

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

Element	Ge	Sn	S	Se	Te
k_0 ²	0,07	0,09	1,0	0,93	0,44
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ ³	>1,0	>1,0	>8,0	>7,0	>2,0
$C_M [10^{19} \text{ cm}^{-3}]$ ⁴					>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^{2,3} 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 hingekennzeichnet. Die von EDMOND angegebenen unteren Grenzwerte⁴ 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 eingezeichneten Diagonale liegen praktisch innerhalb des Faktors 2 und damit innerhalb des gleichen Bereiches, wie er auch von FISCHLER angegeben wurde. Sie werden noch geringer,

² E. SCHILLMANN, Z. Naturforsch. **11 a**, 463 [1956].

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

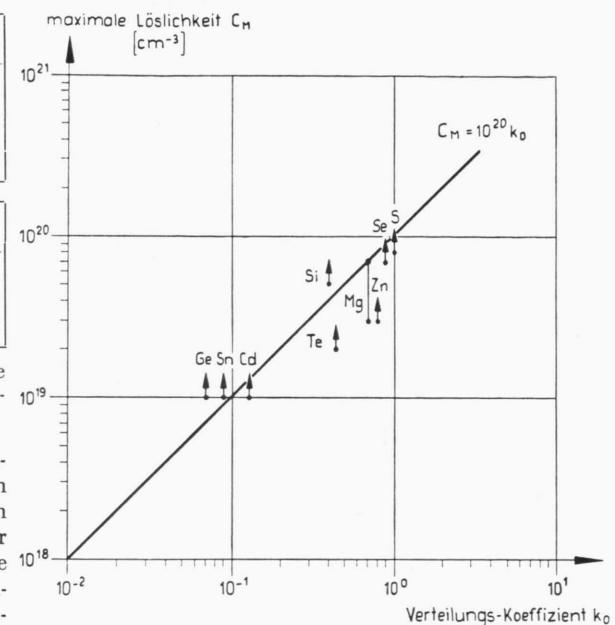


Abb. 1. Zusammenhang zwischen der atomaren maximalen Löslichkeit C_M und dem Verteilungskoeffizienten k_0 für Verunreinigungen in Indiumarsenid.

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.

⁴ 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. **18 a**, 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 hatten¹, wurden durch Oberflächenfehler hervorgerufen,

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

die eine Modenselektion bewirken und Resonatorverluste verursachen. Knapp oberhalb der Schwelleistung ist die Relaxationsschwingung aperiodisch gedämpft. In Abb. 1 a ist die Emission eines unter 0° 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-

¹ D. Röss, Proc. I. E. E. **51**, 468 [1963].



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.

zenz zusammensetzt. Die Relaxationsschwingung bei vierfacher Schwellenergie (entsprechend der Kurve größter Amplitude in Abb. 1 a) ist in Abb. 1 b in zeitlich gedehntem Maßstab aufgezeichnet. Der Verlauf der Pumpleistung ist in Abb. 1 c dargestellt.

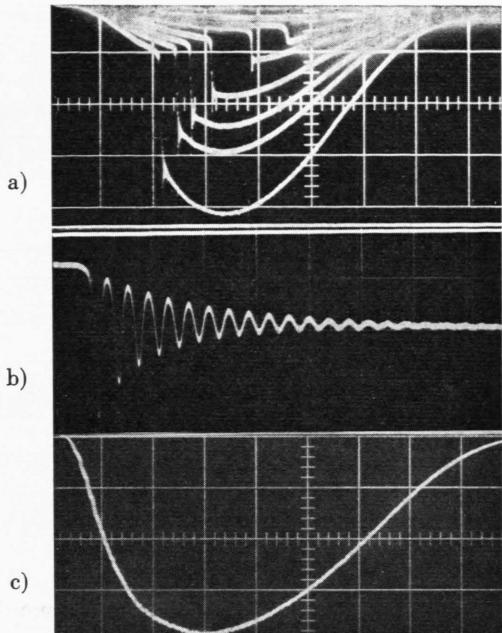


Abb. 1. Emission eines Rubin-Torus-Lasers bei Zimmertemperatur. a) Pumpenergie 200 Wsec—800 Wsec; 200 μ sec/cm, Ordinate negativ; b) Pumpenergie 800 Wsec; 5 μ sec/cm; c) Pumplicht (5500 Å), 200 μ sec/cm.

Wir haben die Dämpfungszeit t_0 , in der die Amplitude der Relaxationsschwingung auf $1/e$ abfällt, und die Relaxationsperiode T in Abhängigkeit von der Pumpleistung W für verschiedene Temperaturen gemessen. Dabei kann wegen der kurzen Einschwingzeit die aus Abb. 1 c entnommene Pumpleistung während der Relaxationsschwingung als konstant angesehen werden.

Die Relaxationsperiode, die in Abb. 2 a dargestellt ist, sinkt für alle Meßtemperaturen oberhalb der Schwell-Leistung, wo sie größer als die Meßzeit ist, stark ab und wird dann konstant. Die Dämpfungszeit wächst für alle Temperaturen mit der Pumpleistung stetig an, wie dies in Abb. 2 b sichtbar ist. Rein phänomenologisch scheint das Einschwingverhalten den theoretischen Bedingungen von DUNSMUIR² völlig zu entsprechen, nach denen sich für einen optischen Resonator hoher Güte eine exponentiell gedämpfte periodische Relaxationsschwingung ergibt. Quantitativ bestehen jedoch starke Abweichungen. So ist nach DUNSMUIR für die Relaxationsperiode ein Abfall mit $(W - W_0)^{-1/2}$, für die Dämpfungszeit sogar mit $(W - W_0)^{-1}$ zu erwarten, während wir eine konstante Relaxationsperiode und eine mit der Pumpleistung sogar ansteigende Dämpfungszeit beobachten. (W_0 ist die für gleiche Besetzung des Niveaus nötige Pumprate.)

Wir schließen daraus, daß die bekannten Theorien von optischen Ein-Moden-Resonatoren das Schwingungsverhalten torischer Rubin-Laser nicht richtig beschreiben. Wir führen die regelmäßigen Relaxationsschwingungen torischer Rubin-Laser auf eine starke Kopplung zahlreicher Moden annähernd gleicher Güte zurück. Über theoretische Ansätze, welche dieses Verhalten berücksichtigen, hat einer der Autoren bereits kurz berichtet³; sie werden in Kürze ausführlich veröffentlicht werden.

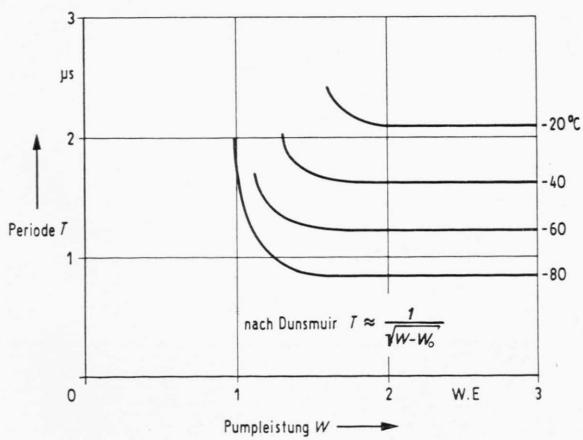


Abb. 2 a. Abhängigkeit der Relaxationsperiode T von der Pumpleistung.

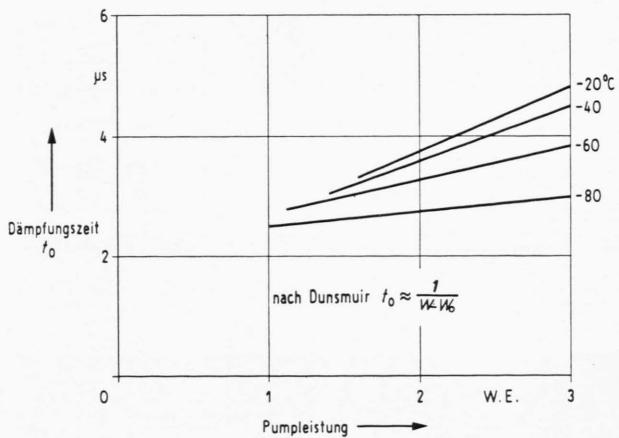


Abb. 2 b. Abhängigkeit der Dämpfungszeit t_0 von der Pumpleistung.

² R. DUNSMUIR, J. Electron. Control **10**, 453 [1961].

³ D. RÖSS, Tagung der Physikalischen Gesellschaft in Bayern, April 1963, Erlangen.