

## Diffusionslänge der Ladungsträger in CdS

Von J. Auth und E. A. Niekisch

II. Physikalisches Institut der Humboldt-Universität, Berlin  
(Z. Naturforsch. 10a, 1035 [1955]; eingegangen am 24. Oktober 1955)

Ein photoleitender CdS-Kristall sei auf seiner Oberfläche mit zwei sperrsichtfreien „ohmschen“ Elektroden im Abstand  $L$  versehen (Spaltzelle, Abb. 1). Er werde im Gebiet  $(x_0, L)$  mit einer konstanten Intensität beleuchtet; von dem Gebiet  $(0, x_0)$  werde durch eine (verschiebbare) Blende das Licht ferngehalten. Die Farbe des Lichts sei so, daß es vollständig im Kristallinnern absorbiert werde ( $\lambda < 5000 \text{ Å}$ ). Die im belichteten Teil des Kristalls erzeugten Elektronen und Löcher diffundieren in den dunklen Teil; zusammen mit Rekombination und entstehender Diffusionsspannung werden sich stationäre Ladungsträgerkonzentrationen  $n(x)$  und  $p(x)$  (Elektronen bzw. Löcher) ausbilden. Wir beschreiben eine einfache Methode zur Messung von  $n(x)$ .

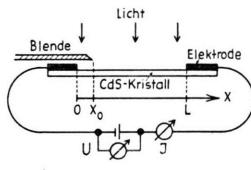


Abb. 1.

Wir beschränken uns auf eine eindimensionale Behandlung des Problems und benutzen den Umstand, daß CdS ein ausgesprochener Überschußleiter ist. Durch den Kristall fließt dann ein Strom mit der Stromdichte

$$j = e n(x) b_n E(x) + e D_n \cdot dn(x)/dx. \quad (1)$$

Natürlich hängen  $j$ ,  $n(x)$  und  $E(x)$  auch von der Stellung der Blende, d. h. von dem Parameter  $x_0$  ab. Wir lösen (1) nach der Feldstärke  $E(x)$  auf und integrieren über die Spaltbreite  $L$ . Diese „Bahnspannung“ hängt mit der von außen an den Kristallelektroden liegenden Spannung  $U$  wie folgt zusammen:

$$U = (j/e b_n) \int_0^L dx/n(x) - (D_n/b_n) \ln(n(L)/n(0)) + \Delta. \quad (2)$$

Dabei entspricht das Integral dem ohmschen Bahnwiderstand, das zweite Glied ist die Diffusionsspannung und der dritte Term  $\Delta$  berücksichtigt die an den Grenzen Halbleiter-Elektrodenmetall auftretenden Potentialsprünge;  $\Delta$  ist deren Differenz. Man kann an Hand der „Quasi-Fermi-Grenze“ der Elektronen und der Defektelektronen zeigen, daß bei einem n-Leiter wie

CdS sich  $\Delta$  und der Diffusionsterm weitgehend gegeneinander kompensieren. Dies steht in Übereinstimmung mit dem experimentellen Befund, daß im stromlosen Falle keine Photospannung nachgewiesen werden konnte (Meßgenauigkeit  $\sim 10^{-3}$  Volt).

Eine der möglichen Varianten unseres Versuchs besteht nun darin, bei einer Änderung der Blendenstellung  $x_0$  die Spannung so zu ändern, daß der Strom konstant bleibt (man darf die Spannungen natürlich nicht so groß machen, daß sich dadurch  $n(x)$  merklich ändert). Dann ist, mit Berücksichtigung des vorhin Gesagten

$$U(x_0) \approx (j/e b_n) \int_0^L dx/n(x, x_0). \quad (3)$$

Es hängt aber die Konzentrationsverteilung der Ladungsträger nur von der relativen Lage zur Blende ab, d. h. es ist  $n(x, x_0) = n(x_0 - x)$ . Durch eine Differentiation nach  $x_0$  kann man somit das Integral über  $x$  beseitigen und man bekommt (mit einer unbedeutenden Vernachlässigung)

$$dU/dx_0 = (j/e b_n) (1/n(x_0) - 1/n_0) \quad (4)$$

( $n_0$  Elektronenkonzentration im belichteten Teil des Kristalls), so daß man also nach einer graphischen Differentiation der Meßkurven  $U = U(x_0)$  aus (4)  $n(x_0)$  entnehmen kann (Abb. 2). Erste Messungen ergeben Diffusionslängen von 1 bis  $3 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$  bei „reinen“ (nicht bewußt aktivierten) Kristallen.

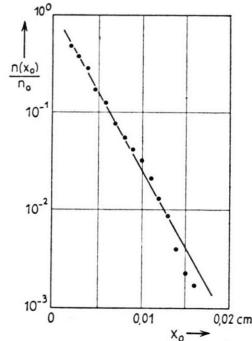


Abb. 2.

Wir nehmen an, daß wir es mit „ambipolarer“ Diffusion zu tun haben; die erhaltene Diffusionslänge enthält also im wesentlichen die Diffusionskonstante der Löcher.

Für eine Einstrahlung im Bereich der Grundgitterabsorption folgt aus unserem Ergebnis, daß der leitende Bereich etwa 100-mal breiter ist als die Schicht, innerhalb der das anregende Licht absorbiert wird ( $\sim 10^{-5} \text{ cm}$ ).



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.