

Richtungsabhängiger Photoeffekt an PbS-Schichten

Von G. Schwabe

Physikalisches Institut der Universität Jena

(Z. Naturforschg. **10a**, 78 [1955]; eingeg. am 30. Oktober 1954)

An polykristallinen PbS-Schichten, welche in Luftatmosphäre bei 500 bis 620°C getempert waren, wurde in der aus Abb. 1 ersichtlichen Anordnung eine Photo-

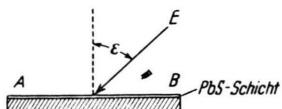


Abb. 1. Anordnung zur Beobachtung der richtungsabhängigen Photo-EMK. E Einfallsrichtung des Lichtes.

EMK beobachtet, deren Größe stetig von der Richtung des einfallenden Lichtes abhängt und deren Vorzeichen sich bei senkrechtem oder nahezu senkrechtem Lichteinfall umkehrt. Und zwar entsteht diese EMK in derjenigen Richtung AB am Halbleiter, die gegeben ist durch den Schnitt der Einfallsebene des Lichtes mit der Schichtoberfläche. Bei Verwendung von parallelem Licht und stets vollständiger Ausleuchtung der Halbleiterfläche zeigt diese EMK einen genähert durch $\sin \varepsilon \cos \varepsilon$ darstellbaren Verlauf (Kurve I, Abb. 2). Dabei bezeichnet $\sin \varepsilon$ offenbar die für das Zustandekommen des Effektes wesentliche Komponente des einfallenden Lichtes. Bringt man die PbS-Schicht auf zuvor aufgerauhte Schichtträger, so entstehen für diese Komponente günstigere Bedingungen für das Eindringen in die Schicht und infolgedessen besonders

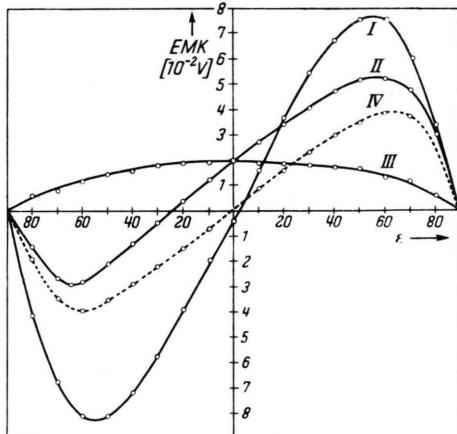


Abb. 2. Photo-EMK in Abhängigkeit vom Einfallswinkel ε. II Dember-EMK + p-n-EMK; III p-n-EMK; IV Differenz von II und III.

*Anm. b. d. Korr.: Die Deutung als Diffusionspotential ist nur bei einer Anregung im Grundgitter möglich und würde deshalb die erwiesene Bedeutung des Sauerstoffes für die Empfindlichkeit nicht erklären. Die Annahme von Oberflächenzuständen und damit verbundenen Sperrsichten ist deshalb wahrscheinlicher.

große Photospannungen. An Schichten mit einer Fläche von $10 \times 25 \text{ mm}^2$ konnten auf diese Weise bei Zimmertemperatur Photospannungen von 2 Volt erreicht werden. Kühlung mit CO_2 -Schnee bewirkte eine Empfindlichkeitssteigerung um 30 bis 50%. Bei Bestrahlung mit zwei Lichtquellen unter zur Flächennormalen entsprechend entgegengesetzten Winkeln können die von den einzelnen Lichtquellen herrührenden Photospannungen zu Null kompensiert werden. Die Photo-EMK selbst strebt bei hohen Lichtintensitäten einem Sättigungswert zu und zeigt die von PbS-Widerstandszellen her bekannte spektrale Verteilung. Nach dem Bisherigen kann die beschriebene Erscheinung als ein im Konzentrationsgefälle angeregter Ladungsträger entstehendes Photo-Diffusionspotential* gedeutet werden, wie es erstmalig von Dember¹ an natürlichen Cu_2O -Kristallen und neuerdings von Moss² an natürlichem Bleiglanz beobachtet wurde. Die Größe der in unserem Falle beobachteten Photospannungen erklärt sich u. a. dadurch, daß der Effekt an einer großen Anzahl in Serie liegender Mikrokristalle entsteht.

Ferner wurde festgestellt, daß in solchen Fällen, wo die Vorzeichenumkehr des Effektes nicht bei genau senkrechtem Lichteinfall erfolgt, zugleich eine unterschiedliche Höhe der beiden Maxima in der Weise besteht, daß die gemessene Photo-EMK als die Überlagerung der Dember-EMK mit einer weiteren, an interkristallinen p-n-Kontakten³ entstehenden Photo-EMK aufgefaßt werden kann, deren Vorzeichen nicht von der Lichtrichtung abhängt. An Schichten, welche in einem Temperaturgradienten formiert wurden, konnten besonders große, sich der Dember-EMK überlagernde p-n-Photospannungen nachgewiesen werden. Diese hatten das von der Theorie geforderte Vorzeichen, wenn man annahm, daß die p-n-Kontakte durch eine mit unterschiedlicher Beweglichkeit erfolgende Diffusion von Metall- und Metalloid-Störstellen im Temperaturgefälle während der Formierung zustande kommen. Eine solche Annahme steht im Einklang mit der Feststellung von Görlich⁴, daß Bleisulfid bei höheren Temperaturen eine elektrolytische Komponente der Leitfähigkeit besitzt. Bringt man an einer solchen Schicht die Elektroden A und B in der Richtung an, in welcher der Temperaturgradient wirkte, so mißt man, wenn diese Richtung in der Einfallsebene des Lichtes liegt, die Summe von Dember-EMK und p-n-EMK (Kurve II). Liegt die Einfallsebene des Lichtes jedoch senkrecht zu AB, so wird die p-n-EMK allein gemessen (Kurve III). Die Differenz von beiden ergibt die Dember-EMK (Kurve IV). In Fällen, wo die p-n-EMK größer ist als die Dember-EMK, kommt es zu keiner Vorzeichenumkehr. Eine ausführliche Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

¹ H. Dember, Phys. Z. **32**, 554 [1931].

² T. S. Moss, Proc. Phys. Soc. B. **66**, 993 [1953].

³ L. Sosnowski, J. Starkiewicz u. O. Simpson, Nature **159**, 818 [1947]; vgl. auch P. Görlich u. A. Krohs, Jenaer Jahrbuch 1952; (Wissenschaftl. Veröffentl. des Zeiß-Werkes), S. 155.

⁴ P. Görlich, Z. Naturforschg. **2a**, 47 [1947].

