

nämlich nicht entschieden werden, ob die Oberfläche besser wird oder nicht. Es überlagert sich vielmehr eine starke Abnahme von τ_{eff} , viel stärker, als es nur der Dickenabnahme entspräche (siehe ausgezogene Kurve, oberer Teil). Man kann zeigen, daß dieser steile Absturz durch Gl. (1) in keiner Weise wiedergegeben werden kann, wie immer man die Größen τ , s und D wählt. Also muß sich mindestens eine dieser Größen beim Ätzen ändern. Eine Zunahme von s , selbst wenn sie möglich wäre, könnte keine solchen Änderungen mehr bewirken. Änderung von τ oder D bedeutet aber Beeinflussung des Volumens. Es ist ziemlich ausgeschlossen, daß sich D ändert, ohne daß längst vorher τ beeinflusst würde. Wir dürfen deshalb als einfachste Erklärung die betrachten, daß im steilen Teil unserer Ätzkurve τ mit d abnimmt. Dieses Verhalten ändert sich ohne äußeren Anlaß am Knickpunkt der Kurve. Es zeigt sich, daß von dort ab die Meßkurve einem Verlauf mit gleichem s und D wie beim Lappen, aber viel kleinerem τ gut angepaßt ist (vgl. die strichpunktete Kurve in Abb. 1 bzw. die Meßkurve unterhalb des Knickes).

Die hier gezeigte Kurve wurde bei Ätzung mit Flußsäure, konzentrierter Salpetersäure und Eisessig im

³ Allerdings wurden mit dieser Ätzlösung nur Kurven oberhalb des Knickpunktes gemessen.

Verhältnis 3 : 2 : 6 erhalten. Ein gleich schneller Abfall von τ_{eff} mit d ergab sich mit Flußsäure + Kaliumpermanganat³. Viel schneller nahm dagegen τ_{eff} mit d ab, wenn mit heißer Natronlauge geätzt wurde. τ_{eff} erreichte hierbei auch viel tiefere Werte; eine teilweise Regeneration durch thermische Behandlung war möglich (bei 560 °C).

Alle hier aufgezählten Ergebnisse vertragen sich mit der Deutung, daß beim Ätzen Wasserstoff in das Silicium diffundiert⁴.

Der Knick in der Ätzkurve wäre dann der Punkt, an dem das Diffusionsgleichgewicht zwischen „hinein“ und „heraus“ hergestellt ist, so daß sich nichts mehr ändert. Der verstärkte Effekt bei Ätzung mit Natronlauge würde sich zwanglos aus der dabei viel heftigeren Entwicklung atomaren Wasserstoffs erklären.

Neben den bereits genannten Herren danke ich gern einigen meiner Kollegen, insbesondere Herrn Dr. HOFFMANN, Dr. REUSCHEL und Dr. SCHINK für die klärenden Diskussionen. Die experimentelle Arbeit besorgte überwiegend Herr PORST.

Weitere Einzelheiten untersucht z. Zt. Herr ZERBST (S & H-Werkstoffhauptlaboratorium, Karlsruhe).

⁴ Diese Möglichkeit wurde einerseits von Herrn Dr. BECHT, andererseits von Herrn Prof. Dr. SCHOTTKY ausgesprochen.

Über Drahtexplosionen mit unterbrochenem Draht *, **

Von W. M. CONN ***

(Z. Naturforschg. 13 a, 355–356 [1958]; eingeg. am 19. Februar 1958)

Versuche mit dünnen Drähten ergeben, daß bei Verwendung von Kondensatoren von 2 μF und Spannungen von 20 kV bzw. 72 μF und 5 kV eine Unterbrechung des zwischen zwei Elektroden befindlichen Drahtes keinen Einfluß auf die üblichen Stadien der Drahtexplosion – Drahterhitzung, Instabilwerden der Flüssigkeitssäule, Bildung von Unduloiden, Dunkelpause und eigentliche Explosion – zu besitzen scheint. Mit Hilfe eines magnetooptischen Verschlusses¹ wurde bei einer Aufnahmedauer von etwa 1 μsec festgestellt, daß die Lücke im Draht bereits in einem frühen Stadium der Explosion durch einen Lichtbogen überbrückt wird.

Bei Verwendung eines *inhomogenen Feldes*, bei dem z. B. ein horizontaler, frei endender Stahldraht einem vertikal angeordneten Kupferblech in 1 bis 2 mm Entfernung gegenübersteht, ergeben sich ebenfalls die

üblichen Stufen der Drahtexplosion (photographisch und oszillographisch festgestellt). Bei der neuentwickelten „*Fenstermethode*“ für Drahtexplosionen^{2,3} wird ein 1 bis 10 mm starkes Fenster aus durchsichtigem Kunststoff direkt neben dem Draht angeordnet. Damit lassen sich Vorgänge beobachten, die sich innerhalb der den Draht umgebenden Wolke von Metaldampf abspielen. Abb. 1 zeigt z. B. die Bildung eines gleichförmigen Dampfzylinders entlang dem Draht, durch den die wahrscheinlich durch primäre und sekundäre Unduloide bedingten Streifungen und „Jets“ hindurchtreten. Rechts vom Fenster erscheint die Außenansicht des Dampfzylinders. (Die Dampfwolke an der Einspannstelle des Drahtes wird durch das zur Befestigung des Drahtes dienende Lötmetall verursacht.)

Material vom Draht wird, selbst bei horizontalem Draht und senkrechtem Kupferblech, in unregelmäßiger Verteilung auf das Kupferblech übertragen. Eine Deutung dieses Effektes ist möglich unter Beachtung der beim elektrischen Lichtbogen auftretenden mechanischen Kräfte⁴.

Bei den Versuchen findet man oft senkrecht auf das Kupferblech aufgeschweißte, kurze Stücke des *ursprüng-*

* Untersuchungen teilweise unterstützt durch AFCRC Kontrakt Nr. AF 19(604)–1561 mit Temple Universität, Philadelphia, Pa., USA.

** Auszugsweise vorgetragen im Kolloquium des Max-Planck-Institutes für Silikatforschung, Würzburg, am 21. 1. 1958.

*** 6312 Indiana Ave. Kansas City 30, Missouri, USA. Zur Zeit Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Würzburg.

¹ H. E. EDGERTON u. K. J. GERMESHAUSEN, J. Soc. Mot. Pict. Televis. Engrs. 61, 286 [1953].

² W. M. CONN, Bull. Amer. Phys. Soc. 2, 376 [1957].

³ W. M. CONN, Naturwiss. 45, 6 [1958].

⁴ W. M. CONN, Technische Physik der Lichtbogenschweißung, im Druck.



lichen Drahtes, deren Fußpunkt auf dem Blech sich stark ausgebreitet hat. Die übertragenen Drähte können auch flach auf dem Kupferblech liegen (Abb. 2),

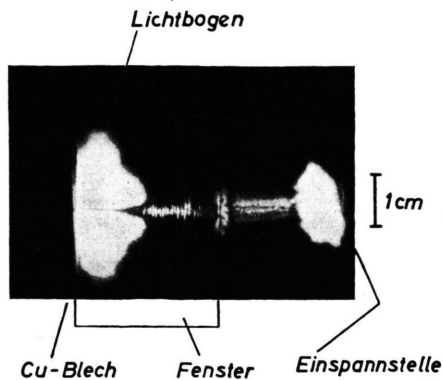


Abb. 1. Lichtbogenbildung und frühes Stadium der Drahtexplosion. Daten: 0,6 mm ϕ Stahldraht, 49,2 mm freie Länge; Kupferblech $25 \times 27 \times 1,6$ mm³; Plexiglasfenster $25 \times 68 \times 9,8$ mm³; Abstand Draht-Blech 1,6 mm; 72 μ F; 5 kV; Aufnahmedauer 1 μ sec; Aufnahme 7,3 μ sec nach Einleitung der Entladung.

und zwar scheinen sie bei verschiedenen Versuchen gleiche Länge zu besitzen. Berechnet man die für den Draht zu erwartenden Dimensionen der Unduloide, wobei das Material des Drahtes, sein Durchmesser und der atmosphärische Druck zu berücksichtigen sind, so

Ein Kristallhalter für fokussierende Röntgen-Spektrographen mit kontinuierlich verstellbarem Krümmungsradius

Von J. SCHARSCHMIDT

Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Br.
(Z. Naturforschg. 13 a, 356–357 [1958]; eingeg. am 1. März 1958)

In den fokussierenden RÖNTGEN-Spektrographen mit gebogenem Kristall werden auch heute noch fast ausschließlich die Kristallplättchen dadurch gebogen, daß sie gegen ein kreiszylindrisches Metallsegment gepreßt werden, um so die Krümmung des Kreiszyllinders anzunehmen.

Dieses Verfahren hat große Nachteile. Besonders bei größeren Krümmungsradien lassen sich die kreiszylindrischen Flächen nur schwer mit der gewünschten Genauigkeit herstellen. Ferner nimmt der Kristall nur selten genau den Krümmungsradius des Kreiszyllinders an.

Unser Ziel war es, die zunächst von BOROVSKY¹ und etwas später von BROGREN² vorgeschlagene Methode der freien Biegung eines Kristallplättchens durch Erzeugung von gleichen aber entgegengesetzten Drehmomenten an beiden Enden des Plättchens mit Hilfe von vier

ergibt sich die gleiche Länge für ein sekundäres Unduloid wie die der flachliegenden, auf das Kupferblech geschweißten Drahtstücke. Offenbar wurde die Flüssig-

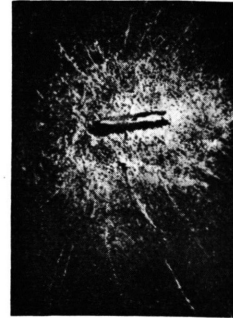


Abb. 2. Auf das Kupferblech übertragene Eisenteilchen und aufgeschweißtes Drahtende. \perp 2 mm.

keitssäule instabil beim Einleiten der frühen Stadien der Explosion; Unduloide wurden gebildet und das dem Kupferblech nächstliegende, dem Lichtbogen ausgesetzte sekundäre Unduloid wurde durch Pincheffekt vom Draht abgelöst und durch parallel zur Drahtachse wirkende Lichtbogenkräfte bzw. Expansionsstöße zum Kupferblech übertragen. Eine Übertragung von größeren Längen als einem sekundären Unduloid entspricht wurde bei den Versuchen in Kansas City und Maynard bisher nicht beobachtet.

dünnen Stahlwalzen, so anzuwenden, daß wir einen Kristallhalter mit kontinuierlich veränderlichem Krümmungsradius erhalten. Der Krümmungsradius soll sich leicht verändern lassen, ohne daß sich an den Fokussierungseigenschaften, d. h. an dem Auflösungsvermögen (von den durch das Prinzip bedingten geometrischen Fokussierungsfehlern abgesehen), etwas ändert.

Dadurch vereinfacht sich die Konstruktion des fokussierenden Spektrographen. Der Fokalkreisradius braucht nicht mehr verstellbar zu sein. Zudem kann man den gleichen Kristallhalter in Spektrographen mit verschiedenen Fokalkreisradien verwenden.

Die Konstruktion erkennt man aus Abb. 1. Die vier Stahlwalzen 4, 5, 6 und 7 von 2 mm Durchmesser liegen frei in Prismennuten, die genau senkrecht zur Grundplatte des Kristallhalters in die beiden Metallblöcke 1 und 2 eingefräst sind. Sie haben einen Abstand von 20 bzw. 25 mm. Die eine Kristallhalterhälfte (2) wird auf einem Schwalbenschwanzschlitten (8) geführt, während die andere Hälfte (1) auf der Grundplatte des Kristallhalters gelagert ist. Um die Stahlwalzen parallel zueinander ausrichten zu können, ist die eine Kristallhalterhälfte um den Punkt 3 drehbar gelagert. Die andere Hälfte kann durch Verstellen der Schraube 9 um eine Achse, die senkrecht zur Richtung der Walzenachsen verläuft, gekippt werden. Um die

¹ J. B. BOROVSKY, Dokl. Akad. Nauk. SSSR. 72, 485 [1950].

² G. BROGREN, Ark. Fys. 3, 515 [1951].