

Indiumantimonid-Dioden als Kernteilchen-zähler *

SIEGMAR ROTH

Forschungslaboratorium der Siemens AG, Erlangen

(Z. Naturforsch. 25 a, 314 [1970]; eingegangen am 17. Januar 1970)

Es wird über erste Versuche berichtet, mit InSb-Dioden Kernteilchen zu zählen. Bei 75 °K wurden die Impulse von α -Strahlen und Protonen untersucht. Daraus wurde die effektive Paar erzeugungsenergie zu 2,5 eV bestimmt.

Indiumantimonid-Dioden als Kernteilchenzähler

Um die Eigenschaften von Halbleiter-Kernteilchen-zählern zu verbessern, wurde oft der Vorschlag gemacht, von den traditionellen Halbleitern Germanium und Silicium abzugehen und andere Stoffe auf ihre Eigenschaft als Zählsubstanz zu untersuchen. In vielen Kandidatenlisten steht InSb an der Spitze^{1,2}, weil diese Substanz bezüglich Absorptionsvermögen, Ladungsträgersammelzeit und Ladungsträgerstatistik Vorteile bieten könnte.

Voraussetzung für die Verwendbarkeit eines Halbleiters als Zählsubstanz ist, daß die durch die Kernteilchen erzeugten Ladungsträger an den Elektroden des Detektors gesammelt werden können. Daher wurden Dioden aus InSb mit α -Teilchen und Protonen bestrahlt, um die Ladungsträger-Sammlung zu studieren. Es stellte sich heraus, daß bereits das vom pn-Übergang selbst aufgebaute Feld ausreicht, um die Ladungsträger soweit zu sammeln, daß die Impulse von α -Teilchen und Protonen beträchtlich über dem Rauschpegel liegen.

Die Messungen wurden an Zink-diffundierten Dioden durchgeführt. Ausgangsmaterial waren n-leitende InSb-Einkristalle mit $7 \cdot 10^{13}$ Ladungsträgern pro cm^3 und einer Beweglichkeit von $600.000 \text{ cm}^2/\text{Vsec}$ bei 75 °K. Die Detektoren wurden durch einen Kupferfinger auf die Temperatur des flüssigen Stickstoffs gekühlt. Eine evakuierte Meßkammer enthielt Detektor, Quelle und eine verschiebbare Blende.

Abbildung 1 zeigt das Impulshöhenspektrum einer Po-210 Quelle (5,3 MeV α -Teilchen), das über einen ladungsempfindlichen Vorverstärker mit einem Vielkanalanalysator aufgenommen wurde. An den Detektor war keine äußere Spannung gelegt. Man sieht, daß die Impulse gut über dem Rauschpegel liegen. Bei Anlegen einer Sperrspannung an die Diode steigt die Impuls-

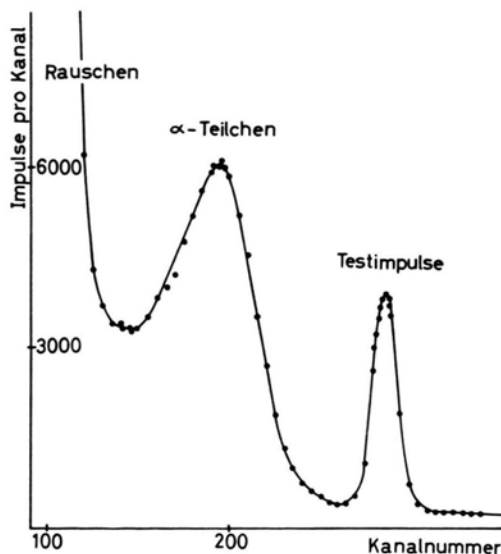


Abb. 1. Impulshöhenspektrum der Po-210 Quelle am InSb-Detektor.

höhe, bis sie bei etwa 100 mV einen Sättigungswert erreicht. Aus diesem Wert läßt sich eine effektive Paarbildungsenergie von etwa 2,5 eV errechnen.

Durch Bestrahlung mit Protonen verschiedener Energie ließ sich die Tiefe der Zählzone abschätzen. Ohne äußere Spannung ergaben sich hierfür unerwartet große Werte (über $30 \mu\text{m}$), die mit der üblichen Formel für Feldzonentiefen in Halbleiterdetektoren³ nicht erklärt werden können. Diese Abweichung beruht vermutlich auf der Diffusion von Ladungsträgern in die Feldzone und auf dem unterschiedlichen Potentialverlauf in abrupten und in diffundierten pn-Übergängen.

Diese Messungen haben gezeigt, daß es möglich ist, mit InSb-Dioden bei 75 °K elektrisch geladene Kernteilchen zu zählen. Allerdings dürften InSb-Detektoren bei dieser Temperatur für die Gamma-Spektroskopie kaum tauglich sein, weil man infolge der niederen Durchbruchspannung der Dioden keine tiefen Feldzonen erzeugen kann. Andererseits scheinen Dioden unter Bestrahlung eine gute Möglichkeit zu bieten, Probleme der Ladungsträgersammlung (Trapping- und Rekombinationsphänomene) zu untersuchen.

Sonderdruckanforderungen an Dr. S. ROTH, Siemens-AG, Forschungslaboratorium FL 33, D-8520 Erlangen 2, Postfach 325.

* Die diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und wissenschaftliche Forschung (Kennzeichen III A2-5891-St.Sch. 0540) gefördert.

¹ J. W. MAYER, Search for Semiconductor Materials for Gamma-Ray Spectroscopy in „Semiconductor Detectors“, Bertolini, Coche, Hgb., North Holland, Amsterdam 1968.

² G. DEARNALEY, in: „Semiconductor Nuclear Particle Detectors and Circuits“, Brown et al., Hgb., Publ. 1593, Nat. Acad. Sci., Washington, D.C. 1969.

³ W. CZULIUS et al., Ergebn. Exakt. Natur. Wiss. 34, 236 [1962].