technologies, een ex-Philips-onderdeel in Aken dat tegenwoordig in handen is van de Japanse Ushio Group. In sommige opzichten een opmerkelijke keuze, omdat tot ongeveer anderhalf jaar geleden de rivaliserende *laser-produced plasma*-bron (LPP) van Cymer als winnende technologie gold. De vijf grote chipbedrijven die eveneens een NXE:3100 bestelden, hebben bijvoorbeeld gekozen voor een LPP-bron.

'Dat is zo afgesproken met ASML, licht Van den hove de bronkeuze van Imec toe. 'Deze constructie is de perfecte manier om twee brontechnologieën te vergelijken, ook voor onze klanten. We zitten bovendien kort bij Aken, dus we kunnen goede support krijgen.' Imec had trouwens al ervaring met het product van XTreme: op de in 2008 opgestarte alfademotool zat ook een bron uit Aken aangesloten. 'Ten tijde van de alfademotool was onze overweging dat er meer ervaring was met LDP en we er beter onderzoek mee konden doen dankzij een hogere *uptime*. Op langere termijn zou LPP het dan moeten overnemen om een hogere doorvoer te realiseren.'

Rond 2007 vond ASML het niet nodig om nog langer twee brontechnologieën in de lucht te houden: dat zou onnodig duur zijn en tijd was er nog voldoende. Maar na tegenvallende voortgang bij Cymer kwam ASML eind 2009 op deze beslissing terug: De resetknop werd ingedrukt en XTreme en LDP staan weer helemaal in de picture.



Goudsponsor

**Technolution**

Cosponsors

AcQ Inducom

IBM

NATIONAL INSTRUMENTS

NSPYRE  
making technology matter

RTI

STOUX  
EMBEDDED SYSTEMS

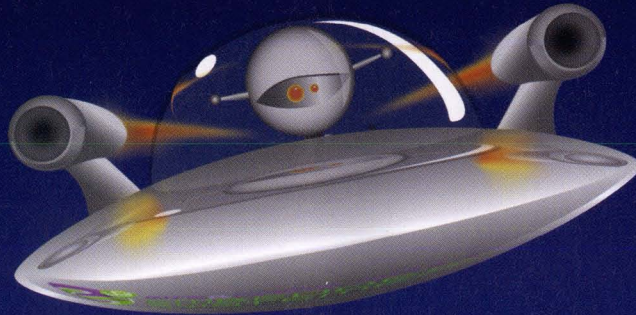
Sponsors

FOURTFRESS  
PROVIDING SOFTWARE TO  
TECHNISCHE AUTOMATISERING

verum  
Tools for building  
mathematically  
verified software



18 november 2011 | Evluon | Eindhoven | NL

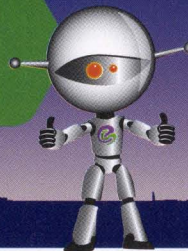


# BITS&CHIPS 2011 EMBEDDED SYSTEMEN

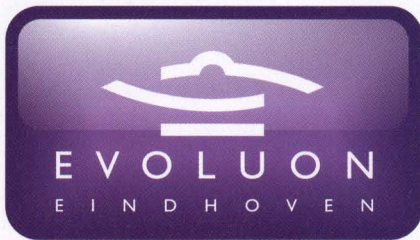
In samenwerking met **Embedded Systems INSTITUTE**

- AcQ Inducom
- Adeas
- Alten PTS
- Altran
- ASML
- CIMSOLUTIONS
- Embedded Systems Institute
- ENTER Mbedded
- Fourtress
- Green Hills Software
- GreenPeak Technologies
- The High Tech Institute
- HUMIQ
- IBM
- INDES-IDS
- MathWorks
- MonkeyProof Solutions
- National Instruments
- Nspyre
- Parasoft
- Prodrive
- Profit Nederland
- Programming Research
- PROMEXX Technical Automation
- Remedy IT
- RTI
- Sioux Embedded Systems
- Sogeti
- TASS
- Technolution
- Telerex
- Texas Instruments
- TMC Embedded
- Vector Fabrics
- Verifysoft Technology
- Verum
- Wind River
- Yacht
- Yrz

**Bent u er ook bij op 18 november in het Evluon?**  
Inschrijvingen geopend. Ga naar [www.embedded-systemen.nl/bezoekers](http://www.embedded-systemen.nl/bezoekers)  
en meld u nu aan.



Er zijn nog sponsor- en standplaatsen beschikbaar.  
Voor meer informatie:  
[events@techwatch.nl](mailto:events@techwatch.nl) of  
+31 24 3505544.



CONGRES - EVENT - MEETING



## Jouw event in het hart van Dutch Design & Technology?

[WWW.EVLUON.COM](http://WWW.EVLUON.COM)



Dat is uitstekend, vindt Van den hove. 'Het is goed dat Ushio weer in beeld is. Competitie bij de ontwikkeling van een zo cruciaal deel van de technologie is belangrijk.' LDP, benadrukt Van den hove, moet niet worden gezien als de tijdelijke oplossing die uiteindelijk alsnog wordt ingehaald door LPP. 'Ushio heeft ook een roadmap met technische oplossingen naar hogere vermogens.'

De industrie en de internationale pers willen van de bronontwikkelaars, ASML en Imec vooral weten hoeveel wafers per uur kunnen worden belicht. Van den hove wil niet kwijt hoeveel plakken de NXE:3100 precies verwerkt, alleen dat het een factor twintig hoger is dan de alfademotool doorzette. Naar schatting is dat vijf à zes wafers per uur, terwijl de – toch al naar eind 2011 doorgeschoven – doelstelling zestig wafers per uur is. 'Het gaat niet om dat getal, het gaat erom sterke vooruitgang te kunnen tonen. Dat geeft vertrouwen. Om technologie te ontwikkelen, is twintig of dertig wafers per uur voldoende. Dertig of veertig wafers per uur zou echt een fraai resultaat zijn, maar dat is mijn persoonlijke opinie, niet een officieel standpunt.'

Ook met dat resultaat onder de arm zou EUV na 2011 nog een weg te gaan hebben. Uiteindelijk verlangt de industrie toch wel een doorvoer van honderdvijftig plakken per uur, en tegen 2013 zitten DRam-makers toch echt te springen om nieuwe lithografie. Twee jaar tijd om die sprong te maken, is dat behapbaar? 'Jazeker, dat is een realistisch tijdsplan. EUV arriveert *just in time*, zoals dat bij elke overgang het geval was.'

## Pleidooi

Alsof EUV niet genoeg is, klopt er nog een overgang op de deur die niet gerelateerd is aan de lichtbron: van 300- naar 450-millimeterwafers. De grootste halfgeleiderbedrijven zien deze vorm van schaalvergroting wel zitten, maar veel machinebouwers schuwen de benodigde R&D-investeringen. Ook kleinere IC-makers zijn er niet erg van gecharmeerd, omdat ze de meerprijs voor duurere 450-millimetertoestellen niet makkelijk terugverdienen. Daarom hangt de transitie nog een beetje boven de markt: er zijn discussies over en weer wie haar moet financieren.

'De vorige wafertransities zijn grotendeels gedragen door toestelbouwers, maar door consolidatie zijn er daar minder en minder van. Alleen al de IC-roadmap bijbenen is zeer kostbaar. Dat weerhoudt bedrijven als ASML er nu van om agressief voor 450 millimeter te gaan. Omdat je zonder lithografie natuurlijk niets kunt, wordt de zaak vertraagd.' Toch constateert Van den hove dat

er schot in de zaak zit. 'De voorbije jaren is een sterke *drive* ontstaan naar 450 millimeter. Ik ben ervan overtuigd dat de overgang er zal komen, maar de vraag is wanneer. Als er een keuze gemaakt moet worden, zeggen veel bedrijven: eerst EUV, dan 450.'

'Ontwikkeling van 450-millimeterinfrastructuur is niet onze corebusiness: wij debuggen geen apparaten voor fabricage en houden ons niet bezig met automati-



seringsvraagstukken. Maar we willen wel materiaal- en device-R&D doen. In principe kunnen we nog een tijdje toe met de huidige wafergrootte, maar ook weer niet al te lang; de volgende generatie tools zal niet meer op die grootte worden ontwikkeld. Als ASML besluit om voor 450 millimeter te gaan, wordt de generatie tools na de EUV-productiemachine eerst op 450 millimeter ontwikkeld, en pas daarna op 300 millimeter. Zo was het bij EUV ook: dat werd niet ontwikkeld op 200 millimeter. Als we daarop waren blijven zitten, dan hadden we niks voor EUV kunnen doen.'

'Bovendien is het zo dat Europa veel leveranciers voor de chipindustrie kent. ASML, ASMI, materiaalspecialisten. Voor Europese IC-bedrijven stijgt de omzet nauwelijks, maar voor de Europese toeleveranciers stijgt die enorm. Willen wij die gemeenschap kunnen blijven ondersteunen, dan mogen we niet te laat zijn met een 450-millimeterlab. Daarom zegt Imec: misschien willen we deze keer wel wat sneller overgaan naar een nieuwe wafergrootte, in vergelijking met vorige transitie. We zijn daarom bezig met een vrij agressief plan om de cleanroom verder uit te breiden. In eerste instantie willen we een aantal 450-millimetermodules in de huidige infrastructuur installeren en over een jaar of drie à vier, na de uitbreiding, willen we *full flow* 450 millimeter gaan zijn.'

Met deze ambities op zak is Van den hove blij dat de 450-millimeterkwestie de aan-

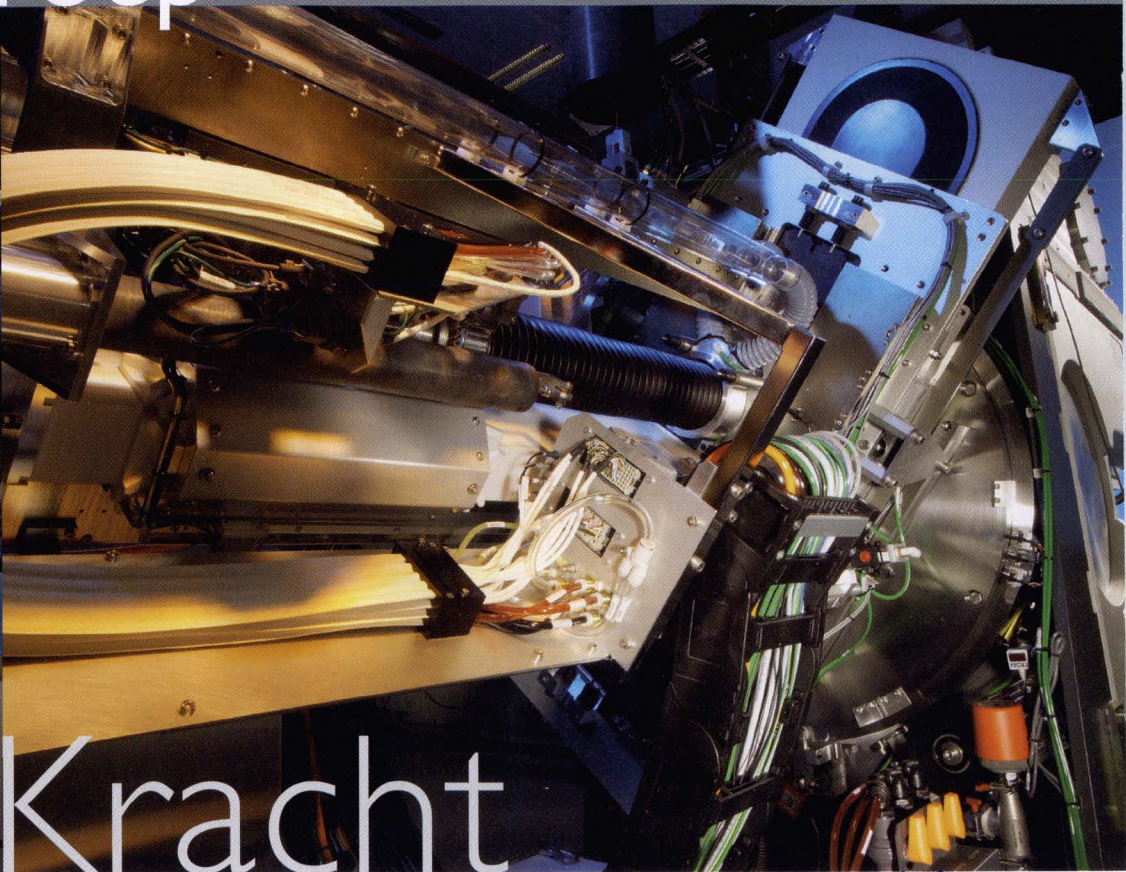
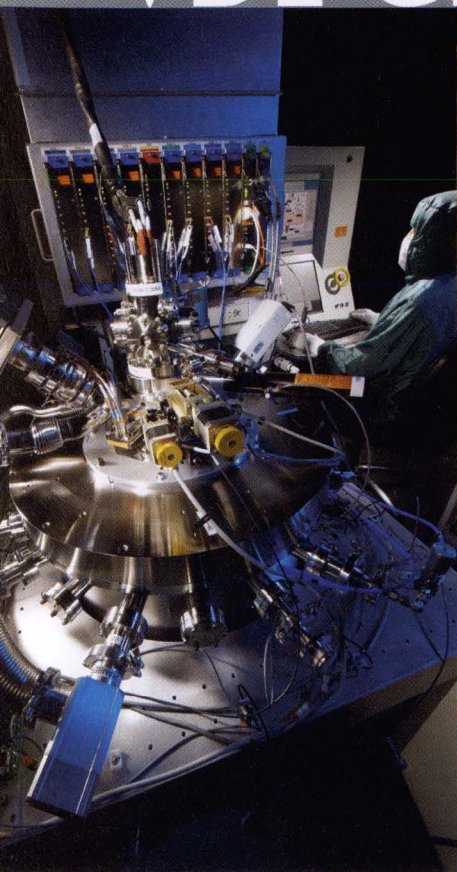
dacht van de Europese Commissie heeft getrokken. 'Als Europa heb je de *latest and greatest* technologie nodig om mee te blijven doen. Het zou toch te gek zijn dat we in Europa vijftientig jaar gewerkt hebben om de meest geavanceerde spelers binnen te halen en dan de ontwikkeling van de volgende generatie technologie naar Amerika laten gaan? Willen Imec en ASML over tien jaar nog steeds nummer één zijn, dan moet 450 gebeuren. Daarom is het enorm belangrijk dat Europa het ondersteunt.'

Nog niet zo lang geleden werd nogal eens het idee geopperd dat Europa zich zou toeleggen op slimme integratie van functies op één chip of in een multichipverpakking. Sensoren, wat rekenkracht en een draadloze zender samen in een pakketje, bijvoorbeeld. 'More than Moore' heet deze stiel ook wel, waarvoor Europa's oude fabs nog prima geschikt zouden zijn. De geavanceerde chipfabrieken in Azië en de Verenigde Staten zouden het echte schaalwerk, het 'more Moore', mogen doen.

Een totaal verkeerd beeld, vindt Van den hove. 'Natuurlijk gaat de rest van de wereld ook more than Moore doen. En zij hebben na de transitie naar 450 millimeter 300-millimeterfabs over.' Ook technisch zijn er goede argumenten. 'More than Moore bouwt sterk op more Moore. Je kunt die twee niet loskoppelen. *Imaging* heeft bijvoorbeeld sterke rekenkracht nodig en multicoreprocessors zul je in allerlei componenten terugvinden. Als je de meest geavanceerde technologie laat gaan, dan gaat de rest ook weg. Bovendien vervaagt de grens tussen systeem- en IC-technologie. Tegenwoordig moeten chipontwerpers aanschuiven bij de systeemontwikkelaars om efficiënt een optimaal systeem te ontwikkelen. De architectuur is nu eenmaal zo complex geworden. Ook daarom kun je niet zeggen: laat dat ene deel van het proces maar aan de rest van de wereld over. Het succes van Imec is juist te danken aan het feit dat we alle verschillende expertises, van schaling tot systeemontwikkeling, in huis hebben.' Europa zou dat voorbeeld moeten volgen.

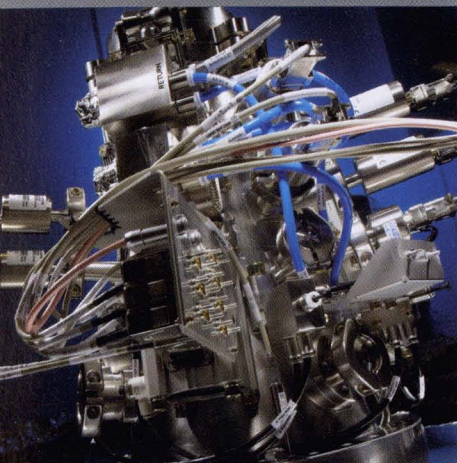
Tot dusverre beperkt het pleidooi van Van den hove zich tot R&D, maar ook voor productie wil hij best een lans breken, zelfs al lijkt een Europese 450-millimeterfab nog wel erg ver weg. 'Een *zekere manufacturing capability* in Europa is ook belangrijk, maar je vertrekt van R&D. Zonder R&D zul je sowieso geen productie krijgen. En het liefst maak je natuurlijk geavanceerde zaken. Het belang daarvan wordt in Europa tegenwoordig beter onderkend. Dat is heel goed. Nu moeten we de stappen nemen om dat expliciet te ondersteunen.' ■





## Kracht door samenwerking

- SEMICON
- ANALYTICAL
- LED
- SOLAR
- MEDICAL
- AEROSPACE
- AUTOMOTIVE
- DEFENCE
- PRODUCTION AUTOMATION



De VDL Groep heeft nationaal en internationaal een ijzersterke positie opgebouwd als toeleverancier van hightech kapitaalgoederen. Als turn-key toeleverancier zijn we in staat het totale traject te verzorgen: van ontwerp tot eindproduct.

In goede samenwerking met de klant ontwikkelen en produceren wij precisieonderdelen, subassemblies en complete modules voor uiteenlopende markten, wereldwijd.

Onze expertise ligt op het gebied van vacuümtoepassingen, precisiepositionering en hoge verplaatsingssnelheden. Met onze zeer nauwkeurige mechatronische systemen en modules zijn wij toonaangevend in de branche.

**Naast toeleverancier is VDL Groep tevens producent van diverse eindproducten en een belangrijke speler op de bussenmarkt. Met bijna 60 jaar ervaring en 7.700 medewerkers verspreid over 80 bedrijven in 16 landen, is VDL Groep een betrouwbare partner. Nu en in de toekomst.**



## De boeroepers

**E**en verbazingwekkend aantal mensen keert zich deze dagen tegen EUV-lithografie. Allereerst is er het kamp van de mensen die werken aan imprint- en e-beamlithografie. Dan is er de grotere groep van lithografen die de technische uitdagingen heeft bestudeerd en gewoon niet gelooft dat ze ooit kunnen worden opgelost. Niets bijzonders: bij iedere nieuwe technologie duiken tegenstribbelaars op. Het aantal zwelt verder aan wanneer we ook nog een andere groep meenemen, de groep die EUV met de Concorde vergelijkt. EUV is technisch haalbaar, maar economisch niet rendabel, beweert deze groep.

Vervolgens zijn er de mensen met gevestigde belangen in *double patterning*, vooral *spacer-based DP*. Applied Materials-



David Lammers

Column

technoloog Chris Bencher, die hard heeft gewerkt aan Applied SBDP-oplossing, trok ook een luchtvaartanalogie uit de kast. Sommige toestellen vliegen direct op hun bestemming, zei hij, maar andere hebben een tussenstop nodig (de verplichte stop in Dallas op weg van Austin naar San Jose schiet me opeens te binnen). Met andere woorden:

de 'directe vlucht' die EUV heet, zal een deel van de kritische lagen op zich nemen, en multistaps-SBDP de rest.

Tegenwoordig moeten we ook het groeiend aantal onderzoekers in 3D Nand tot het anti-EUV-kamp rekenen. In 3D Nand worden bits niet-vluchtig geheugen verticaal in een cel aangebracht – niet te verwarren met een andere technologie die indirect van elke EUV-vertraging profiteert, *through-silicon vias*. De 3D-Nand-proponenten zeggen dat geheugenmakers met een scheef oog naar de kosten van EUV kijken en meer geld in 3D Nand pompen, waarvoor immersielithografie volstaat voor alle belangrijke patroneringsstappen.

Rick Hill, CEO van Novellus, is een groot voorstander van 3D Nand. Zijn bedrijf ontwikkelt depositieapparatuur om de nitride- en oxidelaagjes neer te leggen die het hart zijn van verticale-Nand-geheugencellen. Hill is erg gevat. Op de Semicon West-conferentie beweerde hij tijdens het douchen altijd te mijmeren over hoeveel geld er wel niet naar zijn 'goede vriend Eric' (Meurice) vloeit, en hoe hij een groter

deel daarvan in de richting van zijn bedrijf kan laten stromen. Hoe minder er gespendeerd wordt aan ASML's EUV-oplossingen voor tweedimensionaal Nand, hoe meer er wordt uitgegeven aan Novellus' tools, aldus Hill.

Maar vooral in de manier waarop hij het voor het voetlicht brengt, is Rick Hill op zijn best. Net als Mark Twain kan hij een serieus onderwerp aankaarten en toch iedereen laten lachen en klappen. Aldus is de onthoofding van EUV niets minder dan cruciaal voor het voortbestaan van de computers. Nu de Nand-kostencurve afvlakt, is een streep door EUV in de Nand-productie de beste manier om de kosten per Nand-bit te drukken. Nand kan vervolgens op grote schaal worden toegepast om harddisks te vervangen door *solid-state drives*. En omdat SSD's minder energie verbruiken dan harde schijven, is zelfs de hele wereld beter af met 3D Nand, *sans* EUV.

Sinds kort is er een nóg grotere groep voor wie EUV niet vaak genoeg kan worden uitgesteld: de mensen die tegen de overgang naar 450-millimeterwafers zijn. Hiertoe behoren de meeste leden van Semi, die zich zorgen maken over hoe ze hun 450-millimeterinvesteringen zouden kunnen terugverdienen. Hun argumentatie is als volgt. Chipfabrikanten hebben EUV nodig voordat ze overgaan naar 450-millimeterscanners en -fabs. Aangezien EUV al genoeg problemen heeft, waarom dan haast maken met de ontwikkeling van 450-millimeter-etsapparaten, -ionimplanteerders, -deposietools en wat dies meer zij? Hoe langer EUV duurt, hoe blijer de anti-450-mensen zijn.

Helaas moeten we ook een aantal leden van de vakpers rekenen tot de sceptici. Zij houden niet van ASML (en dus niet van EUV), omdat het zo weinig aan advertenties uitgeeft. De elektronicabladen zijn de laatste jaren flink afgevallen; enkele zijn zelfs de hongerdood gestorven. Uitgevers en redacteurs staan te juichen bij het falen van EUV, omdat een van 's werelds meest winstgevendende machinebouwers zo weinig spendeert aan de beïnvloeding van hun lezertjes. Dat is geen professionele houding, maar wel een menselijke.

Ten slotte zijn er nog de voorstanders van een kleine overheid, die een hekel hebben aan de subsidies voor EUV-onderzoek, de groenen die zich zorgen maken over energieverbruik en het broeikas-effect, en de hippie-chemici die denken dat zelfpatronering of iets anders miraculeus de wet van Moore zal redden.

Steeds meer voegen zich bij de boeroepers. In de strijd om een gunstige perceptie lijkt EUV het onderspit te moeten delven.

*David Lammers is hoofdredacteur van Semiconductor Manufacturing & Design*

*Vertaling Paul van Gerven*



# 1984-1990

2

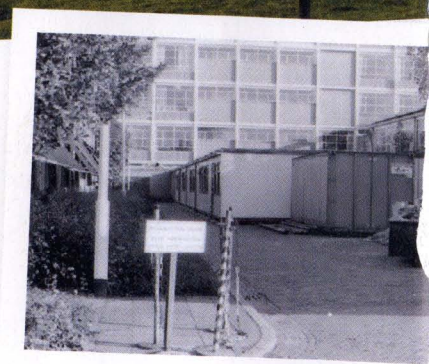


ASML Lithography moest het meteen na de oprichting doen met barakken op Strijp (1). Dat was niet de stijl van Gjalt Smit, ASML's eerste CEO. Hij wilde voor het jonge bedrijf een gebouw met Silicon Valley-uitstraling om klanten uit de VS te imponeren. De bouwlocatie (2) vond hij in Veldhoven. Het toeval wil dat deze foto werd genomen door Anne-Marie van Heek-Volbeda, de vrouw van Herman van Heek (die begin jaren zeventig op Philips' Natlab de leiding had over de ontwikkeling van de eerste stepper, Sire1). Van Heek-Volbeda was als ex-gemeenteraadslid geïnteresseerd in de ontwikkeling van Veldhoven. Het kostte een paar centen, al relativeert Smit dat. Cleanrooms en een trillingsvrije vloer voor assemblage en test waren een must. 'We financierden het benodigde bedrag (tien miljoen euro nu) *off-balance*', mailt Smit ons vanuit zijn woonplaats in Zwitserland. Hij kreeg augustus 1985 een gebouw (3) dat nog steeds een *landmark* is langs de gemeentegrens van Eindhoven.

In die tijd was Smit vooral bezig met het binnenhalen van klanten. AMD stond hoog op zijn verlanglijstje en toen zijn pr-bureau hem vanuit Los Angeles belde met de mededeling dat topman Jerry Sanders de Amerikaanse chipmachinefabrikanten een veeg uit de pan had gegeven, rook hij een kans. Sanders maakte ASML's concurrenten als GCA en Perkin Elmer uit voor rotte vis. Hun machines functioneerden te slecht. En zo was de CEO van AMD gedwongen om naar Japan uit te wijken om zijn machines te kopen. Smit reageerde direct in dit soort situaties.

Hij liet zijn pr-bureau ruimte reserveren in Electronic News en pakte 's morgens het vliegtuig naar Parijs om daarna per Concorde direct door te vliegen naar New York voor een geconcentreerde werksessie van een dag met zijn pr-bureau. 's Avonds nog vloog hij terug met een normaal toestel.

Het resultaat was een roemruchte advertentie (4) die AMD's CEO rechtstreeks in de volgende strekking aansprak: 'Jerry, we hebben je gehoord en je hebt helemaal gelijk. Alleen, wij hebben een machine die zelfs beter is dan je bij de Japanners kunt krijgen. Over de San Andreas-breuk hoeft je je overigens ook geen zorgen meer te maken, want onze machine corrigeert automatisch voor verstoringen.'



Het kwam Smit bij zijn volgende bezoek aan AMD ter ore dat Sanders de actie wel kon waarderen. Het lukte echter niet om er de Pas 2400 te slijten, een machine met een beperkt belichtingsveld. Er ging nog een crisis overheen, maar sinds AMD enkele jaren later de Pas 2500 aanschafte, behoort het chipbedrijf tot ASML's trouwe klantenschare.





3

# We hear you, Jerry.

## Chairman of AMD Blasts Production Gear Reliability

By ROBERT NISTELHUESER  
 DALLAS — Jerry Sanders, chairman of Advanced Micro Devices, criticized U.S. semiconductor production equipment as "notoriously unreliable" in an address to the annual SEMI Southwest Spring Banquet here last week.  
 "If we shipped to our customers the kinds of products you often ship to us, the Japanese would own our operation or built with high quality. You need to demand excellence from yourselves," he declared.  
 Mr. Sanders went on to...

What's more, ASML offers the only *process-independent* steppers. This lets you continue on with whatever process you currently have. No expensive, time consuming changes; just more throughput, more yield, and greater reliability.

Jerry, you don't even have to worry about the San Andreas fault acting up. These machines are that solid. All alignment and exposure components are mounted in a rigid unitized frame that's isolated from outside vibration by a block of solid granite gimbaled on air cushions.

You've heard of this technology developed jointly by ASML and Philips Research Laboratories. Now it's finally available to you.

See for yourself. First at SemiCon. Then in actual Class 100 clean room operation at the finest demo facility in the industry—ours, just outside of Phoenix, U.S.A. Phone: 1-800-227-6462. Jerry...?

**ASML Lithography**  
 Answering the reliability challenge

ASML Lithography accepts Jerry Sanders' reliability challenge with a 90% uptime guarantee for wafer steppers.

That's nearly twice what the industry delivers now.

We understand the importance of "yield." So we developed the most precise alignment system ever devised. One that will maintain its integrity regardless of thin-film materials, numbers of layers, or new lens developments.

Productivity? ASML delivers 74 wafers per hour now. And we'll be at over 90 by early next year. Compare that to the competition.

ASML Lithography, Inc. P.O. Box 22095, Wichita, AZ 85322-0925 / ASML Lithography/P.O. Box 6013, 5500, K.A. Leachman, The Netherlands/P.O. 16 85 52 © 1991 ASML Inc. All rights reserved.

1

4





## ‘Ik kies over het algemeen de degene die achter de

ASML staat voor formidabele uitdagingen. Ingenieurs van de machinefabrikant moeten nieuwe generatie lithografietechnologie met extreem ultraviolette straling in productie brengen. Tegelijk wil de firma de kosten bewaken en complexiteit verlagen. ASML's technologisch geweten Martin van den Brink praat Bits&Chips daar uitgebreid over bij. ‘Met name lokale leveranciers in Brabant zouden hun korte afstand met ons moeten uitbuiten en ons helpen met het bedenken van simpele, minder complexe oplossingen.’

---

René Raaijmakers





## neen de kant van draaibank staat'

**O**p Martin van den Brinks kamer is weinig veranderd sinds we hem spraken in 1997. Aan de wand een poster van een uit de kluiten gewassen lens voor immersie. Daarnaast hangt nu ook een afbeeldingssysteem met spiegels voor de nieuwste generatie belichtingsmachines. Op armlengte afstand ligt een vier stenen hoge stapel gebundelde papers van de laatste SPIE-conferentie over EUV – ASML's technologisch geweten volgt de ontwikkelingen nog steeds tot in detail. Zijn tafel is als vandoord een grabbelton met technische onder-

delen. Martin van den Brink zal er gedurende het interview regelmatig in graaien.

Al snel neemt hij het initiatief. Bits&Chips heeft hem laten weten tijdens het gesprek ook terug te willen blikken op de geschiedenis en wat wil het toeval? Jeroen Antonis, *production system engineer* bij ASML, stuurde hem enkele dagen geleden een foto van de Silicon Repeater 1 (Sire1), de voorloper van ASML's wafersteppers. Opgediept uit de schoenendoos van zijn vader Gerard Antonis. Die maakte destijds onderdeel uit van het Sire1-ontwik-

---

**'De kosten van litho is een van onze grootste bedreigingen'**

---

kelteam op Philips' Natuurkundig Laboratorium. 'Dit is volgens mij de oudste foto die ik ken', zegt Van den Brink. De foto is gemaakt in december 1973.



## Klote hier en klote daar

Zelf kwam Martin van den Brink pas aan boord een maand voordat ASM Lithography op 1 april 1984 werd opgericht als joint venture tussen Philips en ASM International. Daarbij gingen 46 medewerkers van Philips en een van ASM over naar het nieuwe bedrijf. Je zou dus kunnen zeggen dat de jonge fysicus Van den Brink zich als eerste aansloot bij de jonge lithofirma, al moeten we hier aantekenen dat ook Frits van Hout (momenteel lid van ASML's raad van bestuur) deze vermelding claimt.

Toen Martin van den Brink op 1 maart 1984 begon, had zijn collega Richard George een goede reden om sceptisch over hem te zijn. De fysicus Van den Brink was afgestudeerd op stadsverwarming. 'Dat is niet echt een aanbeveling voor een vooraanstaande positie in engineering. Ik vraag me af of Martin de huidige selectiecriteria van ASML zou overleven', zegt George, die destijds projectmanager was van de Pas 2000 (Philips Automatic Stepper). Aan de andere kant zag George dat de jonge ingenieur doorzettingsvermogen had. Zijn nieuwe medewerker was opgeklommen van IIs via mts tot hts naar technische universiteit.

Martin van den Brink vat zijn ervaringen van het prille begin op de voor hem tekennende wijze samen. 'Het was een rampentent.' Nuancerend: 'Dat was mijn perceptie toen, 27 jaar geleden. We kregen die hele Philips-cultuur over ons heen. Binnen een paar maanden dacht ik: ik moet hier heel snel wegwezen.'

De sfeer was bedrukt, omdat de meerderheid van de ex-Philips-medewerkers de joint venture zag als een sterfhuisconstructie. Met het uitspinnen van ASM Lithography leverden ze alle zekerheden in die hoorden bij een Philips-baan. Maar de sfeer sloeg om. Onder leiding van de nieuwe CEO Gjalts Smit werden binnen korte tijd enkele honderden mensen gerekruteerd. Van den Brink: 'Die hebben de cultuur veranderd. Het waren allemaal mensen uit de regio, gedeeltelijk kwamen ze van Philips. Ze hadden vaak al een carrière achter de rug en hadden allemaal het gevoel: dat nooit meer. Dat had veel invloed op de sfeer aan de lunchtafel. Alle zeurgesprekken – 'klote hier en klote daar' – waren in een paar maanden tijd weg. In één keer. Toen werd ik zelf ook enthousiast.' Van den Brink haalt het aan als een cruciale factor voor ASML's latere succes.

Zelf maakte Martin van den Brink zich al snel zichtbaar. Binnen een jaar liep hij de deur plat bij *chief scientist* Steef Wittekoek om hem ervan te overtuigen dat de uitlijning (*alignment*) van het masker en de silicium plak veel beter kon. Op het Natuurkundig Laboratorium van Philips was door Gijs Bouwhuis in de jaren zeventig al een revolutionair systeem bedacht om origineel en beeldrager

te synchroniseren. Die oplossing werkte via de lens waarmee ook de projectie werd gedaan, met *phase gratings* als alignmentmerkjens. Dat gold als baanbrekend.

Van den Brink vond echter dat dit nog beter kon. Voor een vlekkeloze afstemming was er volgens hem nog een ijkpunt nodig.

Met twee punten konden masker en wafer niet alleen in zes vrijheidsgraden worden uitgelijnd, ook de mate van vergroting was direct te meten – cruciaal als je opeenvolgende afbeeldingen met grote precisie over elkaar wilt leggen. Er volgden discussies met het Natlab

– dat fungeerde destijds nog als kennispartner van ASML. 'Iedereen was het erover eens dat Martin gelijk had en briljant was', zegt Richard George. ASML past dit uitlijnprincipe tot op de dag van vandaag toe.

## Manie om mensen te trainen

Binnen enkele jaren had de jonge ingenieur Van den Brink wetenschappelijke lithopapers op zijn naam staan. Maar de combinatie van zijn gedrevenheid en genie had ook zijn nadelen. Dat bleek tijdens zijn tweede bezoek aan SPIE Lithography in San Jose in 1987. Tijdens zijn presentatie over het alignmentsysteem van de Pas 2500 raakte hij in discussie met Bill Siegle van AMD. Het chipbedrijf van Jerry Sanders stond destijds zo'n beetje bovenaan Gjalts Smits lijstje van klanten die de CEO koste wat kost binnen wilde halen. 'Die man van AMD was net zo eigenwijs als Martin', herinnert zich Evert Polak, die bij ASML lange tijd verantwoordelijk was voor R&D en marketing. 'Martin had gelijk, maar hij zocht die klant gewoon af op de conferentie.' Toen Smit het voorval ter ore kwam, verbood hij Van den Brink om het jaar daarop op te treden op de SPIE.

Ook in de jaren daarna moesten collega's Van den Brink intomen. Polak kan er nu om lachen: 'Dan zat je in een conferencecall met IBM en dan moest je af en toe Martin op zijn schouder tikken. Zo van: jongen, matig je taalgebruik, drijf ze niet over de rooie. Ik weet dat je gelijk hebt en je zult dat gelijk ook wel krijgen, maar probeer dat nou niet de komende vijf minuten te halen.'

Begin jaren negentig stoomt de jonge technologiefirma Van den Brink klaar voor een rol in het hogere management. Dat gaat met horten en stoten. Tijdens een interview in de zomer van 1995, zegt hij over zijn tweestrijd: 'Ik ben een enorme technet. Dat vinden mensen heel raar. Ik word geacht veel management te doen, maar ik wil zo veel mogelijk technisch meedoen.' Over de bredere verantwoordelijkheid die hij in

die tijd krijgt: 'Dat valt me wel tegen, moet ik eerlijk zeggen.' Hij heeft minder tijd om diep in de technologie te duiken. 'Ja, vind ik vervelend. Vind ik heel vervelend. Dus wat ik doe, ik wou toch maar weer een publicatie maken voor volgend jaar. Anders komt het er niet van. Ik ga gewoon wat schrijven over step en scan en zo.'

Martin van den Brink is ASML. Vergelijkingen met Steve Jobs van Apple dringen zich op. 'Als ik de verhalen over Jobs lees, dan zie ik daar wel wat in', zegt Rob Munnig Schmidt. 'Begin maar met de positieve dingen: briljant, visie, een enorme drive en werklust, werke-

lijk alles voor het bedrijf geven. En uitstraling.' Zijn arrogante houding tegenover afnemers is inmiddels honderdtachtig graden gedraaid. 'Klanten lopen met hem weg', zegt Munnig Schmidt, die lange tijd *program system engineer* was.

Net als Jobs geniet ook Van den Brink een reputatie als genadeloze ondervrager. Munnig Schmidt: 'Steve kon echt heel onheus tekeer gaan. In Amerika kun je iemand ter plekke ontslaan. Martin is gelukkig lekker Nederlands. Maar hij zit erbovenop. Dat komt voort uit zijn zorg om iets te vergeten. Elke keuze in het concepttraject heeft op termijn een gigantisch effect op het eindresultaat. Valt het verkeerd uit, dan moet je later voor miljoenen repareren. Hij zegt tegen zijn technisch managers: als je de komende week zo veel mensen de verkeerde kant op jaagt, dan ben jij daarvoor verantwoordelijk.'

Het nadeel: Martin van den Brink reviewt zo scherp dat de zaak sterk afhankelijk van hem is. 'Diverse mensen, inclusief hijzelf, maken zich zorgen over wat er gebeurt als hij even niet oplet. Die afhankelijkheid vindt hij heel vervelend. Daar wil hij vanaf. Vandaar zijn manie om mensen te trainen en ze verantwoordelijk te maken. Hij schuift heel bewust mensen naar voren om te kijken of ze dat aankunnen', aldus Munnig Schmidt.

## Allerlei vreselijke dingen

Martin van den Brink en zijn engineers werken momenteel aan een immense uitdaging. Voor de meest geavanceerde belichtingen stappen ze over van refractieve optiek naar reflectie. De meest geavanceerd optische lithosystemen gebruiken nu nog licht met een golflengte van 193 nanometer. De systemen die nu in ontwikkeling zijn, gebruiken extreem ultraviolet licht (EUV) met een golflengte van 13,5 nanometer. Daarmee zijn opnieuw stappen te zetten in het krimpen van elektronische circuits op chips.

Het researchcentrum Imec in Leuven heeft inmiddels aangetoond dat het mogelijk is om

**Het lithobedrijf was gedoemd te mislukken, daar waren velen van overtuigd**



TJA.. MENEER  
VAN DEN BRINK  
U HEBT ZOALS  
GEVRAAGD UW  
CV OPGESTUARD..

MAAR..

JA.. SORRIE..  
DE  
STADSV ERWARMING  
PASTE NIET IN  
DE DOOS..

AHEM..  
DIT GAAT  
EM NIET  
WORDEN  
HERMAN..

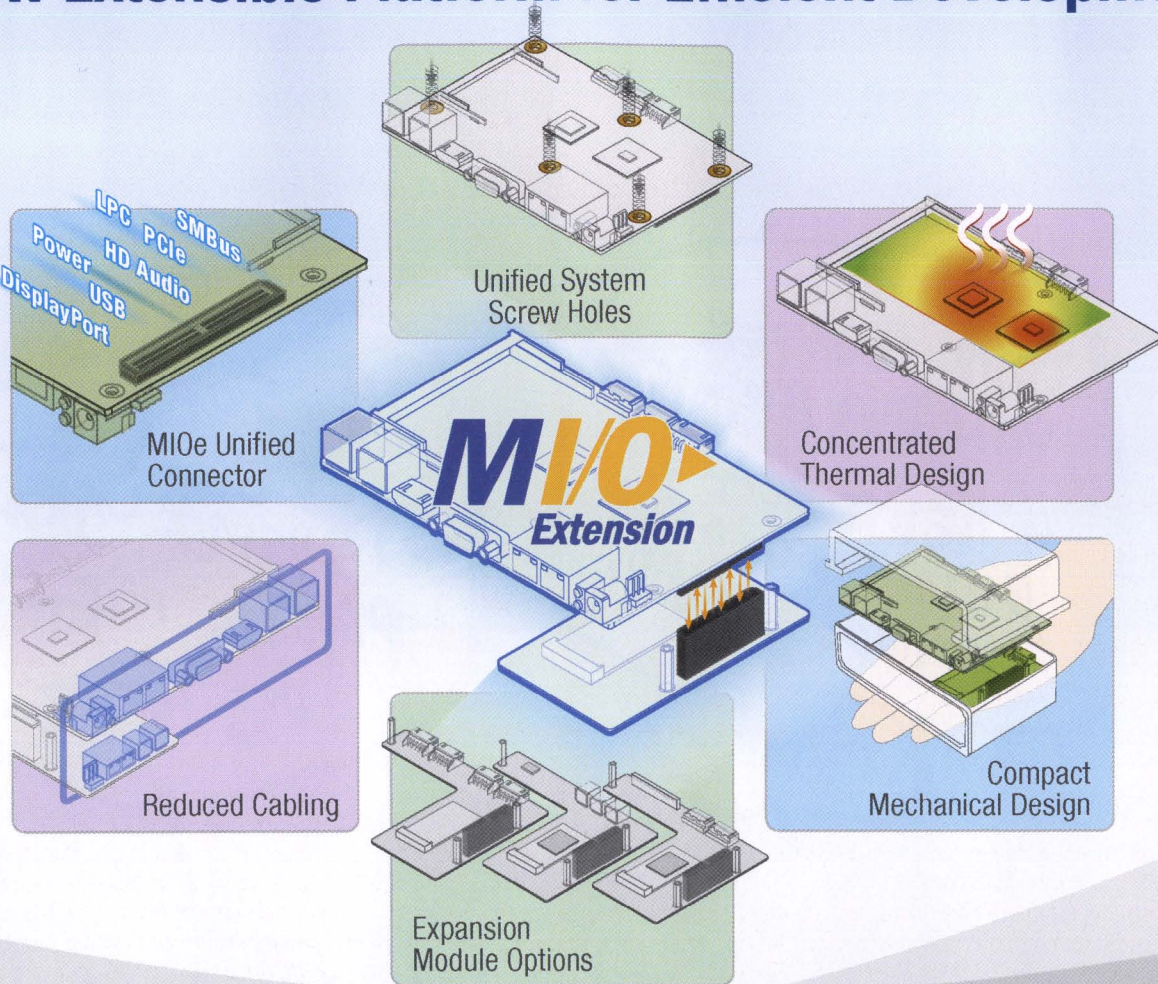


HENK DE KONT

©COMICHOUSE.NL



# New Extensible Platform for Efficient Development



## Advantech MI/O Extension Single Board Computer

Advantech's innovative MI/O (Multiple I/O) Extension Single Board Computer all feature flexible and integrated multiple I/O to help aid efficient development, reduce resources, and assist integrators to provide optimized solutions in a more cost-effective way. By connecting with MIOe I/O extension modules which support additional extended unified interfaces including: DisplayPort, 4 PCIe x 1, LPC, SMBus, USB 2.0/USB 3.0, audio line-out and power, customers receive the best I/O choices to fulfill vertical application development as well as helping them retain their specialist domain knowhow. These features are all part of Advantech's thoughtful effort to help integrators flexibly develop market-sensitive solutions and seize those promising business opportunities!

### Benefits:

- Highly integrated design saves up to 20% of system space
- Flexibility for future I/O expansion and upgrades
- Design document and evaluation board support
- Time-saving and cost-effective solution for system integrators



Intelligent Chip Inside  
iManager 2.0



Remote Management  
SUSIAccess

### MI/O Ultra SBC

100 x 72 mm



**MIO-2260**

Intel® Atom™ N455  
PICO-ITX SBC,  
DDR3, LVDS, VGA,  
GbE, Mini PCIe, 2  
USB, 2 COM, MIOe

### MI/O Compact SBC

146 x 102 mm



**MIO-5270**

AMD® G- Series, DirectX11,  
DDR3, HDMI, 48-bit LVDS,  
VGA, 2 GbE, CFast,  
iManager, MIOe

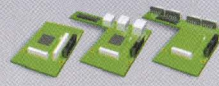
### Evaluation Board



**MIOe-DB5000**

Micro ATX includes  
all interfaces from  
MI/O Extension SBC

### MIOe Module



Flexibility for vertical  
applications

### Advantech Europe BV

Bijster 20A  
4817 HX Breda  
The Netherlands  
Phone: +31(0)76 523 3100  
Fax: +31(0)76 523 3119  
customer@advantech.eu





daarmee chips met details van kleiner dan twintig nanometer te maken. De uitdaging is nu om deze technologie in rap tempo klaar te stomen voor productie. Daarvoor moeten de machines van het huidige slakkengangetje van enkele wafers per uur minimaal zestig plakken per uur met een doorsnede van driehonderd millimeter kunnen belichten.

Sommigen vergelijken de huidige overgang van diep ultraviolet 193-nm-laserlicht naar extreem ultraviolet met de stap van lampen naar lasers, eind jaren tachtig. In de jaren tachtig gebruikte de chipindustrie nog de g-, h- en i-spectraallijnen van een kwiklamp om silicium plakken te belichten. De overstap van 365-nm-i-line naar 248-nm-laserlicht uit een kryptonfluoridelaser betekende een paradigmashift.

Dat vindt Van den Brink wat kort door de bocht. Hij wijst naar vier grote hordes in de geschiedenis van de chiplithografie, waarvan steeds de uitkomst onzeker was. Naast de genoemde i-line naar DUV noemt hij ook de overgangen van g-line (436 nm) naar i-line, van 248-nm-KrF-lasers naar 193-nm-ArF-lasers en immersie (de transitie van droge naar natte lithografie met het gebruik van water tussen lens en fotolak). 'Die zijn allemaal heftig geweest.'

Van den Brink maakte de ontwikkeling van al deze lithogeneraties van dichtbij mee. Hij was eind jaren tachtig onder meer verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de Pas 5500, de eerste stepper die rijp was voor 248-nm-productie. Hij somt talloze problemen op: steeds maar de fotolak die niet werkt, de almaar beperktere keuze in lensmateriaal met minder mogelijkheden om kleurcorrecties te doen. De ontwikkeling van eximeerlasers was destijds een ongewis

project. Nu zijn dat soort lasers heel gewoon, onder meer voor oogcorrecties, maar lithografie voor chips was destijds de eerste echt grote markt voor deze lichtbronnen. Al die R&D op de rand van het kunnen kost bovendien bakken geld.

***Als je de voorgaande stappen vergelijkt met de horde die je nu moet nemen voor EUV, waren dat dan maar kleine sprongetjes?***

'Dat is een vervelende en misschien niet goede vraag, omdat hij niet objectief te beantwoorden is. Als je dat had gevraagd bij de overgang naar 193 nm, dan had ik waarschijnlijk een grafverhaal opgehangen tegen je. Voor 248 nm hetzelfde. Problemen die je nog moet oplossen, kleur je altijd anders in dan problemen die je hebt gehad. Over het verleden praat je een beetje romantisch. Wat hebben we dat mooi gedaan! Maar dat had ook anders kunnen aflopen.'

Van den Brink wijst op de positieve kanten van EUV-systemen, zoals de afwezigheid van lenzen. 'We hebben in het verleden voor wel honderd miljoen vele lenzen moeten uitwisselen, omdat het lensmateriaal de golftegelte niet overleefde. Dat hebben we nu niet. We hebben geen materiaaltransmissieprobleem. Met de reflectie in EUV-systemen gebeuren ook allerlei vreselijke dingen (zo reflecteren EUV-spiegels slechts zeventig procent, zie pagina 64 en verder, RR), maar we hebben geen problemen met

het spiegelsysteem. Het *resist*-probleem hebben we wel. Dat hebben we al tien keer gehad. Dat gebeurt bij elke kleinere resolutie. Verder is het masker nieuw. Maar ook dat valt enorm mee, als je bedenkt dat je de bestaande infrastructuur grotendeels kunt hergebruiken.'

**Ingebouwd schoonmaaksysteem**

Hoe moeilijk is de stap naar EUV? Hoe tastbaar is het probleem? Valt er ook maar iets over te zeggen? ASML's technologische brein dist een persoonlijk verhaal op, waarvan hij leerde dat je de toekomst niet kunt uitrekenen. Het stamt uit 1996, toen zijn moeder op sterven lag. 'Ze had meer mijn fysieke aanwezigheid nodig dan dat ik tegen haar moest praten.' Elk weekeinde ging hij naar haar toe, met notitie-

**'De source is geen geweldig verhaal en dat zal het ook wel niet worden voorlopig'**

boekje. Aan de rand van haar bed berekende hij wat het optimale vermogen zou moeten zijn voor een 193-nm-laser. Bij laag vermogen is de productiviteit te laag, veel vermogen maakt de peperdure lenzen sneller stuk. 'Ik kan je het boekje nog laten zien.'

Van den Brink vroeg Jan Mulkens om het na te rekenen. 'Zo deed ik dat vroeger altijd, want ik maak altijd veel rekenfouten, nog steeds. Hoeveel zaten we van elkaar denk je? Drie ordegroottes. Factor duizend! Jan was helemaal teleurgesteld. Ik had zestig watt uitgerekend en Jan enkele tientallen milliwatt. We zitten nu, vijftien jaar later, op honderd watt, dus dat vind ik eigenlijk heel geweldig. Jan – hij is inmiddels ASML-fel-





“By working on highly relevant complex challenges, I am making a real difference”



Hubert Rulkens,  
Senior Consultant, Industry Consulting

[www.innovationservices.philips.com/careers](http://www.innovationservices.philips.com/careers)

**PHILIPS**  
sense and simplicity



low – keek me destijds nogal beteuterd aan. Hij zei: ‘Je kunt niet rekenen.’ Dus ik reken het na. Elke keer hetzelfde antwoord. Ik zeg tegen Jan: ‘Ik wed dat we alleen een verschil hebben in de randvoorwaarden.’ Toen bleek dat we precies hetzelfde model hadden gekozen, maar ieder andere randvoorwaarden hadden. Met dezelfde randvoorwaarden voor zaken als materiaaleigenschappen en fysieke belasting kregen we hetzelfde antwoord. De randvoorwaarden beïnvloedden elkaar exponentieel. Het sommetje was heel gevoelig. Je kon er alles mee uitrekenen, maar ook niks. Dus draaide het om *gut feeling*. Ik begon altijd met de uitkomst en rekende dan terug of het erin zat. Jan deed het van de andere kant: hij ging uit van de materiaaleigenschappen. Onze hoofdconclusie was: je kunt de toekomst met sommetjes niet uitrekenen. Dat dragen we nog steeds uit.’

‘Wat vind je eng aan EUV?’, retourneert Van den Brink als we opperen dat EUV toch wel een heel grote uitdaging is. Vervuiling in het vacuümsysteem vinden we nogal eng. ‘Hoe vaak denk je dat we in de alfademotools

in Leuven en in Albany de spiegels hebben uitgewisseld om schoon te maken?’, pareert Van den Brink. ‘Nul keer.’

Hij geeft ruitelijk toe dat researchers bij Imec en Albany tot nu toe slechts enkele wafers per uur hebben belicht in de eerste EUV-machines die ze drie jaar geleden vanuit Veldhoven ontvingen. Maar daarmee is volgens hem geen uitspraak te doen over de haalbaarheid van EUV. ‘Je kunt met dit soort problemen altijd veel meer vragen stellen dan antwoorden geven. De situatie rond een alfademotool laat zich niet eenvoudig schalen naar een definitieve machine. Doe je dat wel, dan creëer je snel een dramascenario. De onnauwkeurigheid in de meting van vandaag is te groot om een uitspraak te doen over de toekomst. Dat probeer ik duidelijk te maken met mijn verhaal over het vermogen van de 193-nm-lasers: er zijn gewoon heel veel onzekerheden.’

Van den Brink wijst op een van de grote successen in de alfademotool: de overdruk aan waterstof die koolwaterstoffen buiten het spiegelsysteem houdt. ‘Komen er toch koolwaterstoffen op de spiegel, dan genereren we met lampen lokaal waterstofradicalen en maken zo de spiegel schoon. Zover we weten, zijn we de enige die zo’n ingebouwd schoonmaakstelsel hebben.’

Hij zegt dat hij niet met een sommetje kan laten zien dat ASML op dit gebied safe is. ‘Maar die machines staan nu drie jaar in het veld en we hebben nog nooit spiegels

gewisseld. Dat is in ieder geval hoopgevend. Ik weet dat de intensiteit en optische belasting niet representatief zijn. Maar we hebben met de partiële druk en andere zaken in het EUV-systeem nog voldoende parameters om het te kunnen beïnvloeden.’

## Door het vacuüm fietsen

Wie ook maar een klein beetje op de hoogte is van ASML's huidige EUV-platformontwikkeling, weet dat productiviteitsverhoging van de EUV-bron momenteel de allerhoogste prioriteit heeft (veel meer hierover op pagina 72 tot en met 77). De Veldhovense machinebouwer stationeerde al eigen engineers bij Cymer, Gigaphoton en Ushio, maar vaardigt momenteel ook technici op hoger niveau af naar Aken en San Diego. Wereldwijd werken er intussen honderden engi-

neers aan de materie in de VS, Europa en Azië.

Zelfs mensen die nauw betrokken zijn bij de bronontwikkeling geven in de wandelgangen toe dat ze zich afvragen hoe ASML deze klus in vredesnaam gaat klaren. Martin van den Brink is er heel wat rustiger onder. Wel

geeft hij ruitelijk toe dat de bronontwikkeling geen schoonheidsprijs verdient. ‘De source is natuurlijk geen geweldig verhaal en dat zal het ook wel niet worden voorlopig’, laat hij zich ontvallen.

De man die betrokken was bij het nemen van alle grote technologische hordes in chip-lithografie wijst relativerend naar de ervaringen uit het verleden. ‘Ook eximeerlasers werkten maar heel even en moesten daarna weer nieuwe spiegeltjes hebben, omdat ze allemaal kapotgingen door de optische belasting. Het vermogen van de 193-nm-eximeerlaser kregen we niet in de benodigde bandbreedte van één picometer. De eerste laser die we toen hadden, was van Uwe Stamm van Lambda Physik – hij werkt inmiddels bij ASML. Stamm belde me in 1996 op met de resultaten van de eerste 193-nm-eximeerlaser. Ik vroeg wat die deed. Het vermogen was honderd milliwatt. Ook toen hadden we er ineens een productiviteitsprobleem bij. Vandaag de dag leveren die lasers honderd watt, een factor duizend hoger.’

Om het nog beter in perspectief te plaatsen, wijst Van den Brink op de huidige productie-economie voor halfgeleiders, waar regelmatig onderhoud aan de bronnen is geaccepteerd. De *cost of ownership* voor eximeerlasers is een belangrijke concurrentiefactor. DUV-lasers zijn zo onderhoudsgevoelig, dat Cymer er de helft van zijn omzet uit haalt. In Cymers jaarverslag over 2010 valt bijvoorbeeld te lezen dat ASML en Nikon

verantwoordelijk zijn voor respectievelijk dertig en vijftien procent van de omzet bij de laserleverancier. Cymer noemt verder chipfabrikant Samsung als enige nog bij naam (tien procent van de omzet); kleinere afnemers specificceert het bedrijf niet.

Van den Brink: ‘Afhankelijk van de economie, gaat er ongeveer net zo veel geld om in onderhoud en spiegeltjes als in de rest. Toen we begonnen met 248 nm was dat nog veel erger. We praten nu over ongeveer een miljoen dollar onderhoud per 193-nm-lichtbron per jaar.’ Ook voor EUV-bronnen gaan onderhouds- en vervangingskosten een rol spelen. ASML werkt samen met bronfabrikanten om deze kosten in ieder geval op het huidige niveau te houden.

Op dit moment zijn er twee soorten EUV-bronnen. Cymer en Gigaphoton werken aan een zogenaamde *laser-produced plasma* (LPP)-bron. Die zet minuscule tindruppeltjes met een hoogvermogenkooldioxidelaser om in een plasma dat EUV-licht uitzendt. Het gaat om een jet van tienduizenden druppels per seconde met een doorsnede van twintig tot dertig micron. De CO<sub>2</sub>-laser zet niet alle tin om in plasma, waardoor naast gas ook het overtollige tin moet worden afgevangen. In het proces komen ook atomaire, geïoniseerde deeltjes vrij die met grote snelheid door het vacuüm fietsen en door een buffergas worden afgeremd omdat ze anders de coating van de spiegel wegvreten. ‘Er gebeuren nog wat andere dingen, maar dat zijn typisch *reliability*-dingen. Die lossen we wel op.’

## Kloien met bronnen

Cymer heeft met zijn LPP-bron een concept in handen dat potentieel veel hogere vermogens belooft dan momenteel worden gerealiseerd. Toch werden de eerste wafers bij Imec en Albany belicht met een *laser-assisted discharge plasma* (LDP)-bron van Ushio-dochter XTreme Technologies uit Aken. Imec kwam er afgelopen juli op Semicon West mee naar buiten. Gevraagd naar de achtergronden zegt Van den Brink dat het een ingewikkeld verhaal is, waarvoor hij wat verder in de tijd wil terugblikken.

‘We zijn met bronontwikkeling begonnen voor de alfademotool. Toen Jos (Benschop, de huidige algemeen directeur voor technologie, RR) hier in 1997 kwam, zei ik: ‘Ga maar EUV doen.’ Dat heeft geleid tot een programma met Philips’ Natlab eind jaren negentig. Ik zei: ‘Ik wil geen tekening, geen TPD, geen procedures.’ Net zoals vroeger.’

Hij draait zijn notebook naar zijn onderzagers en laat nogmaals de foto zien met het hele Sire1-ontwikkelteam bij het Natlab. ‘Op die foto staat het hele team dat die stepper maakte. Een stuk of acht man. Als je geen bonnen hoeft af te tekenen en al die flauwekul meer ...’

## ‘Cymer heeft geweldige ideeën over LPP, alleen hun executie valt zwaar tegen’





# DEMCON. Maak ambities waar.

Voor onze vestiging in Eindhoven zijn wij op zoek naar een:

## Mechatronic systems engineer

Voor onze nieuwe vestiging in Eindhoven zijn we op zoek naar een talentvolle en resultaatgerichte ontwerper die aan de groei van ons bedrijf kan werken.

Je bent verantwoordelijk voor het ontwerp van mechatronische systeemconcepten voor een grote variatie in producten en machines. Na realisatie van de gekozen oplossing ben je zelf verantwoordelijk voor de validatie ervan. Je brengt inhoudelijke samenhang tussen de systeemeisen, het systeemconcept en de systeemintegratie. Je geeft technisch inhoudelijke ondersteuning aan de projectmanager, zowel bij de acquisitie als bij de overdracht van het projectresultaat naar de klant.

Kijk voor de volledige functieomschrijving en andere vacatures op:

[www.werkenbijdemcon.nl](http://www.werkenbijdemcon.nl)

Solliciteren kun je door je brief met motivatie en bondig C.V. te versturen naar Bert Verschoor, HR-manager, e-mail: [recruitment@demcon.nl](mailto:recruitment@demcon.nl)

DEMCON | highend technologieleverancier van mechatronische producten en systemen | business units hightech systems en medical devices | vestigingen in Oldenzaal, Eindhoven en Amsterdam | 100 medewerkers  
[www.werkenbijdemcon.nl](http://www.werkenbijdemcon.nl)

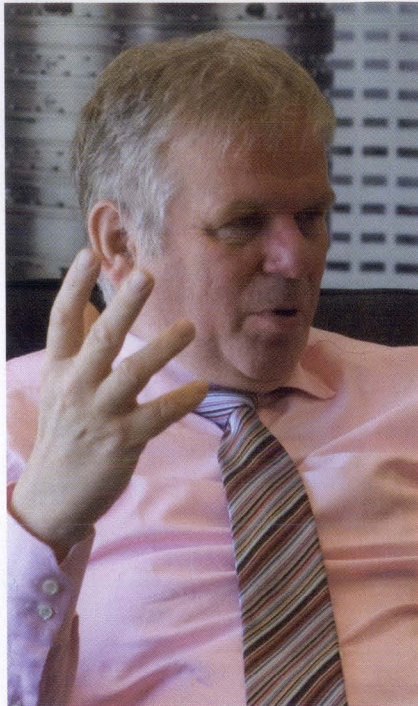


**DEMCON**

advanced mechatronics



Dat het vandaag de dag zo niet meer gaat, realiseert Van den Brink zich ook wel. 'Maar ze hebben het met een minimale hoeveelheid energie gedaan. De LDP-bron is ontwikkeld door het Fraunhofer samen met Philips Aken. Daar is een aantal goede keuzes gedaan. Er is aan LDP gewerkt vanwege de kosten. Bij LDP ga je direct van elektrisch naar plasma naar EUV. Dat is intrinsiek goedkoper. Bij LPP is er een extra tussenstap. Je gaat van elektrisch naar infrarood (de CO<sub>2</sub>-laser, RR)



en van infrarood naar plasma naar EUV. Dat is complexer en duurder. Rond 2000 zetten mammoetbedrijven als TRW en Northrop Grumman samen met de grote Amerikaanse nationale labs al een R&D-infrastructuur op voor LPP-EUV-bronnen. De EUV-lichtbron kostte me toen tien miljoen dollar per stuk. Ik zei: 'Dat heb ik helemaal niet.'

Voor Van den Brink was het simpel. 'We gaan gewoon klooiën in Aken met bronnen en we zien wel waar het schip strandt. Het plan was om naar LPP over te stappen als we productie zouden gaan doen. Zo geschiedde. We hebben een LDP-bron gemaakt in Aken. Maar uiteindelijk kregen we beduidend minder productiviteit dan de planning was, ook op de alfademotool. Wij kregen het vermogen niet omhoog. De problemen waren serieus. Het schalen van LDP was een probleem.' Die problemen spelen nog steeds, al heeft Ushio intussen wel een duidelijke roadmap om het vermogen op te schalen.

'Daarom zijn we weer gaan kijken naar LPP, want door de tussenstap bij LPP (de CO<sub>2</sub>-laser, RR) heb je een grote parameter-ruimte om je problemen op te lossen. Die parameterruimte maakt het complexer, maar meer ruimte heb je. Daarom zijn we met Cymer in LPP gedoken. Zij hebben geweldige ideeën over LPP, alleen de executie van Cymer valt zwaar tegen. Tot die mate dat we op een gegeven moment geen bronnen hadden om onze machines te testen. Toen zijn we weer terug naar Philips in Aken gegaan, dat inmiddels was overgenomen door Ushio, en gezegd: 'Maak maar een paar bronnen.'

### **Was er op dat moment iets werkend en stabiels?**

'Daar moet je even mee uitkijken, wat werkend en stabiel is. Het duurde daarna veel

langer dan gepland. De bron van Ushio is pas in januari, februari van dit jaar hier aan de praat gegaan. Toen is hij ook gelijk doorgestuurd naar Imec. Nummer twee en drie worden later dit jaar respectievelijk begin volgend jaar geleverd.'

### **Welk vermogen is nodig om de doorvoer te bereiken die EUV-systemen economisch rendabel maken?**

'Wij hebben gezegd: honderd watt. Dat leek ons een aardig getal. Honderd watt is emotioneel. Drie significante cijfers. 99 watt is net zo veel werk, maar

het voelt anders. Als je honderd watt hebt en als er tien milli-joule per vierkante centimeter op de resist nodig is, dan kom je op zes- of zeventien wafers per uur.'

### **Wat is de huidige stand van zaken?**

'Enkele watts, enkele wafers per uur.'

### **Cymer zou elf watt hebben gedemonstreerd.**

'Dat is wat we nu aan het implementeren zijn. We hebben elf watt.' Hij twijfelt even of hij meer diepgang zal geven en verzucht: 'Om jullie een helder beeld te geven over die getallen en het hele verhaal achter die bronnen te vertellen, is deze twee uur niet genoeg. Getallen staan altijd in hun context. Het is net autorijden. Het hoogste getal op de kilometer-teller zegt niets over de maximale snelheid. Je kunt tegen de wind in rijden en berg op en af. Allemaal verschillend. Zo is ook elke power-test gedefinieerd in een specifieke context. Wij definiëren de power in de *intermediate* focus, het grensvlak tussen de source en de machine. De source moet in zijn geheel functioneren. Hij moet het goede licht afgeven, de verwijdering van de tinresten moeten we onder controle hebben en de besturing moet goed zijn. Ook Aken zegt: 'We hebben honderd watt.' Maar wat blijkt? Ze genereren heel kort met de juiste frequentie een puls van honderd watt. Die elf watt van Cymer is afgelopen weekend (eind juni, RR) gekwalificeerd. De machines worden nu bij ASML opgewaarderd naar deze elf watt bron van Cymer. Volgen-

de weken gaan we ermee naar de klant.' Het Imec-systeem met de Ushio-source heeft op dit moment hetzelfde vermogen, laat ASML desgevraagd weten.

### **De roadmap was om die honderd watt eind dit jaar te kunnen leveren.**

'Dat gaat niet gebeuren. Cumulatief hebben we een redelijk grote uitloop, maar wij gaan in een aantal tussenstappen naar honderd watt. De source moet eerst naar een honderd procent *duty cycle*. Daarmee verdubbelen we de power. Die elf watt gaat dan naar 22 watt, ergens in het najaar. Aan het eind van het jaar zullen we ergens tussen de dertig en veertig watt zitten. In de eerste helft van het volgende jaar zitten we op honderd watt. Dat is de bestaande roadmap en dit maakt niet zo veel uit voor de sources van Ushio of Cymer.'

### **Is er nog speelruimte met de fotolak en de reflectie van de EUV-spiegels?**

'Nee, nee, nee. Het is wel een interessant verhaal voor Nederland. Fred Bijkerk van Fom in Rijnhuizen werkt al twintig jaar aan coatings voor de EUV-spiegels. We zitten vlak tegen het theoretische reflectie-maximum van zeventig procent aan. Daar komen we gewoon niet overheen, dus daar is weinig ruimte. Er zijn nog wel uitdagingen voor nieuwe aperturen. Het grootste probleem met schaling van EUV-apertuur is het hoekaanbod van de coatings en daar zit nog wel designoptimalisatie in. Die design-optimalisatie leidt er alleen maar toe dat je dichter bij de theoretische reflectie komt.'

'Voor de fotolak gaan we nu uit van een gespecificeerde productiviteitsdosis van tien milli-joule per vierkante centimeter. Dat is een optimistisch getal. Is waarschijnlijk eerder te weinig dan te veel. Het is dus juist het omge-

keerde: er zit geen rek in, bijna een tekort. De verwachting is niet dat dat beter wordt. Dat was bij 248 nm, 193 nm en immersie hetzelfde.'

### **Geen showstopper voor EUV**

We vragen Martin van den Brink welke andere grote issues er spelen. *Wafer handling* in vacuüm? 'Nee', zegt hij resoluut. We tonen verbazing. 'Elke wafer handling gaat fout. De robot blijft hangen, stoot ergens tegenaan, de *safety* kikt in, dat soort stomme dingen. Ik kom net uit een *supplier meeting* waar ik de lat voor onze leveranciers hoger heb gelegd. Let wel: onze wafer handling staat al tien jaar op de hoogste plek als het gaat om betrouwbaarheid.' Handling in het algemeen is een probleem, zegt hij, maar

## In spiegels en fotolak zit geen rek, in fotolak al helemaal niet



## DESIGN ENGINEERING PROTOTYPING MANUFACTURING

Sinds 1994 ontwerpt en bouwt MTSA Technopower klant specifieke apparaten, machines en installaties.

Daarnaast heeft MTSA Technopower zich ontwikkeld tot een betrouwbaar toeleverancier van complexe mechatronische (sub) systemen en onderdelen en verleent MTSA Technopower service op locatie bij het ombouwen, installeren, onderhouden van installaties, machines en apparaten.

### Projecten

Elke opdracht is anders, elke opdracht is nieuw. Van concept tot en met realisatie. De uitdaging bestaat uit het multidisciplinair kunnen werken, uit het over de grenzen van vakgebieden en bestaande mogelijkheden kunnen kijken.

Wat MTSA Technopower onderscheidt is het leiding kunnen geven aan ingewikkelde projecten, en het proactief kunnen bijdragen aan een project vanuit kennis en expertise. Engineers zijn de schakel tussen opdrachtgever, interne disciplines en innovatie. Het motto "denken en doen" geeft hierbij de mentaliteit en de meerwaarde aan.

MTSA Technopower heeft alle disciplines in één hand; van proces, werktuigbouw, elektra, instrumentatie tot en met automatisering, waardoor er van concept tot en met realisatie voor de opdrachtgever kan worden gewerkt.

Wij werken voor vele marktsectoren, waardoor we ook goed bekend zijn met internationale QHSE normen zoals; ATEX, UL, CSA, PED, NEN 1010, CE, FDA en GMP.



### Toelevering – System Supply

MTSA Technopower is een gerenommeerd producent van hoogwaardige mechatronische onderdelen, modules en systemen, gemaakt of ontworpen volgens klantenspecificatie.

Ontwerpen gaat in samenwerking tussen de MTSA Technopower engineeringafdelingen, die van de klant en externe specialisten.

Wij excelleren in het ontwikkelen en vervaardigen van complexe hoogwaardige producten en onderdelen in enkel stuks of kleine series voor ondermeer OEM in semiconductor, analytische, food, machinebouw, medische, energie en procestechnische industrieën,

evenals voor technische instituten, researchcentra en servicebedrijven.

MTSA Technopower beschikt over een geavanceerd machinepark en assemblagehallen.

Onze vaklieden beschikken over veel vak- en materiaalkennis en zijn specialist in het bewerken van moeilijk verspaanbare materialen.

Voor het bereiken van optimale precisie beschikt MTSA Technopower over een moderne geacclimatiseerde meetkamer en cleanroom.

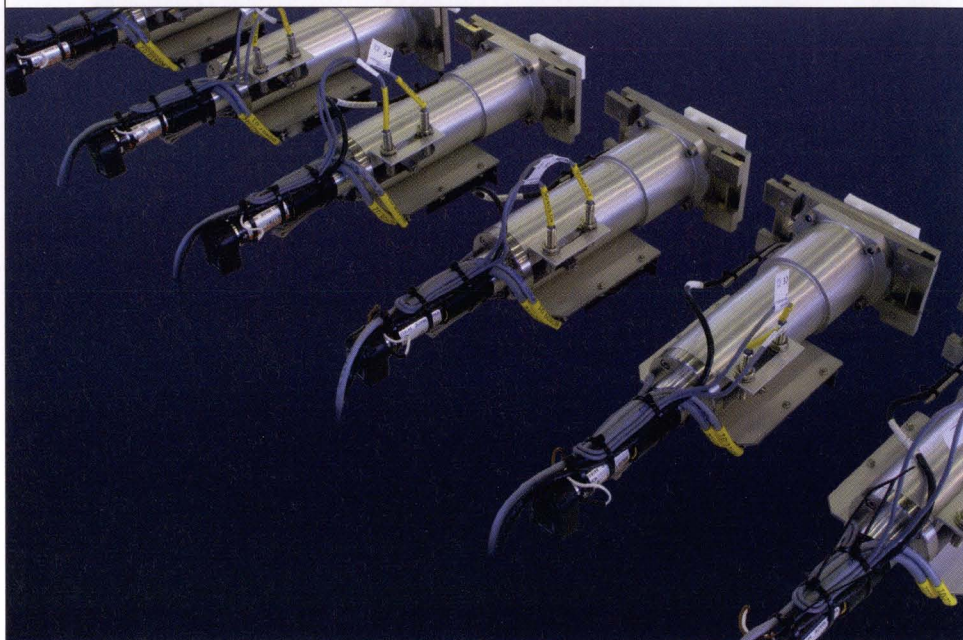
### Supply Chain Management

Kwaliteit, op tijd en voor een zo laag mogelijke prijs is ons motto. Om projecten binnen de gestelde eisen te kunnen realiseren en modules op tijd, volgens specificatie en voor een zo laag mogelijke prijs te kunnen leveren, is het van groot belang te kunnen putten uit een dicht netwerk van betrouwbare toeleveranciers in binnen en buitenland.

Onze onafhankelijkheid, ruime kennis van de toeleversector en moderne inkooptechnieken helpen ons daarbij.

### Service

MTSA Technopower biedt de unieke mogelijkheid service, onderdelen-voorziening, onderhoud (ook op locatie), de-en montage, installatie en ombouw van machines, installaties en apparaten te kunnen verzorgen. MTSA Technopower is VCA\*\* geaccrediteerd en heeft lokale 'Quick Service Shops'.





in vergelijking met andere problemen valt wafer handling in het niet. 'We praten over een *failure rate* van één procent vandaag de dag. Dat vinden wij veel.'

Hij stipt een veel groter potentieel probleem aan: maskers (spiegels met daarop het originele chippatroon) moeten het in EUV-systemen stellen zonder *pellicles*. Dit zijn dunne vliesjes die in de huidige optische lithografie over de maskers zijn gespannen. Ze zorgen ervoor dat er geen stof op het masker-

patroon komt. Een stofje op het masker vertaalt zich immers direct in een fout in de chip. Stofjes op de *pellicles* leveren geen grote problemen op. Ze zijn uit focus, waardoor steppers ze niet afbeelden op het silicium. Er zijn geen materialen bekend

die transparant zijn voor extreem ultraviolette straling, dus moet alles extra schoon zijn in EUV-systemen. 'Ik denk dat er nog wel wat issues blijven om dat helemaal goed te krijgen. De defectspecificaties zijn volledig idioot.'

Een van de grote problemen rond maskers en spiegels is inmiddels getackeld: het vlak polijsten. 'Daar gaat nu iedereen aan voorbij, maar in het begin konden we EUV-spiegels gewoon niet polijsten. Voor de goede orde: van 193 naar dertien nanometer is een factor vijftien. Strooilicht neemt bij gelijke oppervlakteruwheid met de vierde macht af als functie van de golflengte, wat betekent dat je strooilicht alleen kunt beheersen door het oppervlak veel vlakker te maken dan tot voor kort gebruikelijk was.'

Met nadruk: 'Dat is ons gelukt. Ook het maken van asferen is ons gelukt. Niemand praat meer over optiekkwaliteit. Al die technologie passen we nu ook toe bij 193 nanometer, waar we alle aberraties (beeld- of lensfouten, RR) wegpelijsten. We maken eigenlijk geen sferisch oppervlak meer, al onze lenzen zijn vandaag asferisch. We compenseren er zelfs materiaalproblemen mee. Is een lens helemaal klaar, dan polijsten we die bij aan de hand van de gemeten beeldfouten. De eerste alfademotool had nog iets van dertig procent strooilicht. Dat zit nu op iets van vijf procent. Vlak polijsten van oppervlakken en het aanbrengen van meerlaagse coatings zijn eigenlijk non-issues.'

De echt grote problemen zitten 'm in het masker. 'Eén defect op het masker is al een probleem. Want bij belichten wordt dat ene defect telkens afgebeeld op de wafer. Je hebt geen tolerantie. Daar komt bij dat een defect vinden op tien tot de twaalfde afgebeelde

puntjes een technisch probleem is. Daar zitten de maskerkosten. Als het masker werkt, dan blijft het werken. Vroeger garandeerden we dat met het *pellicle*, nu moeten we dat doen met een extreem schone omgeving. Dat zijn de grote problemen: inspecteren en het schoonhouden van het masker.'

Het vinden van de genoemde speld in de hooiberg van een miljard maal een miljard puntjes is oplosbaar maar kostbaar. Fouten spoorde de industrie op dit moment op door

de belichting daadwerkelijk uit te voeren. 'Masker erin, afbeelden en op de wafer kijken wat er gebeurt. Dat is nogal omslachtig. Klanten willen het defect ontdekken op het moment dat het masker in de maskershops is.'

Inspectietools voor 193 nm voldoen echter niet voor EUV-

maskers. 'De tooling voor EUV-maskers moet nog voor een deel worden ontwikkeld. Er is vandaag dus geen bottleneck als het gaat over de kwalificatie van EUV, maar in volledige productie moeten de inspectie-zaken op de rit staan. Als dat detectiesysteem een probleem ontdekt (dat kan met 193 nm, RR), dan moet je in detail kijken naar die plek om te repareren. Dat proces is onvoldoende gekwalificeerd. Dat wil je graag doen bij een golflengte die het masker ook gebruikt. Dat is de corebusiness van onze vrienden bij Zeiss. Zij werken aan een nieuwe generatie van hun AIMS-tool, die met een golflengte van dertien nanometer naar het masker kijkt. Dat komt in 2014, 2015 op de markt.'

'Inspecteren en repareren is bewezen voor 193-nm-systemen. Een aantal zaken wordt toegepast voor EUV. Het gaat me iets te ver om te zeggen dat het allemaal bewezen is voor EUV, maar er worden maskers gemaakt *as we speak*. Vandaag, in aantallen, maar niet in de volumes die je voor productie nodig hebt. We hebben de maskerinfrastuctuur dus nog niet voor honderd procent op orde, maar het lijkt geen showstopper te worden voor EUV. Voor zover wij het kunnen beoordelen.'

**Betrouwbaarheid, daar zijn jullie niet heel erg goed in. Misschien kan ASML zich als technologisch koploper en marktleider een zekere onbetrouwbaarheid veroorloven. Is dit de reden waarom jullie Nikon nog niet hebben verdrongen bij Intel?**

'Ik ga niet zeggen dat wij goed zijn in betrouwbaarheid. We zijn tevreden over ons marktaandeel. Intel werkt ook graag met onze concurrentie, dus daar hebben we geen

honderd procent marktaandeel, maar ons marktaandeel bij Intel is substantieel. Daarover hebben we niet te klagen.'

**Is betrouwbaarheid een groot issue?**

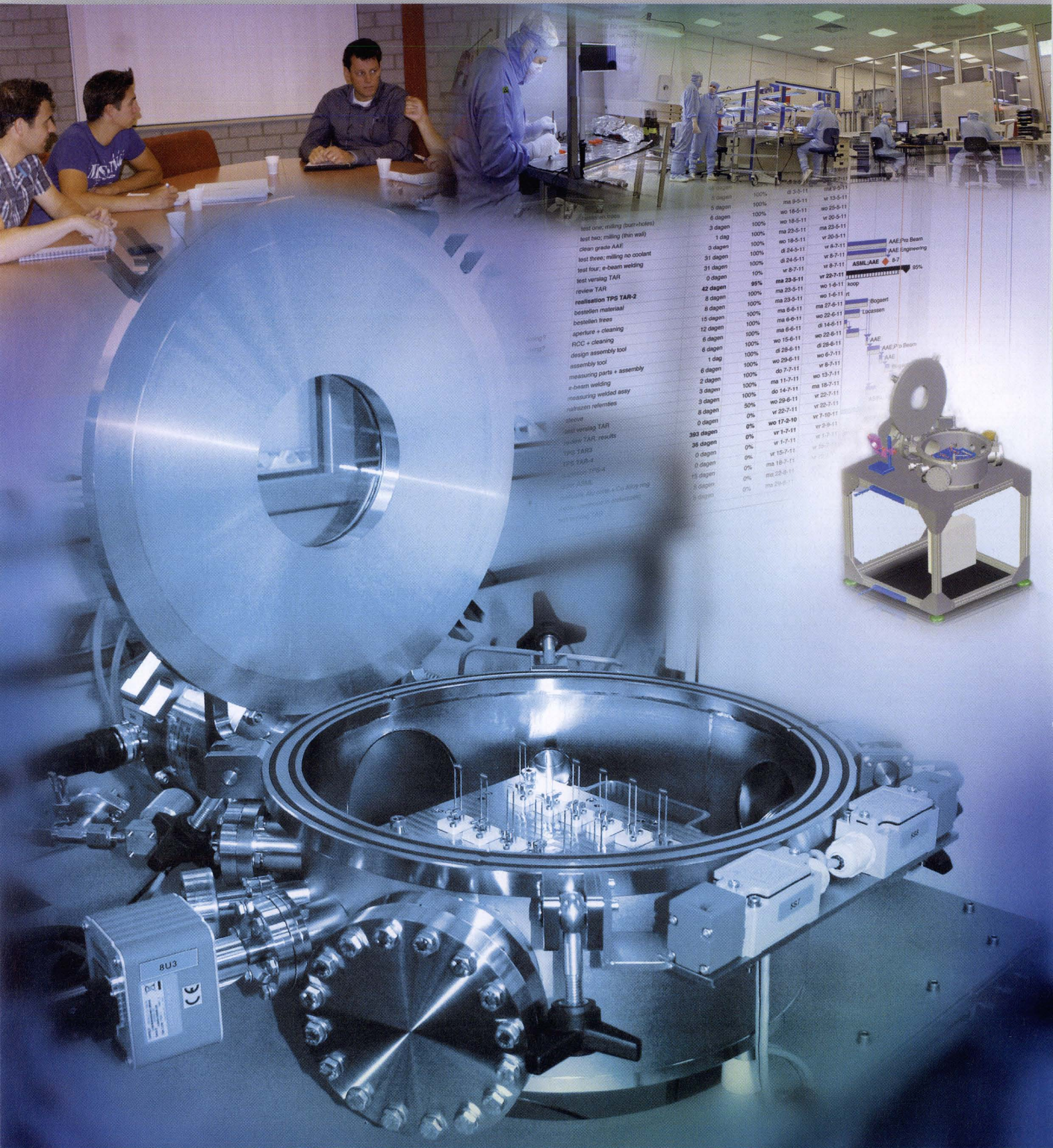
'Betrouwbaarheid is vooral een issue voor onze volumeklanten (vooral geheugenchip-fabrikanten, RR). Zij gebruiken onze tools voortdurend. Wij geven die fabrikanten de mogelijkheid om in plaats van twintig machines van honderd wafers per uur tien machines van tweehonderd wafers neer te zetten. Dat is goedkoper en ze hebben minder duur cleanroomoppervlak nodig. Eén probleem: als een op de twintig machines *down* is, verlies je vijf procent capaciteit, als één op de tien machines eruit ligt, verliezen ze tien procent. De *cost of downtime* neemt lineair toe met de productiviteit. Dus onze eisen zijn wellicht wat hoger dan van wie dan ook. We willen een *uptime* van 95 à 97 procent. We hebben hier binnen ASML naast een focus op productiviteit een even zo grote focus op betrouwbaarheid.'

De eisen aan betrouwbaarheid nemen toe naarmate de doorvoer hoger is. 'We versnellen onze machines regelmatig om de kosten van *double patterning* met lithografie op 193 nanometer te drukken. Dat vraagt immers meerdere belichtingsstappen. Op dezelfde snelheid is lithografie dubbel zo duur. De kosten van litho is een van onze grootste bedreigingen. De betaalbaarheid van het schalen op chips is het grote thema waar we mee bezig zijn. EUV kan moeilijk zijn, betrouwbaarheid kan moeilijk zijn, maar het moet gewoon voor een redelijke prijs. Daarom is ons doel om ook zo snel mogelijk te gaan. Met immersie zaten we in ons lab zes jaar geleden op zestig wafers per uur. Een machine van tachtig wafers per uur ging als eerste naar de klant. Nu zitten onze NXT-machines op 175 wafers per uur. Afgelopen weekeinde hebben we een eerste proef gedaan met 236 wafers per uur, met een *overlay* van één nanometer.'

Naarmate Van den Brink er langer over praat, is hij feller over het onderwerp. 'Het is voor ons een groot thema. Doen we niet aan betrouwbaarheid, dan verdampt de waarde van onze productiviteit', schetst hij het dilemma. 'Een chipfabriek is als een snelweg. Op het moment dat de hele fab zit met wafers en de snelheid hoog is, ontstaat er bij een kleine disruptie al een grote file. In betrouwbaarheidsproblemen zijn we niet goed genoeg. Dat mag je kleuren zoals je wilt. Maar wij leggen onszelf zeer agressievere targets op door het pushen van de productiviteit. We zijn in die zin niet goed genoeg dat we de targets die we ons stellen, namelijk een uptime van 95 tot 97 procent, halen. Dus daarom zeg ik: dat is een probleem waar we aan moeten werken.'



# Your partner for outsourcing high-tech systems and modules



Co-operation is key when strategically outsourcing the value chain to a system supplier. AAE lets you focus on your core competencies and supports product design and development from the concept stage all the way to serial production.

**AAE bv**, Helmond, the Netherlands, Tel: +31 (0)492 541861, [www.aebv.com](http://www.aebv.com)



AAE The Art of Mechatronics





**Is dat een reden waarom er het afgelopen jaar zo veel mensen uit R&D naar klanten gingen?**

‘Dat is nooit anders geweest. Dat is de reden waarom ik dit bedrijf zo leuk vind. Wij sturen ze massaal. Elke keer als iemand roept: ‘Martin, ik heb jouw mensen nodig’, dan zeg ik gelijk: ‘Gaan.’ Met name omdat ontwikkelaars daar zelf ontzettend veel baat bij hebben. Iemand die drie maanden meegaat om een machine te installeren, komt terug met kennis die ik hem hier in Veldhoven niet kan geven.’

‘Voorbeeldje: voor onze *power amplifiers* gebruiken we al sinds jaar en dag Mosfets. Die bleken vaker door te branden. Door de productiviteitsverhogingen kregen de spoelen een hogere spanning. In een chipfabriek zitten die power-Fets in een elektronicakabinet dat tien meter lager staat dan de waferscanner. Regel je boven de machine af en een power-Fet brandt door, dan moet je heel vaak van boven naar beneden voor je erachter bent waar de fout zit en dat ding uitgewisseld is – cleanroompak aan, cleanroompak uit, cleanroompak aan. Het klinkt flauw, maar als dat via de standaard servicekanalen gaat, moet het over tien schijven voordat het in de hoofden van onze engineers zit. Dan ga je het zelf maar doen. Overigens hebben we de diagnostiek sterk verbeterd en staan op het punt IBGT-poweramps te gebruiken waarmee we de foutkans van twee naar één procent verwachten terug te brengen.’

**‘Bij ons mag het wat kosten, maar als we niet uitkijken, dan prijzen we onszelf uit de markt’**

**Maar was de exodus van engineers uit Veldhoven over de wereld niet relatief groter het afgelopen jaar?**

‘Wij hebben altijd, altijd, in elke fase van het bedrijf, of het nu 150 mm, 200 mm, 300 mm, g-line, i-line, 248 nm of 193 nm is, op grote schaal engineers naar buiten gestuurd. Daar hoorde ik zelf ook bij. Afgelopen jaar waren er twee redenen. We kwamen uit de *downturn* van 2009 en hadden gewoon te weinig medewerkers om de *upturn* te bemensen. We kregen wat mensen betreft de *ramp-up* niet voor elkaar. Toen hebben we gekeken waar we nu die ontwikkelaars het beste konden inzetten. In de fabriek of om problemen op te lossen? We hebben toen mensen die *installs* deden, teruggestuurd en in de fabriek gehouden en met R&D-mensen de operatie uitgebreid. Dat hebben we inderdaad nog niet eerder op die schaal gedaan. Dat was niet alleen vanwege de machineproblemen, maar met name doordat we de resources niet hadden voor het uitzonderlijk sterke marktherstel.’

**Controle houden en overdragen**

De complexiteit van ASML's organisatie groeide het afgelopen decennium onstuimig. Het aantal R&D-medewerkers nam de afgelopen tien jaar toe van veertienhonderd tot drieduizend. Het aantal machinelijnen groeide en ook de complexiteit van deze machines rees de pan uit.

Als we het hebben over de groeiende complexiteit, zegt Martin van den Brink: ‘Complexiteit is een van onze grootste vijanden. Oplossingen moeten simpeler, niet ingewikkelder dan nodig.’ Hij zapt terug naar 1984, toen hij net startte met werk aan de stepper. De jonge Van den Brink had een nieuwe beeldsensor bedacht en toog daar apetrots mee naar Gijs Bouwhuis van het Natlab. Bouwhuis, bedenker van het stepper-alignmentsysteem, zette de jonge ingenieur op zijn plaats: het moest simpeler, anders werkte het niet.

Van den Brink: ‘Tegen mijn engineers zeg ik ook steeds: ‘Maak het simpeler, maak oplossingen eenvoudiger.’ Dat betekent dat we ons meer moeten beperken tot het systeemniveau. Ik heb mensen nodig die op globaal niveau subsystemen aan elkaar kunnen linken. Mensen die zowel breed kunnen denken om subsystemen te integreren, als begrijpen wat een leverancier technologisch aankan.’

Van den Brink wijst naar de onderdelen die over zijn tafel verspreid liggen. ‘Allemaal voorbeelden van dingen die mislukt zijn, succesvol zijn of dat nog moeten worden. Leveranciers zullen een groter deel van die verantwoordelijkheid moeten pakken en daarmee boven zichzelf uitgroeien naarmate ze meer systeemkennis opdoen. Zo zijn er leveranciers die nu de wafer handling voor ons proberen te verbeteren. Wij kunnen ons dan richten op het totaal, waarbij we de complexiteit van het systeem proberen te beheersen en dus versimpelen. Dat is een trend die in de toekomst meer en meer prioriteit zou moeten krijgen.’

Daar horen we toeleveranciers over morgen. ASML's intentie is meer verantwoordelijkheid bij hen te leggen, maar zij constate-





# HEIDENHAIN

## Hoeveel miljoen functies passen er morgen op een microprocessor?

Waar functionaliteit en kosten tellen, mag geen plekje onbenut blijven. Dat geldt ook voor wafers. Steeds kleinere structuren op steeds grotere formaten: Deze schijnbare paradoxale eisen zorgen voor een optimaal gebruik. De eisen die gesteld worden aan lengte- en hoekmeetsystemen luiden daarom als volgt: De hoogste nauwkeurigheid en de kleinste resoluties bij steeds grotere meetbereiken. Een voorwaarde waaraan voldaan wordt door de meettechniek van HEIDENHAIN, want door voortdurend onderzoek en permanente ontwikkeling zijn wij vandaag al gereed om de schijnbare tegenstellingen van morgen op te lossen. HEIDENHAIN NEDERLAND B.V., Postbus 92, 6710 BB Ede, Tel.: (0318) 581800, Fax: (0318) 581870, [www.heidenhain.nl](http://www.heidenhain.nl), E-Mail: [verkoop@heidenhain.nl](mailto:verkoop@heidenhain.nl)

Hoekmeetsystemen + Lengtemeetsystemen + Contourbesturingen + Digitale uitlezingen + Meettasters + Impulsgevers



ren ook dat de hogere managementlagen bij ASML het roepen, maar dat ASML's engineers controle willen houden. 'Dat zou goed kunnen, maar van dat gemor ben ik niet zo geweldig onder de indruk. We hebben onlangs onze wereldwijde supplier meeting gehad. Daar heb ik het niet gehoord. Leveranciers zijn erg tevreden met de business die ze hebben bij ASML. We proberen zo veel mogelijk verantwoordelijkheid bij toeleveranciers te leggen. Mensen zoals ik verhogen ook de druk om zaken zo snel mogelijk los te laten. Maar we hebben diverse voorbeelden waarbij we de zaak loslaten en de problemen toemenemen. Dat spanningsveld tussen controle houden en controle overdragen hoort denk ik principieel bij overdrachtsprocessen. Het is dan geen zaak om erover te morren, maar om de zaak actief te managen. Daar houd ik me voor een deel mee bezig. We hebben zowel goede als slechte voorbeelden, maar ik ken geen leverancier die op dit moment, op dit punt, tekort is gekomen.'

**Een van jullie toeleveranciers zegt tegen ons dat een ontwikkelproces dat ze samen met Fei hebben gedaan veel soepeler ging dan de ontwikkelingen met ASML.**

Beslist: 'Dat zou kunnen. Ik denk dat wij inmiddels ook de ziekte hebben van een grote organisatie, waarbij op een aantal punten misschien meer *checks and balances* zitten dan nodig.'

**Iemand zei ons dat hij elf handtekeningen nodig had voor hij aan de slag kon voor ASML. Dat is nogal wat.**

Van den Brink grijpt een stapel opdrachtformulieren van zijn bureau waar zijn handtekening nog onder moet, bladert erdoorheen, pakt er een velletje uit en grapt: 'Dit is geen opzette, maar als ik hier mijn handtekening onder zet, dan is dat nummer vier. O, deze is van Philips, die zullen we maar dicht laten, ha ha.'

**Maar we nemen aan dat al die mensen geen onzin praten?**

'Nee, dat is niet helemaal onzin. Dat is een probleem voor ons. We hebben moeite met de juiste balans en de juiste controle. Je zult ook verhalen horen over hoeveel geld wij over de balk smijten doordat wij te weinig controle hebben over zaken. Ook die verhalen bestaan.'

**Eerlijk is eerlijk: jullie krijgen ook heel veel complimenten.**

'Bij ons mag het wat kosten. Dat hoor je ook. Maar kosten is een van de gevaren die op de loer liggen. Als we niet uitkijken, prijzen we onszelf uit de markt. Niet zozeer ten opzichte van de concurrentie als wel dat onze oplossingen niet voldoende kostenvoordelen geven om te krimpen. Daar zit ons gevaar.

Van den Brink komt vanzelf op ASML's nieuwe rol: dat van een machinebouwer die niet alleen marktleider is maar ook een partij om wie chipfabrikanten niet heen kunnen als ze de meest geavanceerde productietechnologie willen. Hij zegt zich danig bewust te zijn van de situatie. Maar duidelijk is ook dat deze rol hem niet lekker zit. 'De klanten worden ook nerveus omdat er maar één leverancier is waar ze aan overgeleverd zijn. Elke prijs die ASML vraagt, moeten ze betalen. Zo voelen ze dat. Ik had vanochtend een telefoongesprek met een grote klant. Hij zei: *'You are taking me hostage with a machine.'* Ik zei: 'Dat heb je helemaal verkeerd begrepen.' Daar moeten we ons als marktleider bewust van zijn. We moeten het probleem van onze klanten tot ons nemen. Als hij zegt: 'Je bent te duur', dan moeten we daarmee bezig zijn.'

ASML is goed in oplossingen bedenken. Oplossingen moeten echter ook kosteneffectief zijn en dat is vaak een spanningsveld, zegt Van den Brink. Om dat te ondersteunen, wijst hij naar een titanium onderdeel voor hem op tafel. Het ding, dat bijna in een ei past, blijkt laag voor laag te zijn opgebouwd. Retorisch: '3D opgebouwd titanium, dan zal het wel een heel belangrijke functie zijn, of niet? Nou, daar gaat gewoon water doorheen. Dit ding kost, het is ongelofelijk, vijfhonderd euro. Voor mij geen reden om daar een *big deal* van te maken. Maar in feite vind ik het waanzin. Dat je voor zo'n eenvoudige functie zo veel maaktechnologie uit de kast moet halen. Dat moet toch eenvoudiger kunnen? Dit patroon zit door onze hele machine en leverancierketen. Daarom denk ik dat wij, met onze leveranciers, onze machines nog veel goedkoper kunnen maken.'

**Het kan dus anders?**

'Ik denk het wel. Maar daarvoor moeten we met die mensen gaan praten. Er zijn gedetailleerde redenen waarom dit onderdeel is zoals het is. Ik zal ze achterwege laten, maar ik ben ervan overtuigd dat het anders kan. Daar ben ik nou de meeste tijd mee bezig als ik niet in *corporate reviews* zit: achter dit soort dingen aanjagen, op een wat forser niveau. Leveranciers klagen wel eens over wat ASML allemaal wil. Dan zeg ik: 'Als jij een beter idee hebt, vertel het dan.' Maar veel leveranciers vinden het helaas fijn zoals het gaat. Met name de lokale

leveranciers in Brabant zouden deze handschoen vaker moeten oppakken en hun korte afstand met ASML moeten uitbuiten. Want waar moeten wij anders heen dan naar Brabant om dit te maken? Het gaat om simpele oplossingen. We moeten zorgen dat we minder complexe oplossingen bedenken.'

Hij wijst naar de grabbelton op zijn tafel: 'Moet je kijken. Daar ligt nog een drama.' Van den Brink laat een transparant vorm-

## 'Met name de lokale leveranciers in Brabant zouden deze handschoen vaker moeten oppakken en hun korte afstand met ASML moeten uitbuiten'

deel zien en vraagt uitdagend: 'Mag jij bedenken wat dit is.' Als de journalisten het niet weten, zegt ASML's technologische brein cynisch: 'Dit was een wedstrijd tussen leveranciers van Zerodure: een product bedenken waar de meeste uren Zerodure-bewerken in zaten. Ik krijg de tranen in mijn ogen als is ernaar kijk.'

Dan pakt hij een klein blokje met de uiteindelijke versie. Er prijkt een stickertje 'Heidenhain' op. 'Deze is goed. Dat zie je gewoon. Daar hoeft je helemaal niet meer over te lullen.' Dan steekt hij de hand in eigen boezem: 'Dit wordt veroorzaakt doordat mensen van ASML specificaties naar de toeleverancier gooien. Zij leggen de lat hoog neer: de leverancier moet over twintig meter springen. Hij springt wel, maar komt met zijn snufferd tegen de paal en krijgt een bloedneus. Verder gebeurt er niks.'

Het onderdeel waarnaar Van den Brink verwijst, blijkt een optische sensor te zijn die deel uitmaakt van een EUV-afbeeldingssysteem. Heidenhain is er volgens hem in geslaagd om dit project tot een goed einde te brengen omdat het het project naar zich toe heeft getrokken en de leiding heeft genomen. 'Het moest voor een redelijke prijs en reproduceerbaar. Dat kon alleen door een aantal van die ASML-specificatiemensen aan de zijlijn te zetten.'

**Het is wel duidelijk dat de interface tussen ASML en toeleveranciers beter kan.**

'Absoluut. Maar dat is niet alleen een verantwoordelijkheid van ASML. Ik ontken de problemen niet. Sinds jaar en dag zeg ik tegen leveranciers: 'Als er een probleem is, meld dat dan bij mij.' Ik beweer dat ik persoonlijk achter elk issue aan ga. Het klinkt een beetje flauw, maar die mensen komen nooit en ze hebben ook allerlei redenen om het niet te doen.' Wijzend op het titanium



onderdeel: 'Als je zo'n moeilijk ding maakt, wat niemand anders kan, dan ben je van nu tot het hiernamaals klaar. Wij bestellen dat gewoon. Zij zijn de enigen die het kunnen.'

'Je hoort mij niet klagen over de leveranciers. Sterker nog: ik denk dat de leveranciers van ASML een essentieel onderdeel zijn van onze *capability*. Dat is geen flauwekulverhaal of omdat ik zo nodig iets geweldigs moet zeggen over onze leveranciers, maar ik besteed een substantieel onderdeel van mijn tijd aan ze.'

**Misschien zou het toch beter zijn als toeleveranciers iets vrijer hun problemen bij jou op tafel kunnen leggen.**

'Dat kunnen ze. Ik ken ook geen geval van misbruik. Zoals je weet, hebben we een aantal jaar geleden een boost gegeven aan onze *industrial engineering*. Dat hebben we ook opgetuigd met *supplier engineering*. We zijn daar vorig jaar mee begonnen. De effectiviteit van die club zal nog verder omhoog moeten. Sikko (Wittermans, die onlangs overstapte van Océ naar ASML, RR) gaat dat binnenkort leiden. Wij zijn ermee bezig. Het is niet zo dat we tevreden zijn over hoe we met onze leveranciers omgaan. Dat zal ik niet gauw zeggen. Het is ook heel moeilijk.'

## 'Wij kunnen de complexiteit van onze interface met toeleveranciers op systeemniveau aanmerkelijk versimpelen en de stress verminderen'

**In hoeverre spelen menselijke aspecten een rol? Bij ASML staan de mensen onder hoge druk, ze moeten op tijd leveren en vinden het moeilijk om iets uit handen te geven.**

'De druk op dit bedrijf, op onze engineers, is groot. Maar het is in ASML's belang én in het belang van onze engineers individueel om meer klussen kwijt te kunnen buiten het bedrijf. Incidenteel hoor ik dat mensen dingen vasthouden. Meer op afstand blijven is voor engineers ook moeilijk als ze jaren met de details bezig zijn geweest.'

Na Philips is ASML in Nederland het bedrijf met het hoogste researchbudget, leveranciers niet meegerekend. De drieduizend R&D'ers die op dit moment bij de Veldhovense machinefabrikant werken, slaan samen een budget stuk van 160 miljoen euro per kwartaal. 'Er zijn jaren geweest dat ik zei: 'Dat kunnen we helemaal niet managen, zo'n groot aantal.' Hij onderstreept dat ASML in een proces zit om zijn R&D anders aan te sturen.

**Leveranciers gaan daar een belangrijke rol spelen?**

'Ik denk dat wij de complexiteit van onze interface met elkaar, op systeemniveau, aanmerkelijk kunnen versimpelen en de stress kunnen verminderen. De stap van onmogelijke naar maakbare sensor gaat sneller als de leverancier *in charge* is. De grote truc is om dat zo te doen dat we beiden voordeel hebben. Dat klinkt heel evident, maar in de praktijk is dat heel moeilijk. We zijn bij ASML grootgebracht met uitbesteden. Als we het zouden moeten maken zoals Nikon en Canon dat jaren hebben gedaan, dan explodeert het bedrijf. We hebben nu al zeer omvangrijke afdelingen met engineers die eigenwijs zijn tegen leveranciers. Dat wordt alleen maar erger

## Natuurlijk kan de minister best zelf autorijden

Topbestuurders weten dat je niet alles wat je zelf kán doen, ook zelf móet doen. Als je een bedrijf of een land of een ministerie moet besturen, kan het heel verstandig zijn om bijvoorbeeld het besturen van je auto aan een ander over te laten. Als NTS-Group worden wij zo vaak ingezet door opdrachtgevers die ónze specialisten en productiefaciliteiten benutten voor het bereiken van hún doelen. Spreekt u dat aan? Wij maken graag een afspraak voor een nadere kennismaking. [www.nts-group.nl](http://www.nts-group.nl)

*De NTS-Group is een keten van bedrijven in Nederland, Tsjechië, Israël en China. Gespecialiseerd in het ontwikkelen en bouwen van opto-mechatronische systemen en modules.*



### Accelerating your business



als we daar geen natuurlijke druk tegenover zetten en zeggen: 'Jongens, die leveranciers kunnen een aantal dingen veel beter dan wij dat kunnen.' Het sterke punt van ASML is dat we niks maken en het zwakke punt van ASML is dat we niks maken. We hebben weinig mensen met verstand van productie. We schalen nu onze engineering in de toeleverketen op. We hevelen zaken over. Daar zijn we actief mee bezig.'

Van den Brink zoekt een voorbeeld en haalt een optisch onderdeel van zijn kast: een kwartsglazen beschermkap van de calciumfluoridelenzen die ASML bij de eerste 193-nm-immersiescanners gebruikte. 'Dat is ook een fantastisch verhaal', zegt hij. 'Dit is niet te doen.' Het onderdeel ter grootte van een asbak is gemaakt bij ASML Optics in het Californische Richmond (voorheen SVG, begin dit jaar verkocht aan Zygo). 'Ik had de gewoonte om elk jaar bij die mensen langs te gaan. Op het moment dat ze dit moesten maken, stonden ze met tranen in de ogen. Waarom? Ze zaten elke dag met Veldhoven aan de telefoon. Daar schreven ze specificaties waar ze in Richmond van zeiden: 'Dit kunnen we helemaal niet maken.' Onze mensen hadden daar geen begrip voor. Die waren ook in een paniekstemming; dit moest voor elkaar komen.'

Hij zegt het voorbeeld te noemen omdat het een afgesloten hoofdstuk is. 'Dit speelde geheel binnen ASML, maar het gebeurde bij leveranciers ook. Onze engineers hadden aan de telefoon helemaal geen gevoel voor wat er aan de andere kant gebeurde. Op zo'n moment kies ik de kant van degene die achter de draaibank staat. Omdat de balans in de discussie te theoretisch is en te weinig rekening houdt met degene die dat moet vertalen in iets tastbaars. De balans tussen specificaties en maakbaarheid is een van de grootste issues die we vandaag hebben. A, om überhaupt de specificaties voor elkaar te krijgen en b, om het ook binnen een redelijke kostprijs te krijgen. In die strijd kies ik over het algemeen de kant van degene die achter de draaibank staat. Daar ben je altijd beter mee af.'

**Laatste vraag: hoe groot is de ramp voor ASML als EUV, om wat voor reden dan ook, toch niet van de grond zou komen?**

'Wat als Griekenland naar de klote gaat? Hoe groot is de ramp als ING omvalt? Ik heb geen idee. Die ramp is oneindig groot, zou je kunnen zeggen. Maar de volgende vraag is: hoe groot is de kans?'

**Zou ASML ervan omvallen?**

'Nee. Je kent het verhaal. Intel heeft publiekelijk gezegd dat ze tot en met tien nanometer doorgaan met 193 nm als EUV niet werkt. In principe hoeft dat niet slecht voor ons te zijn, want dat betekent niks meer dan



een overtreffende trap in double patterning, naar meerdere belichtingen per laag.'

**Dat wordt wel duurder.**

'Niet noodzakelijkerwijs. In het begin hebben heel veel mensen gezegd: 'Double patterning is een probleem voor jullie.' Maar uiteindelijk was het geen probleem. Double patterning lost maar één ding op: de resolutie. Niet de productiviteit, niet de overlay. Dus we moeten nog steeds in overlay en productiviteit voldoende concurreren. Onze *installed base* is dermate groot dat in dat opzicht het bedrijf niet in gevaar komt. De ontwikkelkosten zijn dan natuurlijk afgeschreven, dat zou natuurlijk een behoorlijke klapper zijn, een *major event*. Maar het betekent niet het einde van de wereld. Misschien voor een aantal mensen die er jarenlang mee bezig zijn geweest, maar niet voor het bedrijf.'

Van den Brink is stellig en overtuigd van het slagen van EUV. 'We hebben orders voor

tien 3300-systemen, zes opdrachten voor de 3100. Vier zijn er uitgeleverd en vandaag (eind juni, RR) gaat nummer vijf weg. Als je uitrekent hoeveel klanten serieus EUV overwegen ... Allemaal zitten ze in de top tien, met meerdere systemen per klant. Dan kun je natuurlijk zeggen: EUV faalt. Theoretisch is die kans aanwezig. Maar het momentum

**'We zullen nog regelmatig over dikke problemen gaan praten; EUV blijft de komende tien jaar een uitdaging'**

is enorm. Klanten bouwen fabrieken, geven geld uit. Ze hebben consortia in Japan om de resistinfrastuctuur uit de grond te stampen. Het is een heel serieus gebeuren. Je ziet ook dat het een wereldwijd gebeuren is. Dus theoretisch kan het altijd en ik zeg je ook bij dezen: we zullen nog regelmatig over dikke problemen in EUV gaan praten de komende maanden en jaren.

EUV blijft de komende tien jaar een uitdaging. Dat is nou net het leuke eraan. Als EUV helemaal klaar was over twee, drie jaar ... Maar ook de concurrentie zal niet stil blijven zitten. Je zult zien dat Nikon met iets komt tegen die tijd. Dus moeten we waarde toevoegen voor die klant, want als de problemen over zijn ...' ■



# Technolution

Oplossingen realiseren die nog nooit eerder gecreëerd zijn. Dit vergt innovatief vermogen, creativiteit en een vooruitziende blik in een industriële context. Onze organisatie beschikt over slimme denkers, die nieuwe inventieve ideeën ontwikkelen en ervaren doeners, die deze omzetten in nauwkeurige, betrouwbare oplossingen. Van diverse markten thuis kunnen we uw eisen en nauwkeurigheden omzetten tot robuuste componenten en producten.

[www.technolution.eu](http://www.technolution.eu)



Being an expert in ultra precision metrology and air bearing technology, IBS Precision Engineering has provided unique applications to guarantee and improve the performance of ASML machines and production processes and of their international network of suppliers.

Provided services include:

- Design and realization of qualification and test tools
- On-site analysis and R&D
- Ultra precision metrology systems
- Air bearing components



Romex levert ESD en cleanroom inrichting met o.a.:

- Terra hard en softwall cleanrooms
- Terra laminar flow kasten
- Metro draadstellingen en trolleys
- Terra stikstofopslagkasten
- ESD verbruiksmaterialen
- Weller soldeersystemen
- Henkel/Loctite electronica produkten
- Arlink en Viking ESD/cleanroom werktafels
- Romex ESD en cleanroom gietvloeren in eigen beheer

[www.esd.nl](http://www.esd.nl)  
[www.cleanroom.nl](http://www.cleanroom.nl)  
[www.romex.nl](http://www.romex.nl)

# ERIKS

## aandrijftechniek

ERIKS Aandrijftechniek Schoonhoven (voorheen Elmeq) is all round in Motion Control; roterend, lineair en combinaties van beide. Van hoogwaardige standaardoplossingen tot perfect maatwerk in motion control, engineering en service. Dat is in een paar woorden onze kracht. Schakel onze experts tijdig in bij uw nieuwe aandrijfproject. Dan profiteert u maximaal van onze kennis en kunnen wij u de beste oplossing adviseren.

[www.elmeq.nl](http://www.elmeq.nl)

**Uw toekomst hangt ervan af.  
die nog nergens zijn gerealiseerd.  
Met wie gaat u aan tafel om de  
Met specialisten waarvan u wilt  
geholpen een wereldwijd markt**



De Tegema Group is een multidisciplinaire projectenorganisatie op het gebied van product- en systeemontwikkeling, productieautomatisering en bedrijfsmechanisatie. Tegema ontwikkelt, innoveert en realiseert oplossingen voor haar klanten in de brede markt van Hightech Systems, Medical Technology en Automotive.

Zowel haalbaarheidsonderzoeken, conceptontwikkeling, value-engineering als de ontwikkeling van tooling en testmiddelen zijn bij Tegema in goede handen. Steeds met een sterke focus op kwaliteit, veiligheid en verantwoorde keuzes in relatie tot mens en milieu.



**maxon motor**

**driven by precision**

Het maxon productprogramma is modulair opgebouwd en bestaat uit zowel borstel als borstelloze DC-motoren met een ijzerloze maxon-wikkeling, platte motoren met een ijzeren kern, planeet-, tandwiel- en speciaal aandrijvingen, encoders en besturingselektronica.

maxon motor is wereldwijd marktleider op het gebied van precisieaandrijvingen en –systemen tot 500 watt. maxon motor staat voor klantspecifieke oplossingen, maximale kwaliteit, innovatiekracht en een wereldwijd netwerk. Test ons!

[www.maxonmotor.nl](http://www.maxonmotor.nl)

**Van eisen en nauwkeurigheden  
wordt. Elke nanometer telt.  
Wat voor elkaar te krijgen?  
Ziet dat ze hun klant hebben  
marktleiderschap te verwerven.**

**RENISHAW**   
**apply innovation™**

Renishaw offers non-contact precision position feedback systems for a diverse range of linear and rotary motion applications. TONiC™ is a super-compact optical encoder that operates at speeds up to 10 m/s with resolutions to 1 nm. Signal purity and stability are enhanced by dynamic signal processing, providing ultra-low Sub-divisional Error of typically  $\pm 30$  nm. Excellent velocity control, significantly reducing vibration; a must for axes that move fragile, expensive silicon wafers!

 **VIRO** engineering

Als middelgroot ingenieursbureau met bijna 500 medewerkers biedt VIRO engineering haar opdrachtgevers uit diverse industriële sectoren een zeer uitgebreid dienstenpakket aan vanuit een zevental vestigingen in Nederland en Duitsland. De combinatie van gespecialiseerde engineers en multidisciplinaire projectmanagers maakt VIRO engineering tot een sterke partner voor zowel kleinere ondernemingen als voor multinationals. Ambitieuze technici van MBO+, HBO of WO-niveau vinden bij ons een uitdagende werkomgeving met volop ruimte voor groei en individuele ontwikkeling.

[www.viro.nl](http://www.viro.nl)



Besides high precision manufacturing Reliance also offers assembly services supported by extensive cleaning facilities, which are suitable for high-vacuum systems, mechanical and electro-mechanical systems and integration of optics and lasers. Our skilled personnel are capable of assembly and measurement to sub-micron levels. This degree of precision puts Reliance at the forefront of assembly and test for today's cutting edge products.

**MINIMOTOR** Benelux  
Miniature Drive Systems  
 **FAULHABER**

MINIMOTOR Benelux staat als filiale van de FAULHABER Groep, in voor de verkoop van haar producten in de Benelux.

Het productengamma elektrische servo-komponenten met een vermogen tot enkele honderden Watt omvat DC-micromotoren mét en zonder borstels, miniatuur stappenmotoren en lineaire motoren, bijhorende tandwielkastjes, tacho's, encoders, drivers en motion controllers. Het gamma wordt gekenmerkt door een maximale vermogen/volume verhouding, uiterst hoog rendement, precisie en levensduur.

Naast standaard producten levert Minimotor Benelux ook speciale uitvoeringen aangepast aan de meest veeleisende applicaties.



# Bits&Chips

## Start-bits

### NO WIRES NEEDED

**KLAAR VOOR 54 MBIT/S**  
Het Blichvessens bedrijf No Wires heeft de klus met de ontwikkeling van een op ASB gebaseerde controller voor gebaseerde controller voor draadloze Ethernet met snelheden van 54 Mbps en hogere. Directeur Ruus van der Hoek vertelt dit jaar nog producties te verwachten.

### INTELLON DEMO-STRUMENT 11 MBIT/S VIA STROOMDRADEN

Intellon heeft een demo-instrument voor het gebruik van de van 11 Mbit/s. Het bedrijf claimt daarmee de eerste te zijn.

### VIRTUELE ELEKTRONICA NAAR REÛS

Paragon, de Amerikaanse fabrikant van de afbeelding, heeft een virtuele elektronica ontwikkeld voor de productie van ASIC's. Het bedrijf claimt daarmee de eerste te zijn.

### Bits&Chips

De laatste nieuwsbrief van Bits&Chips is nu beschikbaar. Het is de laatste nieuwsbrief van Bits&Chips.

## Philips en Connect One demonstreren embedded internet Programmeren via e-mail

Philips Semiconductors en het Israëlische bedrijf Connect One hebben op de Embedded Systems Conference in het Duitse Neurenberg elektronica gedemonstreerd die via internet contact houdt. De demo houdt een 16-bit controller van Philips in combinatie met de Chip van Connect One. De Chip is de staat om zelf de internetprovider te bellen en via e-mail gegevens van verzamelde data uit het controller-geheugen te sturen. Het programmeren is mogelijk terwijl de elektronica in bedrijf is. 'Simplex door de Chip' wordt er aan toegevoegd. 'De nieuwe code is een attribuut van de Connect One, wordt ontwikkeld door de Philips Semiconductors. Het is een van de vele oplossingen op gebied van e-mail.'

## ASML zet hoog in op optiek

ASML kondigde het laatste jaar samenwerkingsverband aan voor de ontwikkeling van lithografietechnologie voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm. De samenwerking wordt voortgezet met de ontwikkeling van de 157 nm lithografie. De samenwerking wordt voortgezet met de ontwikkeling van de 157 nm lithografie. De samenwerking wordt voortgezet met de ontwikkeling van de 157 nm lithografie.

# Tien jaar terugblikken

Over de impact van informatietechnologie merkte Bill Gates ooit op: in enkele jaren gebeurt er schijnbaar niets, maar na een decennium ziet de wereld er totaal anders uit. Dat geldt ook voor lithografie, het basisproces voor de fabricage van chips, die op hun beurt de vooruitgang in de IT dirigeren, van servers tot digitale assistenten, in de vorm van exponentieel groeiende rekenkracht en opslagcapaciteit.

Een Bits&Chips-interview met Martin van den Brink uit 2000 maakt duidelijk wat tien jaar lithografie ontwikkeling betekent. Op dat moment was litho met elektronen nog een serieuze optie voor IC-massafabricage. Amper een jaar later haalde ASML een streep door zijn samenwerking met Applied Materials voor elektronenlithografie. Eind 2003 schrapte het een hele optische technologie: de eerste full-field Micrascan die bij Imec in Leuven zijn eerste plakken belichtte op 157 nm kon naar het schroot door het succes van 198-nm-immersietechnologie.

Tien jaar later een totaal andere wereld? Ach, voor hetzelfde geld kunnen we zeggen dat alles bij hetzelfde bleef. De regel dat er altijd meer rek zit in elke lithotechnologie dan iedereen aanvankelijk denkt, bewees ook de 198-nm-generatie op een verbluffende manier. Van den Brink, destijds directeur marketing en technologie, hield het in 2000 voor mogelijk dat 35-nm-details met 198-nm-laserlicht te produceren waren. Dat is inmiddels ruim overtroffen. In tussen fabricceert de industrie met de golflengte 32-nm-chips met een enkele belichting en is 22 nm en kleiner met meervoudig belichten haalbaar.

In het interview uit 2000 zegt Martin van den Brink: 'In Veldhoven gaan we de komende jaren doen alsof optische lithografie het eeuwige leven heeft.' Tien jaar later is het volkomen duidelijk dat die visie, focus en vastberadenheid tot een doorslaand succes heeft geleid. Het hele verhaal nogmaals afdrucken leek ons de beste manier om dit te demonstreren.

## Nieuwe generatie technologieën voorlopig alleen als noodscenario

De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd. De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd. De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd.



Foto: M. van den Brink, Philips Semiconductors

De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd. De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd. De ontwikkeling van nieuwe generatie technologieën voor de productie van halfgeleiders met een grootte van 157 nm wordt vertraagd.

Foto: M. van den Brink, Philips Semiconductors





Martin van den Brink, vicepresident marketing en technologie bij ASML, met een kristal calciumfluoride.

### Prototype 157-nm-step-en-scanner in 2003

# Nieuwe generatie technologieën voorlopig alleen als noodscenario

René Raaijmakers

**A**SML blijft hoog inzetten op optiek. 'In onze eigen R&D zullen we de komende jaren net doen of optiek het eeuwige leven heeft', zegt Martin van den Brink, vicepresident marketing en technologie bij ASML. 'Onze mensen hebben verstand van optiek, willen alleen optiek en verder bestaat er helemaal niets. We zullen de komende jaren agressief investeren om het uiterste uit refractieve optische lithografie te halen.'

Om dat te doen, moeten de R&D-inspanningen fors groeien. Dit jaar zal het R&D-budget van ASML naar schatting tweehonderd miljoen euro bedragen en verder groeien met een toenemende omzet. ASML's technische staf kan mogelijk in drie jaar tijd van de huidige dertienhonderd medewerkers naar tweeduizend in 2003 groeien.

Momenteel versnelt het tempo waarmee nieuwe technologie in chipfabrieken wordt geïntroduceerd. Eind vorig jaar stapten chipfabrikanten al over op 0,18-micron-productietechnologie, terwijl de wet van Moore massaproductie met deze details voorspelt in 2001.

Jarenlang gold de vuistregel dat het niet mogelijk was om details af te beelden kleiner dan de golflengte van het licht. Er zijn echter optische technieken ontwikkeld waarmee onderdelen op chips zijn vorm te geven die ver beneden die golflengte liggen. Dit soort technieken bepalen momenteel voor een belangrijk deel de reikwijdte van optische lithografie.

De huidige wafersteppers gebruiken licht met een golflengte van 248 nanometer uit

een KrF-laserbron. Daarmee worden al enkele jaren details van 0,25 micrometer in de fotolak op wafers afgebeeld. Met behulp van *off-axis illumination* gebruiken chipfabrikanten nu dezelfde steppers en dezelfde laserbron om details van 0,18 micron vorm te geven. Met *optical proximity correction* (hierin is ASML-dochter Masktool marktleider) en geavanceerde *phase shift*-maskers is 248-nm-lithografie zelfs op te rekken tot 0,13-micron-details. Verschillende chipfabrikanten hebben aangekondigd volgend jaar 0,13-micron-technologie in massaproductie te willen nemen. 'We kunnen zelfs niet uitsluiten dat KrF-steppers 0,1 micron zullen doen', zegt Van den Brink.

CMos-productietechnologie voor 0,1 micron (100 nm) is in het laboratorium al



volop in ontwikkeling. De huidige verwachting is dat daarvoor een 193-nm-argonfluoridelaserbron nodig zal zijn. Van den Brink: 'Met argonfluoridelasers en phase shift-maskers zullen we zeker tot beneden 0,1 micron komen.' Het is inmiddels duidelijk dat 193-nm-technologie haalbaar is. ASML demonstreerde in september 1998 als eerste een dergelijke stepper.

Optische lithografie bij 157-nm-licht wordt wel gezien als de laatste stap die licht en lenzen zullen zetten. Maar het is nog niet honderd procent zeker of deze technologie haalbaar is. 'Zoals we het nu zien, zal de chipindustrie NGL-technieken toepassen vanaf 50 nm', zegt Luc Van den hove, directeur silicium processtechnologie bij het Vlaamse researchcentrum Imec in Leuven. 'Veel bedrijven denken dat 157 nm het gat kan overbruggen naar NGL-technieken.'

Het Amerikaanse Sematech heeft een programma voor 157-nm-technologie. Afgelopen januari werd een stepper van Exitech uit het Engelse Cambridge in de cleanrooms van Sematech geïnstalleerd. Dit experimentele apparaat heeft een fluoridelaser van Lambda Physik en een lens van Tropol.

ASML en partner Carl Zeiss maakten afgelopen zomer al bekend 157-nm-lithografie

haalbaar te achten. Samen met de Duitse lenzenfabrikant wil het Nederlandse bedrijf in de zomer van dit jaar een conceptstudie afronden. Prototype productiesystemen verwacht ASML in 2003. Het bedrijf onderstreept echter dat dit niet wil zeggen dat tegen die tijd alle problemen voor lithografie bij 157 nm zijn opgelost. De kans is groot dat er dan nog geen fotolak is voor 157-nm-licht en ook moeten metrologie, testmethodes, etstoestellen voor een 157-nm-proces worden ontwikkeld.

Om deze procesontwikkeling op elkaar af te stemmen, onderzoeken ASML en Imec de mogelijkheden voor het opzetten van een 157-nm-project. 'We hebben weinig tijd om hierover te beslissen; het tijdpad voor 157 nm is veel agressiever dan voor 193 nm', aldus Van den hove van Imec.

Mogelijk is 157 nm een technologie waarmee slechts één generatie chips zal worden gefabriceerd. Door de beperkte reikwijdte en de zeer hoge apparaatkosten neemt het commitment om in 157-nm-gereedschappen te investeren af. Alleen al het lenzensysteem voor een 157-nm-apparaat kost dertig miljoen dollar. Van den Brink: 'Toch sluiten we niet uit dat we met 157 nm zelfs tot op 35 nm komen.'

De onzekerheden voor de ontwikkeling van 157 nm – de laatste stap in de refractieve optiek – zijn ongekend. Maar zelfs als deze technologie het niet haalt, gelooft ASML niet in 100 nm als eindstation. 'Er is een mogelijkheid dat het gebruik van 193-nm-licht nog tot 70 nm is te rekken en volgende generatie technieken vanaf 50 nm worden ingezet', zegt Van den Brink. 'Onze primaire aanname is dat 157 nm nodig is voor de 70-nm-generatie.'

Het aantrekkelijke van 157 nm is dat dit lithografische gereedschap nog bij atmosferische druk is in te zetten, terwijl voor alle nieuwe generatie gereedschappen vacuüm vereist is. De grote uitdaging bij belichting met 157-nm-straling is het zuurstofvrij houden van de bundel, want zuurstof is niet transparant voor 157 nm. Van den Brink: 'We moeten het zuurstof tot in de miljoenste delen zuurstof verwijderen. Dat betekent dat we de machine moeten afschermen en in een gecontroleerde omgeving moeten onderbrengen. Daarvoor is een zeer intelligente spoeling (*purging*, RR) nodig. Tegen de tijd dat 157 nm op de markt komt, zullen steppers en scanners meer dan honderd 300-mm-wafers of zelfs 400-mm-wafers door de machine voeren.'

## VOLG ONS NAAR 'N MINUSCULE TOEKOMST

Imec creëert de toekomst. Letterlijk. Ons onderzoek naar nanotechnologie loopt 3 tot 10 jaar voor op de noden van de industrie. Wij trachten namelijk de bouwstenen van chips, transistoren, verder te verkleinen. Less is altijd more.

Behalve als het op nieuwe medewerkers aankomt. Want daar kunnen we er steeds meer van gebruiken. Klaar voor de uitdagingen van morgen? Bekijk vlug onze vacatures en ga voor een minuscule carrière.



**imec** Join us & Think Small

[www.thinksmall.be](http://www.thinksmall.be)





Het zuurstofvrij maken van de apparatuur vormt slechts één onderdeel in een grote rij uitdagingen. Een andere barrière vormt de constructie van het lenzensysteem. Kwarts voldoet niet meer bij 157 nm en daarom is 157-nm-lithografie aangewezen op puur calciumfluoride als lensmateriaal. Nog steeds zijn er slechts enkele fabrikanten die  $\text{CaF}_2$  met hoge kwaliteit kunnen produceren. Buiten Japan is tot nu toe alleen Schott daartoe in staat, met opbrengsten onder de tien procent.

Daarnaast zal het lenzensysteem uitermate complex zijn. Vorig jaar zomer bleek uit experimenten van ASML's partner Cymer dat het fundamenteel onmogelijk is om een bandgelimiteerde fluoridelaser te maken. Bij de huidige 248-nm-KrF-lasers is dit wel mogelijk: door een dispersief element in de laserholte te brengen, wordt alleen het laserlicht over een zeer smalle spectrale band versterkt.

Deze *narrow band*-versterking lukt alleen wanneer de eximeermoleculen in de tijdspanne dat het laserlicht in de laserholte reflecteert weer terug zijn in hun aangeslagen toestand en opnieuw een foton kunnen uitzenden. Het blijkt niet mogelijk om de golflengte van de laserbundel op deze manier in een zeer kleine spectraalband te dwingen.

Daarom willen apparatuurfabrikanten de kleurcorrectie met catadioptrische optiek bereiken. Van den Brink: 'Deze catadioptrische optiek hebben we echter nog nooit gemaakt.' Er bestaan drie concepten: twee met calciumfluoride lenzensystemen en een met spiegels. Canon, Nikon en ASML hebben een voorkeur voor de lenzensystemen omdat spiegels veel moeilijker zijn te stabiliseren. Het is deze aanpak die 157-nm-step-scanners peperduur zal maken. De schatting is dat één lenzensysteem voor een 157 nm-apparaat dertig miljoen dollar zal kosten.

Extreem uv, ook wel zacht röntgen, beschouwt ASML als een voortzetting van de ontwikkelingen in optiek. Refractieve optiek, op basis van lenzen, werkt niet meer voor deze golflengte. Lithobedrijven zijn aangewezen op reflecterende spiegels. EUV werkt met 13-nm-licht, de kleinste golflengte waarmee op dit moment reflecterende lagen te maken zijn voor optiek op basis van holle spiegels. ASML's partner Carl Zeiss is er al in geslaagd om spiegeloppervlakken te fabriceren die voldoen aan of zelfs beter zijn dan de eindspecificaties die gelden voor productiemachines.

Voor de ontwikkeling van EUV-projectiesystemen werkt ASML samen in het Amerikaanse Extreme Ultraviolet Limited Liability Consortium (EUV-LLC) met AMD, Motorola en initiatiefnemer Intel. De ontwikkeling van een optisch systeem geschiedt bij de Amerikaanse nationale laboratoria Lawrence Livermore en Sandia. TRW is verantwoordelijk voor de plasmalaserbron.

In Europese context werkt ASML met Carl Zeiss, Philips Research, TNO, Fom en Oxford Instruments aan de ontwikkeling van EUV-lithografie binnen Euclides (Extreme UV Concept Lithography Development System). Van den Brink: 'We streven ernaar om in 2003 een tech-



nologiedemonstratie te kunnen doen met een alfaprototype EUV-machine. In 2005 willen we een bètamachine voor proefproductie gereed hebben.' Een commerciële productiemachine ziet mogelijk in 2005 of 2006 het licht.

Voor EUV zijn er twee grote uitdagingen. Er zijn foutloze reflectieve maskers voor 13-nm-straling nodig. Binnen Euclides neemt het instituut Fom Rijnhuizen dit onderzoek voor zijn rekening. De eisen zijn zeer stringent. Het reflectieve oppervlak van de maskers bestaat uit een multilaagstructuur van vijftig verschillende lagen. Om met zulke maskers chips met details van 20 nm af te kunnen beelden, mag er op het maskeroppervlak van 100 mm bij 100 mm geen enkele coatingfout zitten.

Tweede uitdaging vormt de stralingsbron. Er zijn verschillende manieren om voldoende 13-nm-straling te genereren, maar de meest kansrijke is een laserplasmabron. Dit is een techniek waarbij een supersonische gasjet xenonatomen clustert. Door bestraling met een Nd:YAG-laser ontstaat een plasma dat 13-nm-licht uitstraalt. Tot op de dag van vandaag is er nog geen 13-nm-bron geconstrueerd die langer dan een dag functioneert. 'Maar deze technologie maakt vorderingen', aldus Van den Brink. Er is een groter probleem: de deeltjes die deze lichtbron genereert, tasten de multilaagcoatings op de spiegels aan. Het gevolg is een afnemende systeemtransmissie, toename van de belichtingstijden en een daling van de waferdoorvoer.

ASML wil het uiterste uit optische technologie halen, maar er bestaat een kans dat 157 nm en EUV het niet halen. 'Het risico is niet

nul dat we de boot missen. We kunnen niet garanderen dat optiek straks details onder de 70 nm zal afbeelden', zegt Van den Brink. Daarom werkt ASML in de joint venture Elith samen met Applied Materials om productiemachines op basis van Scalpels elektronenbundelprojectie te bouwen. Ook Lucent Technologies, Motorola, Samsung en Texas Instruments nemen deel aan de ontwikkeling van deze bij Bell Labs ontstane techniek.

De hindernissen bij afbeeldingstechnieken met geladen deeltjes zijn minstens even groot. De voornaamste bottleneck bij projectie met elektronen is de opwarming van de wafers gedurende de projectie. De silicium plak zet dan uit. Dat is lastig, want de patronen van de belichtingsstappen bij 70-nm-technologie moeten met een nauwkeurigheid van vijf nanometer over elkaar vallen. De opwarming bij blootstelling aan een elektronenbundel is bijna tien graden. En dat terwijl een temperatuurvariatie van 0,1 graad over een afstand van honderd millimeter op een silicium plak resulteert in een verplaatsing van 100 nm.

Bij elektronenbundels speelt tevens het inherente probleem van de ruimtelading. Dit betekent dat de doorvoer in elkaar zakt naarmate de details op chips kleiner worden. Scalpel maakt daarom alleen een kans om tegen optische technieken te concurreren als het zeer snel op de markt komt. De technologie zal zich vóór 2003 moeten bewijzen. Maar als Scalpel het haalt, dan kan het uitgroeien tot een geduchte concurrent voor optiek. ASML's inschatting is dat elektronenbundelsystemen in theorie goedkoper zullen zijn dan alle alternatieven. Van den Brink: 'Voor een commercieel Scalpel-systeem verwachten we bovendien veel lagere ontwikkelkosten dan voor EUV. Het ontwikkeltraject is veel agressiever. Wij denken dat onze joint venture Elith met Applied Materials over twee jaar al de haalbaarheid van Scalpel-technologie zal kunnen demonstreren.'

Wanneer het inderdaad zo is dat Elith de kosten van de Scalpel-machines in de hand kan houden, dan zal de technologie bij een kleinere doorvoer concurrerend kunnen zijn. Wanneer ASML echter de grote technologische problemen van EUV – de maskeropbrengst en voldoende levensduur van een plasmabron – kan overwinnen, dan zal het ongetwijfeld lukken om hiermee de grootste doorvoer van wafers te realiseren. Fotonen kennen immers geen interactie met elkaar, in tegenstelling tot geladen deeltjes.

ASML roept nu al dat 35 nm met refractieve optiek wellicht haalbaar is met 157-nm-straling en lenzen. Details van 35 nm zijn zo'n atomen breed. Daarmee is het voorstelbaar geworden dat nieuwe generatie lithografie met elektronen, ionen of zacht röntgen er nooit zal komen. ■





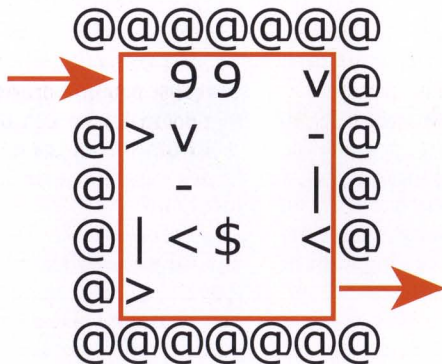
## De Befunge Busy Beaver

We introduceren hier een vereenvoudigde variant van de twee-dimensionale programmeertaal *Befunge*. Elke instructie bestaat uit één karakter, de instructiepointer kan zowel in horizontale richting, als in verticale richting door het programma heen lopen. Verder hebben een stack van signed integers (in eerste instantie een stapel nullen), waar we nieuwe variabelen bovenop kunnen pushen. De waarden op de stack kennen geen overflow.

### De hele instructieset die we zullen gebruiken is:

>	(rechts)	Programma pointer (PP) naar rechts
<	(links)	PP naar links
^	(op)	PP naar boven
v	(neer)	PP naar onder
	(spatie)	PP gaat door in de oude richting
9	(push 9)	Nieuwe variabele bovenop de stack met waarde 9
+	(1 erbij)	1 optellen bij de variabele bovenop de stack
-	(1 eraf)	1 aftrekken van de variabele bovenop de stack
\$	(pop)	bovenste variabele van de stack afhalen
\	(swap)	wissel twee bovenste variabelen van de stack
_	(horizontale if)	PP naar links als variable bovenop stack > 0, anders naar rechts
	(verticale if)	PP naar boven als variable bovenop stack > 0, anders naar onder
@	(einde)	Eindig het programma

Hieronder zie je een sleep-functie in het rode vierkant van 25 vakjes.



We komen linksboven onze functie binnen. Van begin tot einde loopt het programma 87 stapjes voordat het rechtsonder de functie verlaat.

Kun jij een functie maken in het rode vierkant die langer loopt dan bovenstaande functie, maar wel op dezelfde plek exit? Bij meerdere goede inzendingen wint uiteraard degene die de meeste stapjes doorloopt.



Stuur je oplossing uiterlijk 11 oktober a.s. naar: [puzzel@altenpts.nl](mailto:puzzel@altenpts.nl). Onder de inzenders verloten we een kadobon t.w.v. € 50,=. De uitslag wordt via onze website op 14 oktober a.s. bekend gemaakt.

[www.altenpts.nl](http://www.altenpts.nl)

Linie 544  
7325 DZ Apeldoorn  
055-5486200

Beukenlaan 44  
5651 CD Eindhoven  
040-2563080

Rivium 1e straat 85  
2909 LE Capelle a/d IJssel  
010-4637700



## Vraag het de headhunter

### J.B. vraagt:

Ik ben een energieke, ambitieuze ingenieur met een heel aardig cv. Na een aantal jaren in een engineeringfunctie te hebben gewerkt in een productieomgeving, heb ik tien jaar ervaring opgedaan als productiemanager bij twee grote hightechbedrijven. Ik heb mijn sporen wel verdiend, al zeg ik het zelf. Omdat mijn laatste werkgever zijn productievestiging in Nederland sloot, moest ik omzien naar een nieuwe functie. Vol vertrouwen begon ik een tijdje geleden dan ook aan een sollicitatieronde voor een productiemanagementfunctie bij een grote fabrikant van chipmachines in het zuiden des lands. Het liep echter

Column



**Anton van Rossum**  
anton.van.rossum@  
ir-search.nl

uit op een teleurstelling. Het bleek dat onze ideeën over management totaal niet aansluiten. Zaken als Lean en *housekeeping* spelen in het geheel niet in de ontwikkelfabriek.

Tussen de afdelingen heerst een vechtcultuur: de grootste mond krijgt zijn zin. De focus ligt volledig op de techniek en niet op de mens. Alleen als je je thuis voelt in een omgeving waar sociale vaardigheden niet op prijs worden gesteld, zul je je daar kunnen handhaven.

Mijn visie is compleet tegengesteld. Ik denk dat mensen het meest uit zichzelf kunnen halen in teamverband. Uit het motiveren en stimuleren en gezamenlijk behalen van successen haal ik de meeste vol-

doening. Ik opereer daardoor juist mensgericht, teamgericht en daarmee resultaatgericht. Op de lange termijn is met de collectiviteit volgens mij meer winst te behalen dan met individuele successen. Van wat ik heb waargenomen van dit bedrijf is hier de EQ-factor heel laag en wordt deze ook niet geapprecieerd. Aan de andere kant is het een zeer succesvol bedrijf. Ben ik te soft geworden?

### De headhunter antwoordt:

Wat je schrijft, zal menig lezer die bij deze organisatie in een sollicitatieprocedure heeft gezeten heel bekend voorkomen. Dit bedrijf, dat een leidende positie heeft op de wereldmarkt, ziet zich als gevolg van de bewegingen van de wereld-economie iedere paar jaar gesteld voor enorme uitdagingen om zijn productie aan te passen aan de vraag. In periodes van groei moet het alles op alles zetten om voldoende nieuw gekwalificeerd personeel aan te trekken om zijn productiedoelstellingen te halen. Dit zijn periodes waarin van iedereen het uiterste wordt gevraagd, in een door de gigantische uitbreiding van het personeelsbestand welhaast compleet nieuwe organisatie.

Het bedrijf oefent een grote aantrekkingskracht uit op ambitieuze professionals, door zijn krachtige en dynamische hightechimago en zijn leidende marktpositie. Het heeft als beleidsdoelstelling de beste ingenieurs en professionals voor zijn organisatie te rekruteren. Dit zijn mensen die excelleren in hun vak, of dit nu in een technische of andere rol is. Ook moeten deze mensen bestand zijn tegen de werkdruk, de dynamiek en de soms chaotisch overkomende werkomgeving. Het is niet verrassend dat deze setting ruim baan biedt aan een haantjescultuur waarin politesse en redelijkheid al snel het onderspit kunnen delven tegen het recht van de sterkste. Dit wordt nog eens versterkt door het gegeven dat een langer dienstverband, dat tevens voortduurt in tijden van teruglopende vraag, alleen is voorbehouden aan hen die zich het meest in de kijker hebben weten te spelen.

Ondanks je kritiek denk ik echter dat de medewerkers heel erg nauw betrokken zijn bij het bedrijf. Iedereen leeft in het besef deel uit te maken van een krachtige en succesvolle organisatie met een unieke technologie en is daar trots op. Het besef gezamenlijk deze unieke prestatie neer te zetten in combinatie met de technologische wedloop creëert de sterkst mogelijke motivatie die het bedrijf zich kan wensen.

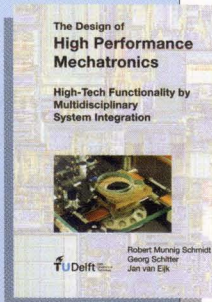
## The design of high-performance mechatronics

De Delftse mechatronicaprofessoren Jan van Eijk en Rob Munnig Schmidt en hun Oostenrijkse collega Georg Schitter willen zich met 'The design of high-performance mechatronics' op een aantal punten onderscheiden ten opzichte van het bestaande boekenaanbod over mechatronica. Om te beginnen, zoeken ze een balans tussen hun industriële en academische achtergronden.

Het industriële gedeelte is gebaseerd op hun ervaringen bij de ontwikkeling van de meest geavanceerde bewegingssystemen die er zijn: de stages van ASML's waferscanners. Munnig Schmidt ontwikkelde begin jaren tachtig op Philips' Natlab de eerste elektrisch aangedreven stage voor wafersteppers. Voor die tijd bewogen de steppers van het Natlab hun plakken nog met hydraulische cilinders. Later werkte hij nog tien jaar bij de Veldhovense machinebouwer. Academische input komt van onderzoek aan precieze metrologieapparatuur met snelle scanning probe-microscopie en optische metingen met subnanometernauwkeurigheid. Het boek focust nadrukkelijk op de controle van de dynamische aspecten in een motionsysteem, en niet op bijvoorbeeld automotive of robotica.

Een tweede reden waarom de auteurs in de pen zijn geklommen, is een observatie die ze deden bij hun studenten. De meesten daarvan zijn redelijk goed getraind in het toepassen van wiskundige regels, maar slagen er te vaak niet in om de volledige potentie daarvan te begrijpen. De noodzaak voor een opleiding waar ingenieurs theoretische en praktische vaardigheden leren, in combinatie met een gezonde kritische houding tegenover de resultaten van computersimulaties, werd een drijvende kracht achter het boek. De capaciteit om snel te schakelen tussen model en werkelijkheid is een belangrijke eigenschap van een mechatronicus. Het helpt om al in de conceptfase voorspellingen te doen over het systeemgedrag. Intuïtie en een snelle berekening op een bierviltje zijn vaak veel waardevoller dan gedetailleerde computersimulaties. Natuurlijk zijn zulke softwaretools onmisbaar in een latere designfase maar er is meer aandacht nodig voor basisknowhow om tijdens de conceptfase de juiste beslissingen te nemen. **AP**

*www.iospress.nl*





# 1990-2000

**D**e eind vorig jaar overleden Willem Maris (1) bouwde voort op de cultuur waarvoor ASML's eerste CEO Gjalt Smit in de jaren tachtig de basis had gelegd. Hij zocht een nauwe relatie met klanten. Maris wilde ook een focus op machines, technologie en services om chip-fabrikanten winstgevender te maken.

Maris kreeg veel krediet voor de groei van ASML, maar zonder een excellent product, de Pas 5500 (2), zou hij nergens zijn geweest. Martin van den Brink was verant-

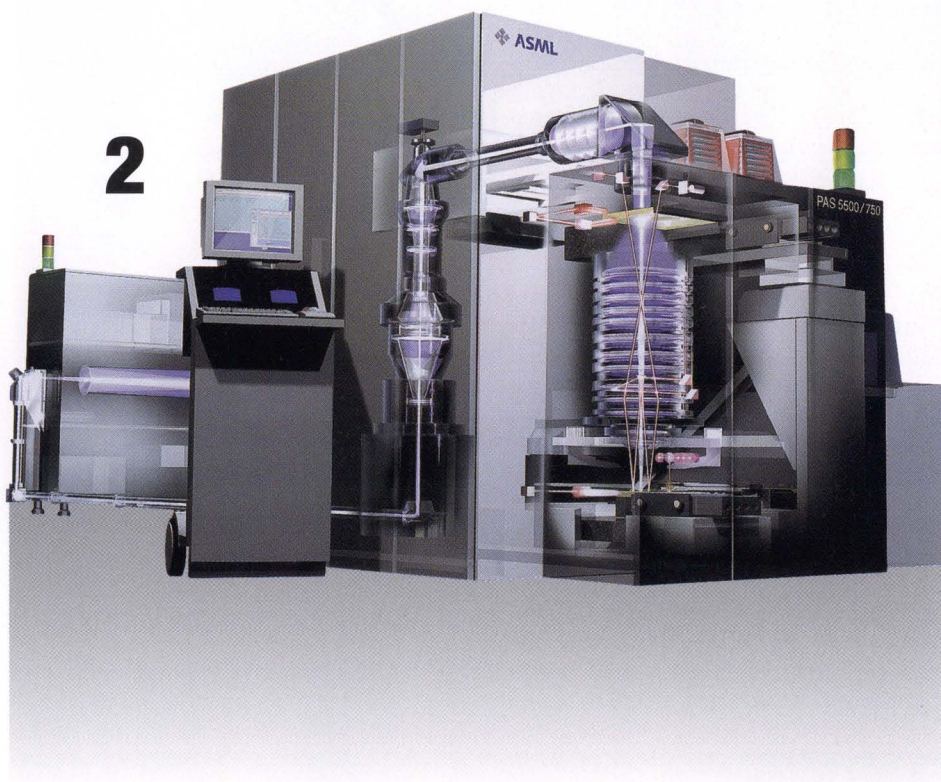
woordelijk voor de 5500 en op deze machine zat de markt echt te wachten. Het was bovendien een platformmachine waarop ASML het hele decennium kon voortbouwen. De groei van ASML's marktaandeel in de jaren negentig is nauw verbonden met deze machine. De 5500 tilde ASML van een subkritiek naar een gezond marktaandeel.

Hoe belangrijk Martin van den Brink voor de ontwikkeling en groei van ASML was, bleek ook uit een in memoriam voor Willem Maris, dat begin dit jaar in *The Chip Insider* verscheen. Het stuk – waarvan Richard George de ghostwriter was – beschreef de verdiensten van Maris. Een daarvan was Van den Brink ervan te overtuigen om niet te vertrekken bij ASML toen hij (eind jaren tachtig of begin jaren negentig, dat is niet duidelijk) zijn koffers al had gepakt om een hoge positie bij het Amerikaanse Varian te aanvaarden.

1



2





# Buy an ASML stepper and get a Nikon free.



Here's your chance to get the Nikon you've always wanted. We're giving this Nikon camera away with every ASML Lithography stepper you install. It's our way of reminding you about the 20 percent greater throughput you'll get from our steppers. That it takes just four ASML steppers to do

\*Nikon is a federally registered trademark used by Nikon, Inc. for its cameras. \*Nikon water steppers are manufactured by Nikon Corporation.

the job of five of theirs.<sup>1</sup>

So it's like getting one free. But that's not all you get.

Your throughput will improve even more on critical layers.

Our patented, process-insensitive alignment achieves overlay accuracy of 0.125µm — even through your toughest grainy aluminum.

With the new PAS 5000/50, you'll get full production resolution down to 0.5µm with fifth generation ASML/Zeiss i-line optics. And 20 percent more depth of focus than any

g-line lens. So you can make devices never before possible.

With all this and absolutely no need for expensive, space-consuming environmental chambers, you'll also get lower costs per die. We guarantee it.

Then we'll support you with all the process expertise you will need to get up and running fast. Zoom in on all the details. Just call or write the ASML office nearest you.

## ASML Lithography

ASML Lithography  
In U.S.A.: 2315 W. Fairview Drive, Tempe, AZ 85282  
Phone: (602) 438-0159; FAX: (602) 438-0793.  
In Europe: Meeuwij 15, 5503 HN VELDHOVEN,  
The Netherlands. Phone: (31) 40-5088000.  
In Taiwan: 3F-1, 376 Jen Ai Rd., Sec. 4, Taipei, Taiwan.  
R.O.C. Phone: (886) 2-709-7606.  
In Korea: 903 Kang Sang Building, 831-415 Yok Sam Dong,  
Kangnam-Ku, Seoul, Korea. Phone: (82) 2-552-1100.

ASML begin  
jaren negentig:  
kleine speler,  
grote mond

## ASML Lithography

(A company incorporated under the laws of The Netherlands and established at Eindhoven, The Netherlands)

**11,000,000 Ordinary Shares**  
(nominal value NLG 0.50)

This offering is part of a combined offering (the "Combined Offering") of 11,000,000 of the Ordinary Shares, nominal value NLG 0.50 per share (the "Shares") of ASML Lithography Holding NV ("ASML Lithography"), consisting of 4,400,000 Shares being offered outside the United States and Canada by the International Managers (the "International Offering") and 6,600,000 Shares being offered in the United States and Canada by the U.S. Underwriters (the "U.S. Offering"). Of the 11,000,000 Shares being offered in the Combined Offering, 3,000,000 Shares are being offered by ASML Lithography and 8,000,000 Shares are being offered by Philips Electronics N.V. ("Philips"). See "Selling Shareholder." Upon completion of the Combined Offering, Philips will own approximately 61.7% (56.7% if the Underwriters exercise their over-allotment option in full) of the Ordinary Shares then outstanding. ASML Lithography will not receive any of the proceeds from the sale of Shares being offered by Philips in the Combined Offering.

Prior to the Combined Offering there has been no public market for the Ordinary Shares. For information relating to the factors considered in determining the initial public offering price, see "Underwriting."

Application has been made for the listing of the Ordinary Shares in bearer form on the Official Market of the Amsterdam Stock Exchange under the symbol ASML. The Ordinary Shares of New York Registry have been approved for listing on the Nasdaq National Market ("NASDAQ") under the symbol ASMLF, subject to notice of issuance. See "Share Certificates and Transfer."

See "Risk Factors" for a discussion of certain factors that should be considered in connection with an investment in the Shares offered hereby.

	Price to Public	Underwriting Discount (1)	Proceeds to ASML Lithography (2)	Proceeds to Philips (2) (3)
Per Share	NLG 28.54	NLG 1.65	NLG 26.89	NLG 26.89
Total (4)	NLG 313,940,000	NLG 18,150,000	NLG 80,670,000	NLG 215,120,000

- ASML Lithography and Philips have agreed to indemnify the several Managers against certain liabilities, including certain liabilities under the Securities Act of 1933, as amended. See "Underwriting."
- Before deducting expenses of the Combined Offering estimated at approximately NLG 3,806,000, of which approximately NLG 1,660,000, including approximately NLG 856,200 of Netherlands issue taxes, is payable by ASML Lithography and approximately NLG 2,145,723 is payable by Philips. See "Underwriting."
- Philips has granted to the Underwriters a 30-day option to purchase up to an aggregate of 1,650,000 additional Shares solely to cover over-allotments, if any. If such option is exercised in full, the total Price to Public, Underwriting Discount, Proceeds to ASML Lithography and Proceeds to Philips will be NLG 361,031,000, NLG 20,872,500, NLG 80,670,000 and NLG 259,488,500 respectively. See "Underwriting."
- Includes all Shares being offered in the Combined Offering, including the 6,600,000 Shares to be offered in the U.S. Offering.

Global Coordinator  
CS First Boston

The International Shares are offered by the International Managers when, as and if delivered to and accepted by the International Managers and subject to their right to reject orders in whole or in part. It is expected that the International Shares will be ready for delivery on or about March 22, 1995.

ABN AMRO Hoare Govett  
James Capel & Co.  
Paribas Capital Markets

CS First Boston

Morgan Stanley & Co.  
Dresdner Bank  
Aktiengesellschaft  
UBS Limited

The date of this Prospectus is March 15, 1995

In 1995 ging ASML naar de beurs. Daarbij werd zestig procent van de aandelen genoteerd aan de Amerikaanse Nasdaq en veertig procent aan de AEX. 'In Amerika begrijpen ze veel meer van hightechfondsen dan in Europa', verklaarde financieel directeur Gerard Verdonschot deze stap. Moederbedrijf Philips reduceerde zijn belang direct tot 62 procent, naar eigen zeggen om ASML 'in staat te stellen toekomstige kansen het best te benutten en haar groei zelfstandig te financieren'. Volgens Verdonschot was het voor zijn bedrijf belangrijk om snel te kunnen opereren. 'Philips is voor onze business eigenlijk te groot en log.'



# ‘ASML is niet snel onder de indruk als we een spec overtreffen’

Carl Zeiss begon in 1968 met optica voor lithografiemachines en sinds vijftig jaar levert het Duitse bedrijf de optica voor ASML. De samenwerking is uitgegroeid tot een partnerschap waarbij het zwaartepunt momenteel ligt op de optische systemen voor lithografie met extreem ultraviolet licht. De ontwikkelaars uit Oberkochen zijn erin geslaagd om het oppervlak op een atoomdiameter nauwkeurig te polijsten, een vereiste om ASML's EUV-machines geschikt te maken voor massaproductie. Andreas Dorsel, directeur van de lithografieafdeling bij Carl Zeiss, laat zijn licht schijnen over de EUV-spiegeltechnologie.

Alexander Pil

Licht met een golflengte van 13,5 nanometer heeft de vervelende eigenschap dat het wordt geabsorbeerd door alle bekende materialen. Het is dus onmogelijk om het extreem ultraviolette (EUV) licht met lenzen te focussen. De bundel zou simpelweg in de lens verloren gaan. Wil je de loop van een EUV-straal beïnvloeden, dan moet je met spiegels werken (zie ook pagina 68).

Licht met een golflengte van 13,5 nanometer heeft de goede eigenschap dat het in theorie geschikt is om zeer kleine details mee af te beelden. Midden jaren negentig wilde ASML weten of EUV een serieuze kandidaat was om chips te produceren met details van zeventig nanometer en kleiner. Samen met onder meer Carl Zeiss startten de Veldhovenaren het Europese onderzoeksproject Euclides. Het programma mondde uit in een zeer intensieve samenwerking tussen ASML en het bedrijf uit het Duitse Oberkochen.

Een EUV-scanner maken die de moeite waard is, bleek niet zo eenvoudig. Sterker nog: sommige sceptici zagen zo veel beren op de weg dat ze het voor onmogelijk hielden. Ze wezen op problemen van economische aard, meestal met betrekking tot de *cost of ownership* of de productiviteit. Ook technisch waren er grote hordes te nemen, waarbij vooral de sterkte en levensduur van een EUV-bron heikele punten vormden. Verder hingen er lang vraagtekens rondom de productie van spiegels die voldoende EUV-licht konden reflecteren. Omdat de golflengtes zo extreem kort zijn, moeten die spiegels namelijk extreem glad zijn. Afwijkingen mogen niet groter zijn dan een paar ångström.

Inmiddels is het overgrote deel van de industrie om. ‘Samen met ASML hebben we eerst een paar alfademotools voor EUV af-

geleverd’, vertelt Andreas Dorsel, directeur van de lithografieafdeling bij Carl Zeiss SMT. ‘Dat waren de eerste *full-field* EUV-sytemen. Die staan nu in Leuven bij Imec en in Albany bij Sematech. Ik denk dat het de twee meest gebruikte tools voor EUV zijn.’ Met de NXE:3100 staan ASML's eerste preproductiesystemen met EUV-optiek van Zeiss in het veld.

## Spannendste gedeelte

Waar gebruiken klanten de NXE:3100 voor? Voor volumeproductie is de machine immers nog niet geschikt. ‘Vooral voor procesontwikkeling’, weet Dorsel. ‘In de fase van de alfademootool werkte iedereen nog samen omdat het precompetitief is. Ze deelden de kosten en de risico's. Nu gaat dat niet meer. Het is een teken van vertrouwen in EUV dat bedrijven met de NXE:3100 nu hun eigen EUV-machine hebben gekocht. Ze investeren er apart in want ze willen niet dat anderen kunnen zien wat ze in de procesontwikkeling aan het doen zijn. Er zijn maar weinig bedrijven die budget hebben voor zo'n eigen systeem speciaal voor procesontwikkeling. Als die bedrijven de pro-

cessen eenmaal hebben ontwikkeld, kunnen ze snel overschakelen naar de productiemachine voor grote volumes. Tegen die tijd zullen meer bedrijven vertrouwen dat het echt gaat werken en zullen ook zij op de kar springen.’

Carl Zeiss werkt hard aan de optiek voor de EUV-productiemachine van ASML. ‘Voor de NXE:3300 komen alle componenten nu bij elkaar. Dat is het spannendste gedeelte van een project’, vindt Dorsel. ‘Elke keer als ik in de cleanroom kom, ziet het er compleet anders uit. Later dit jaar hopen we het eerste prototype klaar te hebben. De grootste verschillen tussen de twee systemen zijn de NA – de *numerical aperture* – en grootte van de spiegels.’

## Variatie beperkt

Ondanks de oorspronkelijke twijfels zijn de spiegels op dit moment geen showstopper meer voor massaproductie met EUV-lithografie. Toch? ‘Dat zou ik zo niet willen zeggen’, antwoordt Dorsel bedachtzaam. ‘Ik ga er altijd vanuit dat wij op het kritieke pad zitten. Totdat we hebben afgeleverd, kan er altijd nog iets opduiken. Ik heb wel eens

## Andreas Dorsel

Andreas Dorsel groeide op in Mönchengladbach. Zijn natuurkundestudie volgde hij aan de Ludwig-Maximilians-universiteit in München. Dorsel specialiseerde zich in optica en belandde als postdoc op het Max Planck-instituut voor kwantumoptica in Garching. Carl Zeiss was zijn eerste industriële werkgever. Hij startte er in 1987. Na zeven jaar vertrok hij naar Hewlett-Packard in Californië. ‘Acht jaar later deed Zeiss me een aanbod dat ik niet kon weigeren’, vertelt Dorsel. ‘Ze wilden me als hoofd van de lithografietaak. Dat doe ik nu sinds 2002.’

Het aanbod mocht dan ideaal zijn, de timing van zijn terugkeer bij Zeiss was allerminst perfect. In 2002 verloor het bedrijf door de vorige crisis zo'n dertig procent van zijn business. Terugblikkend lacht Dorsel: ‘2002 was een zwaar jaar. Het was in de tijd van ASML's 157-nm-machine, het grootste project dat wij ooit hebben moeten schrappen. We leerden er ook om niet in paniek te raken. Er zaten namelijk nog twee projecten in de pijplijn: ArF-immersie en EUV. ArF-immersie is al een geweldig succes geworden, nu streven we naar hetzelfde voor EUV.’





Andreas Dorsel: 'ASML en Zeiss zijn partners. Ik ken geen twee bedrijven in de wereld die zo nauw samenwerken als wij.'

meegemaakt dat we niet konden verscheppen omdat er een voedingskabel ontbrak. Er zijn zo veel dingen die mis kunnen gaan; we kunnen nog niet relaxen.'

'Misschien zitten we wel dichterbij aan het kritieke pad dan de mensen die de bron ontwikkelen', geeft Dorsel toe. 'Je kunt met een machine al aan de slag gaan als de bron nog niet helemaal op het gewenste niveau is, maar het optische systeem moet al wel gelijk aan alle specs voldoen. De optiek is bindend; die moet er vanaf het begin zijn. Vanaf het moment dat je *imaging* wilt doen, heb je goede spiegels nodig.'

De ontwikkelaars van Zeiss zijn wel al een heel eind op weg. 'We kunnen de gladheid van het oppervlak nu op een atoomdiameter goed krijgen', aldus Dorsel. 'Om een vergelijking te trekken: als de spiegel de grootte van Duitsland zou hebben, zou de hoogste onefenheid een halve millimeter zijn. Om zulke kleine afwijkingen überhaupt te kunnen

meten, moesten we eigen interferometers bouwen. Daarmee halen we nu nauwkeurigheidsniveaus van enkele tientallen picometers. Zoiets is in de markt niet te koop.'

De EUV-spiegels van Zeiss zijn opgebouwd uit honderden flinterdunne laagjes tot wel drie nanometer dik. Polijsten doet het Duitse bedrijf zelf. 'Dat behoort tot onze kernactiviteiten', zegt Dorsel. 'Het is in principe dezelfde technologie die we ook al bij onze lenzen gebruiken maar dan nog veel verfijnder. Spiegels zijn ongeveer vier keer zo gevoelig voor afwijkingen aan het oppervlak als lenzen. Bovendien werken we nu met een heel korte golflengte. Dat maakt het nog eens ongeveer vijftien keer zo moeilijk. Bij elkaar is het dus een factor zestig lastiger. Daarom moeten we heel veel dingen uitproberen: nieuwe coatingmaterialen, nieuwe polijstechnieken.'

'We hebben ook een zeer hoge betrouwbaarheid nodig', vervolgt Dorsel zijn ver-

haal. 'Vroeger hoefde je alleen aan de spec te voldoen. Nu moet je er ook voor zorgen dat de variatie heel beperkt is. Als één spiegel beter is dan de andere, is dat geen bonus; het laat alleen maar zien dat je eigenlijk niet hard genoeg hebt gewerkt om ze allemaal beter te krijgen.'

### Lichtzinnig

Terugkijkend op de eerste schattingen, hadden EUV-systemen al een paar jaar moeten draaien. 'Ze zijn inderdaad een paar keer uitgesteld. Het bleek gewoon meer werk dan we hadden verwacht', aldus Dorsel. 'De crisis heeft in ieder geval geen impact gehad op onze EUV-roadmap. Zeiss heeft het project volledig laten doorlopen.'

Moeten chipfabrikanten rekening houden met nog meer vertragingen? 'Het zou lichtzinnig zijn om te beweren dat er geen vertragingen meer komen op het EUV-pad. Het zou me echter verrassen als er nog een



**Institut für Mikroelektronik Stuttgart**

Allmandring 30a, 70569 Stuttgart, Germany  
 Tel.: +49 711 21855 - 0 • Fax: +49 711 21855 - 111  
 info@ims-chips.de • www.ims-chips.com



# IMS CHIPS – Your Partner for Nanopatterning Solutions

The Institute for Microelectronics Stuttgart (IMS CHIPS), a non-profit foundation of the German state of Baden-Wuerttemberg, provides the infrastructure and the know-how to develop new electronic, micro-mechanical and optical components, devices or systems in cooperation with industrial and academic partner.

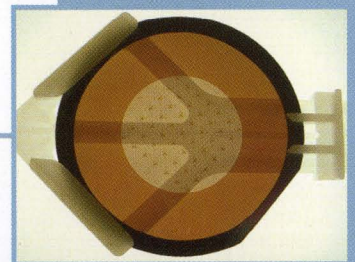
For this purpose we run photomask, micro-mechanical and CMOS processes in our ISO class 4 clean room. Heart of the IMS tool set is the variable shaped e-beam writer Vistec SB352HR equipped with an interface for variety of substrates up to 300mm wafers and 9 inch quartz blanks. The writer enables a resolution of 30nm and exposes pattern using the throughput efficient variable shaped beam principle.

Chip or system design as well as final product assessment can be done in-house.

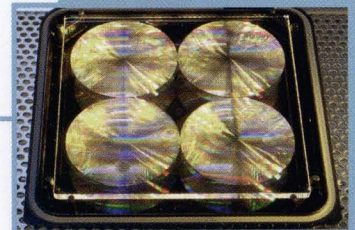
Prototyping or low volume production of developed components or chips is executed in our certified line.

- Joint flexible product development
- Certified production
- Satisfied customers

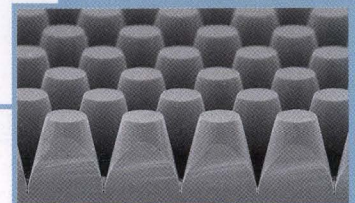
## Membranes



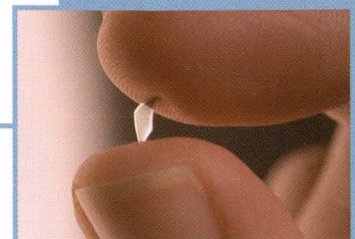
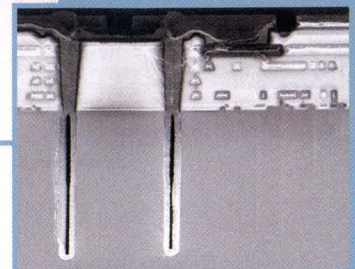
## Diffractive Optical Elements



## Stamps



## Specific Microchips (post-processed, ultra-thin, 24V)





Qua reflectiviteit zitten de EUV-spiegels van Zeiss dicht tegen hun theoretisch maximum aan.



*severe delay* in het vat zit', zegt Dorsel, die de sceptici graag wil overtuigen. 'Als je terugkijkt op de tijd dat we overstapten naar 248 nm, zie je dat de industrie toen ook zijn bedenkingen had of het zou lukken. Bij 193 nm hetzelfde. En nu weer. Ik denk dat de uitdagingen nu ook weer heel groot zijn, maar het vertrouwen is gegroeid. We hebben zulke stappen al eerder succesvol gezet.'

'Ik kwam laatst een oud krantenknipsel tegen uit de Frankfurter Allgemeine', vertelt Dorsel. 'Daarin stond te lezen dat de tijd van de optische lithografie aan zijn einde kwam. E-beam zou het snel overnemen. Het stukje komt uit 1976. Nu lijkt de ontwikkeling van de afgelopen twintig of dertig jaar misschien triviaal, maar hoe was het op dat moment? Mensen moesten toen ook echt alles uit de kast halen om de specs te halen. Elke nieuwe generatie heeft nieuwe issues opgeleverd.'

## Tweaken

Qua reflectiviteit zitten de EUV-spiegels van Zeiss dicht tegen hun theoretisch maximum

aan. 'Er zit nog wel een beetje rek in, maar we kunnen het geen ordegruote meer verbeteren. We kunnen het alleen nog finetunen', aldus Dorsel. 'Dat is overigens een van de redenen achter het succes van de samenwerking; ASML blijft ons pushen en uitdagen. Ze zijn niet snel onder de indruk als we een spec halen of overtreffen. Samen bekijken we elke mogelijkheid tot verbetering. Je moet overal tweaken en tunen om tot een goed eindresultaat te komen.'

Omdat EUV-licht al snel wordt geabsorbeerd door een materiaal, reflecteert een spiegel in de praktijk hooguit zo'n zeventig procent van de straal. 'Let wel: dat is voor een enkele straal', benadrukt Dorsel. 'Voor de conische bundel waar we in de praktijk mee moeten werken, heb je te maken met verschillende invalshoeken. Niet alle stralen hebben dus de optimale reflectie te pakken. Voor hogere NA's wordt het dus alleen maar moeilijker, maar we kunnen de complete optische *train* van de NXE:3300 verbeteren ten opzichte van de NXE:3100, ondanks de hogere NA.'

## Wereldkampioen

Zeiss vindt zichzelf geen toeleverancier van ASML. 'We zijn partners en zo ziet ASML dat ook', stelt Dorsel. 'Ik ken geen twee bedrijven in de wereld die zo nauw samenwerken als wij. We werken al heel lang samen, dat scheidt een band. Je weet dat je op de ander kunt bouwen.'

Het was zeker geen liefde op het eerste gezicht. In de begindagen hebben de Veldhovenaren bij Zeiss moeten smeken om een lens voor ze te produceren. ASML was toen nog te klein voor de Duitsers. Dorsel: 'Beide partijen zeggen nu al meer dan tien jaar dat de samenwerking voor beiden succesvol is. We houden allebei van een uitdaging. Samen willen we de concurrentie verslaan, dat is de sport.'

Op alle niveaus hebben ASML en Zeiss een innige samenwerking. 'Elke twee maanden zitten de R&D-groepen bij elkaar voor een groot overleg', vertelt Dorsel. 'Er komen dan zestig tot tachtig ASML- en Zeiss-ontwikkelaars samen en we bespreken alle projecten intensief. Martin van den Brink is daar altijd bij. Dan zijn er de strategische meetings waar we onze plannen afstemmen. Bij Operations hebben we elke twee maanden grotere bijeenkomsten. Soms zijn er zelfs wekelijks kleinere bijeenkomsten als het over de planning in detail gaat. Verder komen de *boards* en de directeurs elk kwartaal samen. En er is regelmatig een *executive meeting* tussen de CEO's Michael Kaschke en Eric Meurice.'

Ook als de machines eenmaal in het veld staan, blijft Zeiss ondersteuning bieden. Dorsel: 'Het gebeurt regelmatig dat een specialist van Zeiss support levert aan afgeleverde apparaten. Zo'n technicus vormt dan onderdeel van een ASML-team dat op locatie service verleent.'

Heeft Zeiss wat geleerd van ASML? Dorsel: 'Het is echt grandioos als je bekijkt hoeveel bedrijven er samenwerken om zo'n lithografiemachine aan de gang te krijgen. ASML is wereldkampioen, niet alleen in mechatronica maar ook in de systeemintegratie. Dat proberen wij zo goed als ASML te doen. Zeiss werkt met veel researchpartners zoals Fom Rijnhuizen, IOF, IMS in Stuttgart en TNO. Ook hebben we veel toeleveranciers voor bijvoorbeeld het optisch materiaal, sensoren en actuatoren. In totaal zijn het er ongeveer duizend, waarvan vijftig voor zeventig procent van de business staan. Het is geen optie om het zonder partners te doen. Je kunt niet alle diepgaande kennis hebben op alle terreinen en nog winstgevend zijn.' ■



# Kleinste oneffenheid maakt EUV-spiegel ongeschikt

Het Fom-instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen en de Duitse opticaspecialist Carl Zeiss SMT werken al jaren samen aan effectievere EUV-spiegels. In 2009 zijn de partners samen met ASML het CP3E-programma gestart, dat zich onder meer richt op thermische stabiliteit en contaminatie. Ook wordt bij Fom in Nieuwegein al vooruitgekeken naar de volgende generatie spiegels.

## Alexander Pil

Het maken van een spiegel voor extreem ultraviolet licht is geen koud kunstje. Het probleem is namelijk dat het EUV-licht door alle materialen wordt geabsorbeerd. Dat is ook de reden waarom lenzen niet geschikt zijn om de bundel te manipuleren. 'De truc is een structuur waarin twee verschillende materialen elkaar laagsgewijs afwisselen. Het ene materiaal is zo transparant mogelijk voor EUV-straling, terwijl het andere het gedeeltelijk reflecteert', zegt Fred Bijkerk, een van de drijvende krachten achter CP3E, de EUV-samenwerking tussen ASML, Carl Zeiss SMT en Fom Rijnhuizen (zie kader). 'Alle lagen tezamen reflecteren toch een significant gedeelte van de invallende straling.'

De opbouw van de lagen – in het bijzonder hun dikte – is erg belangrijk voor een optimaal additief effect. De reflecties moeten immers precies in fase zijn omdat ze elkaar anders geheel of gedeeltelijk zouden uitdoven (zie Figuur 1). 'Je hebt constructieve interferentie nodig', weet Bijkerk, die zijn tijd verdeelt tussen Fom en een deeltijdhoogleraarschap aan de Universiteit Twente. 'Met de wet van Bragg, bekend van de natuurkundelessen op de middelbare school, is bij gegeven golflengte en invalshoek uit te rekenen hoe dik de lagen moeten zijn. Je komt dan uit in de orde van enkele nanometer. En dat moet over het hele spiegeloppervlak van ongeveer een halve meter in doorsnede.'

De groep van Bijkerk gebruikt elektronenbundels en magnetrondepositie om de laagjes aan te brengen. Daarbij 'weekt' een elektronenbundel of een plasma atomen los van de vaste stof. In het ultrahoge vacuüm van de ketel vinden die vervolgens hun weg naar het roterende substraat. Daar zetten ze zich af in atoomscherpe lagen. 'Met onze technieken kun je aardig grote oppervlakken behandelen. Bovendien leveren ze relatief vlakke oppervlakken af en zijn de resulterende grensvlakken relatief scherp', aldus Bijkerk.

Desalniettemin zijn de opdamptechnieken niet afdoende. Lokaal vormen zich eilandjes, waardoor het oppervlak niet perfect glad is. Bijkerk: 'Je moet dus continu meten hoeveel de afwijking bedraagt. Met een ionenbundel geven we de atomen aan het oppervlak dan een beetje energie zodat ze zich gelijkmatiger verdelen.' Om inzichtelijk te maken hoe nauwkeurig Fom dat kan, trekt Bijkerk een vergelijking: 'Als je Nederland zou bedekken met een laag asfalt van een halve meter dik, dan moet je die dikte

binnen een nauwkeurigheid van zeven velletjes papier houden. Het beste dat we hebben geproduceerd, was één velletje.'

## Smile

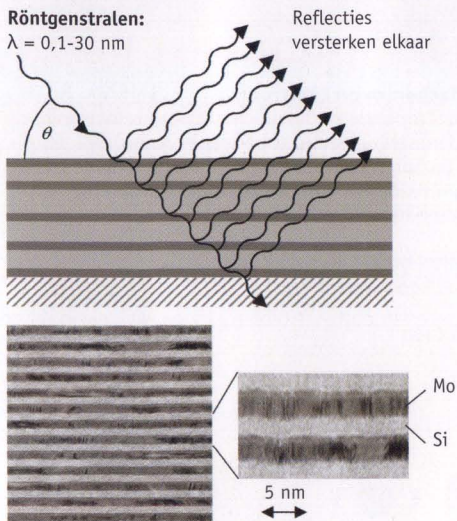
In theorie komen aardig wat materiaalcombinaties in aanmerking voor zo'n multilaag-EUV-spiegel, maar ze zijn lang niet allemaal even makkelijk glad te strijken. Ook beïnvloeden sommige materialen elkaar op hun grensvlak of kunnen ze minuscule kristallijne domeinen vormen. 'Een gelaagde structuur van de metalen molybdeen en silicium blijkt het beste te werken, waarbij het eerste de reflectieve eigenschappen heeft en het tweede de transparante', weet Bijkerk.

Doordat ook molybdeen en silicium het EUV-licht absorberen, heeft het geen zin om oneindig veel extra lagen toe te voegen. Na zo'n vijftig Mo-Si-plakjes houdt het op. De theoretisch maximale reflectie voor 13,5 nanometer bedraagt 74 procent. Fom en Zeiss zitten al een paar jaar op 70,5 pro-



Fom Rijnhuizen experimenteert met basismaterialen, coatings en opdamptechnieken voor EUV-spiegels.





**Figuur 1: EUV-spiegels hebben meerdere reflecterende lagen. De juiste laagdikte zorgt ervoor dat de reflecties precies in fase lopen.**

cent (zie Bits&Chips 16, 2008). Het is geen speerpunt om daar het onderste uit de kan te halen. Bijkerk: 'De afgelopen jaren hebben we daar niet heel hard op gepuzzeld. We kunnen misschien nog wel een paar tienden winnen, maar daar moet je heel hard voor werken terwijl het niet heel veel verbetering oplevert.'

Meer nadruk ligt op thermische stabiliteit. Tijdens het gebruik warmen de spiegels een klein beetje op, waardoor het oppervlak zou kunnen vervormen. 'Het is niet veel, maar omdat we alles op de nanometer nauwkeurig willen hebben, speelt het toch mee', aldus Bijkerk. 'We hebben het idee opgevat om iets in de lagenstructuur te verwerken zodat je kunt inspelen op die veranderingen. Binnen het Smile-project werken we aan zulke adaptieve optiek. Er is nog jaren fundamenteel onderzoek voor nodig voordat we het in de praktijk kunnen toepassen, maar ik verwacht dat we zo'n spiegel uiteindelijk wel nodig zullen hebben.'

### Balans

Thermische stabiliteit zou ook erg helpen om de reflectiviteit van de spiegel tijdens zijn hele leven constant te houden. ASML heeft de eis gesteld dat een spiegel dertigduizend uur mee moet gaan. Behalve de kwaliteit van de spiegel moet ook de kwaliteit van zijn omgeving op orde zijn. 'EUV-fotonen hebben van zichzelf heel veel energie', zegt Bijkerk. 'Ze kraken allerlei moleculen die adsorberen aan het oppervlak. Er blijft dan een residu achter, bijvoorbeeld in de vorm van koolstof. Uiteindelijk worden die spiegels dus gewoon zwart. Die verontreiniging moet je zien te voorkomen.'

Chris Lee, werkgroep leider van een nieuwe Fom-brancher binnen ASML, vult aan:

'Het onderzoek richt zich op twee punten: het koolstofresidu en de oxides. Beide stoffen zijn altijd in kleine hoeveelheden aanwezig en kunnen op den duur een negatief effect hebben op de spiegel. We proberen een balans te zoeken in die koolstof-oxidecyclus. We brengen beide processen nu in kaart. Hoe ontstaan de stoffen? Hoe lang 'leven' ze? Zitten ze heel vast aan het oppervlak of zijn ze relatief makkelijk weg te krijgen? Op die vragen proberen we de komende maanden tot een jaar antwoord te krijgen. Daarna kunnen we kijken hoe we dat kunnen oplossen of kunnen voorkomen.'

Hoe lang gaan de spiegels nu mee? 'Dat is moeilijk te zeggen', vindt Lee. 'Als de temperatuur laag blijft – zo rond kamertemperatuur – gaan ze nu al dertig duizend uur mee. Het probleem is alleen dat je niet kunt extrapoleren. We weten namelijk niet of het allemaal lineaire processen zijn. Totdat we alles helemaal begrijpen, kun je geen goede uitspraken doen.'

### Kritieke dikte

Wie zitten er dichter tegen de productie-eisen aan, de spiegelbouwers of de bronontwikkelaars? 'Dat is natuurlijk gekoppeld', antwoordt Bijkerk. 'Als de bron wat minder is, moeten de spiegels dat opvangen. Op conferenties stellen ze ons altijd de vraag of we het niet een paar procent beter kunnen doen met onze spiegels omdat dat hun taak verlicht.'

Een deel van de oplossing zou zijn om het aantal spiegels terug te brengen. Hoewel ASML dit niet wil bevestigen of ontkennen, zitten er op dit moment zes spiegels in een EUV-machine. Dat zegt bijvoorbeeld Obert Wood, lithografieonderzoeker bij Globalfoundries, op de site van Semiconductor Manufacturing & Design. De mogelijkheden voor een daling van het aantal spiegels zijn echter zeer beperkt. Sterker nog: als de NA van het optische systeem in de toekomst omhoog gaat, moet de industrie zelfs acht spiegels accepteren, aldus Wood.

Wat is de volgende stap? Bijkerk: 'Wat voor ASML lange termijn is, is voor Fom het begin. Het is onze rol om verder te kijken. Het is nog heel erg exploratief, maar we werken al wel aan een systeem met een golflengte van 6,7 nanometer.' Voor *beyond EUV* of BEUV – zoals de volgende generatie bekendstaat – zijn de eisen weer hoger. De onderzoekers moeten nieuwe materialen zoeken en nieuwe technieken bedenken om de spiegels te produceren. 'De kritieke dikte van de lagen in de spiegel is een kwart van de golflengte', legt Bijkerk uit. 'Voor 13,5 nanometer is dat nog een paar nanometer, oftewel een tiental atomen. Bij 6,7 nm heb je het over slechts een paar atoomblagen. De kleinste oneffenheid aan de grenslaag is ineens een flink deel van de golflengte.'

### CP3E

Controlling Photon and Plasma-Induced Processes at EUV Optical Surfaces, kortweg CP3E, is een gezamenlijk onderzoeksproject van het Fom-instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen en de Duitse opticaspecialist Carl Zeiss SMT. ASML is hierin nu ook betrokken, onder meer met het beschikbaar stellen van een EUV-lab binnen zijn researchafdeling. Het vijfjarige programma richt zich op de ontwikkeling en productie van EUV-spiegels en loopt nog tot en met 2014. In totaal werken er zo'n vijftig man onder het CP3E-vaandel, verdeeld over het Fom-lab binnen ASML en Fom Rijnhuizen in Nieuwegein.

'Carl Zeiss en ASML hebben altijd al veel aandacht voor onderzoek', zegt Fred Bijkerk van Fom. 'Ze zijn zich ervan bewust dat ze veel te danken hebben aan de ruimte die ze onderzoekers geven. Meestal zit dat nog redelijk dicht tegen de toepassing aan en kunnen engineers het binnen een paar jaar realiseren. Bij EUV zijn veel fundamentele vragen aan de orde, veel lastigere problemen waarvoor veel meer tijd en denkwerk nodig is. Voor de EUV-spiegels werkt ASML dus nauw samen met zijn huisleverancier voor optiek, Zeiss, en de wetenschappers bij Fom.'

Zeiss is verantwoordelijk voor de hele optische ontwikkeling. Fom heeft enkele echte en testsubstraten gekregen om zijn depositie- en coatingtechnieken te kunnen onderzoeken. Behalve molybdeen en silicium brengt het namelijk ook allerlei coatings aan. 'Het eerste substraat van Zeiss heeft meer dan honderdduizend euro gekost. Toen ze het hier kwamen brengen, hadden ze het gevoel als een moeder die haar kind voor de eerste keer afstaat aan de oppas', glimlacht Bijkerk. 'We mochten er eigenlijk niet mee experimenteren want het was veel te kostbaar. We hebben met veel bluf gezegd dat het toch wel zou lukken maar we zijn met knikkende knieën aan de opdracht begonnen. Gelukkig heeft het allemaal bijzonder goed uitgekapt.'

Het CP3E-programma heeft een budget van 11,3 miljoen euro. De drie partners doen allemaal een duit in het zakje, in cash of in natura via het beschikbaar stellen van onderzoeksfaciliteiten. Bijkerk is trots op de samenwerking: 'Je hoort en leest heel veel over de gouden driehoek tussen overheid, industrie en kennisinstellingen. CP3E is daar een mooi voorbeeld van. Iedereen ziet de wederzijdse afhankelijkheid en iedereen draagt zijn steentje bij.'

ASML verleent tegenwoordig onderdak aan een wetenschappelijke Fom-groep binnen zijn researchafdeling. Fom-onderzoeker Chris Lee en twee studenten zijn het begin. 'Hopelijk gaat dat in de toekomst groeien', zegt Lee. 'Je moet die spiegels uit-en-te-nakennen. Hoe reageren ze in een veranderende omgeving? Je moet dus geavanceerde meettechnieken ontwikkelen. Voor ASML is zo'n techniek in principe niet zo interessant, het is geen corebusiness. Het is wel nodig bij de ontwikkeling van zijn spiegels. Daar komt de fysica van de spiegels en de chemie van de oppervlakken om de hoek kijken. Dat is een uitstekende basis voor een wetenschappelijke groep.'



## CCM zoekt nieuwe collega's

Stap in de wereld van CCM, partner bij mechatronische ontwikkelprojecten in de machine- en apparatenbouw, van concept tot en met realisatie. Met de huidige 85 medewerkers realiseert CCM multidisciplinaire, "state of the art" oplossingen in diverse marktsegmenten. De medewerkers van CCM zijn hoogopgeleide technici met specialisaties in fysica, mechatronica, mechanica, elektrotechniek, elektronica en software. Hun expertise en persoonlijke inzet staan borg voor jarenlange, solide klantenrelaties. Vanwege de groei van het aantal grote projecten is CCM op zoek naar nieuwe collega's.

### Projectmanager

Weet je een multidisciplinair team van professionals zodanig te sturen dat klantenwensen werkelijkheid worden? Heb je ervaring met innovatieve projecten waarbij je samenwerkt met ontwikkelpartners? Laat dan deze kans op een strategische positie in een hightech omgeving niet liggen.

### Systeemontwerpers Mechanica en Elektronica

CCM zoekt aankomende toppers in de mechanica- en elektronica-discipline met een academisch niveau (0 tot 5 jaar ervaring). Wil je in de komende jaren een technische voortrekkersrol op je nemen? Dan bieden wij jou een inspirerende werkomgeving met een variëteit aan projecten en ruime ontplooiingsmogelijkheden.

Interesse? Kijk voor de uitgebreide profielen op [www.ccm.nl/nl/werken-bij/vacatures](http://www.ccm.nl/nl/werken-bij/vacatures).

Contactpersoon: Sandra Grun  
Tel: 040-2635000  
E-mail: [vacature@ccm.nl](mailto:vacature@ccm.nl)



### Firmware design engineer



**4DSP**  
Contactpersoon: Erik Barhorst  
E-mail: [erik.barhorst@4dsp.com](mailto:erik.barhorst@4dsp.com)  
Tel: +31 172 782190

### Mechatronics/system engineer



**ALSI International**  
Contactpersoon: Jeroen Bisselink  
E-mail: [jeroen.bisselink@alsi-international.com](mailto:jeroen.bisselink@alsi-international.com)  
Tel: +31 6 22850048

### Hardware design engineer



**4DSP**  
Contactpersoon: Erik Barhorst  
E-mail: [erik.barhorst@4dsp.com](mailto:erik.barhorst@4dsp.com)  
Tel: +31 172 782190

### Android software engineer



**Fourtress**  
Contactpersoon: Quillermo Pellicaan  
E-mail: [quillermo.pellicaan@fourtress.nl](mailto:quillermo.pellicaan@fourtress.nl)  
Tel: +31 6 53228807

### Technisch software engineer



**ACE**  
Contactpersoon: Theo Reijnen  
E-mail: [theo.reijnen@ace.eu](mailto:theo.reijnen@ace.eu)  
Tel: +31 40 2578300

### System engineer



**Fourtress**  
Contactpersoon: Quillermo Pellicaan  
E-mail: [quillermo.pellicaan@fourtress.nl](mailto:quillermo.pellicaan@fourtress.nl)  
Tel: +31 6 53228807

### Mechanical designer



**ACE**  
Contactpersoon: Theo Reijnen  
E-mail: [theo.reijnen@ace.eu](mailto:theo.reijnen@ace.eu)  
Tel: +31 40 2578300

### Embedded software engineer



**Humiq**  
Contactpersoon: Inge Pebesma  
E-mail: [recruitment@humiq.nl](mailto:recruitment@humiq.nl)  
Tel: +31 40 2669100

### Embedded software engineer



**ACE**  
Contactpersoon: Theo Reijnen  
E-mail: [theo.reijnen@ace.eu](mailto:theo.reijnen@ace.eu)  
Tel: +31 40 2578300

### Mechatronica engineer



**Humiq**  
Contactpersoon: Inge Pebesma  
E-mail: [recruitment@humiq.nl](mailto:recruitment@humiq.nl)  
Tel: +31 40 2669100



## FEI Company zoekt tientallen mensen met passie voor technologie

FEI Company is een toonaangevende leverancier van elektronenmicroscopen (SEM en TEM), ionenmicroscopen en DualBeam™-systemen. FEI ondersteunt onderzoeks-, ontwikkelings- en fabricageprocessen in de industrie en in onderzoeksinstituten zoals universiteiten. De instrumenten van FEI maken het mogelijk om materialen en structuren op micro- en nanometerniveau te bekijken, te analyseren en te bewerken. FEI heeft wereldwijd meer dan 1900 medewerkers met vestigingen in Eindhoven, Hillsboro (Oregon, VS), en Brno (Tsjechië). De vestiging in Eindhoven richt zich op marketing, research & development en fabricage.

### FEI groeit!

De markt voor FEI producten groeit. Met de elektronenmicroscopen van FEI wordt baanbrekend onderzoek gedaan op moleculair niveau. Sterker nog, er zijn Nobelprijzen gewonnen dankzij onze microscopen. Ze worden onder andere ingezet in de strijd tegen ziektes, maar ook bij onderzoek naar betere, sterkere en meer duurzame materialen. Dat betekent dat je bij FEI altijd aan technologische doorbraken werkt. FEI Company zoekt voor de vestiging Eindhoven tientallen mensen met passie voor technologie, die in multidisciplinaire teams het beste uit zichzelf willen halen.

### Vacatures

FEI Company heeft met name veel vacatures op het gebied van research & development. Daarnaast zijn er vacatures op het gebied van manufacturing, product engineering en supply chain & logistics. We zoeken mensen vanaf hbo-niveau in elektronica, mechanica, technische natuurkunde, mechatronica, systeem engineering en software. Werk-ervaring is een pré, maar ook starters zijn van harte welkom.

Zoom in op een nieuwe carrière.  
Ga naar <http://careers.fei.com>



# FEI™



### Analogue design engineer



**FEI Company**  
Contactpersoon: Jack Houet  
E-mail: [jack.houet@fei.com](mailto:jack.houet@fei.com)  
Tel: +31 6 20405113

### System engineer



**FEI Company**  
Contactpersoon: Ton Brands  
E-mail: [ton.brands@fei.com](mailto:ton.brands@fei.com)  
Tel: +31 6 51633191

### Electronics layout engineer



**FEI Company**  
Contactpersoon: Jack Houet  
E-mail: [jack.houet@fei.com](mailto:jack.houet@fei.com)  
Tel: +31 6 20405113

### System architect



**FEI Company**  
Contactpersoon: Ton Brands  
E-mail: [ton.brands@fei.com](mailto:ton.brands@fei.com)  
Tel: +31 6 51633191

### Electronics architect



**FEI Company**  
Contactpersoon: Jack Houet  
E-mail: [jack.houet@fei.com](mailto:jack.houet@fei.com)  
Tel: +31 6 20405113

### Sr. Scientist – device physics



**FEI Company**  
Contactpersoon: Miguel Ortiz  
E-mail: [miguel.ortiz@fei.com](mailto:miguel.ortiz@fei.com)  
Tel: +31 6 57572900

### Electronics integrator



**FEI Company**  
Contactpersoon: Jack Houet  
E-mail: [jack.houet@fei.com](mailto:jack.houet@fei.com)  
Tel: +31 6 20405113

### Software integrator



**FEI Company**  
Contactpersoon: Eric Everstijn  
E-mail: [eric.everstijn@fei.com](mailto:eric.everstijn@fei.com)  
Tel: +31 6 20606399

### Mechanical engineer



**FEI Company**  
Contactpersoon: Greetje Bron-Knecht  
E-mail: [greetje.bron-knecht@fei.com](mailto:greetje.bron-knecht@fei.com)  
Tel: +31 6 22103819

### Software engineer



**FEI Company**  
Contactpersoon: Eric Everstijn  
E-mail: [eric.everstijn@fei.com](mailto:eric.everstijn@fei.com)  
Tel: +31 6 20606399





# Even voorstellen: twee EUV-bronontwikkelaars

De hele chipwereld kijkt hen gespannen en verwachtingsvol aan: EUV-bronontwikkelaars Cymer en XTreme Technologies. Wie zijn zij?

Paul van Gerven

**D**e EUV-bron: je zult het ding maar moeten ontwikkelen. Sinds jaar en dag wordt de deelnemers van 's werelds grootste lithoconferenties gevraagd: 'Wat ziet u als het grootste obstakel voor de introductie van EUV-lithografie in commerciële chipfabricage?' en al jaren staat jouw lichtbron bovenaan. Na veel tegenslag en doorgeschoven doelen begint de chipindustrie hem daarom best een beetje te knijpen. Je belangrijkste klant ASML heeft zich ettelijke miljoenen getroost om een EUV-scanner te bouwen, maar is nu van jou afhankelijk is om het EUV-project te laten slagen. Van al die druk zou je wel wat zenuwachtig kunnen worden.

Bits&Chips sprak met twee van deze dappere bronontwikkelaars: het Amerikaanse Cymer en het in Duitsland gevestigde XTreme Technologies, een bedrijf met een beetje Philips-bloed in de aderen en tegenwoordig onderdeel van de Japanse Ushio Group. De derde kandidaat, het Japanse Gigaphoton, ontbreekt, omdat deze nog geen bron operationeel heeft op ASML's NXE:3100-scanner. Gigaphoton slaat het preproductietraject over en ambieert een volwaardige bron te leveren voor de NXE:3300. Cymer heeft inmiddels wel diverse bronnen staan bij chipfabrikanten met een NXE:3100, terwijl Imec er eentje van XTreme koos.

Ter voorbereiding op de gesprekken op de volgende pagina's stellen we Cymer en XTreme eerst even voor. Cymer spraken we op ASML's Technology Conference in Veldhoven, XTreme stond ons een paar weken later een kijkje in de keuken toe tijdens een bezoek aan Aken. Een waarschuwing vooraf: de ontwikkeling van de EUV-bron is omgeven met enige geheimzinnigheid. Bedrijven kiezen graag hun eigen moment om vooruitgang of tegenvallers te rapporteren en een ontmoeting met de pers verandert daar niet veel aan. Voor de laatste vermogens, doorvoercijfers en *uptime* moeten we vermoedelijk tot eind dit jaar wachten. Martin van de Brink durfde zich wat dat betreft wél een wat opener houding aan te meten (zie het interview met hem op pagina 36).

<b>Kandidaat 1:</b>	<b>Cymer</b>
<b>Vestigingsplaats:</b>	<b>San Diego, Californië</b>
<b>Eigenaar:</b>	<b>beursgenoteerd</b>
<b>Omzet 2010:</b>	<b>534 miljoen dollar</b>
<b>Aantal werknemers 2010:</b>	<b>953</b>
<b>R&amp;D-uitgaven 2010:</b>	<b>89 miljoen dollar</b>
<b>EUV-bron:</b>	<b>laser-produced plasma (LPP)</b>

In de loop van de jaren tachtig keek de halfgeleiderindustrie voor het eerst een transitie in de ogen naar een nieuw type lichtbron voor het fotolithografieproces. Decennialang had de kwiklamp zijn diensten bewezen, maar de spectrale lijnen raakten uitgeput. Wat moest er komen na de g-lijn (436 nm), de h-lijn (405 nm) en de i-lijn (365 nm)?

Toen de eximeerlaser – ideeetje van IBM – uitkristalliseerde als opvolger, realiseerden Robert Akins en Richard Sandstrom, beide gewezen studenten aan de University of California, zich dat zij hun la-

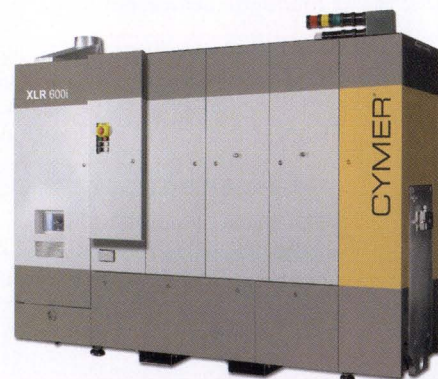
serkennis te gelde konden maken. In 1986 richtten zij Cymer op en nog altijd staat het duo daar aan het roer. Hun bedrijf ging in 1996 naar de beurs en inmiddels is het uitgegroeid tot 's werelds grootste leverancier van *deep UV*-eximeerlasers (248 of 193 nm) voor fotolithografie. Als zodanig bezet het een belangrijke plaats in het ecosysteem van de chipindustrie en haar toeleveranciers. Pik een willekeurige scanner in het veld uit en de kans is groot dat de lichtbron uit San Diego komt.

Toch is Cymer geen virtuele dependance van ASML, al zou je dat op basis van het huidige marktaandeel van de Veldhovenaren misschien wel verwachten. Met een marktaandeel van tachtig procent, gemeten in omzet, waren ASML's scanners in 2010 'slechts' goed voor ongeveer dertig procent van Cymers omzet, tegen vijftien procent voor Nikon. Dat komt doordat Cymer een substantieel deel van zijn omzet genereert uit andere zaken dan lichtbronnen voor nieuwe scanners. Behalve aan lasers om de silicium ondergrond van

lcd- en Oled-schermen te herkristalliseren, verdienen de Amerikanen ook aan diensten (service, onderhoudscontracten) en vervanging van 'versleten' lichtbronnen. Daarom is bijvoorbeeld ook Samsung met tien procent van de omzet een belangrijke klant van Cymer.

ASML heeft dus aardig wat in de melk te brokkelen bij Cymer, maar omdat het klantenbestand van Cymer ook concurrenten en halfgeleiderbedrijven bevat, kan er van meer dan een hechte, inmiddels twintig jaar oude samenwerking geen sprake zijn. Voor het gerucht dat ASML Cymer zou willen overnemen, eerder dit jaar de wereld in geholpen door investeringsbank Pacific Crest, is dan ook geen reële basis. De halfgeleiderindustrie noch de mededingingsautoriteiten zouden het pikken.

Maar waar rook is, is vuur. Nu chipfabrikanten binnen een jaar toch echt een commerciële EUV-scanner in huis moeten hebben om in 2014 aan massaproductie te kunnen beginnen, maar de beste bron niet meer dan een paar wafers per uur weet te belichten, wordt er bij ASML af en toe in een papieren zak geblazen. De roadmap van Cymer voorziet weliswaar in een bron van honderd watt of zestig wafers per uur aan het einde van het jaar, maar na het vele uitstel – meest recentelijk nog begin dit jaar – is dat niet echt een geruststelling. 'De executie van Cymer valt zwaar tegen', erkent Martin van den Brink elders in dit nummer, refererend aan de ontwikkeling van Cymers EUV-bron op basis van *laser-produced plasma* (LPP). Inmiddels heeft de technologietopman een



De XLR 600i is een van Cymers nieuwste 193-nanometerlaserbronnen, geschikt voor immersie- en double patterning-lithografie.



mannetje bij Cymer gestationeerd om op managementniveau orde op zaken te stellen. Geen overname dus, maar wel orde op zaken.

Met de opgelopen vertragingen heeft Cymer in feite een gewonnen positie uit handen gegeven: concurrent XTreme is nu weer helemaal terug in de picture. In 2007 vond ASML het niet langer nodig om twee EUV-bronontwikkelaars in de lucht te houden. Aangezien alleen LPP in staat werd geacht om naar het benodigde vermogensbereik geschaald te worden, bestelde het bedrijf daarom uitsluitend bij Cymer een aantal bronnen voor de preproductiefase. Twee jaar later kwam de machinebouwer echter op die beslissing terug. Inmiddels heeft ASML ook bij XTreme bestellingen lopen.

<b>Kandidaat 2:</b>	<b>XTreme Technologies</b>
<b>Vestigingsplaats:</b>	<b>Aken</b>
<b>Eigenaar:</b>	<b>Ushio Group (beursgenoteerd)</b>
<b>Omzet 2010:</b>	<b>1,3 miljard dollar (Ushio)</b>
<b>Aantal werknemers 2011:</b>	<b>250</b>
<b>EUV-R&amp;D-uitgaven:</b>	<b>'Tot nu toe honderd miljoen euro'</b>
<b>EUV-bron:</b>	<b>laser-assisted discharge plasma (LDP)</b>

Ushio's XTreme Technologies heeft vier voorvaders, die elkaar na een korte poging tot samenwerking in paren gingen beconcurreren. Het ene paar, Philips Extreme UV, ontstond in 2001 toen Philips en het Fraunhofer-Institut für Lasertechnik hun activiteiten samenvoegden. Twee jaar later kocht Philips de Duitsers uit, maar toen de ontwikkeling van de EUV-bron in 2010 haar hoogtepunt naderde, trokken de Eindhovenaren zich alsnog helemaal terug uit EUV. Het bedrijf ging toen over naar de Japanse Ushio Group, een specialist in industriële lichtapplicaties.

Eerder had Ushio zich in twee stappen al ontfermd over Philips' concurrent XTreme Technologies, dat werd opgericht door Jenoptik (een concurrent van Zeiss) en Lambda Physik (dat net als Cymer en het Japanse Gigaphoton eximeerlasers leverde voor lithotoepassingen). In 2005 ging Lambda over de kop en vergaarde Ushio vijftig procent van de aandelen in XTreme; de andere helft volgde in 2008 toen Jenoptik uit EUV stapte. Op dat moment werkten XTreme en Philips

al samen, dus was het niet zo'n probleem om de partners samen te voegen toen Ushio hen beide volledig in handen had.

De reden dat er alsnog een samenwerking tot stand kwam, was voornamelijk te danken aan het feit dat XTreme min of meer was vastgelopen en daarom toenadering zocht tot Philips. Aanvankelijk werkte XTreme zowel aan LPP als aan een *discharge-produced plasma*-bron (DPP), waarbij een materiaal in een EUV-emitterend plasma wordt getransformeerd door een elektrische stroomstoot. In 2007 gaf XTreme LPP echter op en realiseerde het zich bovendien dat zijn DPP-benadering niet houdbaar was: het zou tin in plaats van xenon als plasmavormend materiaal moeten gebruiken. Philips was al in 2003 tot die conclusie gekomen, na enkele jaren eveneens met xenon gewerkt te hebben. Philips zat van meet af aan op het DPP-spoor, maar gaf daar een geheel eigen draai aan. Dat is *laser-assisted discharge plasma* (LDP) gaan heten en dat is de technologie die XTreme nu probeert te commercialiseren.

XTreme en Philips hadden al voor hun fusie een vermeldenswaardig wapenfeit op hun naam staan: ze hadden alle EUV-bronnen in het veld geleverd. Philips leverde vier xenonbronnen voor R&D-doeleinden aan ASML en Zeiss en, na de switch naar tin, tevens de twee bronnen voor de alfademotools die Imec en het College of Nanoscale Science and Engineering in Albany installeerden. XTreme kreeg bestellingen voor zijn *small field*-belichtingstoestellen van twee Amerikaanse klanten en voor een bron van Selete, een soort Japans Imec. Des te harder moet de klap zijn geweest toen ASML in 2007 exclusief voor Cymer koos.

Interessant is ten slotte ook dat er tot enkele maanden geleden een formele band bestond tussen Ushio en het eerder genoemde Gigaphoton. Het laatste bedrijf is namelijk een joint venture tussen Ushio en Komatsu, opgezet om een positie in *deep UV*-litho te veroveren. Gigaphoton stortte zich vervolgens ook op de EUV-bron en was samen met het 'oude' XTreme een partner in EUVA, de Japanse EUV-ontwikkelinspanning. Nadat Ushio echter alle Europese bronactiviteiten bijeen had geveegd in XTreme, werden er vraagtekens geplaatst bij de situatie die was ontstaan. Ushio zette immers zowel in op LDP (via XTreme) als op LPP (via Gigaphoton). Naar verluidt, waren de markt en, belangrijker, Martin van den Brink niet erg gecharmeerd van deze constructie. Ushio verkocht daarop zijn aandeel in de joint venture. ■

# Cymer: LPP-bron compacter en beter schaalbaar

Onze *laser-produced plasma*-bron is beter opgewassen tegen de eisen die toekomstige EUV-scanners aan de bron zullen stellen, zeggen Nigel Farrar en Bruno La Fontaine van Cymer.

Paul van Gerven

Hoewel uitsluitend genodigden welkom zijn, is het een van de grootste lithobijeenkomsten ter wereld: ASML's Technology Conference. In de Koningshof, op steenworp afstand van het ASML-complex, verzamelen zich honderden partners en leveranciers om de horloges gelijk te zetten. Zo ook natuurlijk Cymer, dat al ruim twintig jaar laserbronnen levert voor ASML's *deep UV*-scanners en zich gecommitteerd heeft aan de ontwikkeling van het toekomstige paradepaardje: de EUV-scanner.

Cymer zet in op het *laser-produced plasma*-concept (LPP) zoals weergegeven in Figuur 1. Een krachtige gepulste CO<sub>2</sub>-infraroodlaser schiet op vallende druppeltjes tin, die daardoor zo sterk opwarmen dat er een EUV-emitterend plasma wordt gevormd. De straling wordt vervolgens met een multilaagspiegel in de vorm van een 'koplamp' voorgefilterd en gefocuseerd op een brandpunt, de zogeheten *intermediate focus* (IF). Dit is tevens het punt waar de bron ophoudt en de scanner begint. In de scanner moet de straling overigens nog door een spectrale fil-

ter, wat zo'n veertig procent van de straling verloren doet gaan.

Vicepresident Marketing and Lithography Technology Nigel Farrar en senior director Global EUVL Applications and External Programs Bruno La Fontaine van Cymer leggen uit.

**Tin is blijkbaar de ideale keuze om EUV-straling mee te genereren. Hoe komt dat?**

Farrar: 'In het verleden zijn er ook wel andere elementen en lasertypes overwogen; die zijn in alle mogelijke combinaties on-



*For excellent mechatronic development*

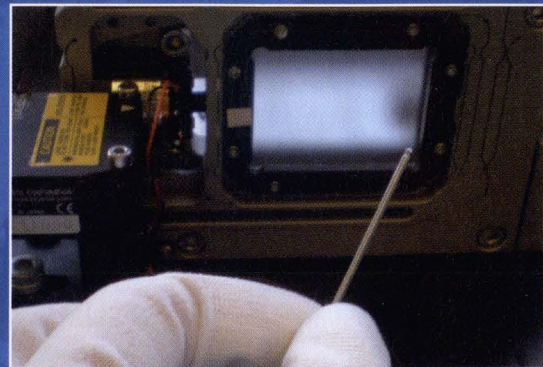
From concepts to hardware

MECAL is a flexible R&D partner for the concept design; engineering and prototyping of mechatronic modules and systems. Our in-depth know-how of mechanical principles and design methods make MECAL the ideal partner to cover the entire process from concept development to prototyping and small series production.

For innovative mechatronic solutions contact us @:

Email: [mechatronics@mecal.eu](mailto:mechatronics@mecal.eu)

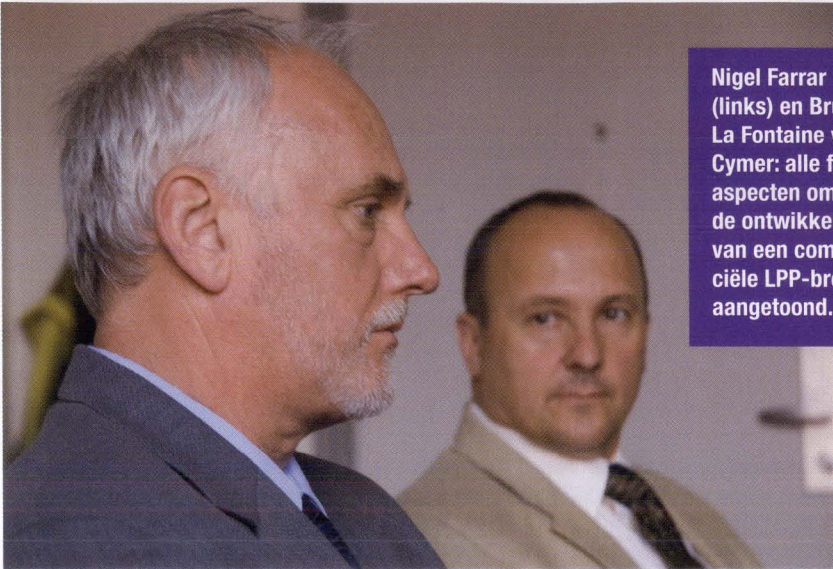
Phone: +31.40.2302 700



**MECAL**

*Engineering for a small planet*





**Nigel Farrar (links) en Bruno La Fontaine van Cymer: alle fysica-aspecten omtrent de ontwikkeling van een commerciële LPP-bron zijn aangetoond.**

derzocht. De combinatie van tin met een CO<sub>2</sub>-laser bleek het meest efficiënt. Andere elementen hebben echter wel voordelen. Lithium heeft bijvoorbeeld een heel schoon spectrum: het emitteert zeer scherp bij precies de juiste golflengte, terwijl tin een breed spectrum afgeeft, waar je de juiste golflengte uit moet filteren. Maar lithium is corrosief. Xenon zou het makkelijkst te hanteren zijn, maar heeft helaas de laagste efficiëntie.'

**Hoeveel druppels beschieten jullie per seconde?**

Farrar: 'Momenteel opereren we op veertig kilohertz, maar we hebben in het verleden ook wel met vijftig kilohertz gewerkt. Het is niet bijzonder moeilijk om deze parameter aan te passen.'

**Echt niet? Is het niet moeilijk om die druppels te volgen en precies raak te schieten?**

Farrar: 'De positienauwkeurigheid van de druppels is al redelijk groot. Met een stuk of drie camera's doen we vervolgens de *fine-tuning*. Eigenlijk schieten we iedere druppel raak.'

**Hoe groot zijn die druppels?**

Farrar: 'Zo'n dertig micron.'

**En zo'n druppel verdampt volledig door de energie van de laser?**

Farrar: 'Nee, er ontstaan ook 'brokstukjes'. Die vormen een groot probleem, want die mogen de zeer gevoelige multilaagspiegel niet bereiken. We schieten door een gat in de spiegel om het meeste puin in tegenovergestelde richting te doen vliegen, maar vanzelfsprekend zal een deel ervan toch naar de spiegel bewegen of diffunderen. Daarom laten we waterstofgas langs de spiegel stromen, als buffer. Dat werkt vrij goed, maar idealiter zouden we de druppels kleiner willen maken om de hoeveelheid puin te minimaliseren.'

La Fontaine vult aan: 'We hebben al met zestien micron geëxperimenteerd, maar we

moeten kunnen aantonen dat we dat betrouwbaar een lange tijd kunnen doen. Met een kleiner spuitmondje ben je gevoeliger voor defecten en verstopping. Het is overigens ook weer niet nodig om volcontinu te werken. Een bron hoeft alleen licht te leveren als de scanner daarom vraagt. We moeten dus eigenlijk aantonen dat we licht kunnen leveren voor realistische *duty cycles* van een EUV-scanner.'

**Welke redenen heeft Cymer om te denken dat LPP de beste oplossing vormt?**

Farrar: 'Toen we meer dan tien jaar geleden begonnen met de ontwikkeling van een EUV-bron, kozen we nog voor een andere techniek: *dense plasma focus*. De vermogensrequirements waren toen echter een stuk lager dan nu. Het maximaal benodigde vermogen zou hooguit honderd watt zijn. Toen de eisen omhooggeschroefd werden, realiseerden we ons dat onze technologie niet zou schalen. Daarom zijn we overgeschakeld op LPP.'

Dat zal nog hard nodig zijn, niet alleen om de eerste generatie EUV-productiescanners

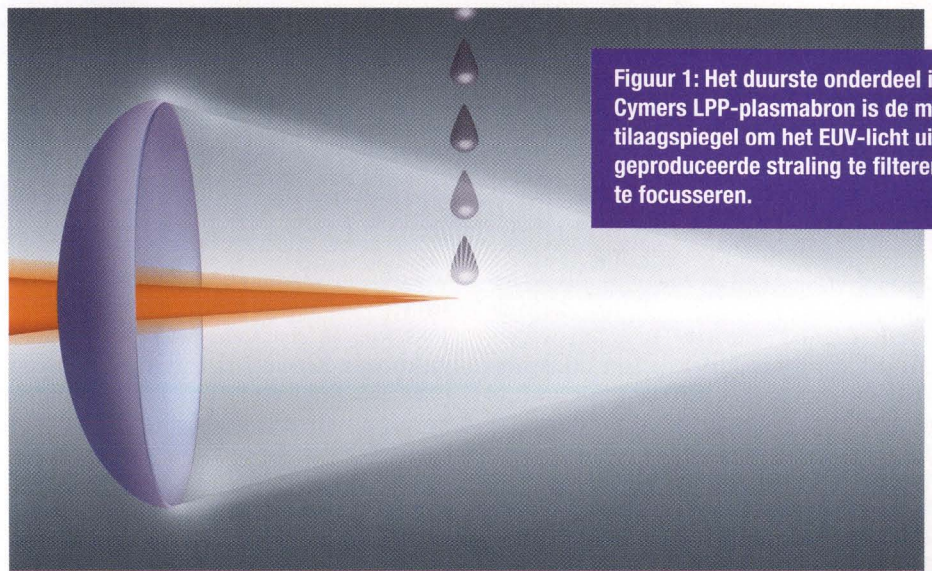
van licht te voorzien, maar zeker ook de generaties erna. Belangrijk wapenfeit van de opvolger zal een grotere lensopening (NA) zijn. 'Dat betekent twee keer zo veel benodigd bronvermogen', zegt Farrar. In de huidige generatie scanners zitten zes spiegels die als lens fungeren, schrijft David Lammers op de website Semiconductor Manufacturing & Design; ASML wil dit niet bevestigen. Een systeem met een grotere NA heeft er zo goed als zeker acht nodig. Omdat de spiegels een deel van de straling absorberen, is er ruwweg twee keer zo veel bronvermogen nodig.

'De schaalbaarheid hangt sterk samen met het feit dat bij LPP het plasma zich als het ware vrij in de ruimte bevindt en dus in alle richtingen emitteert. Er zit geen hardware in de weg zodat een groot deel is op te vangen en te gebruiken. Meer in ieder geval dan bij een LDP-bron. De efficiëntie van lichtcollectie is bij LPP dus hoger van bij LDP.'

La Fontaine: 'Ook belangrijk is grootte. Een LPP-bron kun je in principe klein houden en dat heeft praktische voordelen, vooral waar het aankomt op het belichten van chipstructuren die verder in de toekomst liggen. Daarvoor heb je een meer coherente bron nodig en die kun je alleen maken van een kleine bron.'

**Hoe voer je het vermogen op?**

Farrar: 'Door de energie van de laserpulsen te verhogen, komen we in principe zo hoog als nodig. Maar vermogen alleen is betekenisloos. Hoe lang kun je dat vermogen vasthouden? Hoe lang kost het vervolgens om weer een nieuwe dosis te genereren? Uiteindelijk gaat het erom hoeveel wafers per uur onze klanten kunnen verwerken. Dát is altijd onze focus geweest.' Cymer noch concurrent XTreme is er tot nu toe in geslaagd een bron te leveren die zestig wafers per uur aankan, het minimum voor commerciële productie. Die doelstelling is nu doorgeschoven naar



**Figuur 1: Het duurste onderdeel in Cymer's LPP-plasmabron is de multilaagspiegel om het EUV-licht uit de geproduceerde straling te filteren en te focuseren.**



het einde van dit jaar. Martin van den Brink gaat uit van verder uitstel, maar Imec-topman Luc Van den hove tilt er niet zo zwaar aan als eind dit jaar minder dan zestig wafers per uur kunnen worden verwerkt, zeggen zij elders in dit nummer.

### Wat geeft jullie het vertrouwen dat het uiteindelijk gaat lukken?

La Fontaine: 'Alle fysica is aangetoond en het is nu een kwestie van integreren. Op elk vlak – het vermogen van de laser, het beschermen van de spiegel, de efficiëntie waarmee het licht wordt verzameld, enzovoorts – zie je voortdurend vooruitgang. Dat geeft een vertrouwensbasis ...'

Farrar (lachend): '... maar er zijn inderdaad wel enkele engineeringuitdagingen.'

### Hoe ervaren jullie de druk van de industrie?

Farrar: 'De industrie wil EUV al jaren, dus vanuit haar gezichtspunt lopen we achter. Voor flash hebben we de *window of opportunity* al gemist; makers daarvan zijn al met *double patterning* begonnen. In zekere zin is dat niet zo erg, omdat het 1D-patroon van flash zich makkelijk leent voor DP. Voor DRam en *logic* gaat dat niet op. Voor *logic* zijn bovendien drie tot vier belichtingen per laag nodig, zodat DP bijzonder duur zou uitpakken. Dat levert alles bij elkaar inderdaad een forse druk op.'

### Misschien een domme vraag tot slot: waarom sluiten jullie in geval van nood niet gewoon twee of meer bronnen op een scanner aan?

Farrar: 'Behalve ruimte in de fab en daaraan verbonden kosten – EUV slaagt immers alleen als het een kosteneffectieve oplossing is – is er ook een technisch probleem. De optica kan alleen licht onder een bepaalde hoek accepteren, dus je zou een ontwerp nodig hebben dat verschillende bronnen combineert tot binnen die hoek. Geometrisch lukt dat niet. Het kan wel met extra optica, maar dat levert weer zo veel extra absorptieverlies op, dat het geen aantrekkelijke optie is.' ■

## XTreme: meer wafers per dag met LDP

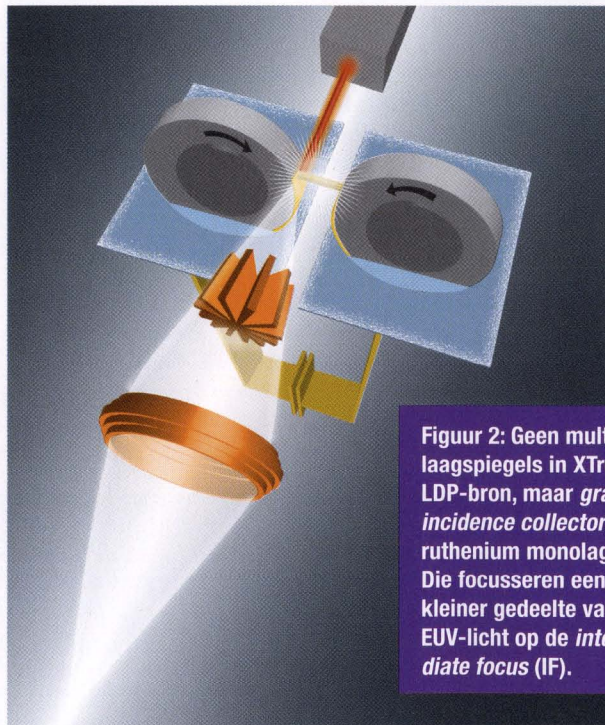
Tweeënhalf jaar werkte XTreme op eigen houtje aan zijn *laser-assisted discharge plasma*-bron, voordat het ASML alsnog kon overtuigen. Welke technologie schuilt er achter dat vertrouwen in het eigen kunnen?

Paul van Gerven

'Zien is geloven', schrijft directeur Marc Corthout van XTreme Technologies in zijn uitnodiging. En hij houdt woord. Enkele weken later lopen we, uiteraard in 'cleanroomboerka', door de stofvrije ruimte in Alsdorf, vlakbij Aken. De ruimte was ooit een assemblage- en testfaciliteit van een naburige fabriek van Mitsubishi, die inmiddels is afgebroken. Handig voor de Akense bronontwikkelaar, dat in de buurt op zoek was naar een productieruimte met de juiste infrastructuur. Het bedrijf heeft een optie genomen om het cleanroomoppervlak te kunnen verdubbelen wanneer daarvoor aanleiding is.

Wandelend van kamer naar kamer volgen we het logistieke proces dat de onderdelen doorlopen als ze worden geassembleerd tot modules, en als modules worden gecombineerd tot machines. De drie laatste kamers huisvesten elk een *laser-assisted discharge plasma*-bron (LDP) in aanbouw. Als ze helemaal klaar zijn, zullen de imponerende roestvrijstalen gevaartes acht ton wegen. En dat is nog exclusief de supportapparatuur die niet in de cleanroom zelf hoeft te staan. 'We hebben wel even geïnformeerd bij de onderburen of we het plafond mochten versterken', lacht Corthout.

Bij LDP pikt een draaiend wiel een laagje tin op uit een vloeibaar bad van dit metaal (zie Figuur 2). Met een laser wordt er een



**Figuur 2: Geen multi-laagspiegels in XTremes LDP-bron, maar grazing incidence collectors van ruthenium monolagen. Die focuseren een kleiner gedeelte van het EUV-licht op de intermediate focus (IF).**

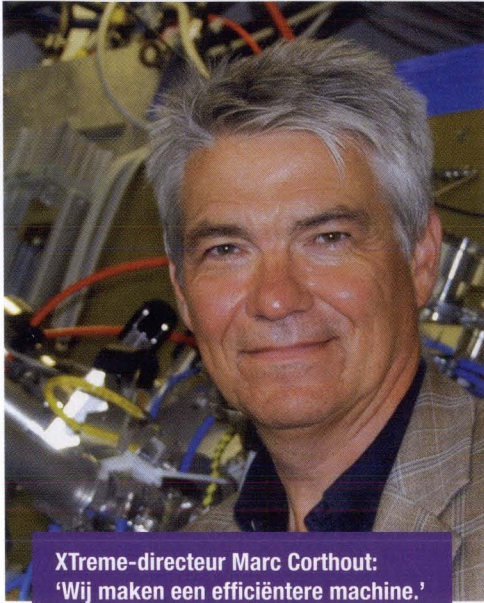
wolkje van verdampt, dat prompt een geleidend pad vormt tussen het oorspronkelijke wiel en een ander wiel, die beide als elektrodes dienen. Het kortgesloten circuit doet een condensator ontladen, waardoor er korte tijd een gigantische stroom door het wolkje gaat lopen. Dat warmt op, vormt een plasma en begint EUV-licht uit te zenden. Na afkoeling kan het proces worden herhaald. Op dit moment opereert XTremes bron op tien kilohertz.

Net als bij LPP wordt het EUV-licht in alle richtingen uitgestraald, maar slechts in één richting benut. Een *grazing incidence collector*, een serie concentrische ringen met een reflecterende ruthenium laag, focuseert een deel van de halve bol op de *intermediate focus*. Voordat de straling bij de 'spiegels' komt, gaat ze eerst door een mechanisch filter voor op hol geslagen tinionen. Deze *foil trap* bestaat uit vele dunne lamellen parallel aan de richting waarin het licht zich beweegt. Tussen deze lamellen stroomt argongas, waarop het tin afketst. Slechts een op de miljoen ionen weet door het filter te komen.

Het had zomaar kunnen zijn dat er geen enkele aanleiding zou zijn geweest om een LDP-bron in Alsdorf te komen bewonderen. In juli 2007 tekende ASML uitsluitend met Cymer een contract om bronnen te

leveren voor de preproductiemachines. XTreme liet zich niet uit het veld slaan en ging zonder officiële support van de enige potentiële klant gewoon door met de ontwikkeling. Met goed gevolg, want ruim twee jaar later kon ASML alsnog worden overtuigd dat LDP de vereiste schaalbaarheid had. 'Dat was vooral te danken aan de ervaring die we konden opdoen met de bronnen voor de alfa-demosystemen', vertelt Corthout. 'Dat stelde ons in staat de fysische problemen op te lossen en te concurreren.'





**XTreme-directeur Marc Corthout:**  
'Wij maken een efficiëntere machine.'

De oud-Philips-man – hij werkte er ruim dertig jaar bij alle divisies op Medical na – herinnert zich zijn *finest hour* nog goed. 'Op kerstavond 2009 om tien voor half tien werd het contract getekend.' Dat Cymer meer vertraging had opgelopen dan ASML toelaatbaar vond, had de positie van XTreme natuurlijk ook een handje geholpen, maar dat zul je Corthout niet horen zeggen.

#### **Waarom werd LPP beter schaalbaar geacht?**

'Omdat de essentiële gebeurtenis – de vorming van het plasma – zo ver weg plaatsvindt van alles wat kan opwarmen, in de vrije ruimte als het ware. Afvoer van de warmte is een van de grootste uitdagingen bij de ontwikkeling van een EUV-bron. Andere uitdagingen zijn de vervuiling en beschadiging van de collectorspiegel door brokstukjes.'

#### **Hoe lost XTreme dat warmteprobleem op?**

'Door de elektrodes te koelen in vloeibaar tin. Dit wordt rondgepompt in een bad en gekoeld met *vapour spray*, condensoren en verder nog tertiaire circuits in de subfab. Hiermee weten we zestig procent van de geproduceerde warmte af te voeren. De watergekoelde foil trap en de collector nemen respectievelijk tien en vijf procent voor hun rekening. Het restant bereikt in ieder geval niet de scanner, daar hebben we onszelf uiteraard van verzekerd.'

'Het mooie van het ontwerp is dat tin meerdere rollen vervult. Het is de brandstof en het koelmiddel, maar als film op het wiel ook de elektrode en als vloeistof ook een geleider.'

#### **Waarom is het toch moeilijker gebleken dan gedacht om LPP aan de praat te krijgen?**

Corthout bestudeert even het plafond. 'Ik wil geen uitspraken doen over de concurrent,

maar ik zal proberen zo neutraal mogelijk te blijven. Volgens mij is bij LPP onverschillig hoe moeilijk het is om het ene plasma na het andere te genereren. Schokgolven compliceren de zaak, waardoor er veel complexere regelmechanismen nodig zijn dan verwacht.'

'LPP en LDP hebben ook verschillende oplossingen om het *debris* op te ruimen. Over de LPP-oplossing zal ik niets zeggen, behalve dat de multilaagspiegel het duurste onderdeel is en bovendien erg kwetsbaar. Bij de LDP-collectoren blijkt dat geen issue. Er komen wel degelijk tinionen door de foil trap en die botsen op de collectoren, maar dat blijkt de prestatie van de collectoren niet negatief te beïnvloeden. De dikke ruthenium laag wordt als het ware gepolijst en slijt gelijkmatig twee nanometer per miljard pulsen af, dat is ongeveer een dag bij normaal gebruik. Daarom zijn we er zo van overtuigd dat we een jaar operatie kunnen garanderen. Door de modulaire opzet van de machine is vervanging trouwens niet bijzonder complex.'

#### **Weet het LPP-concept niet meer licht te produceren?**

'Nee, wij denken dat we een efficiëntere machine maken als je kijkt naar hoeveel energie erin gaat uit het stopcontact en hoeveel licht de IF bereikt. Wij nemen bovendien minder ruimte in, hebben geen problemen met contaminatie van de IF en de optica heeft een langere levensduur. Meer licht, en dus meer wafers.'

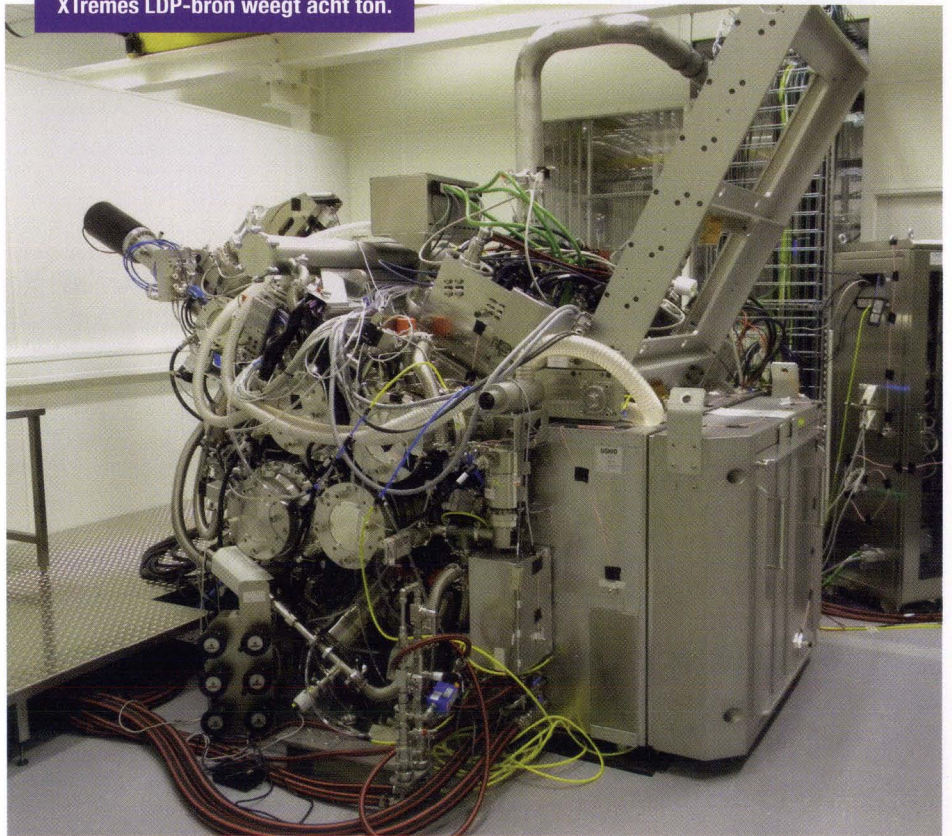
#### **Voor daadwerkelijk succes moet XTreme wel hogere vermogens dan de huidige wafers bereiken. Hoe pakken jullie dat aan?**

'We hebben drie opties. De eerste is om de hoeveelheid energie in de condensatoren te vergroten door de spanning te verhogen. De hoeveelheid EUV-licht loopt lineair op met de energie. De tweede optie is om de omzettingsefficiëntie te vergroten. Dat kan door met eenzelfde laser als waarmee we het tin verdampen een tweede keer te schieten. Tijdens de vorming trekt het plasma onder magnetische krachten samen tot een sigaarvorm, *pinching* heet dat. Hoe kleiner de sigaar, hoe meer licht door de IF – een gaatje ter grootte van een dubbeltje – kan worden gewerkt. Dat is elementaire optica; het ideaal is een puntbron. Door met de tweede laser op het plasma te schieten, wordt het pinchen versterkt en bereikt de sigaar kleinere afmetingen. De laatste optie is om vaker te schieten op sneller draaiende wielen en het ontladingsproces vaker te herhalen.'

#### **Wat gaat er nu de komende tijd gebeuren?**

'In de herfst geven we de bron van de NXE:3100 bij Imec een upgrade, gevolgd door begin volgend jaar een bron die goed is voor zestig wafers per uur. In 2012 moet dan ten slotte de bron klaar zijn voor hoogvolume-productie. Ik ben ervan overtuigd dat dat gaat lukken. De fysica is allemaal bewezen, we hebben al het bewijs om te kunnen zeggen dat het werkt. Wat resteert, zijn engineeringproblemen, in ons geval vooral de afvoer van warmte.' ■

**XTremes LDP-bron weegt acht ton.**





# Technolution

Het is niet eenvoudig om voor het uitbesteden een specialist te selecteren die uw uitdaging aankan. U heeft een expert nodig die totaaloplossingen kan ontwikkelen met oog voor integrale kwaliteit, kostprijs en produceerbaarheid. Technolution is deze specialist die uw product kan ontwikkelen, produceren en begeleiden gedurende de hele levenscyclus en over een sterk partnernetwerk beschikt.

[www.technolution.eu](http://www.technolution.eu)



De NTS-Group helpt internationale machinebouwers hun productieproces te versnellen door hoogwaardige opto-mechatronische systemen, modules en componenten te ontwikkelen, vervaardigen en optimaliseren.

Met onze rol in de high-tech keten bieden wij opdrachtgevers de mogelijkheid om in kortere doorlooptijd en tegen competitieve prijzen machines van hoge kwaliteit te leveren. Hierdoor kunnen zij zich concentreren op hun core business, zoals de marketing, sales en service van hun producten.

**NTS-Group: Accelerating your business**



**Irmato brings high-tech competences to it's customers:**

- Measurement solutions and the P-ECM technology
- Mechatronic Development & Engineering of Tooling, modules and systems
- Assembly and realization of tooling, modules and systems with the following characteristics: high mix, low volume and high complexity
- Concept Development "from scratch"
- Consultancy for PLM, PDM and CAD-CAM implementation
- Professional and flexible engineering support.

Please visit [www.irmato.com](http://www.irmato.com)

**Hoogcomplexe systemen en niet bij de eerste de beste. Da de arm met vele productgene waarvan u weet dat ze die uit meest veeleisende partij in de**



## Schaeffler Group Industrial

### Added Competence

At Schaeffler Group Industrial, we consider the machine tool as a complete system.

We see the subsystems of the rotary table, main spindle, linear axis and drive system as intimately linked. Through our subsidiary IDAM we supply axis with direct drive with bearings in our established brands INA and FAG.

"Added Competence" is our philosophy. Development partnership is the approach. Satisfied customers the goal.

[www.schaeffler.nl](http://www.schaeffler.nl)



### Frencken Europe

For almost 65 years, Frencken Europe has been serving an international client base in the medical, semiconductor, analytical and industrial automation markets. We offer design, development and complete production of complex and advanced mechatronic modules and products.

Frencken Europe acts as a linking pin between our customers and our global production sites, creating competitive advantage in both products and services. We always welcome entrepreneurial engineers to further strengthen our team and help us expanding our business.





# DEMCON

advanced mechatronics

DEMCON realiseert - door onderzoek, ontwikkeling en productie - hightech mechatronische systemen en producten. Met zijn mechatronische ontwerpbenadering genereert DEMCON hoogwaardige oplossingen voor complexe vraagstukken in uiteenlopende markten, van semicon en medical tot life sciences en defense. De aanpak van DEMCON kenmerkt zich door sterk analytisch vermogen, creatief denken en pragmatisch handelen: Analyze. Create. Achieve.

modules uitbesteden doe je  
ervoor neem je specialisten in  
aties ervaring. Specialisten  
aging ook aankunnen voor de  
halfgeleidermachinebouw.

# Rexroth Bosch Group

The right solution no matter the application: Rexroth offers the world's largest automation technology portfolio for the semiconductor industry. Rexroth provides certified components for all types of drive and control technologies as well as ready-to-install mechatronic modules including complete automation solutions with open structures for machine-specific process expertise. More information: [www.boschrexroth.nl](http://www.boschrexroth.nl)

# OMRON

Als het echt aankomt op kwaliteit, kunt u bij Omron terecht voor eenvoudige en kosteneffectieve beeldanalysesystemen (2D en 3D) naast uiterst nauwkeurige lineaire afstands- en 2D profielmeetsensoren.

Met de semiconductor-, automobiel-, farmacie- en voedingsmiddelenindustrie als referentie, biedt Omron een oplossing voor vrijwel elke industriële toepassing. Hierbij ligt de nadruk op lage investeringskosten, een eenvoudige installatie en een snelle start.

[www.industrial.omron.nl](http://www.industrial.omron.nl)

# FESTO

Festo is gespecialiseerd in de automatisering van motion en controlprocessen in verschillende industrieën. De ambitie van Festo is om als innovatieve partner, klanten in staat te stellen hun concurrentiekracht te verhogen door verregaande samenwerking op het gebied van re-engineering van bestaande machines en bij het ontwerpen van nieuwe machines. Door continue innovatie heeft Festo een zeer breed assortimenten- en dienstenpakken en biedt zij automatiseringsoplossingen op maat.

# SKF

SKF is met ruim 100 jaar ervaring de Knowledge Engineering partner voor het ontwikkelen van hoogwaardige specifieke oplossingen. Door de gecombineerde kennis op het gebied van de vijf platformen – lagers en units, mechatronica, afdichtingen, smeersystemen en services - kan SKF maatoplossingen bieden en haar klanten helpen hun productiviteit te vergroten, energie te besparen en de total cost of ownership te verlagen.



## Maakpartijen moeten niet de illusie koesteren binnen een jaar OEM-supplier te zijn

# ASML geeft gas in sourcing, en het knarst en piept in de toeleverketen

**Farm-out is hot, maar ASML zit er niet op te wachten. Want in zijn definitie betekent farm-out ontwikkeling uitbesteden en dat is slechts het halve werk. Er is dan altijd nog een derde nodig om de boel te bouwen. Dat soort triootjes vinden ze in Veldhoven bovendien maar niets. Liever werkt ASML met een partij die de totale verantwoordelijkheid kan nemen.**

**René Raaijmakers**

ASML's eerste CEO, Gjalt Smit, zette direct na zijn komst in 1981 de verticaal georiënteerde werkwijze van Philips – alles zelf doen – bij het schroot. Hij wilde het rigoureuus anders. Smit wilde outsourcen. Snel en goed. Het mocht bovendien best wat kosten. Chipfabrikanten zaten destijds te springen om steppers voor *very large-scale integration* en ASML moest haast maken.

Begin jaren negentig schakelde ASML zijn toelevermodel naar een hogere versnelling. Het had geen cent te makken, balanceerde op de rand van de afgrond en had geen werkkapitaal. De risico's schoven naar moeder Philips, dat volledig eigenaar was geworden nadat ASM International zijn aandelen had overgedaan. Philips Machinefabrieken, later ETG, ging de fabricage van complete modules voor het *handlen* van maskers en wafers doen.

### Achterover leunen

Als je de ambities bekijkt die ASML momenteel heeft op het gebied van outsourcing, dan verbleken beide voorgaande fases. De machinefabrikant wil zich meer en meer beperken tot systeemdenken: het aan elkaar knopen van functies. Anderen mogen die subsystemen produceren én ontwikkelen. ASML's systeemarchitecten bedenken in dit model wat de markt vraagt en hoe ze het willen oplossen. Het toeleverecosysteem vult de functionaliteit in en werkt proactief aan toekomstige generaties modules en deelsystemen. Maakbedrijven worden producteigenaar.

In dit blad wijst Martin van den Brink, bij ASML verantwoordelijk voor producten en technologie, in een interview op de vele voordelen die dat met zich meebrengt (zie pagina 36). Hij zegt dat de communicatie met toeleveranciers aanmerkelijk zal versimpelen en de stress vermindert. Het proces van maken tot produceren is ook sneller als de leverancier in de *driver's seat* zit. Voor zijn engineers heeft Van den Brink een heldere boodschap: 'Jongens, die leveranciers kunnen een aantal dingen veel beter dan wij.' Het is in ASML's belang én in het belang van zijn engineers om meer klussen kwijt te kunnen buiten het bedrijf, aldus Van den Brink.

Op zijn *supplier day*, voor de zomervakantie, sprak ASML op dit vlak een duidelijke ambitie uit. Maakpartijen moeten in 2015 in een nieuwe rol zitten. Niet die van toeleverancier, maar die van partner. Alles naar het voorbeeld van Zeiss, de exclusieve leverancier voor afbeeldingsoptiek in stepers en scanners.

Als ASML dit van de grond trekt, dan profiteren ook andere OEM's in de regio hiervan. Doordat het verreweg de grootste stempel drukt op de toeleverende industrie in en rond Eindhoven, vervulde het in voorgaande jaren al een pioniersrol in het verbeteren van de communicatie met toeleverbedrijven. Dat doet het met QLTC, een model waarmee ASML toeleveranciers beoordeelt op kwaliteit, logistiek, tijd en kosten. Verschillende OEM-partijen communiceren intussen op dezelfde manier met dezelfde maakpartijen. QLTC is uitgegroeid tot een standaard en

dat maakt de administratie bij vooral maakpartijen minder complex.

Meer initiatief en verantwoordelijkheid bij maakpartijen zal Brabant naar verwachting nog beter op de wereldkaart zetten. Het is voor VDL-ETG een kans, zegt directeur Simon Bambach: 'Als wij erin slagen om ontwikkeling in interactie met maken te beheersen, dan hebben wij iets in handen dat fantastisch is. Daarmee kan ik overal naartoe.'

Maar ASML legt de lat hoog. Van den Brink meent dat veel leveranciers de bestaande business wel best vinden en te veel achterover leunen. 'Met name lokale leveranciers in Brabant zouden deze handschoen vaker moeten oppakken en hun korte afstand met ASML moeten uitbuiten.'

### Huwelijksmakelaar

In de regio zorgt het begrip 'farm-out' intussen voor heel wat *buzz*. Farm-out betekent dat OEM-partijen meer verantwoording en ontwikkelwerk buiten willen leggen. Leveranciers raken er opgewonden van. Ze zien kansen om intensiever voor ASML aan de slag te gaan. Niet alleen door meer uren te verkopen of meer te produceren. Nee, ze mogen nu ook meeontwikkelen en meer waarde toevoegen.

Zoals iedereen weet: meer waarde betekent hogere marges. Maar wie hier een juichverhaal verwacht over kansen voor ingenieursbureaus, moeten we teleurstellen. Want ASML vindt farm-out helemaal niet leuk. Althans, niet volgens de definitie die





het zelf hanteert. 'Eigenlijk willen we geen farm-out van ontwikkeling, daar houden we niet van', zei Jelm Franse in maart op de conferentie Hightech Mechatronica in Veldhoven. Franse geeft bij ASML leiding aan de mechanische ontwikkeling, inclusief tools en installaties die nodig zijn om de boel in elkaar te zetten en af te stellen.

In ASML's definitie is farm-out het uitbesteden van puur de ontwikkeling, niet de productie. In die constructie is altijd een derde partij nodig om de zaak te produceren en in elkaar te zetten. En daar zit het venijn:

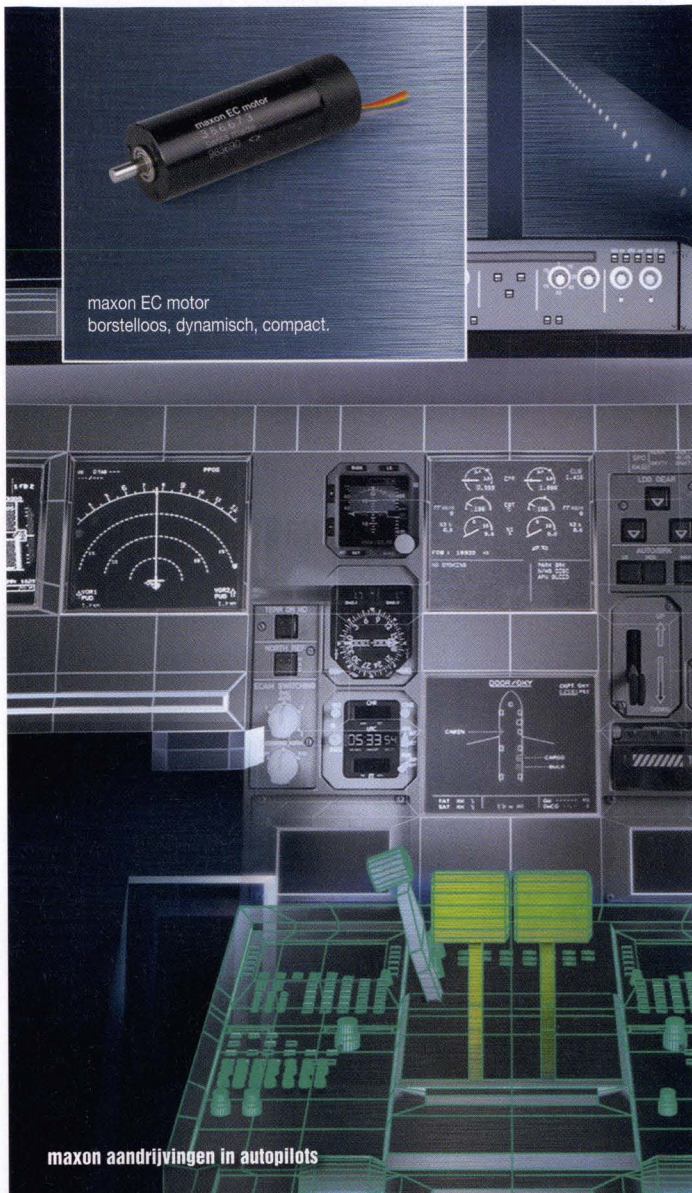
op driehoeksrelaties zitten ze in Veldhoven niet te wachten. Want als de zaken in de integratiefase niet passen, heeft niemand het gedaan. 'Wonder boven wonder, als het niet past, krijg je altijd gedonder', zegt Franse. 'Degene die het maakt zegt dat het niet goed is ontwikkeld, degene die het heeft ontwikkeld, zegt dat het niet goed is gemaakt. Wie thuis wel eens een driehoeksrelatie heeft geprobeerd, weet vast wat ik bedoel.'

Franse maakt duidelijk dat hij veel liever praat met een bedrijf dat zich opwerpt als eigenaar van een product. 'Die partij zegt te-

gen mij: 'Wij maken het op onze eigen manier. Helemaal volgens spec.' Mocht dat niet zo zijn, dan gaan we naar die partij terug en praten we over een oplossing.' Hij noemt dat OEM-outsourcing.

Dat betekent dat strategen van ingenieursbureaus in de hightech zich eens goed achter de oren moeten krabben. Immers, het liefst wil ASML niet meer met hen praten, maar met een maakpartij die regie voert, ook over de ontwikkeling. Ingenieursbureaus zullen strategische posities gaan verliezen. Wie zich niet aansluit bij een maakpartij of





maxon EC motor  
borstelloos, dynamisch, compact.

maxon aandrijvingen in autopilots

## Wanneer het er op aan komt

Onze aandrijfsystemen worden ook in de luchtvaart gebruikt.

U treft ze bijvoorbeeld aan in moderne autopilots, waar ze de gashendel in de juiste stand zetten op basis van de vluchtgegevens.

Het maxon productprogramma is modulair opgebouwd en bestaat uit zowel borstel als borstelloze DC-motoren met een ijzerloze maxon-wikkeling, platte motoren met een ijzeren kern, planeet-, tandwiel- en speciaal aandrijvingen, encoders en besturingselektronica.

maxon motor is wereldwijd marktleider op het gebied van precisieaandrijvingen en -systemen tot 500 watt. maxon motor staat voor klantspecifieke oplossingen, maximale kwaliteit, innovatiekracht en een wereldwijd netwerk. Test ons: [www.maxonmotor.nl](http://www.maxonmotor.nl)

**maxon motor**  
driven by precision

op een of ander manier regie gaat voeren over productie zakt af naar een bodyshop die puur op uurbasis ingenieurs wegzet bij OEM's en toeleveranciers.

Maakbedrijven voelen al enkele jaren een *sense of urgency* om ontwikkelkennis binnen te halen. NTS en Irmato ontfermden zich vorig jaar over de failliete boedel van Braincenter. Hittech kocht enkele jaren eerder ontwikkelpartij Multin. Enkele maanden terug maakte Wim van der Leegte er in Bits&Chips geen geheim van dat hij graag Philips Apptech (voorheen CFT, nu Philips Innovation Services) zou inlijven om VDL-ETG te versterken met systeemengineering. Historisch gezien, vormden CFT en ETG een koppel. Ze werken sinds de begintijd samen aan mechatronische oplossingen voor wafersteppers.

Vaak kloppen directeuren van ingenieursbureaus met een opgewekt gezicht bij Franse aan. Ze gaan farm-out doen! Dan pleegt Franse ze met beide voeten op de grond te zetten. 'Ik dacht het niet', zegt hij dan. 'Je competenties op dit en dit vlak zijn onvoldoende, daar moet je eerst dat en dat aan doen.' Daarna vertelt hij ze dat hij het liefste helemaal geen farm-out doet. Dat ze maar eens moeten gaan praten met een maakpartij. Hij zegt graag als huwelijksmakelaar op te treden. Hij kijkt dan wie bij ze past en probeert bedenker en maker om de tafel te krijgen. 'Kom maar samen terug', zeg ik dan. Want het liefste praat ik over prijs, kwaliteit, logistieke aspecten en serielevering.'

### Direct afnemen

Welke roadmap wil ASML met zijn OEM-partners bewandelen? De partijen die momenteel het meest vooroplopen, leveren werkende modules af in Veldhoven. Op De Run sleutelen ze alles in elkaar. Klanten kijken of het werkt en als zij groen licht geven, dan gaat alles weer uit elkaar, het vliegtuig in. In de chipfabriek gaat de boel nogmaals in elkaar en ASML laat opnieuw zien dat het werkt.

Een volgende stap is *drop shipment*. Dit betekent dat onderdelen niet het hele circus in Veldhoven meedraaien, maar direct naar klanten gaan. Dit gebeurt al met spullen in de periferie, zoals de behuizing. 'Dat kan alleen werken als je weet dat die onderdelen ook direct passen en zich gedragen zoals het hoort', zegt Franse. Voor complexe modules is deze verregaande vorm van outsourcing voorlopig ver weg. Zelfs de lenzen van Zeiss gaan altijd via Veldhoven naar de chipfabriek.

Om deze ambitie te verwezenlijken, wil ASML het aantal kanalen fors terugbrengen. 'We willen graag met minder leveranciers interfacen en ook minder *buy items* hebben', zegt Nicolaas Rauwenhoff, die vorig jaar Henk Scheepers opvolgde als senior vicepresident sourcing. Kwestie van prioriteiten, zegt Rauwenhoff. 'Wij moeten onze resources en tijd concentreren op zaken als research en *development*'.

In elektronica is ASML zijn interfaces al fors aan het uitdunnen. Het wil naar *high-level buys*: op een hoger niveau totaalproducten inkopen bij minder leveranciers. Elektronica ziet ASML als een randvoorwaarde. Daar wil het geen gezeur mee. Het moet robuust, foutloos en altijd op tijd.

Een aantal jaren geleden kreeg Veldhoven voor elke machine nog ruim vijfhonderd *line items* zoals printplaten aangeleverd. Die werden door ASML in kabinetten gezet en getest. Nu wil het die kasten met elektronica direct afnemen, getest en wel. Voor de EUV-machine zijn dat er elf. Rauwenhoff: 'Wij zeggen tegen leveranciers: 'Ga met elkaar praten. Een van jullie zet veertig, vijftig componenten in een rek, test de boel en het kan rechtstreeks door.'

Voor drie kabinetten zou dit model inmiddels werken. Rauwenhoff zegt dat ASML de mogelijkheden voor andere rekken



en kabinetten bekijkt. 'Van sommige daarvan zeggen we ook: 'Dat zullen we nooit doen.' We werken hier echt aan. Gaat het snel genoeg? Nooit.'

### Miezigerige nare details

De grote complexiteit maakt meedraaien in ontwikkeltrajecten bij ASML tot een uitdaging. Bij de ontwikkeling van een wafer-scanner draaien er bij ASML 36 projecten tegelijkertijd. 'Die 36 rennen als een stel wilde beesten op een gezamenlijk doel af: een werkende machine', zegt Franse. Het vervelende is dat ze niet altijd van elkaar weten dat ze met hetzelfde bezig zijn. 'Paden kruisen nogal vaak en dan krijg je volumeconflicten', aldus Franse. 'Iemand bedenkt: dit is niet stijf genoeg, ik maak het iets dikker en vervolgens past het niet. Dus is er een volume-politie die door al die projecten heen fietst en checkt of er niemand zijn hekje zodanig heeft verplaatst dat het niet meer past.'

Naarmate ontwikkelaars dichter op het hart van de machine zitten, is hun werk intensiever. Het meest dynamische is de ontwikkeling van de wafer-stage. Dat is het ingenieursequivalent van een slagveld. Als mensen ergens mierenneuken, dan is het hier. Dagelijks strijden ze om elke nanometer. Om budgetten voor zaken als de *drift*, die niet meer mag zijn dan een halve nanometer per week. Franse: 'Constant zijn er discussies met degenen die iets aan het metroframe vastmaken. Krijgen ze extra speelruimte om-



uit dat dat ze nog veel meer moeten kennen', zegt Franse. 'We hebben bijvoorbeeld vermogenelektronica nodig voor onze mechatronica met absurd lage ruisniveaus in de versterkers. Daar komt de gemiddelde versterkerbouwer, ook voor audioamplifiers, niet in de buurt. Een van de grootste faaloorzaken in de elektronica was kosmische straling. Ik moet de eerste elektronica-supplier nog tegenkomen die tegen ons zegt: 'Wacht even ASML, we moeten componenten hebben die mil-spec zoveel zijn.'

ASML vraagt van toeleveranciers dan ook een bijna paranõide houding als het om het invullen van de details gaat. Zelfs als het om de *design rules* voor een simpele bout

De kosten voor de chipfabriek lopen al snel boven de ton euro's per uur. Franse: 'Alles wat misgaat, kost ons onmiddellijk miljoenen. Als wij alle machines moeten navliegen om een bout vast te draaien omdat een supplier niet wist dat er een speciale staalsoort en treksterkte nodig was, dan heeft dat meteen grote gevolgen.'

### Voorbeeld van Zeiss

Sinds een klein jaar is Eric Slakhorst bij ASML aangesteld om de sourcing van mechatronica te managen. Het is zijn taak om leveranciers te helpen zich te ontwikkelen naar hogere niveaus. Voor Slakhorst, afkomstig van ASM International, is het een nieuwe wereld. Hij zegt dat hem vooral het optimisme bij leveranciers opvalt. 'Alle leveranciers maken stappen om engineering en ontwikkelcompotenties in huis te halen, maar dat heeft wel tijd nodig. Ze moeten het ook koppelen aan produceerbaarheid. Ik zie dat ze sneller willen dan ze kunnen. We maken goede stappen, maar het knarst en piept binnen de suppliers, omdat het nog geen geheel is.'

De hoogste prioriteit zouden toeleveranciers moeten leggen bij het integreren van hun productie- en ontwikkelafdelingen, zegt Slakhorst. 'Het is belangrijk om werk projectmatig aan te pakken en beide afdelingen fysiek bij elkaar te zetten in projecten. Dat moeten geen gescheiden kantoren zijn.'

Of er schot in zit? 'Ik ben er niet pessimistisch over. Ik zie goede stappen, maar we moeten wel realistisch zijn.' Het is duidelijk dat geen maakpartij rond Eindhoven de illusie moet koesteren om binnen een jaar OEM-supplier te worden naar het voorbeeld van Zeiss. Slakhorst: 'Daar moeten we wel naartoe. Dat suppliers de volledige verantwoordelijkheid nemen over de module-ontwikkeling. Met Zeiss is er zo'n intensieve samenwerking. Er zijn heel duidelijk gebieden waar Zeiss alle ontwikkelkennis en ook alle maakcompetenties heeft.'

Ontstaat een dergelijke relatie, dan blijft de samenwerking intensief. 'We stemmen verschrikkelijk intensief met elkaar af wat we van elkaar verwachten. Informeren elkaar wat er wel en niet goed gaat. Voor Zeiss is het businessmodel vergelijkbaar met dat van ons.'

## 'Als je farm-out wilt oppakken, start dan in vredesnaam met iets aan de periferie van de machine'

dat ze het moeilijk hebben? Werkt het dan nog volgens spec? Daar word je gek van als ontwikkelaar, daar moet je tegen kunnen. Dus als je farm-out wilt oppakken, start dan in vredesnaam met iets aan de periferie van de machine, waar je niet voortdurend te maken hebt met die constante veranderingen en het constante overleg met andere projecten.'

In de elektronica houdt ASML nog steeds honderd procent grip op de keuze van componenten. Het besteedt zijn hardware uit als een witte doos: zo moet het en niet anders. Toeleveranciers willen nog wel eens roepen dat ze best in staat zijn om te bepalen wat er in de doos past. Maar ASML is niet happig op black-boxuitbesteding. Daar heeft het in het verleden slechte ervaringen mee opgedaan.

De *supply base* denkt vanuit optimisme vaak een hoop te weten. 'Maar de praktijk wijst

gaat. 'Wij hebben op het eerste gezicht krankzinnige regels als het gaat over zo iets simpels als een boutverbinding', zegt Franse. 'Maar onze machines lopen zo verschrikkelijk hard en ze versnellen zo afgrijselijk dat alles los trilt als je er niet aan houdt. Tegenwoordig leveren de motoren in lithomachines zulke enorme krachten dat ze de bouten waarmee ze in de *carrier* zitten gewoon, pang, eraf trekken – als ze niet voldoen aan de design rules. Zo zijn er heel veel miezigerige nare details. Als je die niet goed doet, dan hebben we heel veel trammelant. Dat soort dingen moet je goed snappen voordat je denkt: laat ik met ASML eens farm-out gaan doen.'

Want hele kleine fouten kunnen ongelofelijke gevolgen hebben. Eén verkeerde versterker en de wafer-scanner gaat plat.



**'De hele regio ademt met ASML mee'**

# VDL-ETG daagt collega-maakpartijen uit om samen de wereld te veroveren

**VDL-ETG is ASML's grootste leverancier van mechatronica. Directeur Simon Bambach blikt terug en praat met Bits&Chips over de uitdagingen en kansen van werken met de Veldhovense machinebouwer. 'In feite verkopen we vertrouwen. Daarom is onze grootste uitdaging om een bedrijf te creëren dat zijn processen onder controle heeft.'**

**René Raaijmakers**

**B**ij VDL-ETG staat het bekend als de 'zwarte avond', het bezoek dat ASML's toenmalig hoofd *procurement* Henk Scheepers in 2003 bracht aan Philips' Enabling Technologies Group (ETG). Simon Bambach was er net als commercieel directeur in dienst en het moment staat nog in zijn geheugen gegrift.

Scheepers hield het managementteam in Acht een spiegel voor. Hij vertelde over hun prestaties op het gebied van kwaliteit, logistiek, technologie en kosten – voor ingewijden bekend als QLTC. Na de presentatie legde Scheepers een loodzware boodschap op tafel: de hele fabricage en assemblage van *reticle*-gerelateerde producten zou van ETG verhuizen naar Wilton in de VS. Daar zat de assemblagevestiging van SVG, het bedrijf dat ASML in 2001 had overgenomen.

'Dat was geen topmeeting', zegt Bambach. 'We wisten niet dat dit aan de orde was. Op basis van onze prestaties besloot ASML om een gedeelte van het pakket bij ons weg te halen.'

ASML had destijds de machinelijnen van SVG gestopt, waardoor Wilton zonder werk zat. Haalde ASML een excuus van stal om Wilton bezig te houden? Daarvan wil Bambach niets weten. 'Als wij op dat moment perfect hadden gepresteerd, dan zou ASML iets anders hebben bedacht. Wij worstelden in die tijd ook met problemen.' In 2002 draaide ETG volgens Bambach nog goed. In dat jaar was zowel ASML als ASMI erg succesvol met 300-millimetermachines waarvoor klanten technologieaankopen deden. 'Maar 2003, man, man, man, dat was niet best. Toen verloren we ook dat nog. We hadden het echt zwaar.'

Ondanks deze adering is VDL-ETG nog steeds de derde toeleverancier voor ASML, in omzetvolume gemeten. Samen met Zeiss en Cymer levert het bedrijf drie kwart van de *bill of materials*. ASML is VDL's grootste klant en

goed voor dertien tot vijftien procent van de totale omzet (vorig jaar 1,354 miljard euro). Maar terwijl ASML in de Philips-tijd soms verantwoordelijk was voor wel de helft van alle leveringen van ETG, is de afhankelijkheid sinds de overname van ETG door de VDL Groep in 2006 sterk afgenomen. VDL geeft geen exacte cijfers over activiteiten met individuele klanten, maar met de heftige fluctuaties op de halfgeleidermarkt in combinatie met een natte vinger, valt te zeggen dat het VDL-omzetdeel voor ASML kan variëren van honderd miljoen tot enkele honderden miljoenen euro's. Bambach: 'Geen afhankelijkheid om je ongerust over te maken.'

## Heftige fluctuaties

Bambach en zijn team hebben zich het hoofd gebroken over klantencategorieën die asynchroon bewegen met de halfgeleidermarkt. Partijen die *boomen* op het moment dat de chipindustrie in het dal zit. En andersom. 'Die bestaan natuurlijk niet. We hebben moeten leren leven met heftige marktbevingen.'

Stabieler markten zoals die voor medische apparaten zijn er wel. Maar daar is uitbesteden op hoog assemblageniveau nog in ontwikkeling. Bambach: 'Inefficiëntie treedt

vooral op bij sterke groei en neergang. Als je geen zorgen hebt over het op en neer managen van je capaciteit, dan is het vaak goedkoper om alles zelf te doen.' Partijen als Philips Healthcare zijn wel met een inhaalslag bezig. 'De medische markt is voor ons overigens een fijne stabiele factor', aldus Bambach.

Bedrijven als ASML, KLA Tencor en Applied Materials vragen juist ademruimte. Zij willen productiecapaciteit weggelaten. 'Het dal in 2009 was diep', blikt Bambach terug naar de laatste recessie, 'maar ASML had in die *downturn* één zorg minder: de ingestorte productie. Van de totale bill of materials voegen ze in hun eigen fabrieken tien procent toe. De rest is de zorg van hun toeleveranciers. Als je focust op de volgende generatie lithografiemachines, dan wil je als management ook niet bezig zijn met fluctuaties in fabricage.'

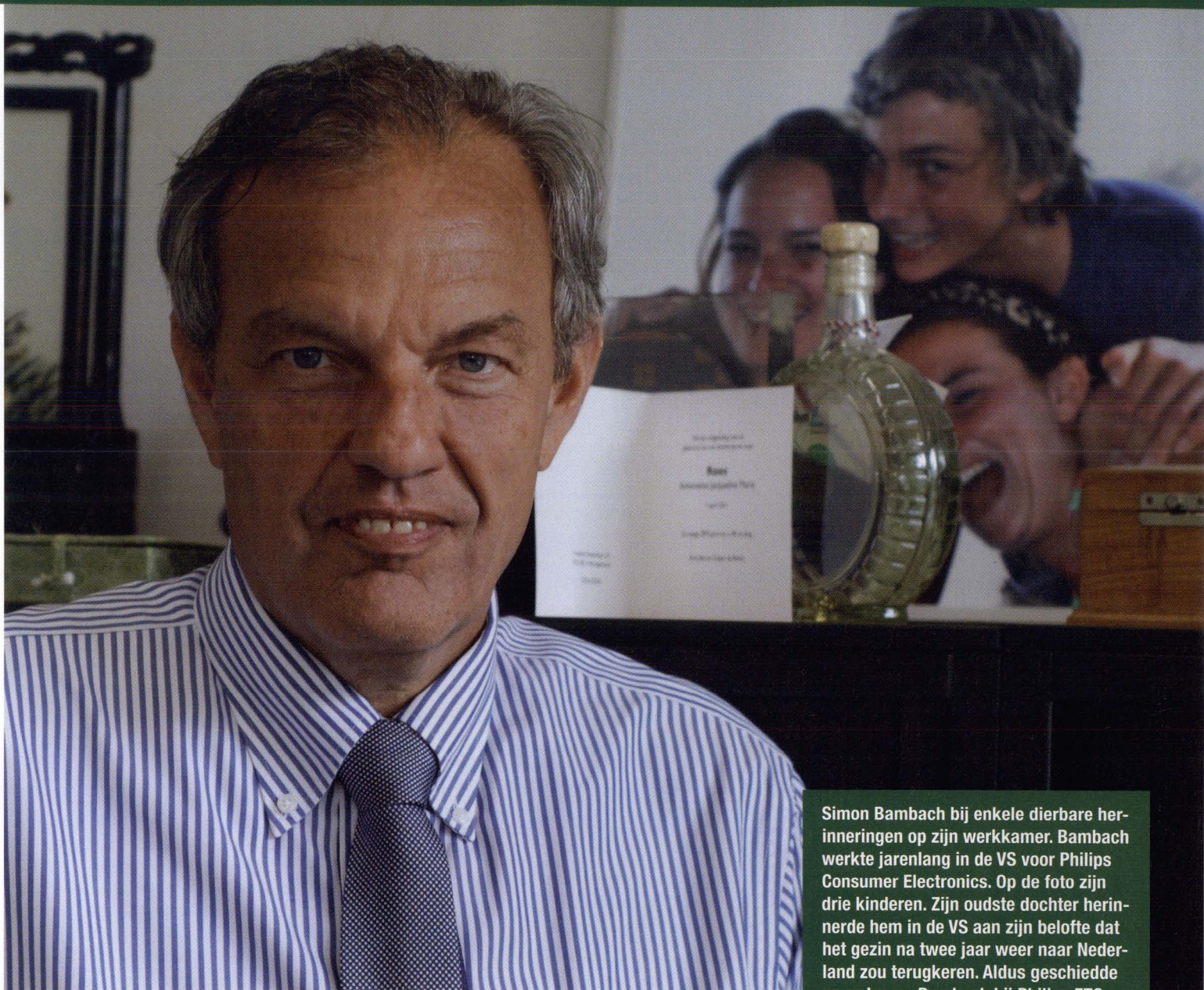
Voor VDL-ETG is dat wel corebusiness. Het steekt veel energie in het managen van heftige marktbevingen. Zo heeft VDL-ETG in Almelo tweehonderdtachtig tot driehonderd mensen vast in dienst, maar op dit moment werken er ruim vijfhonderd mensen. Het verschil zit in tijdelijke contracten en uitzendkrachten. In slechte tijden werken er maar een paar honderd mensen in Almelo. 'Dan lenen wij tachtig tot honderd vaste medewerkers uit aan andere bedrijven. Dan gaan we heel actief op zoek naar vacatures in de omgeving van Almelo. We ademen van tweehonderd tot zeshonderd mensen, zonder iemand van onze vaste bezetting te verliezen.' In Eindhoven is dat een stuk moeilijker. 'Hier ademt de hele regio met ASML mee.'

## Schoonmaakbadje

In Zuidoost-Nederland leunt VDL-ETG meer op een andere strategie: in goede tijden legt het zelf veel werk buiten. 'Op dit moment zit heel veel van onze toegevoegde

**'ASML had in de *downturn* één zorg minder: de ingestorte productie'**





**Simon Bambach bij enkele dierbare herinneringen op zijn werkkamer. Bambach werkte jarenlang in de VS voor Philips Consumer Electronics. Op de foto zijn drie kinderen. Zijn oudste dochter herinnerde hem in de VS aan zijn belofte dat het gezin na twee jaar weer naar Nederland zou terugkeren. Aldus geschiedde en zo kwam Bambach bij Philips ETG en later VDL terecht.**

waarde buiten de deur', zegt Bambach. 'Is het een keer minder, dan halen we het naar binnen en houden we onze eigen mensen aan de gang.' Die aanpak is met de overname van Philips ETG door de VDL Groep een stuk versterkt. 'Als onderdeel van VDL Groep zijn we flexibeler. Met de spreiding in producten en markten kunnen we in tijden van crisis onderling werk uitbesteden en medewerkers in- en uitlenen. Zo kunnen we onze mensen en het vakmanschap behouden', aldus Bambach.

In de afgelopen crisis lagen er bij VDL-ETG onderdelen van bussen op de freesbank, afkomstig van de busbedrijven binnen de VDL Groep. Bambach: 'Dat geldt ook voor Almelo. In de crisis pendelde een vrij grote groep medewerkers uit Almelo elke dag naar onze busfabriek in Heerenveen. Die mensen hebben een aantal maanden een behoorlijk offer gebracht. Voor hen betekende het werkgarantie en wij hielden onze loonkosten gedekt.'

De uitdagingen die ASML neerlegt bij VDL-ETG zijn uniek, vindt Bambach. 'Wij komen nergens de specificaties en toleranties tegen die we voor ASML moeten maken. Wellicht met uitzondering van Fei of KLA Tencor, die hun kolommen ook tot op de laatste nanometer specificeren. Voor de rest is ASML hier de grote drijvende kracht. Niet alleen in de fysieke uiting van techniek, zoals de eisen aan schoon werken die EUV nu stelt, maar ook in het managen van de bijbehorende processen.'

In de huidige trend om toeleveranciers meer ontwikkelverantwoordelijkheid te geven, speelt ASML een pioniersrol. Deze strategie staat ook bekend als *farm-out*. 'Bij farm-out is de uitdaging niet alleen een technologische. Het beheren en beheersen van ontwikkelingspanningen is een heel ander vak dan het beheren en beheersen van een maakproces. Voor VDL-ETG een kans', zegt Bambach. 'Als wij erin slagen om ontwikkeling in interactie met maken te be-

heersen, dan hebben wij iets in handen dat fantastisch is. Daarmee kunnen wij overal naartoe. Het gaat daarbij niet alleen om de beste freesbank of het schoonste schoonmaakbadje, maar vooral ook om beheersprocessen. In feite verkopen we vertrouwen. Vertrouwen in levertijd, kosten en technologische consistentie. Dat is onze grootste uitdaging: een bedrijf creëren dat zijn processen onder controle heeft.'

#### **Gek**

Als het gaat om het managen van zijn toeleverketen, is ASML volgens Bambach uniek. 'Ik ben overal geweest en heb een hoop gezien. De enige die in de buurt komt, is Applied Materials. Toen ik in 2002 voor het eerst in Amerika kwam, besteedden ze daar nog steeds op onderdeelniveau uit. Applied, KLA Tencor, noem ze allemaal maar op. Alles deden ze zelf. Dat is de laatste acht,



## VDL-ETG en ASML

De ETG-organisatie werd in 1900 in het leven geroepen onder de naam Philips Machinefabrieken. Het moest industriële mechanisatie en apparatuur leveren aan de groeiende Nederlandse lampenfabrikant. De belangrijkste klanten in de vorige eeuw waren de divisies Licht en Componenten (vooral displays).

De relatie van ASML met VDL-dochter ETG stamt uit de tijd dat ASML nog een onderdeel was van Philips Science & Industry. De lithobusiness betrof net als Electronic Manufacturing Technology (EMT, het huidige Assembléon), Industrial Analytical (nu Panalytical), Electron Optics (nu Fei) en Test & Measurement (nu Benchmark) zijn onderdelen van de Philips Machinefabrieken.

Toelevering van ETG aan ASML nam begin jaren negentig een hoge vlucht. ASML beleefde financieel zware tijden en had geen werkkapitaal. De lithostarter had midden jaren tachtig al strategisch gekozen voor veel uitbesteden, maar moest naar een hoger niveau. Philips Machinefabrieken ging toen voor het eerst op moduleniveau bouwen.

Gaandeweg de jaren negentig kreeg Philips – destijds nog grootaandeelhouder van ASML – de verantwoordelijkheid over zo'n beetje alles dat bewoog in ASML's machines. Dat waren vooral de modules die een rol speelden bij het bewegen en handlen van maskers en plakken. Philips' Centrum voor Fabricagetechnologie (CFT, het huidige Philips Innovation Services) ontwierp de mechatronica en mechanica, Philips Machinefabrieken zette vervolgens de boel in elkaar.

Met het afsplitsen van deze dochters gingen de machinefabrieken vanaf de jaren tachtig steeds meer buiten het moederbedrijf leveren. In 2000 veranderde de naam in Philips Enabling Technologies Group. Toen Philips de productie naar Azië verschoof en de beeldbuismarkt verdampte, maakte ETG's omzet aan oud-Philips-onderdelen als ASML, Fei en Panalytical inmiddels zo'n 95 tot 96 procent uit van het totaal. Philips ging zich meer en meer concentreren op R&D en marketing en ETG was daardoor niet langer core. Het verdween in de etalage, bij Philips bekend als 'overige activiteiten'. Het stond jarenlang te koop. In 2005 daalde de omzet van ETG volgens het jaarverslag van Philips met zeventien procent. Dat maakte de tijd rijp voor Wim van der Leegte, topman van de VDL Groep, om dit hightechtoeleverbedrijf van Philips over te nemen. Dat gebeurde uiteindelijk in september 2006.

Van der Leegte sloot een andere cirkel in de historie van zijn bedrijf. Zijn vader had ooit bij Philips Machinefabrieken gewerkt en was in 1953 van daaruit voor zichzelf begonnen, waarna Van der Leegte junior VDL uitbouwde tot wat het nu is: een Brabantse supermacht en internationale, industriële onderneming met 7700 medewerkers verspreid over tachtig bedrijven in zestien landen.

negen jaar sterk veranderd. Applied stopt er ontzettend veel *effort* in, maar is veel dogmatischer. ASML is echt vernieuwend. Die durft ook.'

De huidige farm-outstrategie is een voorbeeld van die lef. 'Met het predicaat *'white*

*box*-ontwikkelaar van ASML' kunnen wij meteen naar andere klanten toe.' Bambach meent dat ASML te veel insteekt op specialisatie. 'Ze zeggen: 'Als je bij ons leert hoe je wafers handlet, dan kun je dat ook voor andere klanten doen.' Ons gaat het niet al-

leen om de wafer-handler, maar ook om het managen van ontwikkelprocessen. Wij willen ook een gasleversysteem of een suspensiesysteem voor Philips Healthcare kunnen maken. Voor ons betekent dat processen onder controle houden en daar geld aan verdienen. De doorlooptijd van je ontwikkelproject in de klauwen houden.'

Bambach geeft als voorbeeld een complex onderdeel dat VDL-ETG in een proces van twintig stappen maakt. 'Daarvan beste-

## 'Wij willen niet alleen goed zijn in wafers handlen, wij willen processen onder controle houden'

den wij ook weer een groot deel uit, omdat we zelf niet alle technologie in huis hebben. Onze klant wilde dat het vier sigma werd gemanaged. Dat betekent eens in de dertig jaar een verkeerd product leveren. Mijn mensen zeiden: 'Je bent gek, dat kan niet.' We zijn toen procesvariabelen gaan meten van machines en mensen om fouten uit te sluiten. We zagen hoe je inderdaad kunt voorkomen dat je fouten maakt. Daarmee werd iedereen ineens superenthousiast. Voor ons zit daar de uitdaging. De procescomplexiteit managen. Om tot een goed product te komen, betrouwbaar,





van ontwikkeling  
tot massaproductie  
precies wat u verwacht

Vlakhodem 10
3247 CP Dirksland
T +31 (0)187 602 744
F +31 (0)187 603 497
I www.tbp.eu
E info@tbp.nl



op tijd, met lage kosten en technologisch voorspelbaar.'

Wat Bambach betreft, geldt dat ook voor het ontwerptraject. 'Iedereen zegt van tekenen: dat is creatieve inspanning. Wie weet hoe lang het gaat duren? Die houding moet eruit. Mensen moeten zich gaan realiseren dat dáár de uitdaging in de organisatie ligt. Je wilt over zes weken een goede tekening hebben, klaar.'

### Pensioen

VDL-ETG is verreweg de grootste toeleverancier van high-end modules in de regio. Precieze cijfers geeft moeder VDL niet, maar het zet naar schatting ruim vierhonderd miljoen euro om, vier keer zo veel als Frencken of NTS.

Zou het goed zijn als er in de regio een toeleverpartij ontstaat die zich kan meten met VDL-ETG? Op die vraag speelt Bambach kleinduimpje. Hij wijst naar concurrenten als Flextronics, Foxconn en Jabil, assembleerspecialisten in vooral elektronica die stuk voor stuk veel groter zijn. 'Die bouwen op ons niveau spullen. Gelukkig niet in de markt die voor ons relevant is, maar ze beginnen aardig in onze buurt te komen. In economisch goede tijden zijn ze minder geïnteresseerd in hightech-machinebouw. Maar hun toeleverketen is technisch beter dan die van ons. Door hun schaalgrootte zijn hun overheadkosten lager. Dus zijn het geduchte concurrenten.'

Hij wil maar zeggen: kijk wereldwijd, niet regionaal, want daar liggen de uitdagingen en prioriteiten anders. 'Als je kijkt naar de regio, dan denk ik dat de grootste uitdaging zit in de beschikbaarheid van technici. Binnen vijf tot tien jaar gaat een groot deel van deze regio met pensioen. Dat geldt voor ons en voor onze concurrenten. Dat geldt ook voor een van onze ontwikkelpartners Philips Innovation Services. Het merendeel van de kennis in onze regio zit bij mensen van vijftig jaar of ouder. Dus dat is over tien jaar verdwenen.'

En de machtsverhoudingen in de regio? 'Misschien moeten we ons verder gaan specialiseren als toeleveranciers. Laat ETG zich ontwikkelen in de breedte met zijn internationale, commerciële slagkracht. En laat Frencken, NTS, KMWE en andere toeleveranciers zich specialiseren op een aantal onderdelen en daar verschrikkelijk goed in worden. Zo goed dat wij het per definitie bij hen uitbesteden. Dat ik me niet eens in het hoofd zou halen om die specifieke zaken zelf te doen. Dan kunnen we samen met die specialismes overal naartoe in de wereld. Maar om nou in de breedte een tweede leverancier als VDL-ETG te hebben, ik weet niet of dat zo slim is.' ■

## OEM's: benut kracht van keten

Als ons nationale hightechvlaggenschip ASML een order scoort, gaat bij veel Nederlandse bedrijven de vlag uit. Tientallen, zo niet honderden ondernemingen leveren machines, subassemblages en onderdelen voor zo'n chipproductielijn. Met deze werkwijze van relatief open innovatie lukt het ASML om toonaangevend en vernieuwend te blijven in de wereld van de chipproductiemachines en daarmee een aandeel van ongeveer tachtig procent te verwerven. Klasse. Dat moeten we koesteren en vooral uitbouwen.

Ook andere takken van sport zouden dat advies ter harte kunnen nemen. In de automotieve, de lifestyle en de agro wordt er nog steeds te weinig gebruikgemaakt van de innovatieve kracht van toeleveranciers. Eigenlijk zijn veel OEM's nog te veel naar binnen gericht en is open innovatie een marketingkreet die maar deels wordt ingevuld.

Ofschoon het nog lang niet algemeen is, wordt er door veel OEM's voornamelijk open geïnnoveerd met de eerstelijns leveranciers. Dit zijn bedrijven die veelal worden uitgenodigd om delen van machines of subassemblages te ontwikkelen of te produceren. Dat

betekent de introductie van twee problemen. Ten eerste wordt doorgaans in de contracten tussen OEM en eerstelijns leverancier het intellectuele eigendom geregeld. Hieraan wordt een geheimhoudingsplicht gekoppeld en dit ontnemt de leverancier de mogelijkheid – in ieder geval in de eigen belevingswereld – om open met tweedelijns leveranciers te spreken over de applicatie en de daarbij behorende eisen en wensen. Dat is dus een impliciete verplichting om zaken zelf uit te engineeren en te ontwikkelen. Dit werkt suboptimalisatie in de hand.

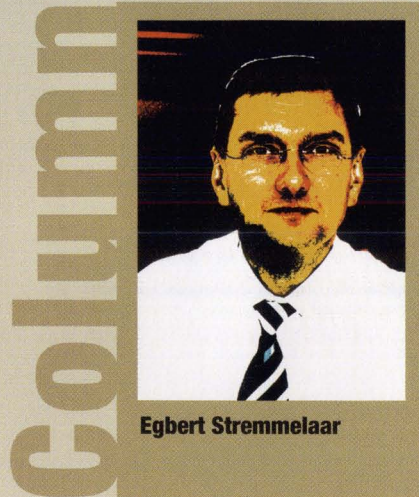
Ten tweede vallen in Nederland toeleveranciers bijna altijd onder de kwalificatie 'mkb' en hebben ze daarom per definitie niet alle relevante disciplines op het juiste niveau in huis. Omdat er een verbod ligt op het halen van kennis uit de keten, betekent dit impliciet dat er wordt voortgeborduurd op bekende technologieën. Het is evident dat deze situatie niet altijd de beste oplossing voor de laagste prijs oplevert.

Inmiddels kunnen we binnen de Feda boeken vol schrijven over voorbeelden waar het beter had gekund. Niet alleen worden er ontwerpfouten gemaakt die leiden tot ongemak, een te hoge prijs of vertraging in de introductiedatum van een machine of een deel daarvan, ook worden er machines verkocht met oplossingen die op termijn leiden tot uitval. Behalve extra kosten en een hoop frustratie bij zowel OEM als zijn klant, hangt er ook imagoschade boven de markt. Dit resulteert erin dat er – naast de energie die wordt besteed aan het vinden van een oplossing – ook veel energie moet worden gestoken in het bedrijven van politiek. Voorwaar geen wenselijke situatie.

Als geen ander weet de Nederlandse tweedelijns toeleverindustrie wat de componenten en systemen kunnen. Daarnaast is ze veelal in staat om zelf haar producten te modificeren, op maat te maken, te optimaliseren of te parametriseren. En dat op een veel hoger niveau dan de gemiddelde OEM of eerstelijns leverancier. Indien er geen pasklare oplossingen zijn, dan heeft de tweedelijns toeleverancier vaak de beschikking over een eigen afdeling voor technische ondersteuning of beschikt hij over ingangen bij de producent die aanpassingen in het basisontwerp mogelijk maken.

Alles valt of staat met twee kernbegrippen. Dat zijn open communicatie en vertrouwen. Als Nederlandse OEM's in staat zijn om echt samen te werken met de gehele keten en de innovatiekracht daarvan te benutten, dan kunnen we als bv Nederland de hele wereld aan.

*Egbert Stremmelaaar is voorzitter van de Feda en BU-director bij Eriks Aandrijftechniek.*



Egbert Stremmelaaar



# Netwerkanalyse tot max. 500 GHz

## Wat uw DUT ook is, wij kunnen het karakteriseren.

Netwerkanalyzers van Rohde & Schwarz zijn leidinggevend in technologie en bedieningseenvoud — in alle klassen, voor iedere toepassing.

### Mobiel

R&S®ZVH: Kabel- en antenneanalyzers voor ruw veldgebruik. Speciaal ontworpen voor installatie en onderhoud van antennesystemen.

### Universeel

R&S®ZVL: Een netwerk- en spectrum-analyzer in één, evt. batterij gevoed, 50  $\Omega$  of 75  $\Omega$  ingangsimpedantie.

### Efficient

R&S®ZNB and R&S®ZNC: Instrumenten met een hoge meetnelheid en groot dynamisch bereik voor het R&D lab en in productie. Grootste touchscreen display op de markt voor een intuïtieve en eenvoudige bediening.

### Veeleisend

R&S®ZVA and R&S®ZVT: High-end netwerkanalyzers voor veeleisende metingen aan mixers, versterkers, filters, etc. Tot max. 500 GHz, max. 8 testpoorten en 4 onafhankelijke generatoren.



Bekijk alle informatie op:

[www.rohde-schwarz.com/ad/nwa](http://www.rohde-schwarz.com/ad/nwa)

Bel of email voor advies en demonstratie:

Tel: 030-6001721

E-mail: [info.nl@rohde-schwarz.com](mailto:info.nl@rohde-schwarz.com)



**ROHDE & SCHWARZ**





Jelm Franse, Eric Hezemans en Eric Slakhorst (van links naar rechts)

## NTS *single source* voor stabilisatieplatform bron ASML legt ontwikkeling cruciaal onderdeel EUV-machine neer bij NTS

Als geen ander ervaart NTS de turbulentie van sourcen aan ASML. Het trok de ontwikkeling en productie naar zich toe van het *source support frame*, een onderdeel dat de tonnen wegende EUV-bron moet stabiliseren in de chipproductie. Regelmatig tikt ASML de mechanici en mechatronici bij NTS op de schouders. 'Sorry, het moet toch net wat anders.'

René Raaijmakers

NTS, met wortels in de *build-to-print business*, trok de afgelopen tien jaar de kunst van de systeemontwikkeling naar zich toe. Intussen produceert het de Phenom, een kleine elektronenmicroscoop die het samen met Fei en Sioux ontwikkelde. Voor het Zwitserse chemieconcern Huntsman werd een *rapid prototyping*-printer ontwikkeld en in elkaar gezet.

NTS is het schoolvoorbeeld van een toeleverancier die zich plooit naar de wensen van de OEM's in de regio. Het maakbedrijf ontstond uit Nebato en Te Strake. Beide firma's fuseerden in 2005 omdat hun klanten daarop aandrongen, niet eens omdat ze het zo leuk vonden. Sinds directeur Marc Hendrikse de fusie afrondde, bouwt hij aan een model waarmee NTS meer toegevoegde

waarde kan leveren en zijn klanten wereldwijd kan bedienen.

NTS heeft intussen honderdtwintig ontwikkelaars in dienst. Dat waren er voor de fusie van Nebato en Te Strake amper twintig. Een fors deel van die engineers kwam aan boord met de overname van Braincenter Zuid. In technologisch opzicht kreeg NTS een impuls met de overname van de Israë-



## Renishaw Benelux zoekt Sales Engineer Encoders

De encoder productlijn van Renishaw is over de afgelopen jaren sterk gestegen en om verdere groei mogelijk te maken wensen wij ons verkoopteam in de Benelux uit te breiden.

Een goede beheersing van de Nederlandse en Engelse taal is noodzakelijk, alsmede het hebben van een aantoonbare ervaring op technisch en commercieel vlak in de High Tech industrie. Je bent communicatief en in staat om op alle niveaus met klanten besprekingen te voeren, van ontwerper tot directieniveau. Jouw ervaring heb je verkregen door verkoop van technische systemen in industriën als: electronica; automatisering; motion control; metrologie of encoders.

### Kennis, ervaring en persoonlijkheid

**Ervaring** – technische achtergrond in motion control, aandrijvingen en encoders. Kennis van meetsystemen is een pré omdat de Renishaw systemen gericht zijn op het hogere segment

**Opleiding** – middelbaar of hoger technische opleiding in

mechatronica, elektro of werktuigbouwkunde  
**Talen** – Nederlands en Engels (Frans is een pré)

**Zelfstandig en doelgericht** – werkend vanuit eigen technische kennis en commerciële ervaring, bijgestaan door ervaren specialisten en ondersteund door een efficiënte logistieke organisatie.

**Communicatief en behulpzaam** – staat op professionele wijze uw klanten te woord en bent pro-actief op zoek naar nieuwe klanten.

**Representatief** – tijdens klantenbezoeken, beurzen en congressen.

**Bereidheid tot reizen** – hoofdzakelijk binnen de Benelux, daarbuiten tbv opleiding, vergaderingen en evenementen.

**Aangeboden wordt:** een zelfstandige functie in een efficiënte en professionele organisatie; werken voor een internationaal en innovatief bedrijf met de reputatie van wereldmarktleider op het gebied van precisie; gedegen interne opleiding.

Meer informatie op [www.renishaw.nl/careers](http://www.renishaw.nl/careers) of bel Philippe Reinders Folmer op 076 543 1100, of stuur uw sollicitatie met cv naar [benelux@renishaw.com](mailto:benelux@renishaw.com)

**RENISHAW**   
apply innovation™

### Chief designer



**IBS Precision Engineering**  
Contactpersoon: R. Luining  
E-mail: [r.luining@luining.nl](mailto:r.luining@luining.nl)  
Tel: +31 40 2111616

### Technical support engineer



**Rohde & Schwarz Nederland**  
Contactpersoon: Ben Maarleveld  
E-mail: [info.nl@rohde-schwarz.com](mailto:info.nl@rohde-schwarz.com)  
Tel: +31 30 6001726

### Software engineer



**Promexx**  
Contactpersoon: Suzanne van Dijk  
E-mail: [jobs@promexx.nl](mailto:jobs@promexx.nl)  
Tel: +31 40 2676867

### Account manager test & measurement



**Rohde & Schwarz Nederland**  
Contactpersoon: Ben Maarleveld  
E-mail: [info.nl@rohde-schwarz.com](mailto:info.nl@rohde-schwarz.com)  
Tel: +31 30 6001726

### Sr. Software engineer / (sr.) software designer



**Promexx**  
Contactpersoon: Suzanne van Dijk  
E-mail: [jobs@promexx.nl](mailto:jobs@promexx.nl)  
Tel: +31 40 2676867

### Ondernemende commercieel manager



**Sentech**  
Contactpersoon: Patricia Abdoel  
E-mail: [pa@theseuspartners.nl](mailto:pa@theseuspartners.nl)  
Tel: +31 6 15002005

### Embedded software engineer



**Recore Systems**  
Contactpersoon: Gerard Rauwerda  
E-mail: [careers@recoresystems.com](mailto:careers@recoresystems.com)  
Tel: +31 53 4753000

### Redacteur elektronica (junior)



**Techwatch**  
Contactpersoon: Nieke Roos  
E-mail: [nieke@techwatch.nl](mailto:nieke@techwatch.nl)  
Tel: +31 24 3503534

### Compiler/tools developer



**Recore Systems**  
Contactpersoon: Gerard Rauwerda  
E-mail: [careers@recoresystems.com](mailto:careers@recoresystems.com)  
Tel: +31 53 4753000

Uw vacature(s) in deze advertentie?  
Neem dan contact op met  
Kim Huijng [sales@techwatch.nl](mailto:sales@techwatch.nl).







lische vestiging van Anorad, een specialist in precisie-stages die NTS in de crisis kocht van Rockwell.

Hendrikse snapte dat er voor ontwikkelen een heel andere leiding nodig is dan voor productie of logistiek. Hij haalde Eric Hezemans aan boord, de man die de failliete boedel van Philips' industriële elektronica-activiteiten weer leven inblies. Hij gaf het de naam Nyquist en verkocht het in 2005 als gezonde onderneming voor een flinke zak geld aan Bosch Rexroth.

Eric Slakhorst, de man die bij ASML verantwoordelijk is voor *procurement* in het mechatronicadomein, wijst erop dat de komst van Hezemans ook vertrouwen geeft voor de business. 'Eric denkt na over welke andere klanten hij met de technologie van dienst kan zijn. Hoe het past in de portfolio-strategie van NTS.'

## Risicospreiding

We zitten voor dit artikel met ASML en NTS aan tafel, maar de Veldhovense machinebouwer zegt dat we daaruit niet moeten concluderen dat de toeleverancier een voorkeurspositie heeft als het gaat om farm-out. Wel wil Slakhorst best toegeven dat NTS een van de pioniers is als het gaat om het integreren van ontwikkeling in zijn productie. 'Dat heeft ook te maken met de module die ze doen.'

De module waar Slakhorst het over heeft, is het *source support frame*, het onderdeel dat de EUV-bron ondersteunt en koppelt met de projectiekamer van de EUV-scanner. Aan dit frame, zegt ASML-mechanicabaas Jelm Franse wat onderkoeld, zit een aantal grappen. Zo moet het in het ideale geval drie verschillende bronnen ondersteunen (die van Cymer, Ushio en Gigaphoton). Het frame moet trillingen dempen en zal met de meest belabberde vloeren rekening moeten houden. Franse: 'Ook met fabs die in aardbevingsgevoelige gebieden staan.'

Het is niet zozeer de complexiteit van het frame als wel de dynamiek die het project tot een uitdaging maakt. Franse: 'Afhankelijk van de ontwikkelingen in de source-wereld tikken we NTS op de schouders en zeggen we dat het toch anders moet. Drie maanden later komen we terug en zeggen: 'Sorry, het moet toch nog iets anders.' Op dit vlak ervaart NTS meer van de dynamiek van ASML's ontwikkelingsproject dan een hoop anderen, zegt Franse.

Het is toch een hele stap om als OEM het vertrouwen te geven aan een *single source*-leverancier die dit kunstje in feite voor de eerste keer gaat uitvoeren. Slakhorst: 'Als er voldoende vertrouwen is, de prijsstelling goed is en hun business goed in elkaar zit,

dan kan NTS leveren. Natuurlijk

moeten ze aan risicospreiding doen en zorgen dat ze iemand ernaast hebben die het ook kan.'

Franse: 'Ze hebben gezegd: 'We gaan hiervoor.' Dit slaagt als MI Partners (waarin NTS een belang heeft, RR) in het begin van de ontwikkelingen meeloopt en het hele spel organiseert om een goed gestabiliseerd frame te krijgen. MI Partners snapt dit soort dingen echt goed. Het heeft aantoonbaar kennis en kunde om dit op te pakken. Nadat MI Partners het moeilijke werk heeft gedaan, kan engineering alle details vormgeven. De mensen die NTS overnam van Braincenter zijn geknipt om de details van de ontwerpen in te vullen. MI Partners zorgt bovendien dat in het concept zo veel mogelijk overeenkomsten zijn om de frames voor de verschillende sources verder uit te ontwikkelen.'

## Pete Sampras

NTS mikt op kennis in transporteren, *handlen* en positioneren. Die wil het bedrijf inzetten in de halfgeleidersector en aanpalende markten als solar, leds, displays, de printindustrie en de medisch wereld. 'Wij concentreren ons op elementen die voor een OEM bijna nooit de kern van hun machine vormen', zei Marc Hendrikse afgelopen maart op Hightech Mechatronica in Veldhoven. Waferstages liggen voor de hand, al kunnen we hier noteren dat juist de stages van ASML een grote uitzondering vormen. Veldhoven stelt zulke hoge eisen aan doorvoer en nanometerprecisie dat het deze strategische technologie altijd in eigen hand moet houden.

Maar voor zoiets als metrologie is *wafer handling* al heel wat minder cruciaal. Ook is transport-, handling- en positioneer-kennis in andere markten in te zetten. 'We hebben niet de illusie om een assortiment van standaard stages te maken die van de plank te kopen zijn', zegt Eric Hezemans.

Het gaat hem er veel meer om dat hij de kennis steeds opnieuw kan inzetten. 'Het gaat om het kunstje. In vacuüm bewegen. De metrologie eromheen. Stijfheidsberekeningen, nauwkeurigheid en kinematica. Het gaat ons niet om producten, maar om de laag daaronder, om de *capability*.'

Dat betekent, legt Hezemans uit, dat hij zijn organisatie kan voorbereiden. Als er dan een nieuwe transport-handling-positioneervraag binnenkomt, heeft hij veel beter zicht op de scherpe kantjes. 'We kunnen dan veel sneller overzien wat de risico's zijn. Dan kunnen we projecten gaan lopen en inschatten wat we eraan overhouden. Het zit 'm in de herhaling. We gaan geen geld verdienen als we voor nieuwe projecten telkens nieuwe dingen moeten ontdekken, wel als we steeds hetzelfde kunstje op een andere manier mogen opvoeren.'

Om de EUV-bron op zijn plaats te houden, is een nauwkeurigheid vereist die minder stringent is dan voor waferstages. In wezen valt de kennis die nodig is voor het support-frame van een EUV-machine ook in NTS' aandachtsveld. Er liggen de uitdagingen op het gebied van kinematica, stijfheidsberekeningen en de invloed van temperatuur. In vergelijking met een waferstage is de schaal anders, de parameters zijn anders. 'Maar het is geen *rocket science*', zegt Hezemans. 'Je stopt er een paar megawatt aan energie in en er komt een paar watt uit, dus die andere watten moeten ergens blijven. We moeten koelen. Naast slangen hangen er enorme kabels aan die sources die de boel scheefftrekken. De vloer staat te trillen. Ik chargeer wat, maar als je bedenkt dat het gaat om iets dat in het uiterste geval zeven ton weegt en twee bij drie meter meet, dan is de nauwkeurigheid voor een source support-frame toch weer een heel interessant gegeven.'

Hezemans ondertrept dat het niet slim zou zijn als NTS zich alleen op ASML zou richten. 'Wij zijn niet slimmer dan ASML, maar als we steeds hetzelfde doen, zijn we beter getraind. Pete Sampras werd nummer een omdat hij zijn hele leven al tegen een bal aan slaat. Hij is niet per definitie intelligenter dan andere mensen, maar hij doet gewoon steeds hetzelfde ding.' ■



## Ontwikkelen voor ASML? Niet doen!

**J**e hebt een leuk ingenieursbureautje. Je volgt de cijfers een beetje – miljard winst over 2010, twee miljard in kas – je kijkt naar die imposante donkere toren in Veldhoven, wrijft in je handen en denkt: daar valt wat te halen. Mag ik je een raad geven? Niet doen. Ga niet naar Veldhoven en vooral niet naar die lui van *procurement*, want die

Column



**René Raaijmakers is redacteur bij Bits&Chips.**

zijn nogal veeleisend. Wat zeg ik? Alle ASMLers zijn enorm veeleisend. Echt. Die vragen morgen wat ze gisteren hebben bedacht en dat willen ze vandaag hebben geleverd. Ik zeg je: dat wil je niet.

Als je dan toch zo nodig moet: hou het vooral eenvoudig. Zorg dat je je mag ontfemen over iets dat goed te specificeren is. Begin

met een stukje plaatwerk. Dat is waar ook: zorg dat je een goeie spec krijgt. Laat je door die lui uit Veldhoven dus niet afschepen met wat schetsjes uit de losse pols. Zeur net zo lang tot je een goeie beschrijving hebt. Anders ben je dood voordat je begonnen bent.

Maar beter is natuurlijk: helemaal niet aan beginnen. Want werken met ASML is veel te moeilijk. Om te beginnen, die geheimtaal. Je kunt genieën in dienst hebben, maar als ze geen Veldhovens praten, dan kun je het echt schudden. Meestal gaat het om drie- en vierletterwoorden. Nee, niet die, maar van die heftige afkortingen als EPS, TAR en TPS. Je moet snappen wat een 110-sheet is, waar je een standaard ASML-bout haalt en of iets R3 of R4 moet zijn. Wie dat niet verstaat, gaat voor de bijl. Wie enkel doet alsof hij het begrijpt, wacht een boel narigheid en ellende.

Wat zeg je? Je kunt het niet laten? En wat als ik vertel dat je er met ontwikkelen en produceren alleen niet komt? Dat constant naar die verdraaide specs kijken niet voldoende is? Dat je de boel ook nog eens moet kwalificeren. Ja, kwalificeren. Dacht je dat je klaar was? Nee hoor. Alles dat je hebt bedacht en gebouwd, moet ook nog eens door de molen om aan te tonen dat het ding doet wat het moet doen. Is echt geen flauwekul. Moet je nog zelf doen ook. Een hele infrastructuur aan tooling opzetten. Niet doen dus.

Nog niet overtuigd? Let dan op. Het gezeur begint pas echt als alles voor mekaar is en je factuur de deur uit is (je begrijpt dat dit een zuiver hypothetische situatie is). Zodra ASML merkt dat je het inderdaad kunt, sturen ze een inkoper langs. Die inkoper begint ook weer heel krom te praten: dat ze naar *move rate* vijf gaan. Ik zal je de details besparen, het betekent gewoon 'kei-, kei-, kei-, kei-, keihard werken'. In ieder geval zo hard dat ik je nu al kan voorspellen dat ze niet tevreden zullen zijn. Wil ik best een kratje bier op zetten.

Pardon? Wat zeg je? Dat ze maar tevreden moeten zijn met *move rate* drie? Dat je gewoon niet meer capaciteit hebt? Hallo! Dan krijg je echt Italiaanse toestanden. Komen ze langs met een man of vijf. Gaan ze praten over investerings-trajecten, opbouw van capaciteit en wat je allemaal nog meer in huis moet halen. Allemaal dingen die je niet wilt.

Laatst hebben ze weer iets nieuws uitgevonden: EUV. Ik kan je vertellen: dat is helemaal idiote business. Hebben ze volgens mij uitgevonden om de leveranciers die ze al hebben alsnog weg te jagen. EUV staat volgens mij voor Echt Ultra Vies. Betekent gewoon 'nog meer werk'. Want ineens moet je alles schoonmaken. Ook als het al schoon is! En niet één keer, maar elke keer als er iemand met zijn tengels aan heeft gezeten. Wat zeg je nu? Een paar Polen? Ik dacht het niet. Je moet met je hele handel naar een speciale *cleaning facility*. Om het nog leuker te maken: die heb je maar op een paar plekken in de wereld. Moet je ineens gaan nadenken hoe je het hele circus over de aardbol zeult.

Het zal je onderhand wel duidelijk zijn. Als je zo nodig moet toeleveren, ga naar Albert Heijn of de Gamma. Echt, veel makkelijker.



**ceramic on the right spot**

Poppenbouwing 35  
4191 NZ Geldermalsen  
T: +31(0)345 - 58 01 01  
F: +31(0)345 - 57 72 15

**ceratec®**  
Technical Ceramics BV

**WWW.CERATEC.NL**

E: [ceratec@ceratec.nl](mailto:ceratec@ceratec.nl)  
I: [www.webshop.ceratec.nl](http://www.webshop.ceratec.nl)



**Meer OEM-suppliers als klant,  
maar geen exclusieve partnerschappen**

# Viro wil onafhankelijkheid behouden in ASML-ecosysteem

Wie de toeleverwereld door een ASML-bril bekijkt, kan tot de conclusie komen dat er voor ingenieursbureaus maar twee dingen opzit: overname door een maakpartij of afzakken tot bodyshop. Marco Storm en Theo Wigger van Viro Engineering vinden dat iets te kort door de bocht en zien juist andere kansen.

René Raaijmakers

‘Nee, dank je’, zei Marco Storm, accountmanager bij Viro Engineering, toen ASML hem een paar jaar geleden de vraag stelde of hij wilde doorgroeien tot OEM-supplier, een leverancier die onder eigen regie ontwikkelt en produceert. Voor een ingenieursbureau dat kind aan huis is in Veldhoven is dat best kras. Viro levert al jaren technici voor cruciale ontwikkelingen bij ASML. Maar in exclusieve binding, daarin had Storm geen zin. ‘Onze kracht is de onafhankelijkheid in de markt.’

ASML wil zijn toeleversysteem in een jaar of vier klaarstomen voor een hoger niveau (zie ook pagina 80). Het wil de ontwikkeling en productie van subsystemen die geen core zijn zo veel mogelijk buiten leggen. Daarbij praat het het liefst met één partij: het bedrijf dat verantwoordelijk is voor de levering van al dat hightech materiaal. In ASML-taal: de OEM-supplier.

Theo Wigger, directeur van Viro Engineering uit Hengelo, zegt stellig dat de optie produceren niet tot de ambities van het ingenieursbureau hoort. ‘We gaan absoluut geen modules in grote series leveren.’ Als Viro naar productie zou groeien, dan gaat dat op den duur te veel afleiden van de engineering. Dat wil hij niet, zegt Wigger. ‘Ook in de toekomst gaan we dat niet doen. We houden onze kern bij engineering en projectmanagement.’

Marco Storm begrijpt dat ASML een sterke relatie wil met partijen die alles in huis hebben. ‘Maar wij menen dat we met een focus op engineering en projectmanagement een enorme kracht kunnen leveren. We hebben geen last van een machiniefabriek.’ Storm ziet wel een kans om op deze ontwikkeling in te spelen. Viro kan maakpartijen die zich op productie concentreren, inschakelen en daarmee flexibel opereren. En omgekeerd kan dat ook. ‘Met ons kunnen ze snel opschalen in ontwikkelcapaciteit als het nodig is. Dat wint het

altijd van zelf iets optuigen, zeker in conjunctuurgevoelige markten’, aldus Storm.

Toen Viro ASML's ambities op het gebied van *industrial engineering* en uitbesteden hoorde, zag het hierin dan ook een kans. ‘We zitten in de eerstelijns opdrachten voor ASML’, zegt Storm. ‘Dat is een prima positie en daarop hebben we onze organisatie ingericht. Toen we ASML's plannen hoorde, zeiden we direct: we gaan niet lijdzaam toekijken. We gaan dat faciliteren. We zijn dan ook proactief het netwerk ingestapt om aan te geven dat ASML hiermee een trend gaat zetten.’ Viro ondersteunt op dit moment actief partijen met OEM-supplier-ambities, zoals Benchmark en VDL-ETG in Almelo en Norma in Hengelo.

Is Viro niet bang dat het steeds meer buitenspel komt te staan als maakpartijen eigen ontwikkelafdelingen opzetten? Wigger: ‘Daar ben ik niet bang voor. Klanten die zichzelf niet ontwikkelen, willen we liever niet als klant. Dat zijn partijen die zich slechts willen concentreren op traditionele *build to print*-opdrachten. Juist de klanten die zich ontwikkelen, lopen tegen grenzen aan. Dat zijn ook de klanten die blijven en juist dat soort klanten wil ik graag ondersteunen.’

ASML is weliswaar een grote klant, maar Viro kiest er strategisch voor om per vestiging niet meer dan vijftien procent van zijn capaciteit voor specifieke klanten in te zetten.

‘Dat is uiteindelijk ook voordelig voor ASML’, zegt Storm. ‘Wij vangen pieken op door andere vestigingen bij te schakelen. We verdelen de pijn over elk van onze zeven vestigingen als er capaciteit nodig is.’ Viro wil zijn ingeni-



Viro-directeur  
Theo Wigger:  
‘We houden  
onze kern bij  
engineering  
en project-  
management.’

eurs niet groeperen voor specifieke klanten. ‘Het moet overal in verhouding zijn.’

Als het in de projecten gaat om enkele stuks gereedschappen of prototypes, dan wil Viro de regie voeren. ‘Wij zijn dan de hoofdaannemer en laten het ergens anders produceren.’ Voorbeelden van dit soort ontwikkelingen zijn inspectietools of hijsapparaten. ‘Die zitten in de periferie en zijn voor geen enkele klant corebusiness. Ze vallen ook niet onder de seriematige systeemdelen die ASML in een OEM-suppliermodel wil uitbesteden. Die kant willen we niet op.’ ■



# 2000-nu

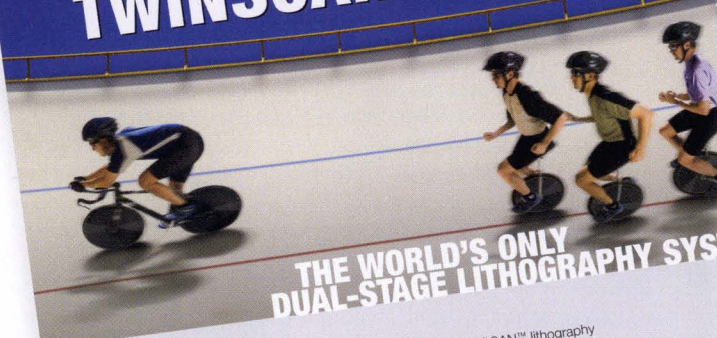
Nadat ASML in 1997 het Japanse bedrijf Canon had gepasseerd en 's werelds tweede was geworden in lithomachines voor chips, veroverde het met zijn Twinscan-platform (1 en 2) de rest van de wereld. Een Twinscan-machine kan een silicium wafer doormeten, terwijl zij een andere plak aan het belichten is. Op die manier gaat geen kostbare tijd verloren.

In 2002 werd Nikon overtuigend geklopt doordat chiptabrikanten in Veldhoven technologieaankopen deden. Daar was op dat moment de beste technologie te krijgen. Met immersie maakte ASML daarna nog een extra groeispurt. Op dit moment steekt het bedrijf alle energie in het productierijp maken van een machine die met extreem ultraviolet licht wafers belicht (3).



1

RACE AHEAD WITH  
TWINSCAN



THE WORLD'S ONLY  
DUAL-STAGE LITHOGRAPHY SYSTEM

ASML is committed to technology leadership. ASML TWINSCAN™ lithography systems deliver the highest productivity at the limits of optical lithography.

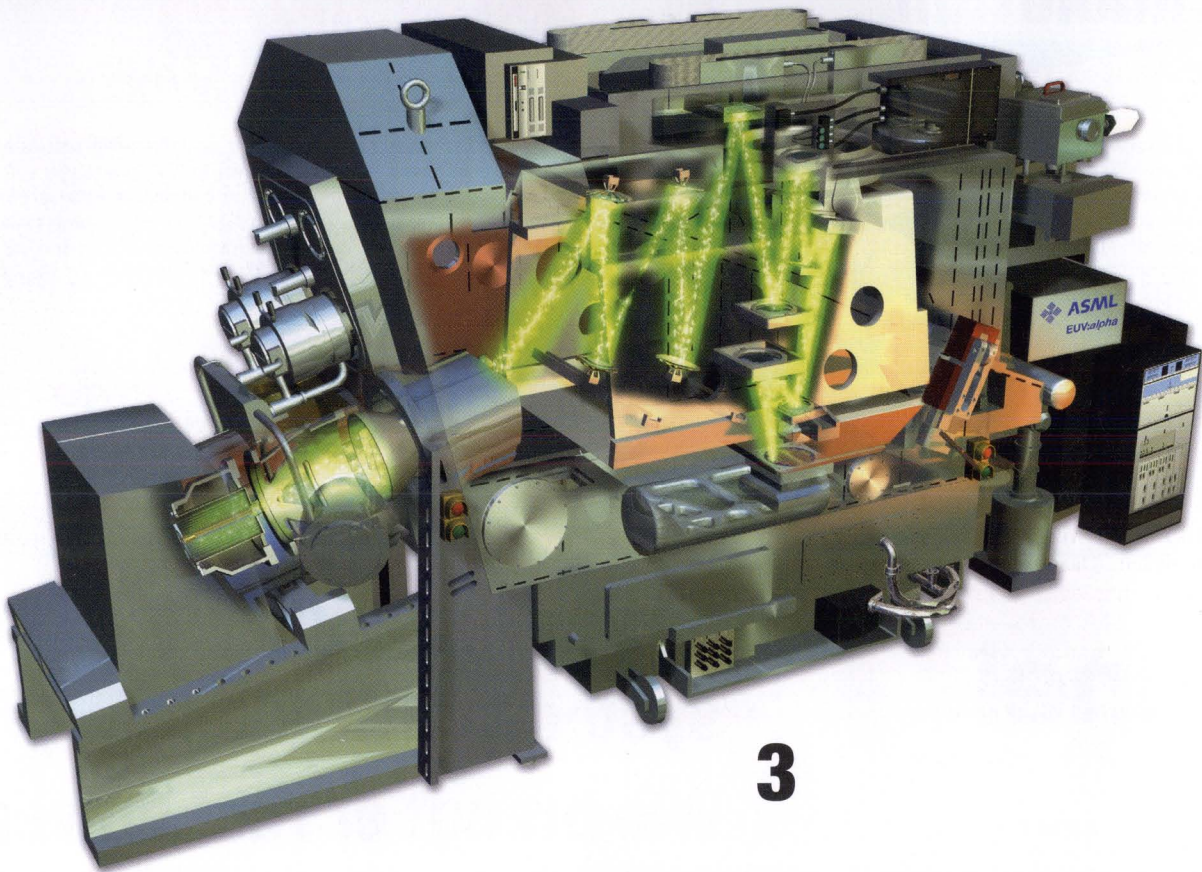
TWINSCAN is the only platform that combines world-class measurement accuracy with simultaneous, nonstop wafer imaging because it's the only system with dual stages. Why have the world's leaders in 300 mm productivity chosen TWINSCAN?

Dual stages. Race them for yourself on our test track at [www.asml.com/dualstages](http://www.asml.com/dualstages).



2





**3**

In bescheiden kring heet ASML's grote grijze kantoortoren Doug's Dick, naar de voormalig Britse CEO Doug Dunn (2000-2004).





# Technolution

"Simplicity is the soul of quality". Het probleem reduceren tot zijn simpelste vorm alvorens over oplossingen te praten. Uw organisatie gaat samen met onze experts op reis. Specialisten en generalisten met oog voor wat er in uw organisatie speelt, waardoor de randvoorwaarden overzichtelijk en helder worden. Op deze manier past de oplossing precies in het grotere geheel en voldoet deze aan uw criteria.

[www.technolution.eu](http://www.technolution.eu)

## Brunel

access to excellence

Brunel is een wereldwijd zakelijk dienstverlener gespecialiseerd in projectmanagement, detachering en consultancy in de vakgebieden Engineering, IT, Finance, Legal en alle disciplines in de olie-en gasindustrie.

Mede door de sterke vertegenwoordiging in Engineering en IT is Brunel uitstekend in staat specialisten te leveren die op de scheidslijn van deze twee vakgebieden opereren, bijvoorbeeld op het gebied van Embedded systemen. [www.brunel.nl](http://www.brunel.nl)

## ESPRIT™

ICT GROUP

Heeft u (extra) behoefte aan ervaren ICT-professionals? De ESPRIT ICT Group is een onafhankelijk softwarehuis voor interim specialisten met uitgebreide ervaring in de technische Software ontwikkeling. Van ervaren embedded software engineers en - designers tot internationaal inzetbare projectmanagers. Wij beschikken over hooggeleide ICT-ers die het als een uitdaging zien uw capaciteitsprobleem op te lossen of een nieuwe impuls te geven aan uw organisatie. Wij onderscheiden ons door een omvangrijk netwerk van ervaren professionals, een pragmatische en effectieve organisatie en specifieke domeinkennis. Onze professionals worden regelmatig getraind door leiderschaps coach: Remco Claassen. Voor meer informatie: [www.esprit-it.nl](http://www.esprit-it.nl).

## Strypes

/ N E A R S H O R I N G /

Strypes Nearshoring is gespecialiseerd in embedded en industriële software-ontwikkeling. Vanuit Bulgarije voert een ervaren hoogopgeleid team van softwarespecialisten, onder Nederlands management, met behulp van Agile/Scrum softwareprojecten uit. Onze unieke projectaanpak, Agile/Scrum in combinatie met het flexibel opschalen en reduceren van ontwikkelcapaciteit, maakt de softwarecomplexiteit beter beheersbaar voor de klant en dat tegen significant lagere kosten.

**Softwarecomplexiteit dreigt systeemontwikkeling. Wie gaat er rust en vertrouwen brengen? Wie brengt er rust en vertrouwen? Met wie gaat u praten over productgeneraties mee kunnen die dit al jaren doen voor een halfgeleidertechnologie.**



TASS ontwikkelt technische software, zowel embedded als applicaties, en is gespecialiseerd in het tijdig inspringen op ontwikkelingen in de markt. De professionals van TASS zijn vertrouwd met alle fasen van het productontwikkeltraject, van requirements, architectuur en ontwerp tot en met implementatie, integratie en testing. TASS combineert innovatie met multidisciplinaire productontwikkeling resulterend in generiek toepasbare oplossingen die de time-to-market van klanten verkorten.



# NSPYRE

*making technology matter*

Softwarecomplexiteit is voor Nspyre geen bottleneck maar een uitdaging. Onze gedreven professionals voelen zich helemaal thuis in bedrijfskritische omgevingen waar geavanceerde technologie het verschil maakt. We werken zeer klant- en resultaatgericht met een flinke dosis inspiratie voor innovatie.

[www.nspyre.nl](http://www.nspyre.nl)

## Embedded Systems INSTITUTE

De steeds toenemende systeemcomplexiteit legt een steeds zwaardere druk op software om deze complexiteit te absorberen. Het Embedded Systems Institute (ESI) combineert de kennis en expertise van top academici op dit terrein met die van de hightech industrie, zowel nationaal als internationaal. Door krachten te bundelen en te fungeren als accelerator werkt ESI aan meer kennisontwikkeling en oplossingen.

Is bottleneck in uw  
dat dat probleem oplossen?  
ven in uw team?  
lossingen die nog vele  
en? Met specialisten  
marktleider in



Onze klanten gebruiken MATLAB en Simulink om via Model Based Design technische systemen te ontwerpen, te optimaliseren en te testen in een virtuele prototyping omgeving. Uitgaande van dynamische functionele specificaties kan automatisch hoogwaardige C-code worden gegenereerd: snel, efficiënt en foutloos. Het eindresultaat: lagere kosten, hogere kwaliteit, meer flexibiliteit, kortere doorlooptijd en minder risico's. Eén miljoen MATLAB-gebruikers gingen u voor.

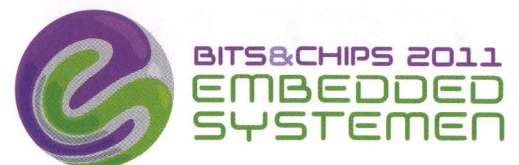
[www.mathworks.nl](http://www.mathworks.nl)



## ALLEN PTS

Alten PTS is een vooraanstaand consultancybedrijf in de **technische automatisering**. Onze opdrachtgevers zijn toonaangevende technisch georiënteerde bedrijven, onder andere in de **industrie, telecom, defensie en verkeer & vervoersmarkt**. Daarbij staat ons vakmanschap centraal en maakt het verschil bij het ontwikkelen van technisch complexe systemen. Met 200 enthousiaste medewerkers zijn wij in geheel Nederland werkzaam. De kantoren van Alten PTS zijn gevestigd in Eindhoven, Capelle a/d IJssel en Apeldoorn.

[www.altenpts.nl](http://www.altenpts.nl)



Voor de laatste technologische trends komen software- en systeemontwikkelaars op vrijdag 18 november naar Bits&Chips 2011 Embedded Systemen. Eric Meurice trapt deze tiende editie af met een keynote over de huidige en toekomstige positie van ASML in de Nederlandse hightech. Naast een managementtrack over samenwerking zijn er technische sessies over Agile, multicore, testen, legacy en systeemontwikkeling in de gezondheidszorg. Tussen de lezingen door kunt u een bezoek brengen aan de beursvloer om nieuwe relaties te ontmoeten en bestaande contacten aan te halen.

[www.embedded-systemen.nl](http://www.embedded-systemen.nl)



# 35 miljoen regels in hapklare brokken

ASML heeft in de loop der tijd een enorm archief met code opgebouwd. Dat vereist nu al heel wat van de softwareontwikkeling en de gebruikte tooling. De Veldhovenaren hebben al enkele stappen gezet om de *codebase* beter behapbaar te maken, maar zijn er nog niet.

Nieke Roos

En van de grootste uitdagingen voor de softwareontwikkeling van ASML vormt de uitdijende *codebase*. Het Veldhovense archief bevat nu al 35 miljoen regels en dat wordt alleen maar meer. 'Ik kom van Philips Healthcare en dacht dat de *codebase* daar al groot was; hier is die nog veel groter', zegt *director software* Albert van der Werf. 'Bij ASML slepen we veel geschiedenis met ons mee. Aan de ene kant is dat een lust, want de software is ver ontwikkeld en de kinderziekten zijn eruit. Aan de andere kant is het een last, want het wordt steeds moeilijker om te onderhouden. Ergens zullen we er een keer het mes in moeten zetten.'

Van der Werf is hoofd van de afdeling die de software-integratie verzorgt voor de waferscanners van ASML. Met zijn mensen bewaakt hij de *baseline*, de verzameling code waarvan de werking is getest en goedgekeurd. 'Wij stellen een gekwalificeerde *baseline* ter beschikking aan de softwareontwikkelaars. Zij bouwen daarop vervolgens hun *deliverable*, waarna wij een integratietest uitvoeren om te kijken of het systeem daarmee nog goed werkt. Als dat niet het geval is, koppelen we dat terug aan de betreffende ontwikkelaars. Is alles goed, dan voegen we de levering toe en creëren we een nieuwe gekwalificeerde *baseline* voor de volgende ontwikkelstap.'

## Nano- en microsecondjes

Het scannersoftwarecluster binnen Development & Engineering (D&E), zoals ASML zijn ontwikkelafdeling noemt, valt uiteen in vijf onderdelen. *Embedded software development* zit heel dicht op de hardware en levert vooral veel drivers. De platformgroep neemt de machinebesturing voor zijn rekening en alle generieke programmatuur en

basisfuncties die daarbij nodig zijn. De metrologieclub hierbovenop is verantwoordelijk voor het brein van het systeem en zorgt ervoor dat de hoogniveauspecificaties worden gehaald. Mijn afdeling combineert de leveringen van deze groepen tot een werkend geheel, waarna systeemintegratie de software samenvoegt met de hardware die elders binnen D&E en bij externe leveranciers wordt gebouwd.' Naast dit cluster van vijf is er nog Applications, een speciale afdeling die ook software ontwikkelt voor buiten de machine, bijvoorbeeld voor het Yieldstar-systeem.

De softwareontwikkeling begint bij die hoogniveauspecificaties. 'Dat zijn er heel simpel drie: *imaging*, *overlay* en *throughput*', legt Van der Werf uit. 'Voor elk beheert systeemengineering, een aparte club die naast D&E opereert, een roadmap met daarop de stappen die we willen zetten. De systeemarchitecten binnen D&E zetten deze om in een gedetailleerd ontwerp. Dat bestaat hoofdzakelijk uit geschreven documenten en voor een stuk ook uit modellen.

## 'Met ons Clearcase-archief lopen we op onze tenen'

Enerzijds zijn dat Matlab-achtige modellen, volledige functionele specificaties die uitvoerbaar zijn maar vanwege de performance of andere redenen niet geschikt om uiteindelijk ook in de machine te draaien. Anderzijds maken we steeds meer gebruik van modelgebaseerde ontwikkeling. Daarbij abstraheren we de werking van de machine gedeeltelijk om één aspect in kaart te brengen, bijvoorbeeld om te kijken of

we de tijd voldoende onder controle hebben. Met de complexiteit van onze machines zijn dit soort modellen onontbeerlijk.'

De softwareontwikkelaars maken vervolgens de vertaalslag naar code. 'Hoe zij het ontwerp precies krijgen aangeleverd, hangt af van hun ervaring: voor junior mensen wordt het wat meer voorgekauwd; senior ontwikkelaars pakken ook een stuk van het ontwerp op.' Aan automatische generatie doen ze eveneens bij ASML, steeds meer zelfs, maar wel tot op zekere hoogte. 'De moderne workstations zijn zo krachtig dat Matlab-algoritmes tegenwoordig snel en ongewijzigd op de uiteindelijke machine zijn te draaien. Dat geldt echter alleen voor de niet-kritieke stukken. In de kritieke regellussen van de mechatronica moet je vat hebben op alle nano- en microsecondjes en is het absoluut nodig om daar met je ontwikkelaars bovenop te zitten.'

Ten slotte ondergaat de code uitgebreide tests alvorens die opgaat in de nieuwe *baseline*. 'Eerst lichten de aanleverende teams hun eigen product helemaal door.

Daarbij gebruiken ze onder meer *test rigs* die de ontwikkelde software koppelen aan de relevante hardware. Voor de waferstage wordt bijvoorbeeld getest op de stage zoals die ook in de machine zit; de rest is geabstraheerd. Als de software daar goed is bevonden, accepteren wij de levering en onderwerpen we deze aan onze integratietests. Onze software testen we op drie niveaus: eerst in een pure softwareomgeving





'Ik kom van Philips Healthcare en dacht dat de codebase daar al groot was; bij ASML is die nog veel groter', zegt *director software* Albert van der Werf.

op een workstation, dan op een uitgekilde versie van de machine waarbij onderdelen zijn vervangen door stubs en uiteindelijk op de complete proto. Dat laatste doen we natuurlijk het liefst maar is enorm duur. Daarom proberen we zo veel mogelijk af te dekken in het traject daarvoor. Daar investeren we nog steeds sterk in.'

### Parallele programma's

Tot zover weinig nieuws onder de zon. 'Bij Philips gaat het niet veel anders', weet Van der Werf van zijn vorige werkgever. Een verschil is echter dat ze in Eindhoven meerdere 'kleinere' producten hebben en in Veldhoven één hele grote, waar ze steeds op voortborduren. 'Elke keer maken we aan het begin de expliciete keuze of we iets nieuws toevoegen of iets bestaands uitbreiden. In het laatste geval schatten we in wat voor invloed dat gaat hebben op de bestaande functionaliteit. Die mag natuurlijk niet omvallen. Als de impact naar onze inschatting te groot is, maken we een geïsoleerde kopie van het onderdeel, waar we dan de veranderingen in aanbrenge.'

In de loop der tijd heeft ASML zo een enorme hoeveelheid code opgebouwd, met alle gevolgen van dien. 'We hebben Clearcase als configuratiesysteem. Dat gebruiken we als één groot archief, waar we veel in stoppen en weinig uit halen. Dat vereist wel het een en ander van de tooling. Toen ik hier kwam, had ik er een hard hoofd in dat Clearcase het zou blijven trekken, maar we redden het nog steeds. We lopen wel op onze tenen. We moeten uitkijken dat de integriteit van de architectuur niet gaat lijden onder het plak-en-knipwerk, waardoor het oplossen van issues te veel tijd gaat kosten. Daarnaast hebben we delen die zijn ontwikkeld door mensen die zijn vertrok-

ken en stukken die zijn gebouwd in verouderde technologieën, waar geen mensen en tools meer voor te krijgen zijn.'

Voor Van der Werf staat het buiten kijf dat er wat zal moeten veranderen. 'Nu is doorlooptijd nog geen probleem, maar als we een nieuwe baseline niet meer binnen een dag kunnen aanbieden, heeft dat invloed op het hele ontwikkelproces. Dat moeten we voorkomen. Onze toolleveranciers geven ook aan dat zij inmiddels veel verder zijn. Wij kunnen echter geen nieuwe tool pakken zonder zelf stappen te zetten

## 'We moeten toe naar een modulair opgebouwd archief'

in de manier waarop we werken. Het is een samenspel tussen architectuur, integratie en tools. Daar zitten we nu middenin, met de hele organisatie. Want dat is niet iets dat wij alleen binnen D&E kunnen beslissen. Een stevig *redesign* of een stevige *refactoring* brengt heel wat investeringen en risico's met zich mee, die de complete business aangaan.'

De eerste stappen hebben de Veldhovenaren al gezet. 'Enkele jaren geleden zijn we gestart met parallele programma's voor de ontwikkeling van de nieuwe EUV- en NXT-platforms en de doorontwikkeling van XT. Deze hebben nog steeds significante delen gemeenschappelijk, maar ook eigen stukken met specifieke functionaliteit. Zo hebben we de architectuur nu grof opgedeeld. In deze richting kunnen we nog veel verder gaan. Van één groot softwarearchief moeten we toe naar een modulaire opbouw, zoals we die eigenlijk al hebben bij onze

holistische litho-oplossing. Die bestaat uit los gereleasete maar goed interoperabele componenten waaruit klanten hun keuze kunnen maken. Met de waferscanner willen we een vergelijkbare richting op. Dat zijn we nu aan het verkennen.'

### Kennis van buiten

Wat de softwareontwikkeling betreft, kan ASML nog wel wat leren van Philips Healthcare, denkt Van der Werf. 'Daar zijn ze al veel langer bezig met productdiversificatie en hebben ze uitgebreid nagedacht

over een strategie om de overeenkomsten en verschillen tussen platforms in te richten. Het hele concept van productlijnen is bij Philips Healthcare al lang en breed ingedaald en de organisatie is er helemaal op ingericht. Hierbij vergeleken, komen we bij ASML pas net kijken.'

'Maar daarom zit ik ook hier', lacht ASML's softwaredirecteur. 'Het is altijd goed om kennis en mensen van buiten te halen op posities zoals de mijne. Tegelijkertijd moet je ook met een gezonde dosis zelfreflectie naar je eigen unieke situatie kijken. De markten zijn natuurlijk heel verschillend. Bij een MRI-apparaat heb je bijvoorbeeld te maken met regelgeving en patiëntveiligheid. Daar is *first time right* heel belangrijk. Kwaliteit is er van een heel andere soort dan bij een waferscanner, gewoon omdat de klanten anders zijn. Dus je kunt veel leren van buiten, maar je moet niet domweg gaan kopiëren.' ■



Om het ontwerpen van steeds complexere systemen behapbaar te kunnen houden, staat modelgebaseerd ontwikkelen de laatste tijd vol in de schijnwerpers. ASML voerde diverse proefprojecten uit met modellen voor de constructie en voor de analyse van delen van zijn lithografiemachines. Met overwegend positieve resultaten. In dit artikel, dat eerder verscheen in *Bits&Chips* 5, 2011, beschrijft het zijn ervaringen.

**Wilbert Alberts**  
**Theo Baan**  
**Niels Brouwers**  
**Marc Hamilton**  
**Wouter Tabingh Suermond**

Complexe systemen zoals lithografiemachines lijken een onbedwingbare behoefte aan ontwikkelcapaciteit te kennen. De ontwikkelafdeling van ASML is in 25 jaar tijd van ongeveer zestig mensen gegroeid naar meer dan tweeduizend en de vraag naar capaciteit stijgt nog steeds. Met name de softwareontwikkelafdeling is onevenredig gegroeid en bedraagt op dit moment een derde van de populatie.

In termen van het V-model ligt ASML's kracht in het zo vroeg mogelijk beginnen aan het integratietraject. Daarbij nemen we voor lief dat er mogelijk onvolkomenheden in het ontwerp zitten en dat er later gecorrigeerd en opnieuw geïntegreerd moet worden. Door de groeiende complexiteit neemt echter ook het aantal onvolkomenheden toe, waardoor het oplevermoment steeds moeilijker is te plannen.

De problemen liggen in de rechterkant van de V, maar de oplossing ervoor moet aan de linkerkant worden gezocht. Door meer aandacht te leggen op de functionele en niet-functionele ontwerpseisen, budgettering van resources, de vroegtijdige verificatie van het ontwerp en zo veel mogelijk aspecten in het ontwerptraject te automatiseren, kunnen verrassingen in het integratietraject namelijk worden voorkomen. *Design for integration* is dan ook het motto, waarbij de linkerkant van de V expliciet tot doel krijgt om het integratietraject zo efficiënt mogelijk te laten verlopen.

Daarvoor is eigenlijk een andere werkwijze nodig dan we traditioneel gewend zijn. Zo wil je tijdens het redeneren over het ontwerp al uitspraken kunnen doen over de prestaties van het systeem en de marges, en wil je snel weten welke gevolgen een

# ASML proeft aan modelgebaseerd ontwikkelen

ontwerpbeslissing heeft. Ook wil je handwerk zo veel mogelijk automatiseren om de doorlooptijd en de kans op fouten te reduceren. Om het redeneren over het ontwerp te vereenvoudigen, wil je zo veel mogelijk spreken in termen van abstracte ontwerp Patronen in plaats van implementatiedetails. Daarnaast wil je dat de verschillende ontwerpdisciplines zo veel mogelijk met hun eigen, domeinspecifieke, notaties kunnen werken. Tijdens de integratie wil je echter de ontwerpen tegen elkaar kunnen verifiëren en valideren, dus moeten die beschrijvingen wel formeel aan elkaar kunnen worden gerelateerd.

Deze manier van werken is mogelijk wanneer een modelgedreven benadering de huidige werkwijze aanvult. In de mechanica- en de halfgeleiderontwerperwereld wordt deze benadering al met veel succes toegepast. Momenteel lopen er ook voor de embedded softwareontwikkeling van ASML drie proefprojecten: Lace (Logical Action Component Environment), Drife (Subsystem Driver Framework Environment) en het Davinci-Wings-project.

## Domeinspecifiek

Bij modelgedreven ontwikkeling gaan we er vanuit dat de primaire artefacten van de ontwikkeling bestaan uit modellen. Die worden gevormd door data en gerepresenteerd met behulp van grafische of tekstuele syntaxen. Feitelijk kan alle broncode, ongeacht de programmeertaal, gezien worden als een model, maar in het algemeen noemen we dat niet zo. Het verschil zit vooral in het abstractieniveau dat we met de modellen willen bereiken. Als we binnen een besloten context met een groepje ingewijde ontwikkelaars bij de koffieautomaat of in informele documenten redeneren over een deelsysteem, hanteren we een jargon dat ons in staat stelt zeer efficiënt te communiceren. In onze modelgedreven aanpak vangen we dit jargon in goed gedefinieerde data-elementen en voorzien we deze van een geschikte syntax. Het resultaat is een zeer specifieke maar daardoor hoogabstrac-

te modelleertaal waarin we ons deelsysteem kunnen beschrijven. Deze beschrijving is *processable*, zodat we daaruit bijvoorbeeld code kunnen genereren.

Een belangrijk uitgangspunt in onze benadering van modelgedreven ontwikkeling is het onderkennen van twee typen modellen, die allebei een rol spelen bij de ontwikkeling van een (deel)systeem. Constructiemodellen dragen direct bij aan de constructie van het systeem, terwijl de analyse-, verificatie- en validatiemodellen (AVV) dienen ter onderbouwing van de keuzes en het reduceren van risico's in de constructie. Bij de Lace- en Drife-projecten ligt onze focus op de ontwikkeling van constructiemodellen, terwijl het Davinci-Wings-project zich richt op de benodigde AVV-modellen.

Constructiemodellen zetten we vooral in bij de ontwikkeling van nieuwe componenten. Het model is daarbij het primaire artefact waaruit we broncode genereren. Dat wil niet zeggen dat er geen handmatig geschreven code meer aan te pas komt. Die scheiden we wel van gegenereerde code in aparte bestanden. Zo blijft het model consistent met de code en heeft hergeneratie weinig impact.

Bij het ontwikkelen moet de focus zo veel mogelijk liggen op de ontwerpbeslissingen en niet op bijzaken. De taal om het ontwerp in constructiemodellen vast te leggen, moet dan ook zo veel mogelijk gebaseerd zijn op het jargon dat de ontwikkelaar hanteert. Technische details die afleidbaar zijn, worden uit die taal geweerd.

Daarvoor zetten we domeinspecifieke talen in (*domain-specific languages* of DSL's). Die zijn vaak zo specifiek dat ze alleen binnen ASML betekenis hebben, en dan nog zelfs alleen binnen een deelgebied zoals een architectuurlaag van een productfamilie. De semantiek van deze constructietalen wordt bepaald door het definiëren van transformaties naar executeerbare realisaties. Dat maakt dan gelijk de geautomatiseerde constructie vanuit de DSL's mogelijk.

Modellen dienen aan een structuur te voldoen. Net zoals de UML-regels de structuur voor UML-modellen opleggen, specifi-



ceren DSL's regels waaraan een model binnen die taal moet voldoen. Deze structuur is op zijn beurt ook weer vastgelegd in een model, een zogeheten metamodel.

## Winst

Een praktijkvoorbeeld van deze aanpak is het Lace-project, dat zich richt op de ontwikkeling van logische-actiecomponenten. Deze bevinden zich in een architectuurlaag die de abstracte logische acties vertaalt naar een lijst van subsysteemacties die optimaal parallel worden uitgevoerd.

Voordat we met Lace begonnen, gebruikten we een document dat het logische-actiedomein beschrijft en een softwarebibliotheek om de implementatie te vereenvoudigen. Toch kostte het nog een aanzienlijke effort om een component te ontwikkelen: de vertaling van het gewenste gedrag naar instructies voor de bibliotheek was allerminst triviaal. Bovendien was er veel detailkennis nodig van de interfaces van de softwarebibliotheek.

Met Lace kunnen we nu het gewenste gedrag van de component specificeren aan de hand van concepten die inherent zijn aan de architectuurlaag. Kennis van de bibliotheek is verankerd in codegeneratoren, gemaakt door experts die alle details van het mechanisme kennen. Deze aanpak schermt de details af voor Lace-gebruikers.

Op dit moment is Lace volwassen en het gebruik ervan verplicht gesteld. Eerder uit-

gevoerde pilots laten zien dat we zeventig tot honderd procent van de C-implementatie kunnen genereren. De effort van requirements tot en met onderhoud is daarbij gereduceerd met een factor vijf.

Een ander project rond constructiemodellen is Drife. Deze faciliteit richt zich op de subsysteemarchitectuur met soft-real-time softwarecomponenten voor toegang tot mechatronische subsystemen en complexe sensoren. Hier verkeren we nog in een wat vroegere fase.

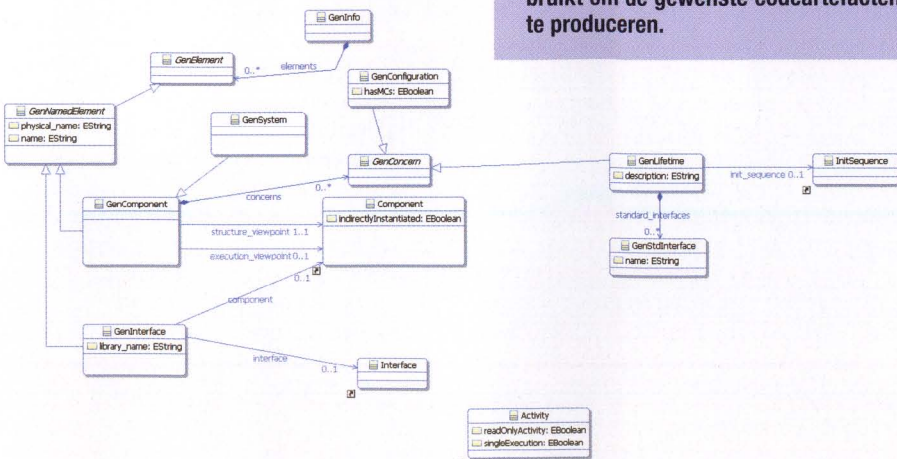
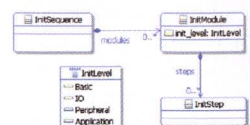
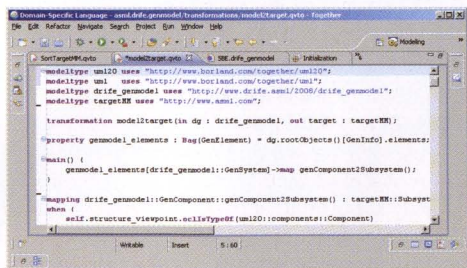
Bij het definiëren van het domeinmodel bleek dat zelfs experts initieel verschillende interpretaties van sommige concepten hadden. Vanwege de complexiteit van het domein en om toch voortgang te kunnen laten zien en feedback te kunnen verwerken, hebben we gekozen voor een incrementele aanpak. Na de algehele opzet van model en implementatie pakken we functionaliteiten op als initialisaties of het veranderen van setpoints.

Door deze aanpak evolueren handgeschreven en modelgegenereerde implementaties naast elkaar. Drife was echter snel in te zetten. Al bij de eerste toepassing hebben we naast de ontwerpdocumentatie zo'n veertig procent van de C++-implementatie gegenereerd. De winst in deze prille fase schatten

## Initialisatievoorbeeld

Het metamodel beschrijft de domeinspecifieke concepten en hun eigenschappen. Het is gebaseerd op het jargon van de specialisten van een ontwerp. Een model is een instantie van dit metamodel. Om het op een begrijpelijke manier te representeren, worden grafische en/of tekstuele editors gemaakt waarin de syntax naar behoefte kan worden gekozen. Deze worden geïntegreerd in de modelleromgeving.

De transformaties worden in meerdere stappen onderverdeeld, waarbij in de eerste stappen model-naar-modeltransformaties worden gebruikt. Hierin wordt de complexiteit van de abstractieoverbrugging opgelost (het ontwerpjargon wordt vertaald naar broncodeconcepten). Op het laagste niveau van de transformaties worden model-naar-teksttransformaties gebruikt om de gewenste codeartefacten te produceren.



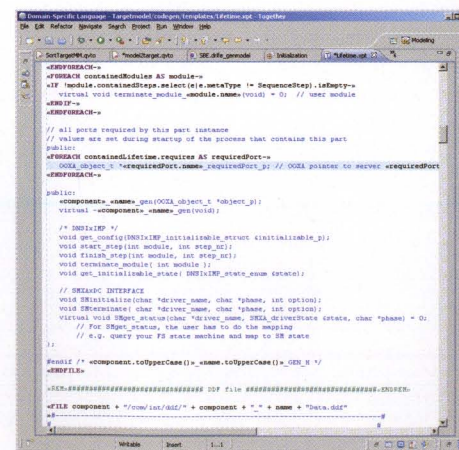
we op vijftien procent, van requirements tot en met onderhoud.

## Handmatig

AVV-modellen zijn bedoeld om ontwerpkeuzes te analyseren, te verifiëren of te valideren. Daarvoor moet het deelontwerp in een executeerbare of berekenbare (formele) representatie worden gevangen en samengevoegd met andere bijdragen aan het deelsysteem. Zo moet een model van een softwarecomponent voor een prestatieanalyse samen te voegen zijn met de modellen van hardware, firmware en andere relevante software. Dat resulterende model kunnen we dan voorzien van stimuli, zodat we het systeemgedrag kunnen voorspellen. Daarmee is het ontwerp tijdig bij te sturen, zelfs voordat de hardware is gerealiseerd. We spreken dan ook wel over vroegtijdige integratie.

Het resulterende model representeert slechts de te analyseren aspecten van het systeem, maar moet daarvoor soms veel gedetailleerder zijn dan nodig voor de constructie. Zo kan het cachedrag van een processor relevant zijn voor de analyse, terwijl dat bij de constructie geen rol speelt. De AVV-modellen zijn dus essentieel anders dan de constructiemodellen. Het opstellen ervan is arbeidsintensief en vergt gespecialiseerde kennis van formalismen waarover de ontwerper doorgaans niet beschikt. Het is dus zaak dat de ontwerper ze automatisch kan opstellen aan de hand van de keuzes die zijn vastgelegd in constructiemodellen.

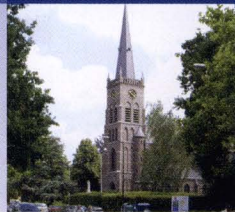
Dit wordt mogelijk door bibliotheken aan te leggen die de relevante details beschrijven voor veel gebruikte ontwerpeenheden. Op basis van de constructiemodellen kunnen we dan via modeltransformaties de informatie uit deze bibliotheken parametriseren en combineren tot geschikte AVV-modellen. Zo zijn er bijvoorbeeld drie configuraties van een bepaald bord beschikbaar. Voor het constructiemodel selecteren we er daar een van. Vervolgens worden de bijbehorende cache-eigenschappen van de processor er voor het AVV-model bijgevoegd in een bibliotheek.







## Werken bij ASML en leven in Veldhoven: de slimste combinatie!





Davinci-Wings hebben we samen met het Embedded Systems Institute geïnitieerd. Dit project had als doel om een model te bouwen dat de (timing)prestaties van de embedded besturingen kan verifiëren. Een domeinspecifiek model representeert de keuzes van de ontwerpers. Dit model is onderverdeeld in een gescheiden applicatie-, platform- en mapping-model volgens het Y-chart-paradigma. Hieruit genereren we een executeerbaar prestatieanalysemodel op basis van de Poosl-taal van de TUE-vakgroep Electronic Systems.

Vorig jaar is de eerste generatie opgeleverd en toegepast op een ASML-case. Dat leverde inzichten op in de aspecten die de prestaties beïnvloeden. Uit deze resultaten hebben we een pakket maatregelen afgeleid waarmee we nu ook daadwerkelijk verbeteringen kunnen doorvoeren. Ook toonden we aan dat ontwerpalternatieven met behulp van de modellen gemakkelijk en snel zijn door te rekenen, zodat je een onderbouwde ontwerpkeuze kunt maken. De modellen leveren een uitstekende basis voor een prestatiegebaseerde architectuur en technologieroadmap.

In deze eerste versie werd het domeinspecifieke model nog handmatig afgeleid uit het bestaande ontwerp. Vorig jaar startte echter het vervolgpriject Davinci-Wings2. Doel is nu om een volledig automatische koppeling met de ASML-ontwerperwereld te maken. Daarmee kunnen we modelgebaseerde prestatieanalyse en verificatie daadwerkelijk inpassen in het bestaande ontwerptraject. Verder besteden we extra aandacht aan de mechatronische context (waarin de besturingen en dus ook de prestatie-modellering opereren). Dit laatste is essentieel omdat hier de basis ligt van de redentie over het te realiseren (sub)systeem.

Op dit moment bevat het model alleen de informatie die nodig is voor de prestatieanalyse. Het is echter mogelijk om synergie met de constructiewereld te realiseren als het model voldoende informatie bevat om daaruit (delen van) de software voor het embedded systeem te genereren. De AVV-wereld en de constructiewereld hebben dan een gemeenschappelijke bron. In de figuur op de

volgende pagina worden de gestippelde pijlen dan omgedraaid.

### Brugarchitecten

In de modelgedreven aanpak ontstaat een omgeving met gereedschapsmakers (het 'secundaire proces') en gereedschapsgebruikers (het 'primaire' proces). Gereedschapsmakers zorgen voor de middelen waarmee de verschillende aspecten van een systeem goed zijn te beschrijven en voor de ontwikkeling van generatoren om deze beschrijvingen te transformeren naar targets die op het systeem kunnen worden geïnstalleerd. De gereedschapsgebruikers zetten deze middelen vervolgens in. Bij een bedrijf als ASML ligt de focus op de ontwikkeling van complexe mechatronische systemen. De gereedschapsgebruikers, werkzaam in het primaire proces, nemen daar de belangrijkste plaats in.

Een interessant gevolg van deze werkwijze is dat het werkgebied van de softwareontwikkelaar verandert. Voorheen werd zijn bijdrage direct in het systeem toegepast, maar bij het gebruik van constructiemodellen is deze code meer en meer het resultaat van generatoren. Softwareontwikkelaars zijn steeds meer bezig met het ontwikkelen van de modellen (als gereedschapsgebruikers) of met het maken en/of configureren van de codegeneratoren (als gereedschapsmakers). Het is niet ongewoon dat ontwikkelaars met affiniteit voor hardware minder interesse tonen voor het werken aan codegeneratoren. Hun kennis zal steeds meer verschuiven van softwareontwikkeling naar het systeem onder ontwikkeling.

De gereedschapsmakers bestaan uit DSL- en modelleringspecialisten. Van hen verwachten we ook verstand van model-integratie. Zij dienen in staat te zijn het overzicht te bewaren over de verzameling

### Consistentie in de modeldriehoek

Uit de constructiemodellen worden zowel AVV-modellen geconstrueerd als de daadwerkelijke producten. Dit is enkel zinvol als de AVV-modellen de producten op de relevante eigenschappen voldoende nauwkeurig beschrijven. Het is relatief duur om voor elke specifieke DSL deze relaties te kunnen garanderen.

Om toch de consistentie tussen de AVV-modellen en de daadwerkelijke afgeleide systemen te vergroten, kunnen we reeds beschikbare (dus generieke) ontwikkelomgevingen inzetten die deze consistentie op bepaalde deelaspecten kunnen garanderen (bijvoorbeeld via *property-preserving* codegeneratoren). Een voorbeeld hiervan is een state machine-gebaseerde tool die deadlocks kan analyseren, maar die ook code genereert die de state machine respecteert.

Vanwege ontwikkelkosten zullen dergelijke omgevingen meestal breed toepasbaar moeten zijn, waardoor het abstractieniveau van hun constructiemodellen aanmerkelijk lager ligt dan wat bereikbaar is met specifieke DSL's. Dit is dus minder efficiënt voor de ontwerper. Door transformatie van de ASML-specifieke naar de generiekere constructietaal kan echter voor zo'n deelaspect wel een beschikbare ontwikkelomgeving worden ingebed zonder aan efficiëntie in te boeten.

(meta)modellen en verbanden ertussen te kunnen leggen of definiëren. Deze specialismen zijn traditioneel niet altijd bij systeembouwers te vinden en kunnen wellicht beter worden ingekocht of ingehuurd in plaats van zelf ontwikkeld.

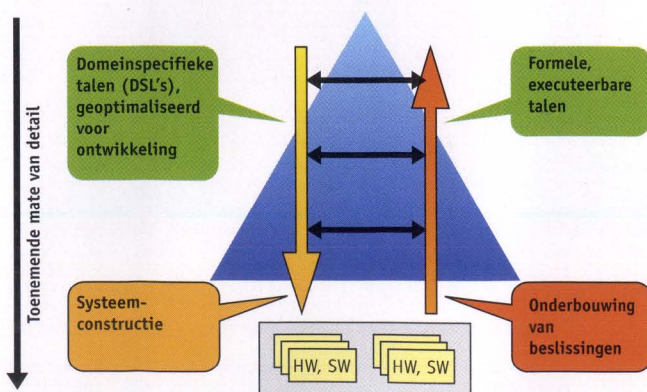
Naarmate de omgeving van gereedschapsmakers en -gebruikers zich verder uitkristalliseert, wordt ook de behoefte aan een brugfunctie zichtbaar. Er zijn architecten nodig die de verschillende aspecten van het systeemdomein kunnen vertalen naar specificaties voor de gereedschapsmakers. Domein- en taaldefinitie vergen andere capaciteiten dan implementatie op een embedded platform. Deze brugarchitecten moeten beschikken over abstractievermogen en inzicht in de mogelijkheden en beperkingen van de modeltechnologie.

Migratie naar een modelgedreven ontwikkelmethode brengt veranderingen in de werkwijze met zich mee. Dat gaat vaak met weerstand gepaard. Projectmanagement is dan ook belangrijk. Formele verificatie met een AVV-model kan fouten vroegtijdig aan het licht brengen, terwijl ze anders pas tijdens integratie geconstateerd zouden worden. Maar er moet wel tijd en ruimte zijn om deze AVV-modellen te maken en te gebruiken.

Ook de communicatie tussen verschillende disciplines verandert bij een modelgedreven aanpak. Waar de communicatie tussen disciplines vaak informeel was, zal dit in de modelgedreven aanpak formeler zijn om relaties te leggen tussen verschillende modellen. De invoering van een modelgedreven aanpak voor de softwareontwikkeling heeft dus ook invloed op de andere disciplines. Hiervoor is onderlinge afstemming vereist. De aanpak heeft dan ook alleen kans van slagen als de betrokkenen daaraan mee willen werken.

### Editors

Het ontwikkelen van talen en ontwikkelomgevingen voor de constructie- en AVV-



Bij ASML wordt er met twee typen modellen gewerkt: constructiemodellen worden opgesteld in high-level domeinspecifieke talen en gebruikt om implementaties uit te genereren; AVV-modellen worden gebruikt om ontwerpkeuzes door te rekenen.



**Naam**  
*Peter Simonsen*

**Functie**  
*Design Engineer,  
Embedded Software*

**Vakgebied**  
*Duurzame Energie*

**Zo heeft LabVIEW mij geholpen**  
*Realistische simulaties uitvoeren met totale controle over de applicatie*

**Meest recente project**  
*Een testarchitectuur ontwikkelen voor het verifiëren van windturbine-besturingssystemen*

**NI LabVIEW**

LabVIEW makes me better because I can

# SIMULATE

real-world systems

>> Leer nu hoe LabVIEW u succesvol kan maken op [ni.com/labview/better](http://ni.com/labview/better)

0348 433 466

Ontdek LabVIEW tijdens de Hands-On seminars.  
Bezoek [ni.com/netherlands/events](http://ni.com/netherlands/events)





modellen is niet triviaal. Gespecialiseerde tools die de gereedschapsmakers hierbij helpen, zijn daarom essentieel. De laatste jaren zijn deze gereedschappen sterk verbeterd en gestandaardiseerd.

De gespecialiseerde tools die ons ondersteunen bij de ontwikkeling van DSL's zijn gebundeld in de DSL-toolkit. Deze helpt de gereedschapsmaker met het definiëren van metamodellen. Dit kan door een geheel nieuwe taal te ontwikkelen of door een reeds bestaande taal aan te passen. Daarnaast biedt de toolkit de mogelijkheid om *editors* te ontwikkelen om een model te maken en te onderhouden. Hierin zijn grofweg twee categorieën: tekstuele notaties zoals programmacode en grafische notaties zoals het UML-classdiagram. Uit de praktijk blijkt dat de beste notatie sterk afhankelijk is van persoonlijke voorkeuren en de aard van het probleem. Dankzij de toolkit kunnen we verschillende representaties van hetzelfde model bieden en toch de consistentie ertussen garanderen.

Een andere belangrijke rol van de DSL-toolkit is het helpen bij de ontwikkeling van modeltransformaties. Deze zijn verantwoordelijk voor de automatische constructie van een softwaresysteem uit constructiemodellen. Analoog kunnen modeltransformaties worden gecreëerd om vanuit de constructiemodellen de AVV-modellen af te leiden. De toolkit bevat talen die speciaal voor dit soort transformaties zijn ontwikkeld. Wij gebruiken bijvoorbeeld QVT om model-naar-modeltransformaties te definiëren. Deze bevatten  *mappings*  met eenduidig vastgelegde regels om (verzamelingen van) concepten uit het ene metamodel te vertalen naar (verzamelingen van) concepten in een ander metamodel. Transformaties van model naar tekst, bijvoorbeeld om programmacode te genereren, realiseren wij met een templategebaseerde transformatietaal zoals XPand.

Daarnaast biedt het systeem de mogelijkheid om verschillende transformaties zelfstandig in een bepaalde volgorde uit te voeren. Dat is een vereiste voor de automatische constructie van het softwaresysteem.

### Essentieel detail

Bij de modelgedreven aanpak moeten alle codegerelateerde procesaspecten worden meegenomen. Denk bijvoorbeeld aan parallel ontwikkelen en de releasestrategie. Waar nu meer ontwikkelaars parallel aan code van een (sub)systeem werken, zullen ze in een modelgedreven aanpak met een gezamenlijk model ervan bezig zijn. Daar zijn mogelijk meerdere disciplines bij betrokken.

Bij code worden conflicten tussen verschillende opleveringen tekstueel gerepre-

senteerd. De tooling is onbekend met de implementietaal en zal geen onderscheid maken tussen de relevante en niet-relevante verschillen. Het napluizen van deze verschillen en het oplossen van de conflicten is een foutgevoelig proces. Bij tooling die de modelgedreven aanpak expliciet ondersteunt, wordt

manier vastgelegd en bestaat validatie van het ontwerp uit een review van de (informeel weergegeven) documentatie. Dat wordt in de modelgedreven aanpak vervangen door het opstellen en valideren van de executeerbare AVV-modellen. Dit vereist behalve een formalisme ook een zekere mate van volledigheid. Bij een review van een informele ontwerpbeschrijving kan het gebeuren dat een voor correctheid essentieel detail ontbreekt en er bij de implementatie een fout wordt gemaakt. Om dit te voorkomen, is het van belang dat een formele verificatie het ontbreken van essentiële details detecteert. Dit 'dwingt' ontwerpers om deze informatie vast te leggen.

Een nadeel is dat het hierdoor kan lijken dat de modelgedreven aanpak meer inspanning vereist. Maar de informatie had eigenlijk ook deel moeten uitmaken van de informele beschrijving en bovendien zal het herstellen van een dergelijk gebrek tijdens implementatie meer tijd en kosten met zich meebrengen dan het voorkomen ervan.

### Systeeminzicht

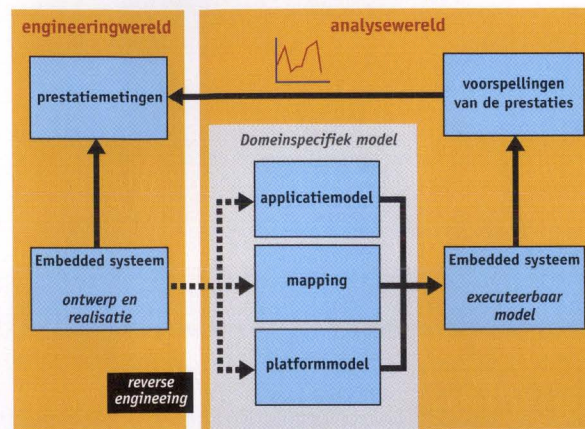
Uit de resultaten van onze interne projecten blijkt dat de gebruikers DSL's voor constructie als natuurlijk ervaren. De vooral grafische representaties sluiten goed aan op hun beleving. De reviews met de gegenereerde documentatie leiden tot discussie over de inhoud in plaats van over onnodige details of vorm. Bovendien is de drempel om te beginnen laag, omdat de eerste gegenereerde implementatie out-of-the-box werkt. Waar in het verleden redesigns soms duur waren, kunnen we nu het model aanpassen en code hergenereren.

Bij AVV-modellen ligt de focus vooral op risicovolle of kostbare ontwerpaspecten. Een goed voorbeeld is de uiteindelijke timingperformance van een realtime embedded systeem. Hier konden we aantonen dat het mogelijk is om voorspellingen te doen en alternatieve configuraties vooraf door te rekenen. Verder geeft het maken en kalibreren van de modellen op zichzelf al veel systeeminzicht omdat de benodigde kennis uit verschillende disciplines komt. Ook het creëren van dat systeemoverzicht helpt de besluitvorming en vergroot de zekerheid doordat disciplineonafhankelijk redeneren mogelijk is geworden.

*Wilbert Alberts, Theo Baan, Niels Brouwers, Marc Hamilton en Wouter Tabingh Suermond zijn werkzaam bij ASML.*

**Redactie Pieter Edelman**

## Prestatiemodellering



**Bij het Davinci-Wings-project van ASML en het Esi zijn ontwerpkeuzes van een embedded besturing gevat in een domeinspecifiek model, dat onderverdeeld is in applicatie-, platform- en mapping-model. Met de Poosl-taal wordt hieruit een executeerbaar model gegenereerd voor de analyse van de prestaties. In de eerste modelversie werd het domeinspecifieke model handmatig afgeleid uit het daadwerkelijke ontwerp, maar bij het Davinci-Wings2-project moet het domeinspecifieke model juist de bron vormen voor de implementatie.**

het mogelijk de nadruk te leggen op de relevante verschillen. Door deze in een domeinspecifieke taal weer te geven, kan de kans op fouten ook worden verkleind.

Stel je bijvoorbeeld voor dat de initialisatiestap van een systeem wordt beschreven in termen van initialisatiestappen die in modules worden gerealiseerd. Indien twee versies van de sequentie met elkaar worden vergeleken, zou een taalspecifieke vergelijkingstool de verschillen kunnen weergeven met uitspraken als: 'versie X bevat een additionele initialisatiestap Y' of 'initialisatiestap Z verwijst naar een andere realisatie'.

Het releasen van software baseren we nu op de toestand van het codearchief op een bepaald moment in tijd, een *baseline*. In de modelgedreven aanpak zal er een modellenarchief ontstaan waaruit baselines kunnen worden gegenereerd. Het archief moet modellen van verschillende disciplines kunnen bevatten. Die modellen moeten zelf geschikt zijn voor het definiëren van relaties tussen entiteiten in modellen van verschillende disciplines.

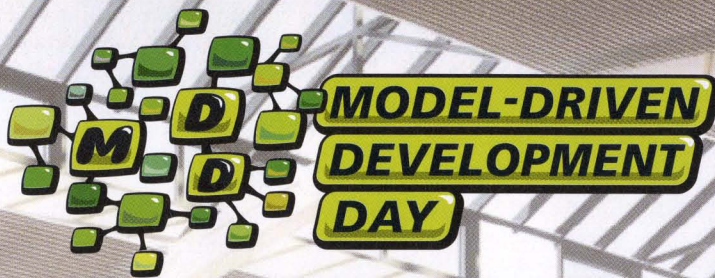
Bij een conventioneel ontwerpproces wordt ontwerpinformatie op een informele



Techwatch bv richt zich als uitgever en organisator van evenementen en trainingen op hoogopgeleide professionals en beslissers in de hightech-industrie. De grote kracht van de organisatie zit hem in de geboden sterke wisselwerking tussen de kernactiviteiten bladen, internetsites en evenementen.

Noteer  
alvast in  
uw agenda

9 mei 2012



**Conference and exhibition on model-driven development**

The increasing role of software in high-tech systems leads to more complexity. To keep in control, more and more researchers and developers look to model-based methods for the different stages in the product creation process. Technical management can learn all about the state of the art in a series of lectures, while engineers can play with the latest tooling in hands-on sessions on 9 May 2012.

13 juni 2012



Techwatch organiseert op 13 juni 2012 de vijfde editie van de Bits&Chips Hardware Conference. Dit event is dé jaarlijkse ontmoetingsplaats voor professionals en technisch managers in de high-end elektronica- en IC-ontwikkeling.

8 november 2012



Op donderdag 8 november organiseren wij alweer de elfde uitgave van de conferentie Bits&Chips 2012 Embedded Systemen, hét jaarlijkse event rondom embedded systemen en software. Het lezingenprogramma zal bestaan uit parallelle tracks met bijdragen uit de academische wereld en het bedrijfsleven.

Bezoek deze events bij:



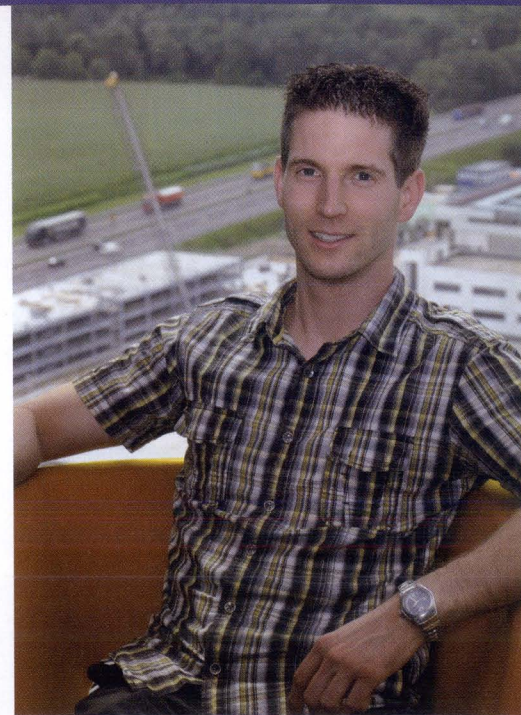


## Aan het werk bij ASML

# 'We werken met zo'n zeshonderd mensen aan dezelfde softwarestack'

David van Beek is senior softwareontwikkelaar. Via Tass Technology Solutions in Eindhoven is hij gedetacheerd bij ASML. Daar werkte hij van april tot en met juli aan het project NXE:3300, de EUV-machine waarvoor ASML inmiddels twaalf klantorders heeft. Davids werkweek is altijd weer anders.

Jelka van Eijk



### Maandag: levering interfaces reticle handler

De EUV-machines bieden de mogelijkheid om maskers, ook wel reticles, in het vacuüm op te slaan. In de preproductiemachine NXE:3100 kan dat al, maar de productievorsie NXE:3300 zal er twee keer zo veel moeten aankunnen. Deze reticles bevinden zich in de *in vacuüm library* (IVL) van de *material handler* (MH). Samen met een collega ontwikkel ik de nieuwe software voor het uitbreiden van deze IVL. ASML Wilton, gevestigd in de Verenigde Staten, ontwikkelt de bijbehorende reticle handler (RH). Vandaag levert Wilton de eerste interfaces voor de RH. Via *rebasings* haal ik deze codewijzigingen binnen.

### Dinsdag: interfaces incompleet

Voor de levering heb ik al veel voorbereidingen getroffen. Nu de interfaces binnen zijn, kan ik mijn MH-implementatie compileren en testen. Dit gaat minder goed dan verwacht. De geleverde interfaces blijken onvoldoende te zijn en de MH-implementatie is niet buildend te krijgen. Ik onderzoek of de RH-software een onderdeel mist en kom erachter dat een aantal interfaces ontbreken. Ik stuur een e-mail naar Wilton met een verzoek voor een teleconferentie de volgende dag. Het tijdsverschil van zeven uur maakt snel schakelen lastig. Wellicht komen zij morgen tot een oplossing.

### Woensdag: telco met ASML Wilton

De software van Wilton aanpassen is moeilijker dan op het eerste gezicht lijkt. Ik heb de code namelijk al gerebaseerd en Wilton kan geen extra wijzigingen doorvoeren na levering. Een nieuwe oplevering is ook geen optie, want ASML werkt met een strakke planning. Er werken ongeveer zeshonderd

mensen aan deze software. Elke dag zijn er leveringen en die kunnen met elkaar conflicteren. De planning kunnen we dus niet zomaar wijzigen wanneer een levering te laat is. Die middag bespreek ik samen met mijn teamleider en collega's in Wilton de technische haalbaarheid van het wijzigen

### Hoe is het om bij ASML gedetacheerd te zijn als senior softwareontwikkelaar?

Bij ASML werken ongeveer zeshonderd ontwikkelaars tegelijk aan het uitbreiden van de software voor de lithografiesystemen. Deze software wordt in componenten opgedeeld en verdeeld over verschillende groepen. Ik vind het interessant dat ik op mijn terrein een grote verantwoordelijkheid heb. Er is niemand die weet hoe alles werkt, dat is gewoonweg onmogelijk. Ik werk aan een klein onderdeel, in dit geval was dat de MH, en daarin ben ik nu de expert. Ik ben als senior softwareontwikkelaar van begin tot eind betrokken bij de ontwikkeling van deze code en doe alle tests. Die grote verantwoordelijkheid betekent dat je perfectionistisch moet zijn; de machine mag ten slotte niet vastlopen op jouw onderdeel.

De grootte van het totale project spreekt mij erg aan. Dit vind je bij geen enkele andere organisatie in Nederland. Je kunt je voorstellen dat er goede afspraken moeten worden gemaakt over de interfaces tussen de verschillende componenten. Tijd speelt hierbij een grote rol. Veel processen lopen parallel. Als een daarvan iets vertraagt en de sequentie daardoor verandert, kunnen er problemen ontstaan. Dat maakt het werk heel interessant. De uitdaging zit voor mij ook in de samenwerking op zich. Een goede samenwerking blijft noodzakelijk en dit maakt werken bij ASML niet alleen een technische uitdaging, maar ook een uitdaging op het gebied van je softskills.

van de RH-interfaces in combinatie met de planning. Het gemakkelijkste is om zelf de wijzigingen in de RH te implementeren en die dus deel te laten uitmaken van de MH-levering. Wilton zal ze vervolgens reviewen.

### Donderdag: toestemming functional cluster architect

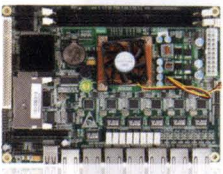
Om toegang tot de RH te krijgen, heb ik toestemming nodig van de *functional cluster architect*. Dit krijg ik en na een paar kleine wijzigingen in de RH-code is het plaatje al compleet. De gekozen oplossing geeft echter wel een ander klein probleem: de volgende levering met de interface-uitbreidingen volgt pas enkele weken later. Zonder deze levering kunnen we wel de nieuwe reticlelocaties zien, maar er geen reticles naar verplaatsen. De onderliggende database en functionaliteit zijn nog niet compleet. Hierdoor onthoudt de machine de nieuwe reticlelocaties niet en worden ze dus ook niet op het scherm getoond. Dit betekent dat ik niet alle gewijzigde software kan testen. Dit is het probleem van de kip en het ei. Wij kunnen de gewijzigde MH-functionaliteit niet compleet testen met alleen deze levering en Wilton kan zijn software niet testen zonder onze MH-levering.

### Vrijdag: testen met RH-stubs

Er volgt een nieuwe teleconferentie met Wilton om alle scenario's door te nemen. Hier spreken de partijen af dat ik als eerste lever en ga testen door middel van RH-stubs. Door de RH te stubben, kunnen we toch een goede testomgeving creëren. Ook hebben we duidelijke afspraken gemaakt over de extra tests na de volgende levering. Uit de test blijkt dat mijn aanpassingen voldoende zijn. Volgende week pak ik op waar ik afgelopen maandag aan begon: de MH-implementatie. ■

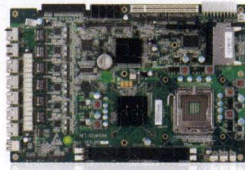


# Safeguard of Your Network with EVOC



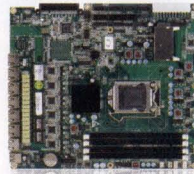
## NET-1815CVD6N

- » Intel® ATOM™ D510 or D410 CPU
- » ICH8M chipset
- » 2x240PIN DDR2 667/800MHz slots, up to 4GB
- » 6xGbE, 1xPCI slot, 1xLPT, 2xRS232, 1xIDE, 1xCF, 3xSATA, 4xUSB2.0, 1xPS/2 KB/MS



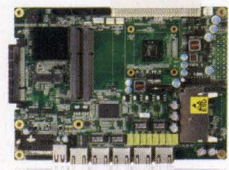
## NET-1816VD6N-2BP

- » Intel® Core™ 2 Quad, Core™ 2 Duo LGA775 800/1066/1333MHz CPU
- » Intel® G41+Intel® ICH7R chipset
- » 2x240PIN 800/1066MHz DDR3 memory, up to 4GB
- » 1xPCI, 1xPCI\_Ext, 4xSata 2.0, 1xCF, 4xUSB2.0, 2xRS232, 6xGbE, 1xLPT



## NET-1817VD8N2BP

- » Intel® i3, i5, i7 series and Xeon X3400 series LGA1156 CPU
- » Intel® 3450 PCH chipset
- » 4x240PIN 1066/1333MHz DDR3 memory, up to 16GB
- » 4xSata2.0, 1xCF, 4xUSB2.0, 2xRS232, 1xLPT, 1x8bit GPIO, 6xGbE+2xSFP



## NET-1819CVD4N

- » Intel® ATOM™ D525 or D425 CPU
- » ICH8M chipset
- » 2x240PIN DDR3 800MHz SO-DIMM, up to 4GB
- » 4xGbE, 1xPCI, 1xPCI-Ex1 slot, 1xMini\_PCI-E, 1xLPT, 2xRS232, 1xCF, 3xSATA, 4xUSB2.0, 1xPS/2 KB/MS



www.evoc.com



For more information, please contact our local distributor



**Parhelia B.V.**

info@parhelia-bv.eu  
www.parhelia-bv.com  
+31(0)10 284 95 46



## Yieldstar optimaliseert opbrengst

# 'Als je wilt, kun je iedere wafer meten'

De scanner is een van de weinige apparaten in de fabriek die zo veel regelmogelijkheden biedt dat hij ook buiten de scanner geïntroduceerde fouten kan minimaliseren. ASML ontwikkelde daarom onder meer Yieldstar, een meetsysteem dat de belangrijke procesparameters *overlay* en *CD* meet.

Jan Kees van der Veen



De Yieldstar S-200 meet honderdvijftig wafers per uur tijdens de productie.

Zonder regeltechniek zouden er geen scanners bestaan: elke ASML-scanner bevat honderden regellussen om het belichtingsproces snel, foutloos en met extreme nauwkeurigheid te laten werken. Maar zelfs als al deze regelingen perfect werken, kunnen fouten elders in de IC-productielijn nog roet in het eten gooien. Reden voor ASML om enkele jaren geleden holistische lithografie te introduceren, waarbij het totale lithografieproces wordt geanalyseerd en gemonitord. Door intensief en nauwkeurig metingen te doen aan proefbelichtingen en productiewafers komen voldoende meetgegevens beschikbaar om honderden parameters in de scanner bij te regelen.

Al vanaf het begin levert ASML bij iedere scanner een masker met testpatronen mee. De klant kan hiermee van tijd tot tijd een proefbelichting maken om de *overlay* te controleren: de mate waarin de patroontjes in opeenvolgende lagen netjes boven elkaar liggen. Dit uitmeten van de *overlay* doet de scanner zelf; met de meetresultaten kan hij vervolgens zijn eigen instellingen aanpassen en de *overlay* weer goed zetten. Tevens kan met een CD-Sem (Critical Dimension Scanning Electron Microscope) de maatvoering van de structuren van de proefbelichting worden gecontroleerd. Het resultaat is een stabiel systeem en een goede *yield*.

Maar de wet van Moore drijft de IC-industrie immer voort. De almaar krimpende patronen op IC's maken het *process window* – de ruimte waarbinnen procesparameters mogen variëren – steeds kleiner. Vanaf het 32-nanometerknooppunt werd het interessant om niet meer alle processtappen afzonderlijk van elkaar te optimaliseren, maar over te stappen op een totaalaanpak. Als leverancier van het belangrijkste onderdeel van de productieketen – de scan-



ner – pakte ASML de handschoen op. Er moesten meer parameters worden gemeten op de wafers, steeds vaker en met steeds hogere nauwkeurigheid. Dat leidde tot het meetsysteem Yieldstar, een onderdeel van de holistische portfolio die ASML aanbiedt aan zijn klanten.

## Aanvullend

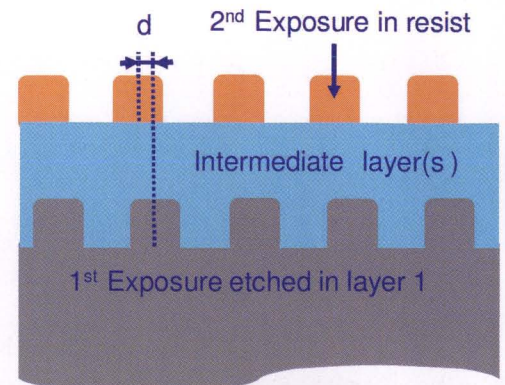
Holistische lithografie begint eigenlijk al bij het ontwerp van de chip: ASML-software met kennis van het belichtingsproces zorgt ervoor dat alleen patronen die ‘makkelijk’ kunnen worden belicht op het belichtingsmasker worden aangebracht. Door de keuzevrijheid van de ontwerper een beetje in te perken, wordt het zo mogelijk om meer circuits en dus ook meer geheugen en reken capaciteit in de chips te stoppen.

Maar holistische lithografie is vooral veel meten en regelen. De realisatie van beide is buitengewoon complex. Dat ASML de ontwikkeling van het regelgedeelte zelf ter hand neemt, is logisch want dit grijpt direct en diep in op de scanner, maar voor het

meetgedeelte ligt dat minder voor de hand. Jos Maas, directeur productmarketing metrologie, zegt hierover: ‘De technologie van onze scanners is complex en continu in beweging. Bij de IC-fabricage zijn alle processen zo met elkaar verweven dat we alleen het onderste uit de kan kunnen halen als we de complete terugkoppelketen beheersen, inclusief de metrologie. Als we onze holistische lithografie in samenwerking met een externe metrologietoollieferancier hadden moeten ontwikkelen, was het een zware dobber geworden. De hoeveelheid gegevens die je dan met elkaar moet delen, is nauwelijks meer te managen. We hebben daarom besloten ons meetinstrument Yieldstar zelf te ontwikkelen. Dit betekent niet dat we ons op de markt voor metrologietools willen begeven; het is uitsluitend bedoeld als aanvullend product bij onze scanners.’

## Monitorwafer

Hoe meet je aan wafers? Meten met een CD-Sem geldt als de gouden standaard, maar is tijdrovend. Daarom is het maar be-



**Figuur 1: De overlay-fout of bias tussen twee lagen in een chip is nul als  $d = 0$ .**

perkt inzetbaar in een productieomgeving, hooguit voor het uitmeten van kleine aantallen proef- of productiewafers. Een betere methode is scatterometrie. De IC-industrie beschouwt dit als de meest veelbelovende meettechniek voor een productieomgeving: het is snel, niet destructief en het maakt

# Dit is je kans om bij een paar topbedrijven tegelijk te werken

Stel, je hebt een uitstekende opleiding. Aangevuld met de nodige ervaring in de systeembouw, de high-end machinebouw, de ICT of een R&D-functie. Wat is dan nu je volgende stap? Waar vind je de leukste projecten en uitdagingen die de markt op dit moment heeft te bieden? Inderdaad, bij de NTS-Group. Want wij ontwikkelen en bouwen hoogwaardige opto-mechatronische systemen en modules voor tal van toonaangevende internationale machinebouwers (OEM's). En dat levert een doorlopende stroom van mooie, ambitieuze opdrachten op. Ook werken bij een paar topbedrijven tegelijk? Kijk op [www.nts-group.nl](http://www.nts-group.nl) voor onze actuele vacatures.



## Accelerating your business



3D-structuren zichtbaar, wat moeilijker is met een CD-Sem.

Het principe is al vijftig jaar bekend: een monochromatische lichtbron bestraalt een klein oppervlak, voorzien van periodieke *resist*-patronen. Het in alle richtingen verstrooide licht wordt gemeten en dit levert, na rekenwerk, informatie op over deze patronen. Het meeste licht wordt normaal gereflecteerd (hoek van inval is hoek van terugkaatsing) maar als de afmetingen van de patronen in de buurt liggen van de golflengte van de lichtbron, dan zullen in het verstrooiingsplaatje, of diffractiebeeld, hogere diffractieordes zichtbaar worden.

Ook Yieldstar gebruikt scatterometrie. Een digitale camera met een zeer goede lens (met hoge NA, ofwel hoge numerieke apertuur) maakt een opname van het diffractiebeeld als functie van de reflectiehoek, de zogeheten *angular intensity map*. De wiskunde om dit diffractiebeeld terug te rekenen naar de structuren op het

geschreven, maar ze zijn ten opzichte van elkaar verschoven met een *bias* van respectievelijk  $-d$  en  $+d$ . Omdat de afwijkingen  $d$  in één laag worden aangebracht, liggen ze zeer nauwkeurig ten opzichte van elkaar. Werkt het lithografisch proces perfect, dan levert dit gespiegelde diffractiebeelden op. Is er geen spiegelsymmetrie, dan is de overlay te berekenen en is door de dubbele meting een eventuele meetonnauwkeurigheid in de scatterometer eruit te kalibreren.

De nauwkeurigheid van de overlay-meting is extreem hoog: de *total measuring uncertainty* ligt in de orde van honderd picometer. Overlaymetingen worden op enkele tientallen tot enkele honderden plaatsen op de wafer uitgevoerd, voor de eerste vijf à zes lagen. Deze lagen zijn het meest kritisch omdat hierin de transistoren worden gemaakt. In de lagen erboven – waarin voornamelijk verbindingen tussen transistoren worden gelegd – zijn de overlay-eisen veel minder zwaar.

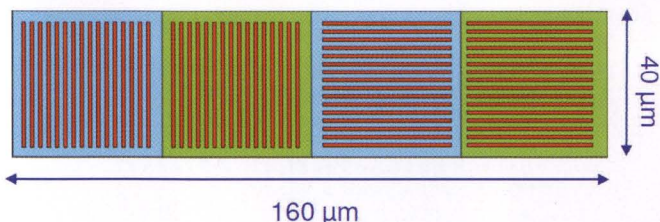
aan te brengen in de schaarse vrije ruimte die er nog is: de *scribe lanes*, de banen tussen de afzonderlijke dies waarlangs de wafer later in stukken wordt gesneden. De metrologie is een stuk ingewikkelder, maar je kunt dan wel, als je dat wilt, iedere wafer meten.' De scribe lanes worden door nieuwe technieken als *laser dicing* steeds smaller en zijn nu circa honderd micrometer breed. Er moesten kleinere testpatronen voor worden ontwikkeld. Bij flashgeheugens of andere IC's met een zeer regelmatig patroon kan de CD-meting eventueel worden gedaan op de *die* zelf en kan een apart testpatroon achterwege blijven.

### Groeipad

Het eerste Yieldstar-meetsysteem dat vijf jaar geleden werd ontwikkeld, de S-100, kon negentig wafers per uur aan, uitgaande van een schema van telkens drie dichtbemeten wafers (36 CD- en 36 overlaypunten) en 22 minder dicht bemeten (vijf CD- en vijf overlaypunten). Zijn opvolger, de S-200, kan honderdvijftig wafers per uur aan en heeft bovendien een hogere nauwkeurigheid. Deden de S-100 en S-200 hun metingen steekproefsgewijs, buiten de track, nu is er ook een *in-track* versie, de T-200, beschikbaar die is geïntegreerd in de scanner en de doorvoersnelheid niet beïnvloedt. De klant krijgt gedetailleerde meetresultaten van iedere wafer, meteen na belichting op de scanner; hij hoeft niet te wachten op offline metingen in een CD-Sem of scatterometer. Hiermee gaan de regelsnelheid en -nauwkeurigheid sterk omhoog.

ASML vermarkt zijn holistische lithografie-oplossing onder de naam Eclipse. Het omvat een aantal componenten die min of meer apart door klanten kunnen worden aangeschaft. Naast Yieldstar zijn dat bijvoorbeeld de Tachyon Source Mask Optimization (ontwikkeld door ASML-dochter Brion) en Flexray (zie pagina 112).

Wat levert holistische lithografie nu allemaal op? Maas: 'Klanten willen een stabiel proces, maximale *uptime* en maximale productiviteit. Met holistische lithografie helpen we hen hun proces onder controle te krijgen en we geven ze tevens een groeipad naar de toekomst. Wie bij een krimpand process window de productiviteit hoog wil houden, zal steeds meer moeten meten en steeds sneller moeten rekenen. Yieldstar heeft die potentie in zich. Nu kunnen we in een foundry volstaan met één Yieldstar op zes ASML-scanners. In de toekomst, als we onder de 32 nanometer gaan, en zeker bij EUV, zal holistische lithografie een onmisbaar onderdeel worden. Ik verwacht dat er over enkele jaren bij iedere scanner een *in-track* Yieldstar staat opgesteld.' ■



**Figuur 2: Referentiepatroon dat ASML gebruikt om zijn Yieldstar-metingen op te doen. Het logo is hierin nog te herkennen.**

oppervlak is genoegzaam bekend. Nu bestaan de structuren op een wafer doorgaans uit veel lagen boven elkaar die elk licht reflecteren. Bij sommige golflengtes is dat beter zichtbaar te maken dan bij andere. Yieldstar biedt daarom de mogelijkheid om te meten bij verschillende golflengtes en zelfs polarisaties om het beste resultaat te krijgen. Het maken van een opname op één meetpunt duurt ongeveer een halve seconde en geeft voldoende informatie om de belangrijke parameters overlay en *critical dimensions* (CD, de fijnste afgebeelde details) te berekenen.

Het principe van de *diffraction-based overlay*-meting (DBO) is eenvoudig. Als lijnen in twee lagen precies boven elkaar liggen, dus de overlayfout nul is, zal het diffractiebeeld symmetrisch zijn. Zijn ze verschoven (zoals in Figuur 1), dan wordt het diffractiebeeld asymmetrisch en is de overlayfout daaruit te berekenen. Yieldstar doet het iets ingewikkelder. Voor de overlay-meting wordt het referentiepatroon van Figuur 2 gebruikt. Vier vakjes bevatten rechte lijnen: twee in de y-richting, twee in de x-richting. De lijnpatronen worden twee maal in boven elkaar liggende lagen

CD is de kleinste dimensie die nog betrouwbaar door de scanner kan worden afgebeeld. Een belangrijk getal is de CD *uniformity* (CDU), die is gebaseerd op de standaarddeviatie van de CD-waardes gemeten op een groot aantal plaatsen op de wafer. De CD-meting – die veel gecompliceerder is dan de overlay-meting – is indirect: het diffractiepatroon wordt vergeleken met een bibliotheek van referentiepatronen en de CD-waarde behorende bij de beste match wordt overgenomen.

De proefbelichtingen uit het verleden zijn uitgebreid met monitorwafers, die door de reguliere waferproductie kunnen worden gemixt. Monitorwafers zijn speciale wafers met één laag silicium en één laag resist die worden gemaakt met een speciaal *reticle* (fotomasker). Het telkens maken van monitorwafers heeft een inherent nadeel: het slokt een deel van de productietijd op. 'IC-fabrikanten willen productie draaien', zegt Maas, 'dus zo min mogelijk verstoringen door monitorwafers. Daarom hebben we gezocht naar manieren om onze metingen op gewone productiewafers te doen zonder daar kostbare waferruimte voor op te offeren. Het is ons gelukt de overlay- en CD-testpatronen



# Flexray: de toverspiegel

Een array van duizenden spiegelatjes waarmee met een druk op de knop elke willekeurige lichtbundel kan worden gemaakt. Voor ASML een belangrijk hulpmiddel om de steeds fijnere structuren scherp te kunnen afbeelden en om te zorgen dat verschillende scanners dezelfde maskers kunnen gebruiken.

Jan Kees van der Veen

**B**ij het steeds verder verkleinen van de maskerpatronen manifesteert onscherpte in het geprojecteerde beeld zich op de ene plek eerder dan op de andere. Aan de uiteinden van langere lijnen bijvoorbeeld verslechtert het contrast relatief snel en scherpe hoeken in sporen krijgen ronde randjes. Een van de methodes om dit te corrigeren, is door het masker niet met een uniforme lichtbundel aan te stralen maar door de vorm te 'kneden' voordat deze op het masker valt. Dit wordt *beam shaping* of *pupil shaping* genoemd en de traditionele techniek hiervoor is het

plaatsen van *diffractive optical elements* (DOE's) tussen laserlichtbron en masker. DOE's zijn glazen of kunststof platen met structuren erop, te vergelijken met duizenden miniprismaatjes, die plaatselijk de lichtstraal een kant op buigen.

Maar dat is slechts één helft van het proces. De andere kant is het masker zelf: vanuit een gewenste *image* op de wafer en een gekozen pupilvorm kan worden teruggerekend hoe het masker eruit moet zien om dit beeld te maken. Deze berekening heet *optical proximity correction* (OPC). Wie dit berekende masker naast de image legt,

ziet opvallende verschillen: op het masker zijn tussen de sporen door *assist features* verschenen, een soort vlekken die qua afmetingen en plaats uniek zijn voor elke pupilvorm. Deze vlekken zijn nodig maar lastig, want ze maken het masker complex.

Pupil shaping en OPC zijn dus twee verschillende knoppen waar IC-makers aan kunnen draaien om een zo scherp mogelijke afbeelding te krijgen. Het is nu zaak om die combinatie van pupilvorm en masker te vinden met de grootste speelruimte in focus en belichtingsdosis, zonder dat de maskercomplexiteit te groot wordt. Deze speelruimte



Vanuit de cellen Chemical, Embedded, Electronics, Mechanical, Mechatronics, Physics, Manufacturing Support en Field Service vangt TMC de volledige productontwikkelcyclus af. We leveren een bijdrage van research tot field service, van kennis- & capaciteitsinvulling tot volledige innovatieve productontwikkeling in samenwerking met onze klanten.

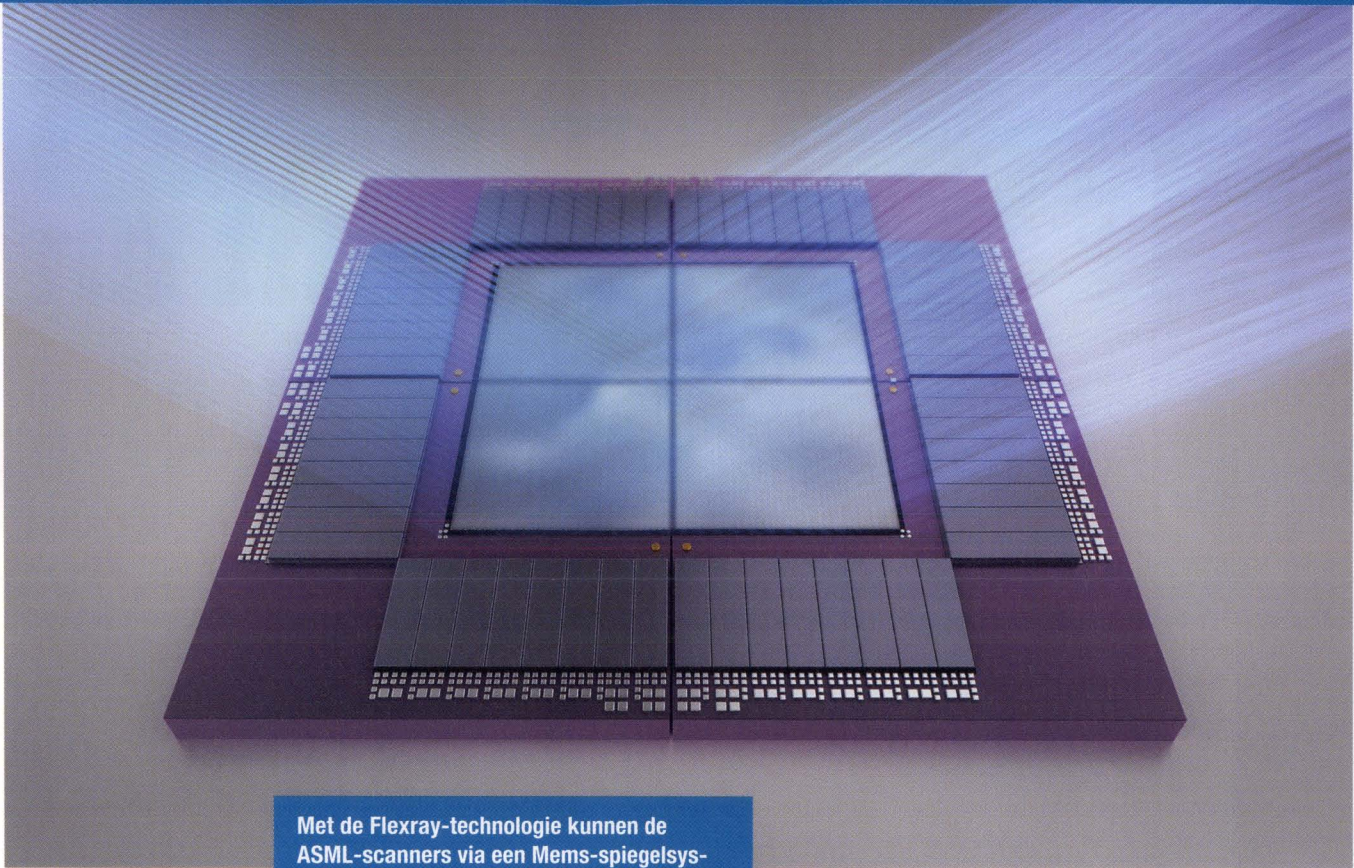
## TMC dankt ASML

Al sinds 2000 is TMC actief als kennisleverancier in de high tech industrie. Onze missie is het doeltreffend mobiliseren van de kennis in deze regio en een klant als ASML heeft daarbij een bijzondere rol gespeeld. Inmiddels zijn we 10 jaar verder en hebben we ons ontwikkeld tot een bewezen partner voor ASML in de immer durende zoektocht naar de juiste kennis, op de juiste plek, op het juiste moment.

**TMC** GROUP werkondernemers

TMC Group B.V. - Flight Forum 107 - Postbus 700 - 5600 AS Eindhoven - tel. 040 239 22 60 - info@tmc.nl - www.tmc.nl





Met de Flexray-technologie kunnen de ASML-scanners via een Mems-spiegelsysteem de lichtbundel naar believen vormen.

staat bekend als het *process window*. Dit is van groot belang voor IC-bakkers: hoe groter dit window, hoe minder gevoeligheid voor proces- en systeemvariaties er is, ofwel hoe robuuster het systeem is.

De optimalisaties zijn vooral nodig bij de ingewikkeldere IC's voor bijvoorbeeld logica en processoren. Bij IC's met veel repeterende structuren erin, zoals geheugens, is het relatief gemakkelijk een pupil-maskercombinatie te vinden die over de hele image een constante beeldkwaliteit aflevert. Bij ingewikkeldere IC's met verschillende structuren voor logica en microprocessors zal de optimale instelling een compromis zijn. Het verkleinen van dit soort IC's is daarom lastiger dan het verkleinen van geheugens.

### Retrofit

ASML introduceerde in 2000 voor het eerst DOE's in zijn scanners. In 2007 zette het de volgende stap met de overname van het Amerikaanse Brion, specialist in computationele lithografie. Het Brion-product Tachyon SMO (Source Mask Optimization) analyseert het IC-ontwerp en berekent voor elke laag de optimale pupil-maskercombinatie. Op basis van de berekende pupilvorm kan het DOE worden ontworpen.

Aanvankelijk waren de DOE's vrij eenvoudig, om twee of vier aparte bundels te maken. Maar naarmate de afbeeldingseisen toenamen, werden de pupilvormen en daarmee de DOE's steeds ingewikkelder. Op zeker moment werden de eisen zo hoog dat het aantal

DOE's explodeerde: voor bijna ieder masker moest er eentje worden gemaakt. Dit had grote operationele en logistieke gevolgen. In de scanner werd ruimte gecreëerd voor de opslag en snelle omwisseling van DOE's en de klant kreeg software meegeleverd om bij elk masker een DOE te ontwerpen.

In de loop der jaren gingen de nadelen van pupil shaping via DOE's daarom steeds zwaarder wegen. Eén is de doorlooptijd: het laten maken van een DOE kost weken, een vervelende vertraging bij het opstarten van de IC-productie. Twee is dat de pupilvormen die met DOE's worden gemaakt scannerspecifiek zijn: er zijn subtiele verschillen tussen scanners, waardoor de optimalisatieslag bij de ene scanner net iets anders kan uitpakken dan bij de andere. Maar klanten willen de vrijheid hebben wafers op meer scanners te produceren, of bijvoorbeeld de eerste laag op scanner A, de tweede op scanner B en de derde op scanner C. Daarvoor zouden ze voor elke scanner een unieke set DOE's en maskers moeten maken. Omdat dat meestal te kostbaar is, worden kritieke lagen op één machine gemaakt, namelijk die waarvoor de pupil-maskercombinatie is ontworpen en de opbrengst dus het hoogst is. Organisatorisch is dat complex en inflexibel.

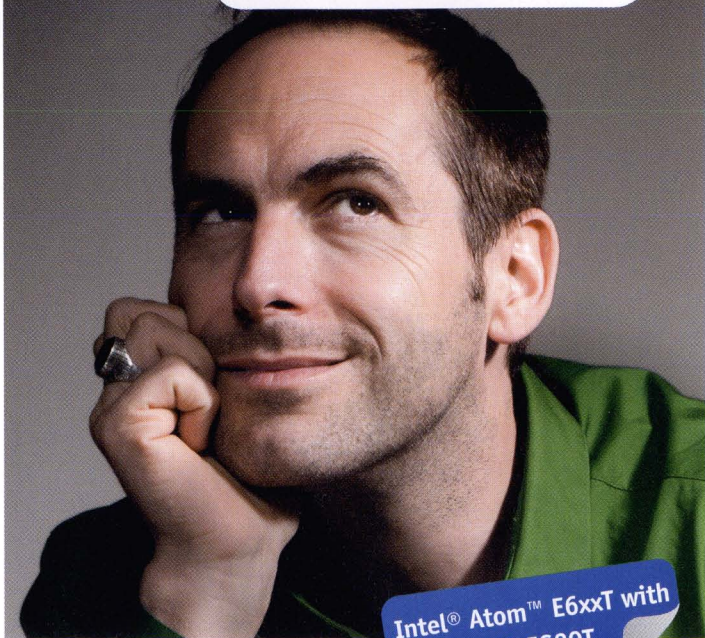
In 2009 introduceerde ASML een oplossing voor dit probleem: Flexray. Dit is een circa één vierkante decimeter grote array van duizenden Mems-spiegeltjes, die net als het DOE in het lichtpad tussen lichtbron en

masker wordt geplaatst. De functie is hetzelfde, beam shaping, met het verschil dat het DOE het doet met diffractie en Flexray met reflectie. Elk van de duizenden spiegel-tjes kan individueel in twee richtingen worden gekanteld met een elektrische aansturing. Hiermee zijn veel meer verschillende pupilvormen te maken dan met DOE's mogelijk is. Flexray kan direct vanuit de SMO-software worden aangestuurd. Het veranderen van de pupilvorm gaat instantaan.

De voordelen voor de klant zijn groot: kortere doorlooptijden, grotere flexibiliteit, een groter process window, de mogelijkheid nieuwe krimpelingen snel te testen en een eenvoudige *scanner-to-scanner matching*: de mogelijkheid om maskers, of kopieën ervan, op verschillende scanners te gebruiken. Machineverschillen worden met Flexray soepel opgevangen. Na de introductie is de technologie daarom snel populair geworden. Vrijwel alle nieuwe immersiemachines zoals de NXT:1950I en XT:1950I, gaan de deur uit met Flexray en SMO.

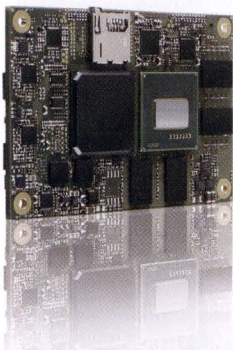
De spiegelarray is binnen ASML ontwikkeld en wordt door partners gefabriceerd. Voor de instelling van de spiegel-tjes zorgt een teruggekoppeld systeem: de positie van elk spiegel-tje wordt met een aparte laser continu gemeten en bijgesteld. Om Flexray te gebruiken, moest een deel van het lichtpad in de scanner opnieuw worden ontworpen. ASML biedt klanten een *retrofit*-mogelijkheid aan om het in bestaande scanners in te bouwen. Ook hier wordt gretig gebruik van gemaakt. ■





Intel® Atom™ E6xxT with  
Intel® PCH EG20T

Who keeps COM Express®  
available the longest?  
Ask Kontron!



nanoETXexpress-TT  
84 x 55 mm



**COM Express®-compatible ultra small  
consistently developed for extreme  
temperatures and conditions!**

**nanoETXexpress-TT with Intel® Atom™  
E6xxT up to 1.6 GHz, Intel® PCH EG20T,  
2 serial interfaces, pin-out Type 10.  
For -40°C to +85°C. The smallest  
COM Express® Computer-on-Module!**

**Most experience + biggest portfolio  
= greatest security for you!**

All Kontron COM Express® form factors,  
starter kits, support, software and training can  
be found at [www.kontron.com/mysafechoice](http://www.kontron.com/mysafechoice)  
Or call us toll-free on: 00-800-KONTRONAG

If it's embedded, it's Kontron.

# Meten met licht en met lucht

Een scanner bevat vele tientallen sensoren, maar de belangrijkste zijn die voor de positionering van de wafer en het *reticle*. De kwaliteit van het lithografische plaatje wordt bepaald door de nauwkeurigheid waarmee dat gebeurt. Een groot deel van de hiervoor benodigde sensoren werkt met optische interferentie. In de huidige scanners heeft ASML iets nieuws: het meten van de wafervlakheid met luchtstromen.

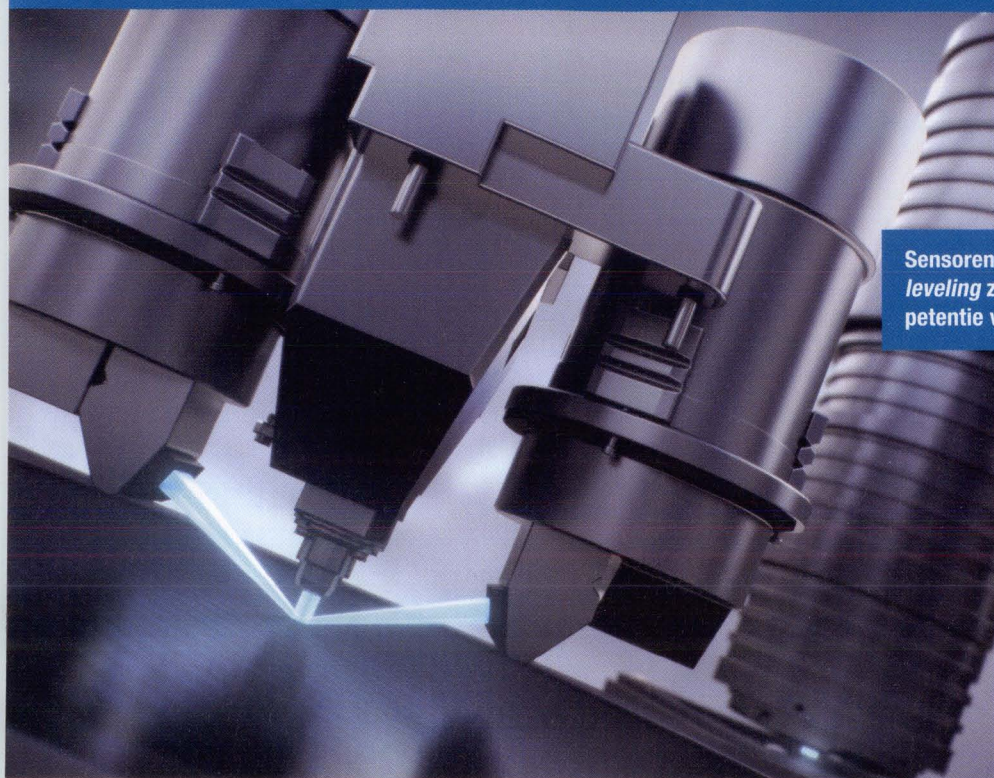
Jan Kees van der Veen

‘**W**e beschouwen de ontwikkeling van sensoren als kerncompetentie van ons bedrijf’, zegt Jaap Burghoorn, vicepresident bij ASML’s D&E-afdeling en verantwoordelijk voor de Twinscan-producten, ‘Dan heb ik het vooral over de sensoren voor uitlijning en *leveling*. Andere sensoren voor bijvoorbeeld temperatuur of druk kopen we meestal *off the shelf*. We proberen in onze roadmaps enkele jaren vooruit te kijken en in onze researchafdeling voortdurend nieuwe meetprincipes of verbeteringen van bestaande te ontwikkelen. Onze Amerikaanse vestiging in Wilton is er nauw bij betrokken. We roepen ook de hulp in van partners als TNO, maar wij blijven eigenaar van de patenten. Het *proof of concept* doen we zelf, de prototyping en de productie besteden we uit.’

In een scanner moet alles snel maar toch met nanometer-nauwkeurigheid op zijn plek komen. Twee tegenstrijdige eisen waaraan alleen kan worden voldaan door snel, vaak en precies te meten. Burghoorn: ‘Tijdens het meten en belichten knopen we aan de lopende band coördinatensystemen aan elkaar, in zes vrijheidsgraden. Zo wordt de positie van de wafer gekoppeld aan die van de wafer-*stage* en die weer aan het te projecteren beeld, zodat dit goed gefocust en op de juiste plaats op de wafer terecht komt. Verder kan de dikte van de wafer lokaal honderden nanometers variëren. We meten dus ook zijn onvlakheid zodat we hiervoor tijdens de belichting kunnen corrigeren.’

Het meten van de waferpositie op de stage gebeurt direct na plaatsing met behulp van uitlijnsensoren (zie kader). ASML gebruikt daarbij interferometrie: de sensor belicht de *alignment marks* met een monochromatische lichtstraal. Van de gereflecteerde diffractieordes van deze merkjes wordt via een optisch systeem het faseverschil gemeten. Dit is een maat voor de positie van de marks. Het fasepatroon herhaalt zich, afhankelijk van de golflengte, elke paar honderd nanometer. Daarom is een grove meting met een andere methode nodig om te bepalen waar het meetgebied ongeveer ligt.





Sensoren voor uitlijning en leveling zijn een kerncompetentie voor ASML.

ASML heeft deze interferometrische meting onder meer geperfectioneerd door tegelijkertijd vier verschillende golflengtes te gebruiken. De lichtbronnen zijn vier aparte lasers. Afhankelijk van de proceslagen op de wafer kan de kleur worden geselecteerd die de meest betrouwbare resultaten oplevert. Zo kan de waferpositie met subnanometer-reproduceerbaarheid worden bepaald.

### Wafer alignment

Wie het ASML-logo goed bekijkt, ziet een gekanteld vierkantje met streepjes. Het is een gestileerde weergave van een alignment mark waarvan er op iedere wafer ten minste twee zitten. Elk kenmerk bestaat uit vier roosters, parallelle sporen met een onderlinge afstand van 8 en 8,8  $\mu\text{m}$  in de x- en y-richting. Bij de meting belicht een laser elk van de vier gratings van de beide ken-



merken en beeldt ze af op referentiegatings. Uit de interferentiemeting zijn de posities van de twee kenmerken nauwkeurig te bepalen en daarmee

de positie en stand van de wafer. Door de metingen van de 8  $\mu\text{m}$  grating en de 8,8  $\mu\text{m}$  grating met elkaar te combineren, wordt het meetbereik aanzienlijk vergroot omdat het patroon zich pas om de 88  $\mu\text{m}$  herhaalt.

ASML noemt dit de grove uitlijning. In een tweede stap vindt nog een fijne uitlijning plaats met zestien meetpunten. Deze meting bepaalt ook een schaalfactor en de eventuele vervorming van de wafer, bijvoorbeeld als de x- en de y-as niet precies loodrecht op elkaar staan. Hiervoor zijn twee meetpunten niet voldoende.

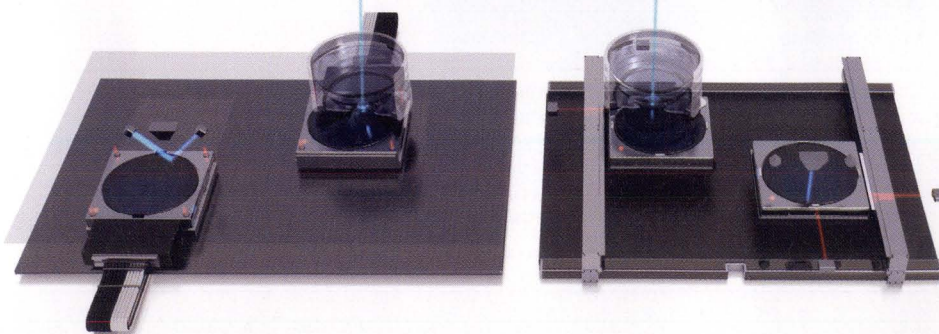
Voor de bepaling van positie en stand van de waferstage zelf werden tot en met de XT-machines interferometers gebruikt die de positie bepaalden van spiegels gemonteerd op de randen van de stage. Bij de NXT-systemen – waar in verband met *double patterning* de overlay-eis zwaarder werd – is de waferstage geheel nieuw ontworpen en zijn voor de positiemeting optische encoders gekozen. Deze maken ook gebruik van interferentie, maar kijken naar faseverschillen tussen eersteorderreflecties. De encoders bevinden zich in de waferstage en richten een laserstraal op een gefixeerde grid plate. Door de kortere lichtstraal (15 mm in plaats van maximaal 300 mm bij de interferometermethode) is de gevoeligheid voor veranderingen in de brekingsindex van

de lucht kleiner. De ruis en de thermische gevoeligheid nemen hierdoor af en de positienuwkeurigheid neemt toe. De overlay gaat nu van vier naar twee nanometer. Een bijkomend voordeel van encoders is dat er minder metingen nodig zijn: de throughput van de scanner kan omhoog.

Bij de levelmeting wordt een raster geprojecteerd op de wafer, onder een kleine hoek zodat het vrijwel volledig reflecteert. Die reflectie wordt afgebeeld op een referentieraster. De relatieve verschuiving is een maat voor de plaatselijke hoogte van de wafer. ASML vond dit nog niet nauwkeurig genoeg en meet in de nieuwste machines het waferlandschap ook met lucht. Een luchtstroompje wordt vanaf 135  $\mu\text{m}$  hoogte op de wafer geblazen en gevoelige *air gauges* meten luchtstroomveranderingen die ontstaan door hoogteveranderingen in het landschap. Hiermee kunnen nanometercorrecties worden aangebracht op het met de levelsensor bepaalde patroon, wat de nauwkeurigheid verbetert.

Komen er nieuwe sensoren in de EUV-scanners? Burghoorn: 'Er komt een aantal nieuwe sensoren bij vanwege de vacuümgeving. Voor de alignment- en leveling-sensoren blijven we voorlopig dezelfde principes hanteren.' ■

Uitlijning in de NXT- (links) en de XT-machines. De stralengang is aangegeven in rood. Bij NXT bepalen vier optische encoders in de stage hun positie ten opzichte van een erboven geplaatste, hier transparant getekende, referentieplaat. Bij XT meten interferometers in de rand van het werkgebied afstanden tot de stage.





## CONNECT GROUP INTEGRATED SUBCONTRACTORS



Omdat iedere assemblage deel uitmaakt van een groter geheel, zal uw eindproduct maar zo goed functioneren als zijn zwakste schakel. Daarom biedt Connect Group geoptimaliseerde assemblages. Of het nu gaat om een complexe kabelboom, een prototype van een elektrische module of een veeleisend printbord, onze ervaring en kennis helpen uw project meedingen aan de top van de technologiemarkt. Van ontwikkeling tot productie en after-sales-service: Connect Group heeft de capaciteit en flexibiliteit om precies aan uw vraag tegemoet te komen, en bovendien op tijd te leveren!

[www.connectgroup.com](http://www.connectgroup.com)

# ALTERA®

Altera® is now shipping its 28-nm Stratix® V FPGAs. Stratix V delivers the industry's highest bandwidth, highest level of system integration, and ultimate flexibility with lowest total power for high-end applications. The Stratix V GX family integrates up to 66 transceivers running at 14.1 Gbps, with support for up to 6 72-bit DDR3 DIMM memory interfaces, while Stratix V GT transceivers support data rates up to 28 Gbps.



Uw kennis bijspijkeren over high-end elektronica- en IC-ontwikkeling? Netwerken met hardwareprofessionals en technisch managers uit de Lage Landen? Kom dan op 13 juni 2012 naar de Bits&Chips Hardware Conference in 1931 Congressentrum Brabanthallen in 's-Hertogenbosch. In het lezingenprogramma staan technologische trends en marktontwikkelingen in de elektronica- en halfgeleiderindustrie centraal. Op de beursvloer ontmoet u vakgenoten, experts en leveranciers van componenten, tooling, kennis en diensten.

[www.hardwareconference.nl](http://www.hardwareconference.nl)

Design en levering van geavanceerde printplaten: multi-layer, flex, flex-rigid en speciale constructies. Laboratorium voor printplaatontwikkeling en onderzoek, ook voor derden opdrachten.

PCB lay-out met alle bekende grote pakketten: Mentor Graphics, Zuken, Cadence, Altium etc. Lay-outs kunnen voor een zeer aantrekkelijke tarief ook in Q.P.I.'s eigen lay-out centrum in China gemaakt worden. Alle communicatie is met een PCB-design engineer in Nederland of België. Modelshop voor het handmatig bouwen van prototypen.

[www.qpigroup.com](http://www.qpigroup.com)

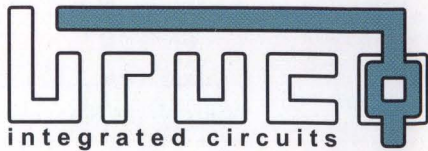
**U tolereert geen deadlineoverschrijvingen  
voor de ontwikkeling en productie van uw product.  
Wat u betreft is uw maatwerk van belang.  
Daarop wilt u blind kunnen vertrouwen.  
het moet foutloos, betrouwbaar en snel.  
gaat u in zee? Met partijen die uw hoge  
verwachtingen voldoen voor uw product.  
partij in de halfgeleidermarkt.**



TE Connectivity is one of the world's largest suppliers of electronic components, including connectors, cable assemblies, fiber optics, relays, antennas, circuit protection devices and touch screens. Our products are used primarily in the communications equipment, computer, consumer electronics, industrial machinery, household appliance, energy, lighting, commercial equipment and instrumentation markets.

[www.te.com](http://www.te.com)





Als onafhankelijk design house ontwikkelt **Bruco Integrated Circuits (BIC)** analog en mixed-signal ASICs in het "More than Moore" domein. Door begeleiding van systeemspecificatie tot integratie in de applicatie realiseert **BIC** geïntegreerde elektronica voor de meest veeleisende toepassingen voor consumenten en industrieën waaronder automobiel, semiconductor en hightech machinebouw. **BIC** heeft veel expertise met power-management, high-voltage en RF designs alsook MEMS (mirror) drivers. Dankzij verschillende foundries en technologieën bereikt **BIC** technisch en commercieel **Best-In-Class** oplossingen.



Designhuis Adeas is sterk in geavanceerde klant-specifieke elektronische producten, modules en embedded systemen. Onze kracht is ontwerpen met programmeerbare platformen zoals FPGA's. Als onafhankelijke specialist bouwen we snelle interfaces, besturingen en oplossingen voor connectivity en databewerking voor veeleisende opdrachtgevers zoals ASML.

'Daag ons uit om met u in zee te gaan van specificatie tot en met productie. Praat met ons en ervaar hoe we onze kennis voor u kunnen mobiliseren.'

erschrijving. Zeker niet  
ductie van uw hardware.  
kelektronica *commodity*.  
varen. U wilt geen gezeur:  
aar en op tijd. Met wie  
die al jaren aan deze  
r de meest veeleisende  
hinebouw.



Sintecs BV in Hengelo biedt full service op gebied van hardware en software ontwikkeling. Wij ontwikkelen vanaf idee tot aan productie van prototypes. Maar ook voor PCB design en SI of DFM analyses kunt u bij ons terecht. Dankzij onze expertise en brede ervaring verkorten we de doorlooptijd van projecten en verminderen we projectrisico's. Uw resultaat is een kortere projectdoorlooptijd en time-to-market én lagere ontwikkelingskosten.



Tbp electronics is een gevestigde naam in Electronics Manufacturing Services. Het biedt opdrachtgevers assemblageservices aan inclusief life-cyclemanagement, productontwikkeling, teststrategie, design for manufacturing, aankoop van componenten, PCB-assemblage, test, inspectie, productassemblage, kastenbouw, reparatie en logistieke service.

Al meer dan 35 jaar werkt tbp voor opdrachtgevers in telecom, ICT, media en entertainment, grafische industrie, petrochemie, bouw, industrie, offshore, medische industrie en defensie.

Meer informatie: [www.tbp.eu](http://www.tbp.eu)



The High Tech Institute (HTI) richt zich op meer dan alleen technische diepgang. Want werken in een team, sociale vaardigheden en leiderschap zijn in de hightechindustrie net zulke belangrijke eigenschappen als kennis verdiepen. Daarom besteden we veel aandacht aan deze elementen in al onze trainingen, ook de heel technische.

[www.hightechinstitute.nl](http://www.hightechinstitute.nl)



# Knickerspel met moleculen houdt EUV-optiek schoon

Moleculaire vervuiling en oxidatie van de uiterst delicate multilaagspiegels vormden gedurende lange tijd een van de belangrijkste *showstoppers* voor lithografie met extreem ultraviolet licht. Samen met zijn researchpartners verfijnt TNO al jaren het knickerspel met atomen en moleculen om de spiegels schoon te houden.

Anton Duisterwinkel  
Norbert Koster

Vaste stof, vloeistof en zelfs gas, bijna alles stopt EUV-licht. Dat geen enkele vaste stof doorlaatbaar is voor het extreem ultraviolette licht betekent onder meer dat een lithografisch systeem op basis van deze straling geen lenzen kan gebruiken. Spiegels kan wel. In EUV-systemen zijn dat multilaaggecoate molybeensiliciumspiegels met nauwkeurigheden in de buurt van atoomdiameters (zie pagina 68). Maar zelfs de beste MoSi-spiegels reflecteren slechts zeventig procent van het invallende EUV-licht. Met elf spiegels in het afbeeldingssysteem leidt iedere procent extra lichtverlies per spiegel al heel snel tot een onacceptabele situatie.

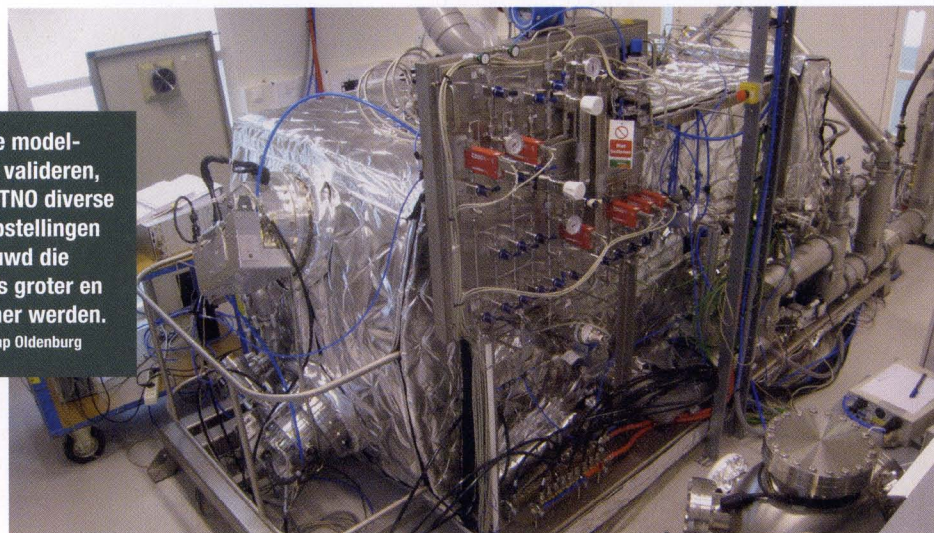
Ook gassen houden EUV-straling tegen, dus is een EUV-systeem één grote vacuümkamer ter grootte van een scheepscontainer. Maar zelfs het beste vacuümsysteem is niet geheel vrij van moleculen. Bij de gebruikte druk van een miljardste bar zitten er in een liter nog altijd twintigduizend miljard ( $2 \times 10^{13}$ ) deeltjes. Bij die druk krijgt elk atoom van het spiegeloppervlak eens per seconde een tikje van een gasmolecuul. Is dat een water- of zuurstofmolecuul, dan kan er oxidatie optreden. Dat is een onomkeerbaar proces. Een monolaag oxide is genoeg om de reflectie per spiegel met één procent te doen afnemen en dat is meteen het maximaal toelaatbare. Nog minder reflectie en de spiegel moet worden vervangen. Fom Rijnhuizen heeft daarom een bescherm laag ontwikkeld die oxidatie voorkomt.

Naast oxidatie is er contaminatie door koolwaterstoffen, inclusief organische vervuiling zoals vacuümvet, snijolie en restanten reinigingsmiddel. Het spiegeloppervlak kraakt die koolwaterstoffen tot een zwarte koolstoflaag. Een nanometer van die roet kost eveneens een procent reflectie. Gelukkig is die smur-

rie te verwijderen. TNO heeft in opdracht van ASML en optiekleverancier Carl Zeiss SMT gekeken naar het mechanisme van de aangroei bij verschillende vacuümcondities. Door dit te beheersen, kun je de aangroei minimaliseren. Verder heeft TNO verschillende

Om de modellen te valideren, heeft TNO diverse testopstellingen gebouwd die steeds groter en schoner werden.

Foto: Jaap Oldenburg



reinigingssystemen ontwikkeld die werken met reducerende waterstofplasma's en die zo koolwaterstoffen verwijderen zonder risico op oxidatie.

Reiniging kost niet alleen veel tijd, te vaak reinigen tast uiteindelijk de spiegels aan. Daarom is in de waferstepper alles gericht op preventie van koolstofaangroei. Veel aandacht is er voor de reinheid van alle onderdelen in de productie. Maar de grootste stoorfactor zit in de machine zelf. Het belichten van de *resist* maakt een stroom resistfragmenten vrij. Per honderd invallende fotonen komen er enkele moleculen vrij, die dan in het vacuüm boven de wafer naar de spiegel vliegen die het

EUV-licht op de wafer projecteert. Resistfragmenten die de spiegel raken, worden onmiddellijk omgezet in koolstof. Doe je niets, dan moet de spiegel om de paar minuten worden gereinigd. Dat is natuurlijk onwerkbaar.

Al in 1997 bedacht TNO de zogenaamde *dynamic gas lock* (DGL), een gasgordijn tussen wafer en spiegel, waarbij een inert gas wordt ingespoten in een taps toelopend pijpje dat vlak boven de wafer zit en dat de EUV-bundel omhult. De bedoeling is de resistfragmenten zo veel mogelijk naar de vacuümpompen te knikkeren, in ieder geval weg van de EUV-optiek.

Leuk idee, maar om de gewenste onderdrukking van de stroom resistfragmenten te behalen, mag maar een op de miljoen de spiegel bereiken. Daarvoor moest werkelijk alles uit de kast worden gehaald. Het gaat hierbij om een *trade-off* tussen stoppend vermogen voor de verontreinigingen en transmissie van het licht. Om de ontwerpen door te kunnen rekenen, moesten compleet nieuwe vacuümmodellen worden ontwikkeld, want de EUV-waferstepper werkt precies in het transitiegebied tussen diep vacuüm (moleculaire stroming) en hogere drukken met viskeuze gasstroming. Om de modellen te valideren, heeft TNO diverse testopstellingen gebouwd, die steeds groter en schoner werden.

Experiment en model komen nu goed overeen bij drukken en transportsnelheden die nog meetbaar zijn. Op basis daarvan ontwerpt en realiseert TNO nog steeds nieuwere DGL-systemen met nog hogere onderdrukkingen in een nog kleiner volume.

*Anton Duisterwinkel, portfoliomanager Semicon, en Norbert Koster, principle scientist vacuüm and contamination control, zijn vanuit TNO langdurig betrokken geweest bij ASML-projecten op het gebied van EUV-, immersie- en 157-nm-lithografie.*

Redactie Alexander Pil



# ‘Wanneer je geen vervuiling wilt, moet je ervan afblijven’

Als toeleverancier van ASML heeft AAE nog een prille geschiedenis. Bij de introductie van immersielithografie begon het Helmondse bedrijf met de realisatie van protosystemen. Inmiddels is de samenwerking uitgegroeid tot een continue output van modules met zeer strenge eisen aan de *cleanliness*. Ook bij de nieuwste EUV-machines speelt AAE een rol.

Roy Janssen

Met de introductie van ASML's NXE:3100- en NXE:3300-platform voor EUV-lithografie ligt er een nieuwe uitdaging. Alle materialen – dus ook gassen – absorberen EUV-straling. Om die reden heeft ASML strikte uitgassingseisen gesteld aan de onderdelen in zijn nieuwste machines. Naast de koolwaterstoffen die de spiegels zwart maken, zijn er nog meer materialen absoluut verboden in het lichtpad. Elementen zoals indium, tin en zink zijn niet toegestaan. Onder invloed van EUV-licht vormen deze stoffen zware-metaaloxides die ervoor kunnen zorgen dat de spiegels onbruikbaar worden.

Hoe beheersen we de risico's die zorgen voor al die ellende in EUV-machines? Kennis en ervaring op het gebied van productie is aanwezig en heeft een solide groei door-gemaakt. De ontwikkeling van *cleanliness control* is vrij recent. Organisaties als TNO en Philips Innovation Services hebben de kennis opgebouwd binnen hoogvacuümtechniek, ruimtevaart en solar. Tijdens de immersieperiode heeft ASML gezorgd dat Philips die kennis met AAE heeft kunnen delen. Bij de introductie van het EUV-traject heeft TNO deze taak overgenomen. De ideeën en adviezen van Philips en TNO zijn duidelijk, aan ons de taak om de theorie en de praktijk te combineren zodat er op een kostenbewuste en stabiele manier kan worden geproduceerd.

Bij de introductie in de materie gaf Philips ons een wijze les mee: ‘Wanneer je geen vervuiling wilt hebben, moet je ervan afblijven.’ Dat is nog altijd de absolute

waarheid. Iedereen moet zich ervan bewust zijn dat ze altijd zo schoon mogelijk moeten opereren. Maar omdat je nu eenmaal materialen moet bewerken en behandelen, is het onmogelijk om een component compleet schoon te houden. Je ontkomt er dus niet aan om te *cleanen*.

Bij AAE hadden we de beschikking over een wasstraat en lagen er processen vast over hoe materialen moeten worden gereinigd. Dit kun je echter meer vergelijken met de vaat thuis: afdoen met een sopje en als je niks ziet, zal het wel schoon zijn en zet je het in de kast. ASML heeft weten te kwantificeren wat schoon is en wat niet. In het begin legde het de eis op dat er met uv-licht geen deeltjes zichtbaar mogen zijn. Prima. Dat is een kwestie van een uv-lamp aanschaffen en kijken. Wanneer we nog deeltjes zien, worden deze weggehaald. Inpakken en klaar.

Functioneel ontbreekt er iets aan die eis. Wanneer er interne kanalen zijn die zorgen voor distributie van lucht en water naar de wafer, is het belangrijk dat deze kanalen ook schoon zijn. Daarom is het belangrijk op papier vast te leggen dat er maar weinig partikels in die kanalen mogen zitten. Probleem is dat het ook meetbaar moet zijn. ASML heeft hiervoor *particle counters* geïntroduceerd, commercieel verkrijgbare hightech meetapparatuur die deeltjes kunnen meten in lucht of water. Daarnaast is het noodzakelijk om te investeren in filter-systemen. AAE heeft apparaten aangekocht die *ultra pure water* (UPW) maken en *extreme clean dry air* (XCDA) genereren.



AAE is betrokken bij het schoonmaakproces van de spiegel voor ASML's EUV-machines. Zo ontwikkelde het een kwalificatietool voor de reinigingsmodule.

Voor het EUV-traject heeft AAE de know-how rond dit thema vertaald in een interne training. Daarin hebben we onze medewerkers op het hart gedrukt om te allen tijde bewust om te gaan met de onderdelen voor ASML's EUV-systemen. Onze engineeringafdeling heeft ook faciliteiten ontwikkeld voor de cleaning en kwalificatie van de EUV-onderdelen. Op dit moment ligt die verantwoordelijkheid nog bij een externe partij. Hoewel de kwaliteit van deze partner prima is, is het afbreukrisico op kwaliteit, logistiek en financieel vlak groot. Voor AAE is het een logische stap om hierin te investeren. Zo hebben we onlangs geïnvesteerd in ons productiepark, met microlasers voor snijden en lassen. Deze uitbreiding heeft ons geleerd dat de high-end investeringen niet alleen voor ASML interessant zijn. ASML heeft AAE weliswaar de prikkel gegeven om te investeren in nieuwe productietechnieken, andere markten zijn er ook gebruik van gaan maken.

De verbouwing bij AAE is op dit moment in volle gang. Het moet leiden tot een capaciteitstoename van vijftig procent. Zo verwacht AAE klaar te zijn om mee te kunnen met de uitdagingen die ASML en andere bedrijven in de nabije toekomst zullen voorleggen.

Roy Janssen is als projectleider van AAE verantwoordelijk voor het account ASML binnen de businessunit Proto- en Seriebouw.

Redactie Alexander Pil



In diep-uv-scanners zorgt een beschermend vliesje, het *pellicle*, ervoor dat stofdeeltjes niet worden afgebeeld op de wafer. Voor EUV-lithografie gaat die truc niet meer op. TNO ontwikkelde samen met ASML een alternatief.

Anton Duisterwinkel  
Henri Werij

De EUV-gemeenschap heeft de uitdagingen rondom maskerbehandeling lange tijd onderschat. Een van de grootste problemen: goed over- en vastpakken, oftewel *handling en clamping*. Dat moet snel, nauwkeurig en zonder dat er deeltjes vrijkomen, in vacuüm. Rick Stulen, projectleider van de eerste EUV Engineering Test Stand (ETS) die stond in het Lawrence Berkeley National Lab, Californië, zag de ellende al vroeg aankomen. 'De elektrostatische clamp is momenteel verreweg de belangrijkste *showstopper* waar ETS aan werkt', zei Stulen in 2003.

Een waferstepper kopieert een maskerpatroon vele malen op een silicium plak. Het lastige is dat de machine stofdeeltjes op het origineel meekopieert op de wafer. Dat kan ervoor zorgen dat de uiteindelijke chips met een afgebeeld stofje falen, bijvoorbeeld door een verkeerd contact. Eén kortsluiting op de verkeerde plek en de hele productie kan de prullenbak in.

Bij traditionele refractieve optiek met lenzen zit er daarom boven de maskers een *pellicle*. Dit doorzichtige beschermvliesje hangt uit focus, waardoor deeltjes die erop terecht komen niet worden afgebeeld – zelfs heel veel of heel grote stofjes vormen geen probleem: het vlakke vliesje is goed schoon te maken.

EUV-lithografie gebruikt in plaats van transmissiemaskers reflectiemaskers met een spiegelondergrond. Er is lang gezocht naar materialen die voldoende EUV-straling doorlaten om als *pellicle* te kunnen fungeren en bovendien bestand zijn tegen de hoge stralingsintensiteit. Die zoektocht heeft niets opgeleverd, dus moeten EUV-maskers het zonder *pellicles* stellen.

Ook een verwijderbaar *pellicle*, dat vlak voor belichting van het masker wordt afgepeld, bleek geen oplossing. Bij dat afpellen komen onherroepelijk deeltjes vrij. Dan



## Een miljoen keer schoner dan schoon

maar de maskers schoonmaken vlak voor gebruik? Ook geen optie, want ze zijn maar een beperkt aantal maal te reinigen zonder blijvende schade te veroorzaken. De firma Hamatech brengt nu overigens, na vijftien jaar ontwikkeling, een machine op de markt om EUV-maskers een aantal maal te reinigen. Dat is echter nog niet voldoende om een masker de gewenste levensduur te geven. Maskers regelmatig vervangen door nieuwe is ook niet echt een optie. Een nieuw masker kost een ton en zit zeker een paar maanden in productie.

Kortom: het loont de moeite om te voorkomen dat er deeltjes op het masker terechtkomen. ASML en brancheorganisatie Semi eisen dat er per uitwisseling van een masker (ook wel: *reticle*) in een EUV-machine, de zogenaamde *reticle pass*, gemiddeld minder dan één deeltje op het masker valt. Dat komt neer op een depositionsnelheid die zes ordes lager ligt dan de schoonste cleanroom die mensen kunnen maken. Een miljoen keer schoner dan schoon, kan dat dan wel? Het antwoord is: ja.

### Glijbewegingen

Het heeft acht jaar ontwikkeling bij TNO gekost, maar toen was er dan een compleet

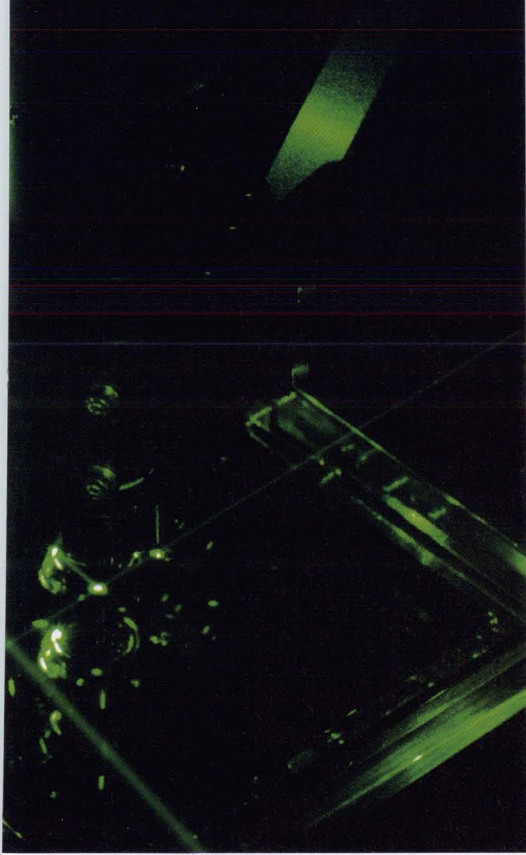
nieuw opslag- en transportsysteem voor EUV-maskers. Verder kunnen we met onze Rapid-Nano-scanner snel nanodeeltjes traceren (zie Figuur 1) en is er een *ticker*-tool gebouwd om onder beheerste omstandigheden deeltjesvorming bij mechanische contacten te kunnen bestuderen. Ook hebben we een kwalificatieopstelling met bijbehorend protocol en bijbehorende statistiek ontwikkeld.

De door ASML en TNO gerealiseerde *reticle handler* draait sinds 2007 naar tevredenheid op de alfademomachine bij Imec in Leuven en bij CNSE in Albany. Deze demo vormt de basis voor het productiemodel, die nog schoner moet worden dan het prototype.

De basis van het ontwerp van de *reticle handler* en de bijbehorende transportboxen is de doos-in-doosgedachte. Het *reticle* ligt ondersteboven op de binnenste doos, de *inner pod*, een soort omgekeerd deksel waarin het *reticle* precies past. Het *reticle* wordt verticaal geklemd en ligt tot versnellingen van 4g vast, zodat het niet kan rammelen bij normaal transport – rammelen veroorzaakt zeker deeltjesvorming, dus dat moet koste wat kost worden voorkomen. De inner pod ligt in de *storage box*. Deze extra schil zorgt ervoor dat er weinig deeltjes buiten



**Figuur 1:** TNO ontwikkelde een speciale scanner om deeltjes vanaf vijftig nanometer op een wafer te meten.



dem (inner pod met reticle) eruit zakken. De klep van de laadkamer (*load lock*) gaat open, een robotarm pakt de bodem op en plaatst hem tegen de onderkant van de clamp. Na het clampen wordt met grove uitlijnsensor gekeken of het reticle binnen het bereik van de precieze uitlijnsensor ligt; zo niet, dan wordt eventueel de clamp-procedure herhaald. De clamp gaat dan naar de belichtingspositie, wordt definitief uitgelijnd en ten slotte wordt, vlak voor gebruik, de inner pod verwijderd, zodat het masker open en bloot ligt. De stages worden regelmatig gekalibreerd met een *zero*-sensor die net als de *pre-alignment*-sensor is ontwikkeld door TNO.

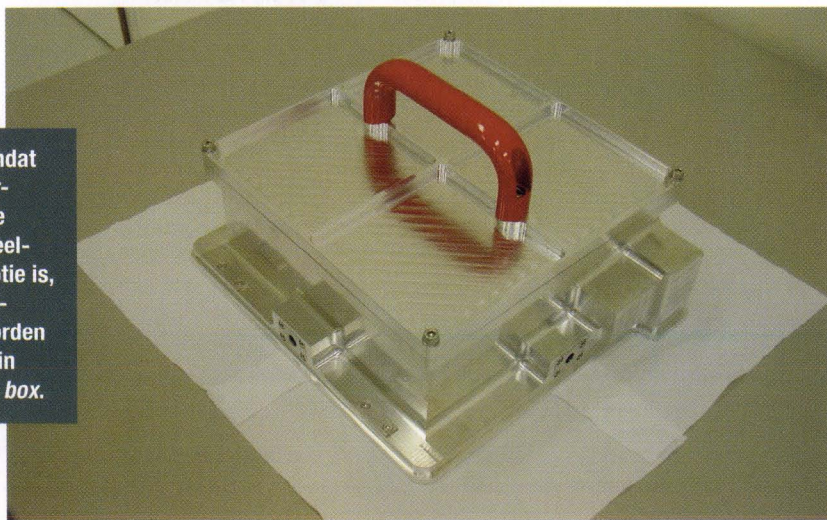
De procedure klinkt wellicht niet spectaculair, maar om alle handelingen schoon genoeg uit te voeren, is er veel aandacht nodig voor details. Gasstromen worden intensief gefilterd en hun richting is altijd langs het masker en nooit direct erop gericht. Het debiet is aangepast om geen stofdeeltjes op te wervelen. Gas aan- en afvoeren gaat door verschillende kanalen om geen kruisbesmetting te krijgen. Extra schone pompen moeten moleculaire vervuiling voorkomen.

Ook de materiaalkeuze en het detailontwerp zijn van belang. Het gaat om kunststoffen die goed glijden, niet plakken en niet uitgassen, om afgeronde, vlakke contactpunten bij mechanisch contact en om het voorkomen of beperken van glijbewegingen en het hanteren van minimale krachten en snelheden bij stotende contacten. Inner pod, kleppen en robots zijn speciaal ontworpen aan de hand van deze door TNO opgestelde vuistregels en materiaalselecties.

de inner pod rondwaren (zie Figuur 2). Ook de achterkant van het masker moet schoon blijven om te voorkomen dat het masker scheef komt te liggen: zelfs een deeltje van een micron zorgt er al voor dat het masker niet meer loodrecht op de bundel licht. Dat verschuift het beeld een tiental nanometer.

De storage box wordt op de storage-box-opener geplaatst. Die trekt het geheel vacuüm, draait het slot open en laat de bo-

**Figuur 2:** Omdat een beschermend vliesje tegen stofdeeltjes geen optie is, moeten EUV-maskers worden beschermd in een storage box.



Ontwerp alleen is niet genoeg, ook bij de productie en assemblage is veel aandacht nodig voor schoon werken. Dat proces wordt nu op orde gebracht, in samenwerking met de vele toeleveranciers van ASML. Ten slotte volgt kwalificatie van elk onderdeel in speciaal daarvoor gebouwde testopstellingen.

### Anodisch

Een verhaal apart is de clamp van maskers en wafer. De maskers moeten op hun plek blijven, ook tijdens de snelle transporten en abrupte bewegingen van de robot. Bij de huidige lithografische systemen worden wafers en maskers met vacuüm vastgezogen aan een stage. Maar in een vacuüm getrokken EUV-machine werkt dat natuurlijk niet. Feitelijk is elektrostatisch clampen de enige mogelijkheid: een spanningsverschil over een elektrisch isolerende clamp en het masker (of de wafer) trekt die over het hele oppervlak van de clamp strak aan.

Zou je mechanische verbindingen toepassen, die altijd lokaal zijn, dan ontstaan er te grote vervormingen. De eisen zijn immers vlakheden van enkele nanometers. Om diezelfde reden is de materiaalkeuze beperkt tot materialen met minimale thermische expansie, die dus nauwelijks zullen vervormen door tijdelijke of plaatselijke opwarming.

De uitdaging is niet alleen om de clampkracht te halen, maar vooral om snel genoeg te kunnen clampen en declampen om de benodigde doorvoer te halen. En dan is er nog het risico op doorslag, want de spanningen kunnen oplopen tot drieduizend volt. Daarmee wordt dan een clampkracht gehaald die vergelijkbaar is met de 1 bar vacuümclamps in traditionele wafersteppers. En ten slotte is er nog de productie van de clamps. Daarvoor heeft TNO een speciaal proces ontwikkeld en gepatenteerd dat glas anodisch bindt op metaalgecoat glas.

Het is natuurlijk gemakkelijk om achteraf te zeggen dat problemen onderschat zijn. Bij een enorm complex project zoals de EUV-waferstepper is het zelfs ondoenlijk om alle problemen op waarde te schatten. Maar vele jaren en euro's later kunnen we in ieder geval constateren dat Rick Stulen volkomen gelijk had.

*Anton Duisterwinkel is portfoliomanager Semicon en Henri Werij is director of research Technical Science bij TNO.*

**Redactie Paul van Gerven**



# Samenwerking met ASML is slijpsteen voor eigen geest

Als partner is Philips vanaf de start, nu ruim tien jaar geleden, betrokken bij ASML's eerste EUV-platform, onder meer bij de ontwikkeling van de planaire maglev-stage. Dit is een volledig nieuw stage-concept dat functioneert in een ultraschone vacuümomgeving. De intensieve samenwerking laat alle partners van elkaars knowhow profiteren. Het resultaat: het prototype en de huidige generatie van de NXE-machine.

Marcel Renkens

Eind jaren negentig was al duidelijk dat de diep-ultraviolettechnologie (DUV: licht met een golflengte van 193 nanometer) in de lithografische machines van ASML tegen haar grenzen aan zou lopen. Extreem ultraviolet (EUV: licht met een golflengte van 13,5 nm) bood de mogelijkheid om kleinere details af te beelden en werd gezien als de opvolger van DUV. Omdat EUV wordt geabsorbeerd in lucht, moet het lithografische proces zich in vacuüm voltrekken. Ook is een ultraschone omgeving vereist, vrij van koolwaterstoffen, omdat deze in combinatie met EUV het optische systeem aantasten.

Vanwege deze eisen konden ASML en ontwikkelpartners veel van de tot dan toe gebruikte materialen en onderdelen niet meer toepassen. Dit had een grote impact op de wafer- en de *reticle-stage*. Deze positioneermodules voor de silicium plak respectievelijk het masker waren bijvoorbeeld gebaseerd op luchtglagers en daarom niet zonder meer toepasbaar in vacuüm.

## Vacuümgeschiktheid

Ruim tien jaar geleden zijn we bij Philips Research in opdracht van ASML gestart

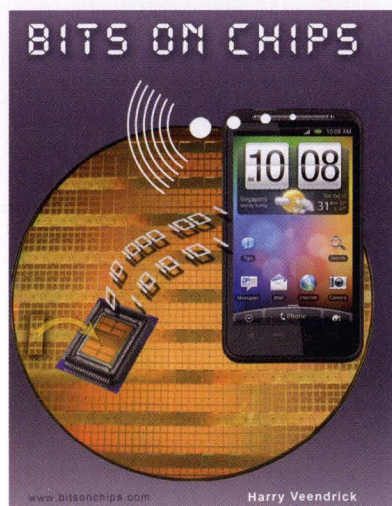
met de ontwikkeling van nieuwe stage-concepten. Deze moesten niet alleen voldoen aan de eisen die voortkwamen uit de ultraschone vacuümomgeving maar uiteraard ook aan de continu toenemende nauwkeurigheidseisen om de wet van Moore te kunnen voortzetten. Een belangrijk nieuw concept dat we hebben ontwikkeld, is de zogenaamde planaire maglev-stage. Deze bestaat uit een grote array (schaakbord) van permanente magneten waarboven een blok met spoelen zweeft. Door elektrische stromen door de spoelen te sturen, ontstaan er lorentzkrachten in zowel de horizontale als verticale richting. Zo is de stage in al zijn zes vrijheidsgraden gecontroleerd te verplaatsen.

Het concept heeft als voordeel dat de stage volledig contactloos beweegt, waardoor er geen deeltjes worden gegenereerd. De afwezigheid van deeltjes is een essentiële voorwaarde bij de fabricage van chips. Een ander belangrijk voordeel is de mogelijkheid om twee stages onafhankelijk over dezelfde magnetenarray te verplaatsen, wat ideaal is voor het Twinscan-concept van ASML. Hierbij belicht het systeem op de

ene stage een wafer terwijl het op de andere een wafer wisselt en bemeet.

De complexiteit van de planaire maglev-stage ontstaat onder meer doordat de relatie tussen de stroom in de spoelen en de gegenereerde kracht sterk plaatsafhankelijk is. Om de stage gecontroleerd te laten bewegen, hebben we met elektromagnetische modellering een besturingsalgoritme ontwikkeld waarmee op elke positie de juiste stroom naar de juiste spoel is te sturen. Dankzij onze kennis en ervaring op het gebied van geavanceerde regeltechniek is het ons gelukt om de stage met een nauwkeurigheid van enkele micrometers te laten bewegen. De vereiste nanometerprecisie bij een scansnelheid van meer dan een halve meter per seconde hebben we bereikt door er een zogeheten *short stroke stage* op te plaatsen, een stage met een bereik van slechts enkele millimeters.

De overgang naar ultraschone vacuüm was niet alleen een grote uitdaging ten aanzien van de aandrijving, maar ook ten aanzien van de tot dan toe gebruikte materialen en onderdelen. Vooral kunststoffen en lijmverbindingen vormden een groot probleem



## Bits on Chips, a new book on microelectronics

This hardcover book by Harry Veendrick, former research fellow at Philips Research and NXP Semiconductors, is a wannahave for all individuals who work in one of the semiconductor disciplines. It contains an *introductory* part for people with little technical background: management, marketing and sales as well as a *deeper dive* part, targeted at professional engineers who want to broaden their semiconductor horizon.

Special offer for Bits&Chips readers: only € 35 per copy (incl. shipment in The Netherlands).

Info and order: [www.bits-chips.nl/shop](http://www.bits-chips.nl/shop)





### Philips Innovation Services

Tussen Philips en ASML bestaat een lange relatie: de eerst wafersteppers werden begin jaren zeventig ontwikkeld door het toenmalige Philips Natlab in Eindhoven. Vanuit deze activiteit werd in 1984 ASML opgericht. Voor de ontwikkeling van nieuwe technologie bleef ASML samenwerken met Philips Research en het toenmalige CFT, dat later overging in Philips Applied Technologies. Een deel van Apptech fuseerde in 2010 met Miplaza – dat een onderdeel vormde van Philips Research – tot de nieuwe organisatie Philips Innovation Services. De nieuwe organisatie telt ongeveer zevenhonderd medewerkers en biedt haar klanten zowel turnkey oplossingen als gespecialiseerde technologische ondersteuning.

vanwege de daarin aanwezige koolwaterstoffen. Binnen Philips hadden we vanuit de productie van bijvoorbeeld lampen, beelden en röntgenbuizen al heel wat ervaring op het gebied van vacuümtechnologie. Deze kennis en bijbehorende infrastructuur hebben we gebruikt om nieuwe materialen en constructies te zoeken en die ook te kwalificeren op hun vacuümgeschiktheid. Dit laatste gebeurt onder meer door de ontgassing in vacuüm te meten, maar bijvoorbeeld ook door de levensduur van bewegende onderdelen in vacuüm te meten.

### Kabels en slangen

Bij de hele ontwikkelperiode van het EUV-platform zijn we vanuit Philips intensief betrokken geweest. Allereerst bij de conceptfase, het ontwerp en de realisatie van het prototype, de alfademotool. Deze eerste door ASML gebouwde machine moest de industriële haalbaarheid van de EUV-technologie aantonen. Onder meer de stages hiervan zijn in samenwerking met Philips ontwikkeld en geïntegreerd. Later heeft ASML op basis van de opgedane kennis en ervaring het NXE-productieplatform gebouwd.

Waar het ons bij de alfademotool vooral ging om het aantonen van de technische

haalbaarheid ten aanzien van vacuümcompatibiliteit en nauwkeurigheid, lag de nadruk bij de NXE-productietool op de *cost of ownership* voor de eindgebruiker. Dat vertaalde zich onder meer in een sterke focus op betrouwbaarheid en *throughput*. Voor de industriële NXE-machine hebben we onder meer de *wafer stage base module* gemaakt. Hierbij waren we zowel verantwoordelijk voor het ontwerp en de realisatie van de eerste prototypes als voor de overdracht naar volumeleverancier VDL-ETG en het integrale projectmanagement.

Tijdens en na het ontwerptraject van de modules voor de EUV-machine is het essentieel om de technologische kennis over te dragen aan de toeleverketen van ASML. De realisatie van dergelijke complexe modules vraagt immers ook continu innovaties bij de toeleveranciers. De vacuümkennis binnen Philips hebben we gebruikt om nieuwe productiemethodes te ontwikkelen met de toeleveranciers of bestaande technologieën of processen dusdanig aan te passen dat ze voldeden aan de eisen die de EUV-technologie stelt.

Zo hebben we nauw samengewerkt met de leveranciers van kabels en slangen om allereerst de juiste materialen te selecteren. De nieuwe materialen hebben onze mensen getest op vacuüm, stijfheid en levensduur. Vervolgens hebben we het gehele productieproces geanalyseerd en aangepast om de vereiste vacuümspecificaties te kunnen halen. Door de nauwe samenwerking met de toeleveranciers konden wij hun kennis en ervaring al in een vroeg stadium meenemen in ons ontwerp.

### Slijpsteen

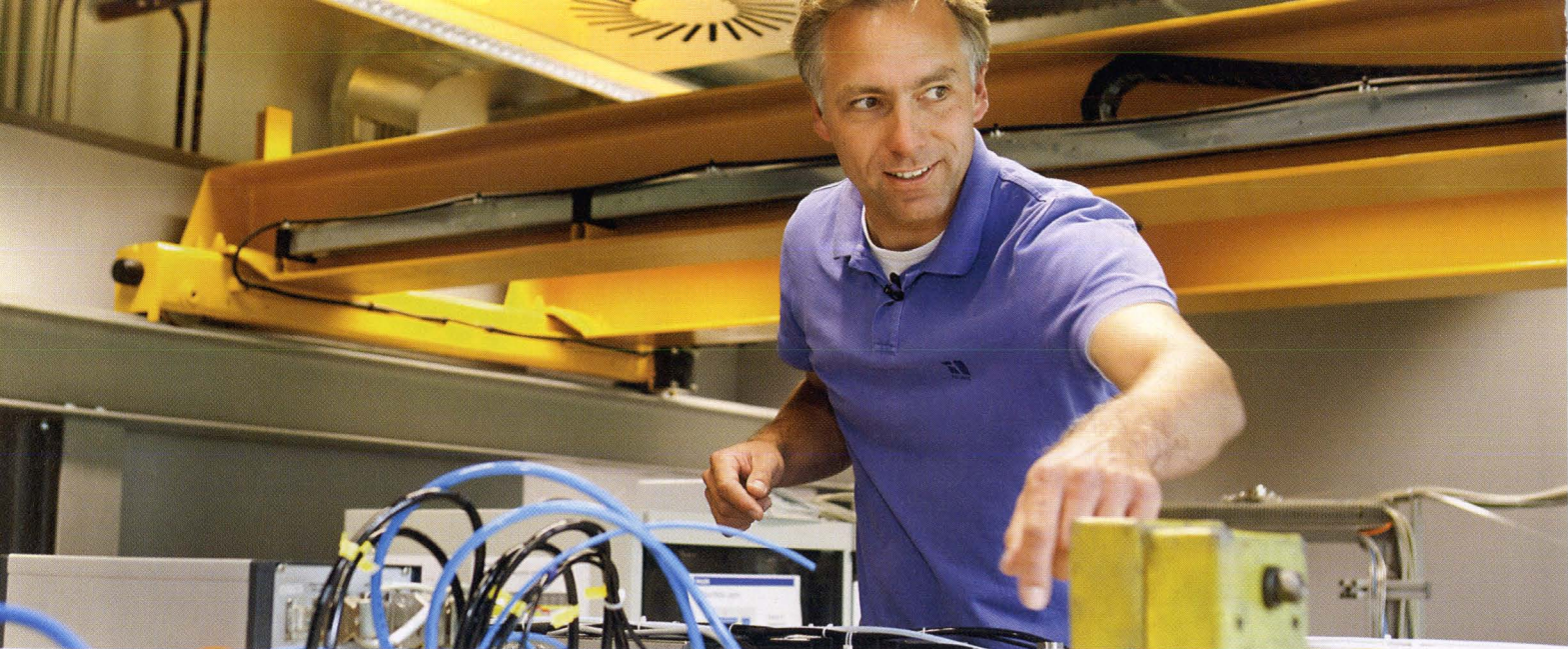
Philips Innovation Services heeft niet alleen met zijn mechatronische competentie bijgedragen aan de nieuwe ontwikkelingen bij ASML, maar ook met expertise op andere gebieden. Voorbeelden hiervan zijn *thermal management*, stromingsanalyse, vacuümtechnologie, materiaalonderzoek en lijmtechnologie. Het uitvoeren van *leading-edge* ontwikkelingen voor een grote verscheidenheid aan klanten, onder wie ASML, vormt voor ons de slijpsteen van onze geest waarmee we onze competenties continu verder ontwikkelen. Deze kennis zetten we vervolgens weer in voor nieuwe innovaties voor en met onze klanten.

Een goed voorbeeld daarvan is de regeltechniek. Enerzijds hebben we de regeltechnische kennis die we binnen Philips onder meer hebben ontwikkeld voor de cd-speler ruim tien jaar geleden ingezet om de performance van de ASML-stages te verbeteren. Anderzijds hebben we de regeltechnische kennis die we voor ASML hebben ontwikkeld de afgelopen jaren toegepast in de besturing van lampen voor beamers. Met deze geavanceerde regeltechnische kennis kunnen deze lampen sneller en beter schakelen, waardoor het contrast van het beeld hoger en de kostprijs van de beamers lager is.

*Marcel Renkens is senior systeemarchitect bij Philips Innovation Services. Hij was vanuit Philips Research en later Philips Applied Technologies betrokken bij de ontwikkeling van ASML's EUV-waferscanners.*

**Redactie Nieke Roos**





## Simplicity is expertise plus teamwork

At Philips, we believe technology should be advanced but simple at the same time. It should make sense and be designed around the way people live and work. To make sure that it does, we assemble multi-disciplinary teams with the expertise to cover all the angles. Be part of the experience.

### Philips Innovation Services

Philips Innovation Services is a 700 strong team of highly experienced engineers, technologists and business professionals, all experts at translating complex technical challenges into tangible manufacturable solutions. It takes more than technical skill. It requires a thorough understanding of how successful businesses operate in their chosen markets, an ability to think 'out-of-the-box', real teamwork and the determination to get things done.

### Technologist - Dynamics and Air Bearings

With a Masters degree or PhD in Mechanical Engineering and previous experience of air bearing system design, you're the perfect person to help us to model and validate air bearing systems for use in ultra-high precision equipment. Job ID: **76890**

### Senior Thermal Technologist

End-to-end responsibility for thermal management and thermal dynamics in high-performance mechatronic systems. Masters/PhD in Mechanical Engineering plus 5 years experience of thermal modelling required. Job ID: **76884**

### Process and Tools Engineer

With the latest clean-room process technologies at your disposal in our MiPlaza facility, you'll be working at the forefront of IC, SiP and PCBA microelectronics design. 5 to 10 years experience in a similar role preferred. Job ID: **79682**

### System Architect - High Precision Systems

You already have a Masters degree in mechanical/mechatronic engineering plus 10 years experience of system architecture design, ideally in the semiconductor industry. Put that knowledge and experience to the test by developing system architectures for some of the highest precision equipment in the world. Job ID: **75265**

### Technical Project Leader - Concept Development Projects

Qualified to Bachelor/Masters degree level in Electrical Engineering with several years experience in implementing and managing electronics/embedded-software projects, you'll guide project teams from the project definition to the delivery of working prototypes. Job ID: **000702**

### Architect

Put your 5 to 10 years experience of architecture design in analog and mixed-signal hardware/software environments to good use by ensuring the modularity, maintainability and extendibility of advanced mechatronic components and modules. Bachelor/Masters degree in electronic/electrical engineering required. Job ID: **78370**

### Senior Technologist - Electromechanics

Model, design and implement some of the world's most demanding motion control and precision positioning systems for industries such as semiconductor manufacturing and medical imaging. MSc or PhD in Electromechanics and/or Power Electronics required. Job ID: **76889**

#### Grow with Philips

For more information about the above job vacancies or to apply, please visit the Philips Innovation Services careers website [www.innovationservices.philips.com/careers](http://www.innovationservices.philips.com/careers) and go to job openings. Grow your career in a company that values the interaction between technology and people.



**PHILIPS**  
sense and simplicity



# Maxon ontwikkelt motoren op maat voor ASML

ASML en de toeleverketen eromheen zijn sinds de jaren tachtig klant bij Maxon Motor Benelux. Het gaat dan niet alleen om standaard componenten uit de catalogus maar steeds vaker om maatwerkmotoren voor bijvoorbeeld de Pas-, Twinscan- en Yieldstar-systemen.

Albert Slot

ASML is een belangrijke klant voor Maxon Motor Benelux. De strikte eisen die de Veldhovense machinebouwer en zijn toeleverketen stellen aan hun motoren, maken dat we continu blijven ontwikkelen en op zoek blijven naar nieuwe oplossingen. Als het standaard assortiment niet toereikend is, leveren we maatwerk door de performance van een bestaand concept te verbeteren. Het is een activiteit die Maxon sowieso steeds vaker uitvoert, niet alleen voor ASML. We wijzigen onze bestaande motoren zodanig dat ze beter aansluiten op bijvoorbeeld de voeding of de versterker van de klant.

Een voorbeeld van zo'n toepassings-specifieke ontwikkeling is de Cam-disk-actuator van ASML. Dit systeem bestaat uit drie motoren die er gezamenlijk voor zorgen dat de wafer op de juiste hoogte onder de lens blijft liggen tijdens de belichting. Hierdoor blijft de *overlay* beter onder controle. In 2003 startte ASML met een verbetertraject. In eerdere versies was de actuator voorzien van motoren met koolborstels. Door interne vervuiling bestond echter het risico op een hogere elektrische weerstand tussen de borstel en collector. Hierdoor haalden de motoren niet de levensduur waarop was gerekend. ASML ging dus op zoek naar een beter alternatief.

Maxon ontwikkelde speciaal voor deze toepassing de EC-4Pole 22-motoren op basis van zijn EC22-componenten. Deze borstelloze motoren hebben een diameter van 22 millimeter en leveren een vermogen tot tweehonderd watt. Omdat ASML niets wilde wijzigen aan de bestaande montageruimte en elektronica, verzag Maxon de EC-4Pole 22-motoren van een speciale hoogohmige wikkeling om warmteontwikkeling tot een minimum te beperken. Ook integreerden we een analoge tachosensor die zeer nauwkeurig de snelheid van de motoras doorgeeft aan de besturing.

De eerste prototypes van de EC-4Pole 22-motoren werden in 2005 opgeleverd. Sinds 2006 zijn ze de standaard voor de Cam-disk-actuator. Bij regulier onderhoud vervangt ASML de oude actuatoren preventief. Naar schatting 85 procent van de *installed base* is inmiddels gemodificeerd.

Die *downward compatibility* is een belangrijk gegeven voor grotere machinebouwers. Dat bleek ook bij de belichtingslasers shutter. Bij dit systeem maakten we het mogelijk om zowel de motorwikkeling als de positionering van de encodersignalen ten opzichte hiervan aan te passen. Zo blijven de startstromen beperkt tot het be-



Steeds vaker krijgt Maxon Motor verzoeken zijn motormodellen zodanig te wijzigen dat ze beter aansluiten op bijvoorbeeld een voeding of een versterker.

reik van de versterker en hoefde ASML geen nieuwe versterker te integreren. Door deze strategie kan ASML zijn *installed base* eenvoudig verbeteren en kan Maxon de productie van vervangende en reserveonderdelen voor zijn rekening nemen.

## Diskrotatie

Sinds de start van de Yieldstar-ontwikkeling bij ASML levert Maxon ook technische ondersteuning en hardware voor de Illumination Mode Selector (IMS) en de Focus Unit. De Yieldstar is een meetsysteem voor de detectie van de afwijkingen in de *overlay* en de kleinste details (*critical dimensions*). Voor beide applicaties heeft Maxon standaard motoren doorontwikkeld en omgebouwd om de millivoltsignalen van de PWM-versterkers niet te beïnvloeden.

De Illumination Mode Selector is opgebouwd uit Maxons EC22, een borstelloze DC-motor met een diameter van 22 mil-

limeter, en een disk met de belichtingsmaskers. De IMS draait de verschillende maskers in het systeem zodat steeds andere afwijkingen kunnen worden gemeten.

De disk en motor worden bij Maxon geassembleerd. We verlijmen de disk gecentreerd op de motoras en vervolgens kwalificeren we de constructie in een testbench. Daar wordt meer de *settling*-tijd onder de loep genomen, de tijd die de motor en versterker nodig hebben om na een initiële puls binnen de gestelde tolerantie te komen.

Daarnaast dient de motor-encodercombinatie te functioneren binnen de door ASML gespecificeerde regelparameters. In de praktijk betekent dit nauwe elektrische en mechanische toleranties. Door de 'stijfheid'

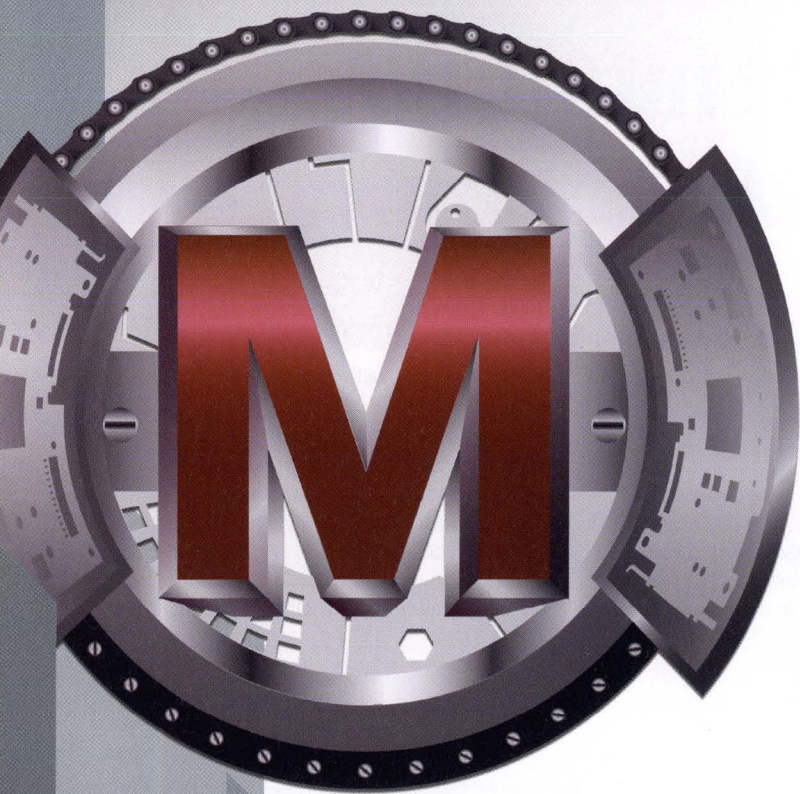
van de regelaar zijn de bandbreedte- en de versterkermarges zeer klein. De Focus Unit dient aan soortgelijke eisen te voldoen omdat deze synchroon met het productieproces moet kunnen positioneren.

De continu veranderende afzetmarkt en uitdagende projecten hebben bij Maxon onder meer geleid tot motoren voor vacuümtoepassingen en motoren die kunnen worden gereinigd door middel van sterilisatie. Langere levensduur en complexe vormgeving worden mogelijk gemaakt door toepassing van Ceramic Injection Moulding (CIM) en Metal Injection Moulding (MIM). Maxon Motor Benelux weet zich gesteund door productiefaciliteiten in Duitsland, Hongarije en Zwitserland.

*Albert Slot is business development manager bij Maxon Motor Benelux.*

Redactie Alexander Pil





## Conferentie en beurs voor geavanceerde machinebouw

Op 29 maart 2012 organiseert Techwatch voor de zesde maal de beurs en conferentie Hightech Mechatronica in het NH Conference Centre Koningshof te Veldhoven.

Dit event is gericht op technici, ontwikkelaars, technisch managers en beslissers in de mechatronica en geavanceerde machinebouw. Hightech Mechatronica is een must voor iedereen die up-to-date wil blijven in hightechmarkten.

De dag is bij uitstek geschikt om:

- kennis te nemen van de nieuwste technologie;
- kennis te maken met gespecialiseerde toeleveranciers;
- marktkansen te ontdekken;
- uw bedrijf te positioneren;
- interessante contacten op te doen;
- in een kort tijdsbestek de markttrends in beeld te krijgen;
- banden aan te halen met bestaande relaties.

Hebt u belangstelling in deelname als sponsor of standhouder, dan kunt u contact opnemen met: Kim Huijging of Marjolein Vissers, [events@techwatch.nl](mailto:events@techwatch.nl), +31 24 3505544.

**Bezoek de website [www.hightechmechatronica.nl](http://www.hightechmechatronica.nl) voor uitgebreide informatie over:**

- de standhouderspakketten;
- de sponsorpakketten en
- de lezingenoproep.

Cosponsor



**HIGHTECH 2012  
MECHATRONICA**

**Standhouders**

Ceratec Technical Ceramics  
Controllab Products  
ERIKS Aandrijftechniek  
Festo  
FMI Precision  
HEIDENHAIN NEDERLAND  
NTS-Group  
TMC Mechatronics  
VarioDrive Aandrijf- en Besturingstechniek  
Wijdeven

### Lezingenoproep

Het conferentieprogramma van Hightech Mechatronica richt zich op het interdisciplinaire karakter van mechatronica. De organisatie nodigt u uit om presentatievoorstellen in te sturen die hierbij aansluiten. We vragen u om uw case of ontwikkelproject neer te zetten als mechatronica-uitdaging in het perspectief van de doelmarkt.

Het abstract (200 tot 400 woorden) moet duidelijk maken welke mechatronische uitdagingen er lagen en hoe die zijn opgelost. Welke keuzes zijn gemaakt en waarom zijn alternatieve routes afgefallen?

Stuur uw abstract uiterlijk 31 oktober 2011 naar Alexander Pil ([alexander@techwatch.nl](mailto:alexander@techwatch.nl)).



# Ontwerp, realisatie en kwalificatie onder één dak

Demcon levert aan ASML uiteenlopende testopstellingen en kwalificatietools, onder meer voor wafer- en *reticle*-stages en voor zowel ontwikkeling als productie. De bouw van dergelijke systemen is inmiddels uitgegroeid tot een specialisme van het Oldenzaalse bedrijf. Steeds vaker vragen klanten om ontwerp, realisatie én kwalificatie van een module.

Hans van Eerden

Demcon volgt de roadmap van ASML op de voet. Als het prototype van een nieuwe *stage* of een component beschikbaar komt, moet er een tool klaarstaan om zo'n subsysteem te kwalificeren. Nieuwe concepten tegen het licht houden en duurtests uitvoeren horen daar ook bij. Denk bijvoorbeeld aan kabelbomen die miljarden keren dezelfde beweging maken.

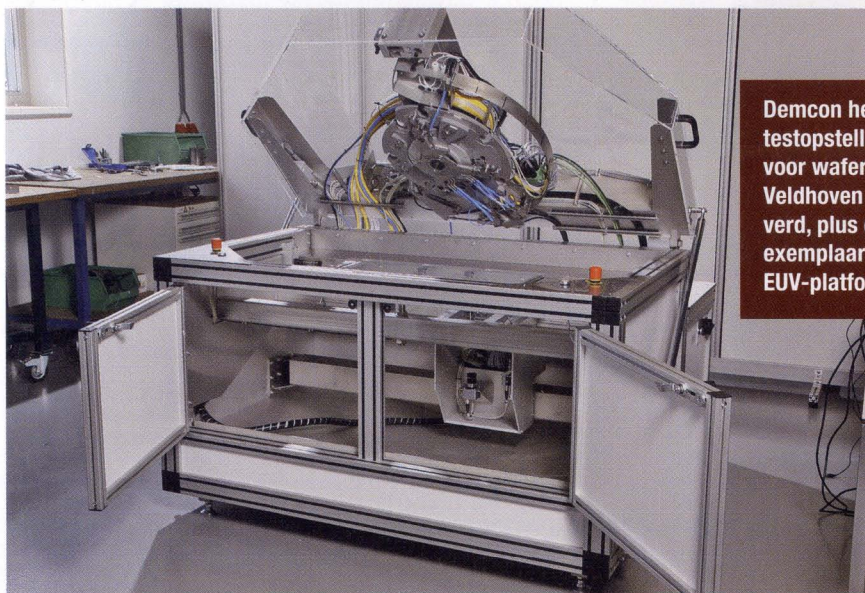
'Wij lopen in het ritme van ASML's designafdeling', zegt Peter Rutgers, senior architect mechatronische systemen bij Demcon. 'Op basis van hun A4-spec moeten wij nadenken over kwalificatietests. Designwijzigingen moeten we meteen volgen. Verandert de spec, dan veranderen ook de elektrische, mechanische en software-interfaces. Daarbij moeten we compatibel blijven met eerdere versies.'

In Oldenzaal werken drie of vier man permanent aan softwareonderhoud voor de tools. Sinds oktober vorig jaar is er zelfs een service-hotline in het leven geroepen. Dankzij de opening van een Eindhovense vestiging zit Demcon ook fysiek dichtbij.

Kwalificatieomgevingen vragen improvisatievermogen en flexibiliteit. Toen ASML het mechanische ontwerp van zijn waferpositioneermodule voor magnetische levitatie af had, zat de Veldhovense machinebouwer nog midden in de transitie naar een nieuwe softwarearchitectuur. Demcon maakte toen *quick and dirty* besturingssoftware om het

prototype toch te kunnen testen. Belangrijk was de opstartsequentie voor het grote aantal motoren in de stage. Rutgers en zijn team bouwden met Matlab/Simulink XPC een model dat paste in de nieuwe archi-

kan bijvoorbeeld softwarematig iets misgaan waardoor een stage kan crashen. Dan moet worden voorkomen dat de stage opspringt en zo de kostbare lens beschadigt. Reden voor de ingenieurs in Oldenzaal om crash-



Demcon heeft vier testopstellingen voor wafer-stages in Veldhoven afgeleverd, plus een eerste exemplaar voor het EUV-platform.

tectuur. Zo konden ASML-engineers hun opstartscripts toch afspelen en dynamiseringen doen. Op het moment dat de ASML-software beschikbaar kwam, stond er een compleet geteste stage met geoptimaliseerde parameters. Inmiddels heeft Demcon vier van deze tools in Veldhoven afgeleverd, plus een eerste exemplaar voor het EUV-platform.

## Finetuning

De mechatronica voor wafersteppers heeft te maken met formidabele krachten. Dat ondervonden de Demcon-engineers toen ze een testopstelling bouwden voor NXT-stages. De snelheden lopen op tot 10 m/s en de versnellingen tot maar liefst 60 g. Rutgers: 'Op het ene moment stond de stage op de ene plek, het volgende moment ergens anders. Hij had zich verplaatst, maar je zag het niet, zo snel ging het.'

In de einduitvoering bewegen de stages rustiger. Het is echter wel nodig om met extreme situaties rekening te houden. Er

simulaties uit te voeren en modellen op te stellen om ASML-ontwerpers bij de finetuning te ondersteunen.

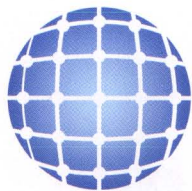
In de loop der jaren is het bouwen van kwalificatietools en testopstellingen bij Demcon uitgegroeid tot een specialisme. Inmiddels bedient het een tiental opdrachtgevers met dergelijke systemen. Ook intern wordt de opgebouwde kwalificatie-expertise breder toegepast, weet Jan Leideman, manager *operations* bij Demcon: 'Bij het ontwerpen van een mechatronisch systeem of mechatronische module houden wij altijd de kwalificatie in het achterhoofd. Als je specs niet kunt kwalificeren, heeft het geen zin er een ontwerp voor te maken. Daarnaast willen klanten steeds meer worden ontzorgd. Daarom vragen ze ons om naast ontwerp en realisatie van een module ook de kwalificatie voor onze rekening te nemen. Desnoods ontwerpen we daarvoor dan zelf een nieuwe tool.'

Hans van Eerden is freelance tekstschrijver.

## Twentse spin-off

Het mechatronisch ontwerpbureau Demcon splitste zich in 1993 af van de Universiteit Twente. Het in Oldenzaal gevestigde bedrijf telt nu ruim honderd medewerkers en heeft nevenvestigingen in Amsterdam en Eindhoven. ASML is klant sinds 1998. Het begon met kwalificatietools voor de wafer- en *reticle*-stages. Die hebben dezelfde elektrische interface als de ASML-machines en zijn voorzien van complexe besturingssoftware. Ze testen en kwalificeren een groot aantal eigenschappen – in het magnetische, elektrische, mechanische, thermische en software(besturings)domein – van de aansluitingen van leidingen en kabels tot de hoognauwkeurige specificaties voor het dynamische gedrag.





# THE HIGH TECH INSTITUTE

LEADERSHIP IN TECHNOLOGY AND INNOVATION

## Elektronica

### Signal integrity - workshop (SI-WS)

1, 8 en 15 november 2011 (3 halve dagen)

### Cooling of electronics (CoE)

9 - 11 november 2011 (3 dagen), mei 2012

### Bits on chips - an introduction (BoC)

5 december 2011 (1 dag), september 2012

### Discrete-time signal processing (DTSP)

start 5 december 2011 (18 avondsessies)

### Nanometer CMOS ICs basics (CMOS-Basic)

7 - 9 december 2011 (3 dagen), mei 2012

### Microelectromechanical systems (MEMS)

12 - 14 december 2011 (3 dagen)

### Electronics for non-electronic engineers - bachelor level (ENE-BSc)

start 10 januari 2012 (43 sessies)

### Design of analog electronics - embedded analog 1 (DAE-AE1)

start 30 januari 2012 (7 dagen)

### Design of analog electronics - analog IC design (DAE-IC)

start 19 maart 2012 (11 dagen)

### Electromagnetic compatibility - design techniques (EMC-DT)

16 - 20 april 2012 (5 dagen)

### Design of analog electronics - embedded analog 2 (DAE-AE2)

start 24 april 2012 (5 dagen)

## Mechatronica

### Dynamics and modelling (DAM)

31 oktober - 2 november 2011 (3 dagen), december 2012

### Design principles basics (DPB)

start 2 november 2011 (5 dagen), mei 2012, november 2012

### Mechatronics system design - part 2 (Metron2)

7 - 11 november 2011 (5 dagen), maart 2012, november 2012

### Design for ultra high and ultra clean vacuum (UHV2)

7, 8, 14, 15 november 2011 (3,5 dagen), april 2012, november 2012

### Motion control tuning (MCT)

start 15 november 2011 (6 dagen), mei 2012, november 2012

### Actuators for mechatronic systems (AMS)

23 - 25 november 2011 (3 dagen)

### Advanced motion control (AMC)

28 november - 2 december 2011 (5 dagen), oktober 2012

### Mechatronics system design - part 1 (Metron1)

12 - 16 december 2011 (5 dagen), februari 2012, juni 2012, oktober 2012, december 2012

### Machine vision for mechatronic systems (MVMS)

26 en 27 januari 2012 (2 dagen)

### Iterative learning control (ILC)

14 en 15 februari 2012 (2 dagen)

### Introduction in ultra high and ultra clean vacuum (UHV1)

12, 19, 26 maart, 2 april 2012 (4 dagen), oktober 2012

### Experimental techniques in mechatronics (ETM)

3 - 5 april 2012 (3 dagen)

## Optica

### Applied optics (AP-OPT)

start 1 november 2011 (15 ochtendsessies)

### Modern optics for optical designers (CMOP)

februari 2012 (27 ochtendsessies)

## Software

### Design of real-time software - workshop (DRTS/WS)

31 oktober - 4 november 2011

### Object-oriented analysis and design - fast track (OOAD)

start 7 november 2011 (6 dagen)

## System

### System architect(ing) (Sysarch)

21 - 25 november 2011 (5 dagen), maart 2012, september 2012

## Tools

### Labview: introduction in language and programming 1 (Labview)

23 - 25 november 2011 (3 dagen)

### Programming in Labview 2 (Labprog)

1 - 3 februari 2012 (3 dagen)

## Skills

### Six thinking hats (6-Hats)

3 en 4 oktober 2011 (2 dagen), mei 2012

### Networking (NET)

7 oktober 2011 (1 dag)

### Lateral thinking (LATH)

november 2011 (2 dagen), mei 2012



**Optica****CMOP****AP-OPT**

## Opticatrainingen

Mensen die zelf geen optische systemen ontwerpen, specificeren of testen maar tijdens projecten wel met ontwerpers samenwerken en graag meer over optische principes willen weten, profiteren van de praktijkgeoriënteerde training Applied optics. Onderwerpen als golven, geometrische optica, diffractie, polarisatie en optische meting worden tijdens de AP-OPT-training behandeld. Voor mensen die reeds werken aan onderzoek en ontwikkeling van optische systemen is de Modern optics for optical designers meer geschikt. Het ontwerpen van optische systemen, het specificeren en testen van optische componenten, het integreren van optische componenten in producten vereist kennis en vaardigheden die tijdens de CMOP-training aan bod komen.

**AP-OPT**

Duur: 15 ochtenden  
Kosten: 2500 euro  
Datum: start 1 november 2011

**CMOP**

Duur: 27 ochtenden  
Kosten: 5900 euro  
Datum: start februari 2012

**Systeem****Sysarch**

## System architect(ing)

Deze training geeft de systeemarchitect een duidelijk beeld van zijn rol, verantwoordelijkheid en zijn taken binnen een multidisciplinaire ontwikkelomgeving. De Sysarch-training reikt instrumenten aan om architecturale zaken te benaderen, een balans te vinden in soms conflicterende eisen, een roadmap op te zetten en om werkende oplossingen te ontwikkelen. De training geeft een overzicht van het speelveld van de systeemarchitect en biedt inzicht in de brede variëteit van alle invalshoeken waar de architect rekening mee dient te houden. De vijfdaagse training biedt veel praktijkgerichte oefeningen.

Duur: 5 dagen  
Kosten: 2750 euro  
Datum: 21 - 25 november 2011, 26 - 30 maart 2012, 24 - 28 september 2012

**Mechatronica****Metron**

## Mechatronics system design

Deze mechatronicatraining neemt deelnemers vanuit een multidisciplinaire insteek mee in de synergetische aanpak van het integraal en optimaal ontwerpen van regelde bewegings- en positionersystemen. De cursus verbreedt het competentieprofiel van de deelnemers. Ze leren om vanuit hun eigen discipline en met kennis van de aanpalende disciplines optimaal te functioneren in mechatronische teams. In deze teams bepaalt het samenspel van mechanica, elektronica, regeltechniek, optica en software het eindresultaat. Begrip van de oplossingsruimte en beperkingen van de verschillende disciplines is daarvoor essentieel.

**Metron1**

Duur: 5 dagen  
Kosten: 2995 euro  
Datum: 12 - 16 december 2011, 6 - 10 februari 2012,  
11 - 15 juni 2012, 1 - 5 oktober 2012,  
10 - 14 december 2012

**Metron2**

Duur: 5 dagen  
Kosten: 2995 euro  
Datum: 7 - 11 november 2011, 5 - 9 maart 2012,  
5 - 9 november 2012



## Cursussen

**Model management and verification in Simulink**  
 ▶ 29 en 30 september, Eindhoven

**Matlab for data processing and visualization**  
 ▶ 8 november, Eindhoven

**Matlab fundamentals**

- ▶ 4 - 6 oktober, Eindhoven
- ▶ 1 - 3 november, Eindhoven
- ▶ 6 - 8 november, Mechelen

**Image processing with Matlab**  
 ▶ 18 en 19 oktober, Eindhoven

**Matlab programming techniques**

- ▶ 9 november, Eindhoven

[www.mathworks.nl](http://www.mathworks.nl)

**Iasa Architect Core Certificate**

- ▶ 3 - 7 oktober, Amsterdam

[bit.ly/iasacore\\_ams](http://bit.ly/iasacore_ams)



**UVM**

- ▶ 3 - 5 oktober, Borne
- Introduction to Verilog**  
 ▶ 10 - 12 oktober, Borne
- Assertion verification with PSL**  
 ▶ 13 en 14 oktober, Borne

[www.dizain-sync.com](http://www.dizain-sync.com)



**VHDL introduction**

- ▶ 3 - 5 oktober, Almelo

**Blueprint**

- ▶ 7 oktober, Almelo
- Systemverilog for verification**  
 ▶ 10 - 13 oktober, Almelo

**Systemverilog assertions**

- ▶ 14 oktober, Almelo
- Calibre NMDRC/LVS**  
 ▶ 17 - 19 oktober, Almelo

**PSL - Assertion-based verification with Questa**

- ▶ 20 en 21 oktober, Almelo

[www.innofour.com](http://www.innofour.com)



**Advanced VHDL**

- ▶ 10 en 11 oktober, Markelo

**Leren communiceren in een technische werkomgeving**

- ▶ 13 en 14 oktober, Markelo
- ▶ 27 en 28 oktober, Markelo

**Altium Designer**

- ▶ 17 - 19 oktober, Markelo

**Altium Nanoboard**

- ▶ 24 oktober, Markelo

**Altium Designer advanced**

- ▶ 25 oktober, Markelo

**Introductie FPGA-ontwerp voor software-engineers**

- ▶ 26 oktober, Markelo

[www.transfer.nl](http://www.transfer.nl)



**Labview core 3**

- ▶ 10 - 12 oktober, Woerden

**Labview connectivity**

- ▶ 13 - 15 oktober, Woerden

**Labview Real-Time 1**

- ▶ 31 oktober - 1 november, Woerden

**Labview FPGA**

- ▶ 2 en 3 november, Woerden

**Labview core 1**

- ▶ 7 - 9 november, Woerden

**Labview core 2**

- ▶ 10 en 11 november, Woerden

[www.ni.com/netherlands](http://www.ni.com/netherlands)

## Events

**Benelux**



**High-Tech Product Lines**

- ▶ 28 en 29 september, Veldhoven

[www.bits-chips.nl/events/hpl](http://www.bits-chips.nl/events/hpl)



**NIDays**

- ▶ 29 september, Utrecht

[www.ni.com](http://www.ni.com)

**Elektrotechniek 2011**

- ▶ 3 - 7 oktober, Utrecht

[www.elektrotechniek-online.nl](http://www.elektrotechniek-online.nl)

**Pak je rol!**

- ▶ 4 oktober, Ede

[www.breinstormbijhumiq.nl](http://www.breinstormbijhumiq.nl)

**Voorlichtingsbijeenkomst WBSO**

- ▶ 4 oktober, Eindhoven
- ▶ 11 oktober, Leeuwarden
- ▶ 25 oktober, Amsterdam

[www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl)

**STW-jaarcongres 2011**

- ▶ 6 oktober, Nieuwegein

[www.stw.nl](http://www.stw.nl)

**T&U-manifestatie 2011**

- ▶ 12 oktober, Arnhem

[www.tucongres.nl](http://www.tucongres.nl)



**Bits&Chips 2011 Embedded Systemen**

- ▶ 18 november, Eindhoven

Info: [events@techwatch.nl](mailto:events@techwatch.nl)

[www.embedded-systemen.nl](http://www.embedded-systemen.nl)

## CHIPONTWERP



**Barco Silex**

Rue du Bosquet 7  
 1348 Louvain-la-Neuve  
 Tel +32 10 454904  
[geert.decorde@barco.com](mailto:geert.decorde@barco.com)  
[www.barcodesignservices.com](http://www.barcodesignservices.com)

Visibly yours  
**SoC and FPGA Design  
 Crypto and Security IP  
 Video IP  
 DO-254 IP**

## DIENSTVERLENING

**Alten PTS**

Linie 544  
 7325 DZ Apeldoorn  
 Tel +31 55 3601880



**ALTEN PTS**

Rivium 1e straat 85  
 2909 LE Capelle aan den IJssel  
 Tel +31 10 4637700

Beukenlaan 44  
 5651 CD Eindhoven  
 Tel +31 40 2563080

[info@altenpts.nl](mailto:info@altenpts.nl)  
[www.altenpts.nl](http://www.altenpts.nl)



**CIMSOLUTIONS**  
 Automation for Industry & Business

VIANEN  
 BEST  
 DEVENTER  
 ROTTERDAM  
 AMSTERDAM  
 GRONINGEN  
 DHAKA

**CIMSOLUTIONS B.V.**  
 Havenweg 24  
 4131 NM Vianen  
 Tel +31 347 368100  
 Fax +31 347 373777  
[cimsolutions@cimsolutions.nl](mailto:cimsolutions@cimsolutions.nl)  
[www.cimsolutions.nl](http://www.cimsolutions.nl)



**ENTER Mbedded BV**  
 Science Park 5001  
 5692 EB Son  
 Tel +31 40 2141020  
[info@enter-mbedded.nl](mailto:info@enter-mbedded.nl)  
[www.enter-mbedded.nl](http://www.enter-mbedded.nl)



**ESPRIT ICT Group**  
 Bastion 1-5  
 5491 AN Sint-Oedenrode  
 Tel +31 413 271412  
[info@esprit-it.nl](mailto:info@esprit-it.nl)  
[www.esprit-it.nl](http://www.esprit-it.nl)



**FOURTRESS**

EMBEDDED SOFTWARE &  
 TECHNISCHE AUTOMATISERING

**Fourtress BV**  
 Meerenakkerplein 20  
 5652 BJ Eindhoven  
 Tel +31 40 2661080  
 Fax +31 40 2661081  
[info@fourtress.nl](mailto:info@fourtress.nl)  
[www.fourtress.nl](http://www.fourtress.nl)

**Noteer alvast in uw agenda**

## Techwatch-events in 2012

Techwatch™

**29 maart 2012**



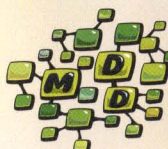
**HIGHTECH 2012  
 MECHATRONICA**

**13 juni 2012**



**BITS&CHIPS  
 HARDWARE  
 CONFERENCE  
 13 JUNI 2012**

**9 mei 2012**



**MODEL-DRIVEN  
 DEVELOPMENT  
 DAY**

**8 november 2012**



**Bits&Chips 2012  
 EMBEDDED  
 SYSTEMEN**





**HIGH TECH SOLUTIONS**  
 Linie 506  
 7325 DZ Apeldoorn  
 Tel +31 55 3606135  
 info@hightech.nl  
 www.hightech.nl



**HUMIQ B.V.**  
 Science Park Eindhoven 5006  
 5692 EA Son  
 Postbus 6420  
 5600 HK Eindhoven  
 Tel +31 40 2669100  
 Fax +31 40 2669101  
 info@humiq.nl  
 www.humiq.nl

**Profit Consulting Apeldoorn**  
**Profit Software Improvement**  
 Tweelingenlaan 4, Apeldoorn  
 Tel +31 55 5762822



**Profit Consulting Eindhoven**  
 High Tech Campus 69, Eindhoven  
 Tel +31 40 8009955

**Profit Consulting Amsterdam**  
 Science Park Amsterdam 400, Amsterdam  
 Tel +31 20 8884128

info@profitnederland.nl [www.profitnederland.nl](http://www.profitnederland.nl)

**Regio Midden**  
 Herculesplein 24, Utrecht  
 Tel +31 88 8275000



*making technology matter*

**Regio Zuid**  
 Dillenburgstraat 25-3, Eindhoven  
 Tel +31 88 8275100

**Regio West**  
 Poortweg 10, Delft  
 Tel +31 88 8275200

**Nspyre**  
 Postbus 85066  
 3508 AB Utrecht  
 Tel +31 88 8275000  
 Fax +31 88 8275099  
 info@nspyre.nl  
 www.nspyre.nl

**Regio Noord**  
 Zuiderzeelaan 21, Zwolle  
 Kapteynlaan 17, Leek  
 Tel +31 88 8275300



**TASS B.V.**  
 Larixplein 6  
 5616 VB Eindhoven  
 Tel +31 40 2503200  
 Fax +31 40 2503201  
 info@tass.nl  
 www.tass.nl

**TASS Belgium N.V.**  
 Gaston Geenslaan 9  
 3001 Leuven  
 Tel +32 16 241680  
 Fax +32 16 241689  
 info@tass.be  
 www.tass.be



**TOPIC Embedded Systems**  
 Eindhovenseweg 32c  
 5683 KH Best  
 Tel +31 499 336979  
 Fax +31 499 336970  
 info@topic.nl  
 www.topic.nl

**DISTRIBUTIE**



**RS Components**  
 Bingerweg 19  
 2031 AZ Haarlem  
 www.rsonline.nl  
 www.rsonline.be

**PROJECTBUREAU**



**Specialist in electronic & FPGA design**

**Adeas**  
 Luchthavenweg 81.039  
 5657 EA Eindhoven  
 Tel +31 40 2350060  
 Fax +31 40 2350666  
 www.adeas.nl



embedded software ontwikkeling  
 ontwerp van elektronica  
 layout service  
 bestukking van PCB's

**Dekimo - Layers**  
 Brusselsesteenweg 708 9050 Gent  
 Tel +32 9 2310790  
 www.dekimo.com

Rijschoolstraat 11 3000 Leuven  
 Tel +32 16 441414

Campus Blairon 429 2300 Turnhout  
 Tel +32 14 638908



**Sioux Embedded Systems B.V.**  
 Esp 405  
 5633 AJ Eindhoven  
 Tel +31 40 2677100  
 Fax +31 40 2677101  
 embeddedsystems@sioux.nl  
 www.siox.eu



**Technolution B.V.**  
 Zuidelijk Halfrond 1  
 P.O. Box 2013  
 2800 BD Gouda  
 Tel +31 182 594000  
 info@technolution.eu  
 www.technolution.eu



**Ook in de wegwijzer?**  
 De wegwijzer geeft informatie over bedrijven die actief zijn in de markt voor hightech systemen. Vermelding is op jaarbasis. Voor meer informatie en reserveringen, neem contact op met de afdeling sales, sales@techwatch.nl.

**TOOLS**



**The MathWorks BV**  
 Dr. Holtropalaan 5b  
 5652 XR Eindhoven  
 Tel +31 40 2156700  
 Fax +31 40 2156710  
 info@mathworks.nl  
 www.mathworks.nl



**National Instruments**  
 Pompmolenlaan 10  
 3447 GK Woerden  
 Tel +31 348 433466  
 Fax +31 348 430673  
 info.netherlands@ni.com  
 www.ni.com/netherlands

**Advertentie-index**

Advertentie	Pagina
AAE	48
Adeas	6
Advantech	40
Alten PTS	60
Bits&Chips 2011	
Embedded Systemen	30
Bits on chips	122
Ceratec	92
DEMCON	44
EVOC	108
Evoluon	30
Gemeente Veldhoven	102
HEIDENHAIN	50
Hightech Banen	70, 90
The High Tech Institute	4, 128
Hightech Mechatronica 2012	126
Humiq	2
imec	58
IMS CHIPS	66
Kontron	114
MathWorks	14
maxon motor	82
MECAL	74
MTSA Technopower	46
National Instruments	104
NTS-Group	52, 110
Philips	42, 124
Rohde & Schwarz	88
Sioux	132
tbp electronics	86
Technolution	22
Techwatch	8
Techwatch Events	106
TMC Group	112
TNO	28
TOPIC Embedded Systems	16
VDL Groep	32
VIRO engineering	24





# Can we make a difference in your supply chain?

## OUR ONE-STOP-SHOP MAKES YOUR LIFE EASY.

Sioux Electronics B.V., part of the Sioux Group (300 engineers), **develops** and **produces** modules and products based on **electronics** and **(embedded) software**.

Our goal is to create the most competitive supply chain **with** our customer by taking full responsibility for development, production and life cycle management. Our expertise includes FPGA's, software, electronics, LabVIEW, mathematics and mechanics in the industrial, vending, medical and instrumentation fields.



### CAN WE MAKE A DIFFERENCE IN YOUR SUPPLY CHAIN?

Let us both find out:

[sebastian.van.t.klooster@sioux.eu](mailto:sebastian.van.t.klooster@sioux.eu) or [hans.moonen@sioux.eu](mailto:hans.moonen@sioux.eu)



Sioux Electronics B.V.  
Hulsenweg 19  
NL-6031 SP Nederweert The Netherlands  
T +31 (0)495 633221  
F +31 (0)495 634495  
W [www.sioux.eu](http://www.sioux.eu)

Source of your development & production.