

Abb. 1. Verlauf des Kathodo-Stroms  $i_A$  und des Feldfaktors  $g$  in Abhängigkeit von der äußeren Spannung  $U$  für Zelle W 25 (Energie der einfallenden Elektronen 18,3 keV).

CdS-Einkristallen gefundenen Feldeinflusses auf die Kathodo-Lumineszenz in folgender Form nahe: Im Randschichtfeld getrennte Elektron-Loch-Paare werden bei Schwächung des Randschichtfeldes durch die von außen angelegte Spannung zusammengeführt, dadurch wird die Lumineszenzausbeute erhöht. In umgekehrter Weise nimmt die Lumineszenzausbeute bei stärkerer lokaler Trennung der Paare angeregter Ladungsträger in einem durch äußere Spannung erhöhten Randschichtfeld ab.

In Abhängigkeit von der verwendeten Strahlspannung zeigten sich quantitative Änderungen der gemessenen Feldfaktoren; ein Maximum der bei fester äußerer Spannung gemessenen Feldbeeinflussung (sowohl für Lösung als auch für Verstärkung) trat zwischen 15 und 20 keV Elektronenenergie auf. Dieses Maxi-

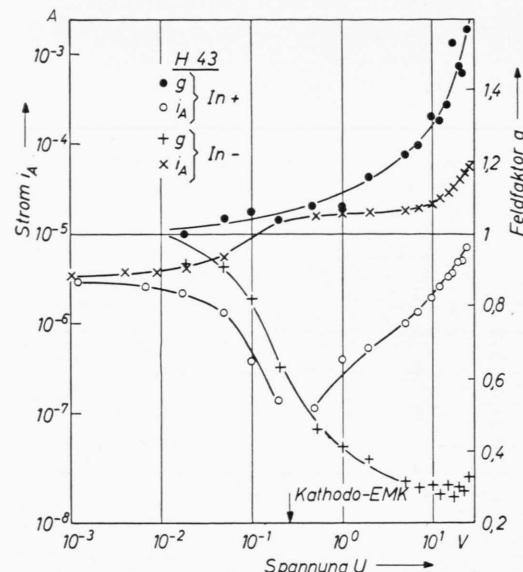


Abb. 2. Verlauf des Kathodo-Stroms  $i_A$  und des Feldfaktors  $g$  in Abhängigkeit von der äußeren Spannung  $U$  für die Zelle H 43 (Energie der einfallenden Elektronen 18,6 keV).

mum könnte dadurch zustande kommen, daß bei dieser Energie die Eindringtiefe der Elektronen eine „effektive“ Randschichtdicke überschreitet. Es liegt nahe, die „dead-voltage“ der Kathodo-Lumineszenz — außer mit der Oberflächenrekombination, wie sie von GERGELY<sup>11</sup> zu deren Erklärung herangezogen wird, — mit diesen Effekten, insbesondere mit der Bandverbiegung an der freien Kristalloberfläche, in Zusammenhang zu bringen.

Herrn Dr. F. ECKART danken wir für sein förderndes Interesse und zahlreiche Diskussionen, an denen auch Herr Dr. E. SCHNÜRER teil hatte. Herrn Dr. L. HILDISCH danken wir für die Präparation der verwendeten Kristalle.

<sup>11</sup> Gy. GERGELY, Tungsram, Technische Mitteilungen Nr. 4 (1961), siehe auch J. Phys. Chem. Solids 17, 112 [1960].

### Ein Zusammenhang zwischen der maximalen Löslichkeit und dem Verteilungskoeffizienten von Verunreinigungen in Indiumarsenid

Von E. SCHILLMANN

Schaltwerk der Siemens-Schuckertwerke AG.,  
Berlin-Siemensstadt  
(Z. Naturforsch. 18 a, 1019—1020 [1963]; eingeg. am 13. August 1963)

Nach FISCHLER<sup>1</sup> besteht in Germanium und Silicium ein empirischer Zusammenhang zwischen der maximalen Löslichkeit  $C_M$  und dem Verteilungskoeffizienten  $k_0$

<sup>1</sup> S. FISCHLER, J. Appl. Phys. 33, 1615 [1962].

von Verunreinigungen. Dieser Zusammenhang ist linear und hat die Form:

$$C_M = 4,4 \cdot 10^{21} k_0 \quad \text{für Germanium}$$

und  $C_M = 5,2 \cdot 10^{21} k_0 \quad \text{für Silicium.}$

Die von FISCHLER ausgesprochene Erwartung, daß auch bei anderen Wirtsgittern ein solcher Zusammenhang existiert, läßt sich für Indiumarsenid zumindest als Korrelation bestätigen. In Tab. 1 sind die bisher bekannt gewordenen Zahlenangaben zusammengestellt.

Da für die maximalen Löslichkeiten im Indiumarsenid außer für Magnesium bisher nur untere Grenzwerte vorliegen, ergibt sich hier nicht ein so eindeutiger Zusammenhang wie für Germanium und Silicium. Im-



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht:  
Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

Element	Mg	Zn	Cd	Si
$k_0$ <sup>2</sup>	0,70	0,77	0,13	0,40
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ <sup>3</sup>	>3,0 <7,0	>3,0	>1,0	>5,0
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ <sup>4</sup>	>0,52	>0,022	>1,6	

Element	Ge	Sn	S	Se	Te
$k_0$ <sup>2</sup>	0,07	0,09	1,0	0,93	0,44
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ <sup>3</sup>	>1,0	>1,0	>8,0	>7,0	>2,0
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ <sup>4</sup>					>0,2

Tab. 1. Verteilungskoeffizienten  $k_0$  und atomare maximale Löslichkeiten  $C_M$  verschiedener Verunreinigungen in Indiumarsenid.

merhin zeigt die Auftragung der in Tab. 1 vorliegenden Ergebnisse in Abb. 1 etwa den entsprechenden Verlauf, wenn man die vom Verfasser angegebenen Werte<sup>2,3</sup> zugrunde legt. Während für Magnesium der Grenzbereich eingezeichnet worden ist, sind für die anderen Elemente die Punkte der maximalen Löslichkeiten durch einen Pfeil zu höheren Werten hin gekennzeichnet. Die von EDMOND angegebenen unteren Grenzwerte<sup>4</sup> liegen dagegen wesentlich tiefer, so daß sie nicht in das vorliegende Bild hineinpassen.

Legt man einen Zusammenhang nach Abb. 1 zugrunde, so dürften die in Tab. 1 angegebenen unteren Grenzwerte für die maximalen Löslichkeiten im allgemeinen den tatsächlichen Werten recht nahe kommen. Die Abweichungen von der eingeziehenen Diagonale liegen praktisch innerhalb des Faktors 2 und damit innerhalb des gleichen Bereiches, wie er auch von FISCHLER angegeben wurde. Sie werden noch geringer,

<sup>2</sup> E. SCHILLMANN, Z. Naturforsch. **11a**, 463 [1956].

<sup>3</sup> E. SCHILLMANN, Kap. 40 in Compound Semiconductors, Vol. I: Preparation of III-V-Compounds, herausgeg. v. R. K.

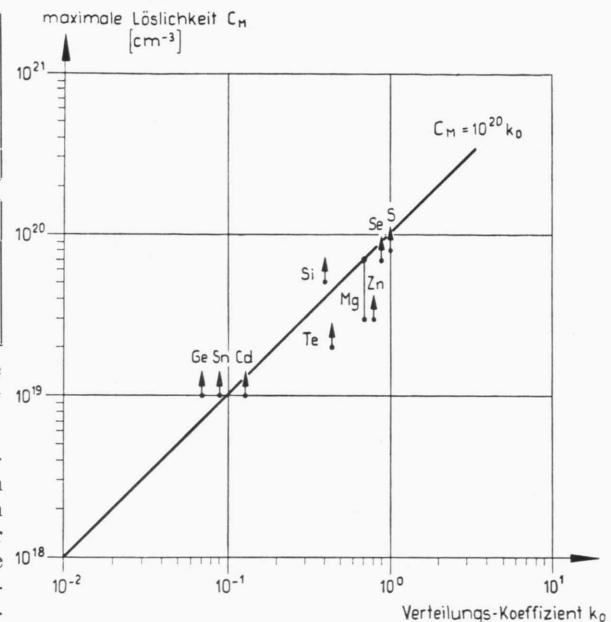


Abb. 1. Zusammenhang zwischen der atomaren maximalen Löslichkeit  $C_M$  und dem Verteilungskoeffizienten  $k_0$  für Verunreinigungen in Indiumarsenid.

wenn für Magnesium der obere Grenzwert zugrunde gelegt wird und die Werte für Tellur und Zink mit  $4 \cdot 10^{19}$  bzw.  $7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  angenommen werden. Damit ergäbe sich für Indiumarsenid ein Zusammenhang

$$C_M \approx 10^{20} k_0.$$

WILLARDSON u. H. L. GOERING, Reinhold Publishing Corp., New York 1962.

<sup>4</sup> J. T. EDMOND, Proc. Phys. Soc., Lond. **73**, 622 [1959].

## Einschwingverhalten torischer Rubin-Laser in Abhängigkeit von der Pumpleistung \*

Von HARALD HANTSCHE und DIETER RÖSS

Mitteilung aus dem Zentral-Laboratorium der Siemens & Halske AG., München

(Z. Naturforsch. **18a**, 1020—1021 [1963]; eingeg. am 6. August 1963)

Torische Rubin-Laser mit gleichmäßiger Oberflächenpolitur schwingen bei hoher Pumpleistung völlig regelmäßig gedämpft periodisch innerhalb etwa  $30 \mu\text{s}$  auf eine kontinuierliche Emission ein. Unregelmäßigkeiten der Relaxationsschwingung, die wir bei unseren ersten Experimenten mit torischen Resonatoren beobachtet hatten<sup>1</sup>, wurden durch Oberflächenfehler hervorgerufen,

die eine Modenselektion bewirken und Resonatorverluste verursachen. Knapp oberhalb der Schwelleistung ist die Relaxationsschwingung aperiodisch gedämpft. In Abb. 1a ist die Emission eines unter  $0^\circ$  zur Kristallachse orientierten Rubintorus mit  $0,035\% \text{ Cr}^{3+}$  bei verschiedenen Pumpenergien aufgezeichnet.

Um Versuchsergebnisse darzustellen, die mit einfachen Mitteln reproduziert werden können, wurde das tangential austretende Licht nur durch ein Interferenzfilter in der Bandbreite beschränkt. Neben der gegenüber dem Pumpblitz verzögert mit einer stark gedämpften Relaxationsschwingung einsetzenden Laserstrahlung ist auf den Aufnahmen daher noch ein maximal ein Skalenteil betragender Untergrund erkennbar, der sich zu 80% aus gestreutem Pumplicht, zu 20% aus Fluores-

\* Vorgetragen auf der Tagung der Physikalischen Gesellschaft in Bayern, April 1963, Erlangen.

<sup>1</sup> D. Röss, Proc. I. E. E. **51**, 468 [1963].