

HERSTELLUNG VON GEPRESSTEN PHOTOELEMENTEN AUS CdS-PULVER

Von L. GOMBAY, J. GYULAI und I. HEVESI

Institut für Experimentalphysik der Universität Szeged

(Eingegangen am 15. März 1958)

Es wurden Photoelemente aus CdS-Pulver mit Pressung hergestellt und einige ihrer elektrischen Eigenschaften untersucht.

Über die Photoleitung von CdS-Einkristallen und CdS-Schichten liegt eine große Anzahl von Arbeiten vor [1], der photovoltaische Effekt wurde aber bei dem CdS-Halbleiter verhältnismäßig weniger untersucht, obwohl infolge seiner empfindlichen Photoleitung zu erwarten ist, daß Photoelemente auch aus CdS mit hohem Wirkungsgrad hergestellt werden können. Bis jetzt dienten CdS-Einkristalle und aufgedampfte Schichten als Grundstoffe für CdS-Photoelemente. Bei CdS-Einkristallen ist aber die eingestrahelte Oberfläche infolge der beschränkten Abmessungen der Kristalle ziemlich klein und bei aufgedampften Schichten erfordert das Erreichen der nötigen Schichtdicke einen langwierigen Prozeß. Hinsichtlich der Lage der Elektroden gibt es im wesentlichen zwei Möglichkeiten für die Herstellung der Photoelemente: der sogenannte Parallel- bzw. Querfeldbau. Im ersten Fall stimmen Einstrahlungs- und Stromrichtung überein, im zweiten stehen sie senkrecht aufeinander. Die erste der erwähnten Möglichkeiten wird meistens bei den Anwendungen, die zweite bei den wissenschaftlichen Untersuchungen gewählt, und demnach wurde auch bei CdS-Photoelementen bis jetzt der Querfeldbau bevorzugt.

Wir haben uns die Herstellung von Parallelfeldphotoelementen zum Ziel gesetzt. Um die Schwierigkeiten, die bei der Aufdampfungsmethode betreffs des Erreichens einer genügenden Schichtdicke und bei Anwendung von Einkristallen infolge der relativ kleinen Oberfläche auftreten, vermeiden zu können, haben wir unsere CdS-Photoelemente mit Hilfe einer anderen Herstellungsmethode zusammengebaut. Das Wesen dieser Methode besteht darin, daß das CdS-Pulver unter hohem Druck in eine zweckmäßige Form zusammengepreßt wird und dann diese Tabletten mit aufgedampften, undurchsichtigen, an der Lichtseite aber kammartig ausgebildeten Metallelektroden versehen werden. Das von uns verwendete CdS wurde dabei durch die übliche chemische Methode hergestellt.

Für die Vorversuche verwendeten wir eine Anpressungskraft von 5000—15000 kp und so erhielten wir scheibenförmige Tabletten mit dem

Durchmesser 1,6 cm, und der Dicke 0,1 cm. Die Tabletten, die einzeln eine CdS-Menge von 600—800 mg enthielten, wurden nach dem Zusammenpressen langsam bis 520°C erwärmt und dann abgekühlt. In den Vorversuchen haben wir außer der Wirkung der Druckänderung auch den Einfluß der materiellen Beschaffenheit der verwendeten Elektroden (Aluminium, Gold und Kupfer) untersucht.

Nach den Ergebnissen dieser Vorversuche betrug der Dunkelwiderstand der Tabletten im Falle der kleineren Preßdrucke größenordnungsmäßig $10^9 \Omega$ und im Falle der größerem $10^8 \Omega$. Bestanden beide Elektroden aus demselben Stoff, so waren die photoelektromotorischen Kräfte mindestens um eine Größenordnung kleiner als im Falle von verschiedenen Elektrodenstoffen. Diese Resultate kann man durch die Annahme deuten, daß bei den Photoelementen mit verschiedenen Elektroden eine zusätzliche, von der Austrittsarbeitdifferenz der Elektroden abhängige elektromotorische Kraft entsteht. Es ist bemerkenswert, daß bei Quersfeldzellen eine elektromotorische Kraft ähnlicher Art beobachtet wurde [2].

Bei Kupfer-Aluminium Elektroden (die erste beleuchtet) betragen die erhaltenen Höchstwerte der bei der Beleuchtung von 3000 Lux entstehenden photoelektromotorischen Kräfte — mit Kompensationsmethode gemessen — 0,2 Volt, der Widerstand dieser Proben war $4 \cdot 10^8$ — $10^9 \Omega$. Da bei einem kleineren Dunkelwiderstand der Photozelle größere Ströme fließen, haben wir uns als ferneres Versuchsziel die Herstellung von Photoelementen mit kleinerem Dunkelwiderstand gesetzt.

Bei allen Photoelementen wurde eine mehr oder weniger asymmetrische Leitung beobachtet. Die elektromotorische Kraft vermindert sich im Falle der Kupfer- und Aluminiumelektrode mit der Zeit, was wahrscheinlich mit einem Sulfidierungsprozeß des Kupfers zusammenhängt.

Um die erwähnte Abnahme der elektromotorischen Kräfte infolge einer Sulfidierung möglichst zu vermeiden, haben wir Goldelektroden statt Kupferelektroden angewendet. Da — wie die Vorversuche zeigten — die mit Hilfe zwei verschiedener Elektroden gebauten Photoelemente größere elektromotorische Kräfte liefern, haben wir für die ausführlicheren Untersuchungen Photoelemente mit Gold- und Aluminiumelektroden hergestellt; die folgenden Angaben beziehen sich durchwegs auf solche Elemente.

Die untersuchten Photoelemente zeigten einen Dunkelwiderstand von rund 30 M Ω und einen ziemlich trägheitlosen Photostrom $i_0 = 1,6 \mu\text{A}$ bei einer Beleuchtung von 3000 Lux. Das unzerlegte Licht wurde durch eine 90 W-Wolframspirallampe der Farbtemperatur von etwa 2800° K geliefert.

Bei der Untersuchung der spektralen Empfindlichkeit wurde der Photostrom, der durch das Licht einer Xenonhöchstdrucklampe (XBO 500) in Verbindung mit einem Quarzmonochromator (Zeiss'scher Spiegelmonochromator, Spaltbreite 0,5 mm) erzeugt wurde, mittels eines Galvanometers der Empfindlichkeit $3 \cdot 10^{-11}$ A/mm/m gemessen. Die spektrale Verteilung des auf gleiche einfallende Energie bezogenen Photostromes, dessen Maximum ($2 \cdot 10^{-8}$ A) gleich Eins gesetzt wurde, ist in Fig. 1 dargestellt. Unser Ergebnis ist in Übereinstimmung mit der beobachteten Tatsache, daß das spektrale Maximum des Stromes bei Photoelementen im Gebiet von kleineren Wellen-

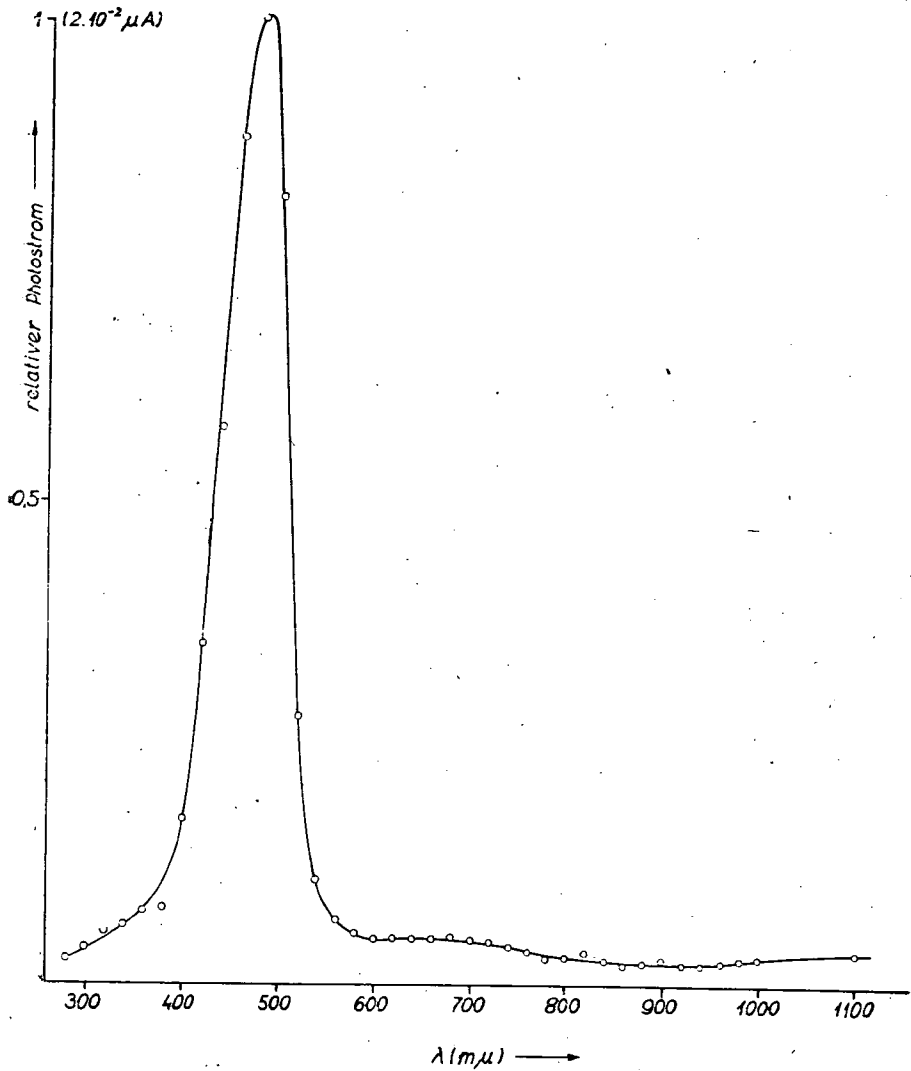


Fig. 1. Die relative spektrale Verteilung der Lichtempfindlichkeit von gepreßten CdS-Photoelemente

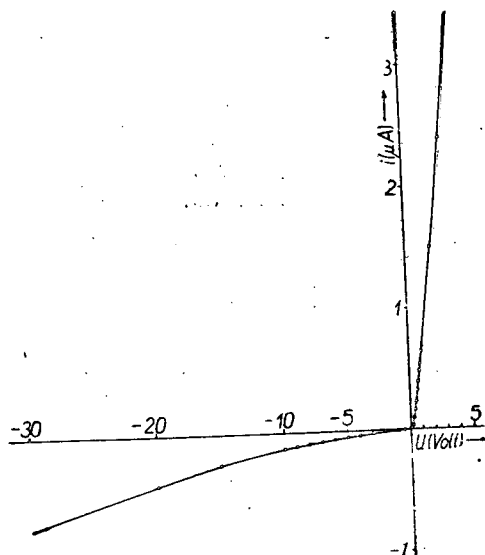


Fig. 2. Die asymmetrische Leitung des CdS-Photoelements im Dunkel aufgenommen

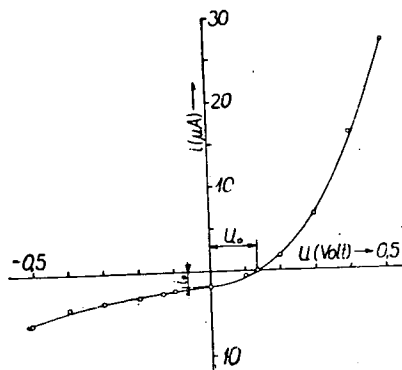


Fig. 3. Die asymmetrische Leitung des CdS-Photoelements bei Beleuchtung mit 3000 Lux aufgenommen

länge liegt, als bei Photoleitern [3], [4]. Wir haben nämlich bei unseren CdS-Photoelementen eine Maximumstelle von rund 480 m μ bekommen, obgleich das CdS als Photoleiter ein Maximum bei rund 510 m μ zeigt [5], [6]. Es ist noch zu bemerken, daß das von REYNOLDS und Mitarbeitern bei CdS-Einkristallzellen beobachtete Nebenmaximum — das bei rund 680 m μ infolge einer kontinuierlichen Störstelle entsteht — von uns nicht beobachtet wurde [4].

Auch die asymmetrische Leitung unserer Photoelemente wurde ausgemessen. Fig. 2 zeigt ein Meßbeispiel für die im Dunkel, Fig. 3 ein solches für die bei Beleuchtung mit 3000 Lux aufgenommene asymmetrische Leitung. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß

$$\frac{i(U)}{i(-U)} \approx 80. \text{ für } 0,5 \text{ Volt} \leq U \leq 4 \text{ Volt.}$$

Die Asymmetrie der Leitung ergibt sich als kleiner, wenn die Zelle belichtet wird. Aus der diesbezüglichen Kurve (Fig. 3) kann man die bei 3000 Lux entstehende — mit Kompensation gemessene — elektromotorische Kraft sowie den Photostrom bei $U=0$ ablesen; diese Werte waren: $U_0=0,135$ Volt und $i_0=1,6$ μ A.

Auf Grund unserer Ergebnisse kann man folgern, daß durch Pressung ziemlich gute CdS-Photoelemente hergestellt werden können. Zwecks Vervollkommens dieser Photoelemente sind weitere Untersuchungen im Gange.

* * *

Die Verfasser möchten auch an dieser Stelle ihren aufrichtigen Dank Herrn Professor A. Budó, dem Direktor des Instituts, für seine befördernde Interesse aussprechen.

Literatur

- [1] Siehe z. B. die Fussnote der Arbeiten von Muscheid, W.: Ann. d. Phys. 6. Folge 13, 305 (1953), Ecker, G., J. Fassbender: Zs. f. Phys. 149, 571 (1957).
- [2] Nadjakov, G., R. Andreitchine, M. Borissov: C. R. de l'Acad. Bulgare 7, No. 2, 17 (1954).
Nadjakov, G., R. Andreitchin, St. Balabanov, J. Stanislavova: Ibid. 9, No. 2, 1 (1956).
- [3] Moss, T. S.: Photoconductivity in the Elements (Butterworths LTD, London, 1952), S. 55.
- [4] Reynolds, D. C., G. Leies, L. L. Antes, R. E. Marburger: Phys. Rev. 96, 533 (1954).
Reynolds, D. C., S. J. Czyzak: Phys. Rev. 96, 1705 (1954).
- [5] Gombay, L., M. Zöllei: Acta Phys. et Chem. Szeged 2, 28 (1956).
- [6] Gombay, L., N. Marek: Ibid. 2, 34 (1956).