

AUFGABEN

- Messung des Stroms in Abhängigkeit von der Spannung bei verschiedenen Bestrahlungsstärken.
- Messung des Stroms in Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke bei verschiedenen Spannungen.

ZIEL

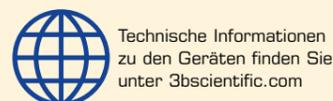
Aufnahme der Kennlinien eines Photowiderstandes

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Photoleitung wird die Absorption von Licht durch den inneren photoelektrischen Effekt in einem Halbleiter zur Bildung freier Elektron-Defektelektron-Paare genutzt. Eine spezielle Halbleitermischung mit einem besonders starken inneren photoelektrischen Effekt ist Cadmiumsulfid, das zum Bau von Photowiderständen eingesetzt wird. Im Experiment wird ein CdS-Photowiderstand mit dem weißen Licht einer Glühlampe beleuchtet, deren Bestrahlungsstärke am Ort des Photowiderstandes durch Kreuzen zweier hintereinander stehender Polarisationsfilter variiert wird.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Optische Bank U, 60 cm	1003040
6	Optikreiter U, 75 mm	1003041
1	Experimentierleuchte mit Halogenlampe	1003038
1	Verstellbarer Spalt auf Stiel	1000856
1	Sammellinse $f = 150$ mm	1003024
2	Polarisationsfilter auf Stiel	1008668
1	Haltestab für Steckelemente	1018449
1	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 oder
	DC-Netzgerät 0-20 V, 0-5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
2	Digital-Multimeter P1035	1002781
3	Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm, rot/blau	1017718



2

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Bei der Photoleitung wird die Absorption von Licht durch den inneren photoelektrischen Effekt in einem Halbleiter zur Bildung freier Elektron-Defektelektron-Paare genutzt. In manchen Halbleitern dominieren dabei die Übergänge zu Störstellen. Der Effekt ist dann nicht nur vom Basismaterial, sondern auch von dessen Mikrostruktur und von Verunreinigungen abhängig. Die Ionisierung der Störstellen wirkt für einige Millisekunden wie eine Dotierung und erhöht die elektrische Leitfähigkeit des Materials. Eine spezielle Halbleitermischung mit einem besonders starken inneren photoelektrischen Effekt ist Cadmiumsulfid, das zum Bau von Photowiderständen eingesetzt wird.

Die Lichtabsorption vergrößert die Leitfähigkeit des Halbleiters um

$$(1) \quad \Delta\sigma = \Delta p \cdot e \cdot \mu_p + \Delta n \cdot e \cdot \mu_n$$

e : Elementarladung, Δn : Änderung der Elektronenkonzentration,
 Δp : Änderung der Defektelektronenkonzentration,
 μ_n : Beweglichkeit der Elektronen, μ_p : Beweglichkeit der Defektelektronen

Bei angelegter Spannung U fließt der Photostrom

$$(2) \quad I_{ph} = U \cdot \Delta\sigma \cdot \frac{A}{d}$$

A : Querschnitt der Strombahn, d : Länge der Strombahn

Der Halbleiter wirkt also in einem Stromkreis wie ein lichtabhängiger Widerstand, dessen Wert bei Lichteinfall abnimmt. Die Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke Φ bei konstanter Spannung lässt sich in der Form

$$(3) \quad I_{ph} = a \cdot \Phi^\gamma \text{ mit } \gamma \leq 1$$

beschreiben, wobei γ Auskunft über die Rekombinationsprozesse im Halbleitermaterial gibt.

Im Experiment wird ein CdS-Photowiderstand mit dem weißen Licht einer Glühlampe beleuchtet. Gemessen wird bei konstanter Bestrahlungsstärke Φ die Abhängigkeit des Stroms I von der angelegten Spannung U und bei konstanter Spannung U die Abhängigkeit des Stroms I von der Bestrahlungsstärke Φ , wobei letztere durch Kreuzen zweier hintereinander stehender Polarisationsfilter variiert wird.

Bei Überschreiten einer maximalen Verlustleistung von 0,2 W wird der Photowiderstand beschädigt. Daher wird im Experiment die einfallende Lichtintensität durch einen verstellbaren Spalt unmittelbar hinter der Lichtquelle begrenzt.

AUSWERTUNG

Die Strom-Spannungs-Kennlinien des CdS-Photowiderstandes liegen in Übereinstimmung mit (2) auf einer Ursprunggeraden.

Für die Beschreibung der Strom-Bestrahlungsstärke-Kennlinien wird der Term $\cos^2\alpha$ als relatives Maß für die Bestrahlungsstärke berechnet, wobei α der Winkel zwischen den Polarisationsrichtungen der beiden Filter ist. Allerdings löschen die Polarisationsfilter auch in gekreuzter Stellung nicht völlig aus. Außerdem ist eine Resthelligkeit im Experimentierraum nicht völlig zu vermeiden. Daher wird (3) modifiziert zu

$$I = a \cdot \Phi^\gamma + b \text{ mit } \gamma \leq 1.$$

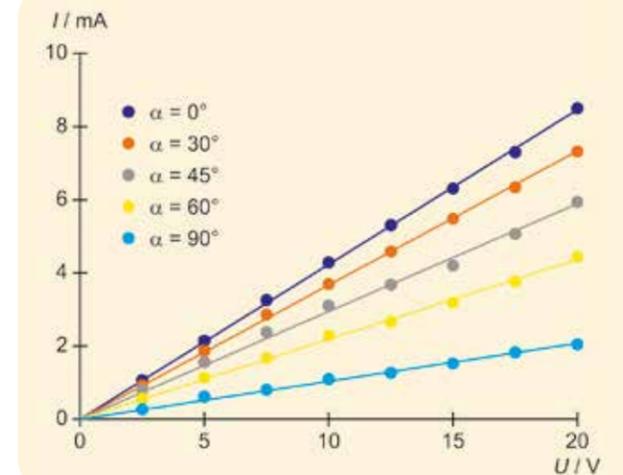


Abb. 1: Strom-Spannungs-Kennlinien des CdS-Photowiderstandes bei verschiedenen Bestrahlungsstärken.

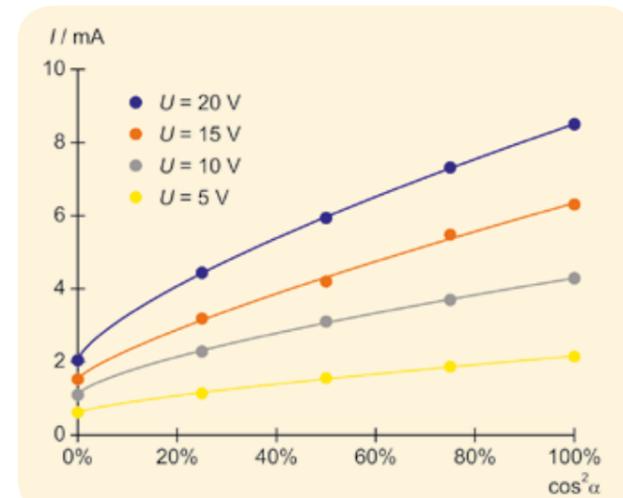


Abb. 2: Strom-Bestrahlungsstärke-Kennlinien des CdS-Photowiderstandes bei verschiedenen Spannungen.