

Feldemission aus silberdotiertem CdSb

HANS NEUMANN

Physikalisches Institut der Universität Leipzig

(Z. Naturforsch. **23 a**, 1240 [1968]; eingegangen am 27. Juni 1968)

Bei der Untersuchung der Feldemission aus Halbleitern beobachtet man oft nichtlineare Kennlinien^{1, 2}, die durch einen Spannungsabfall am Emitter bedingt sind. Da der Spannungsabfall hauptsächlich vom spezifischen Widerstand des Emittermaterials abhängt³, stellt er einen Volumeneffekt dar, der den ausschließlich durch die Oberflächeneigenschaften bestimmten Emissionsvorgang überdeckt. Zur Klärung des Emissionsmechanismus ist es aus diesem Grunde zweckmäßiger, Halbleiter mit geringem spezifischem Widerstand zu untersuchen, die den zusätzlichen Effekt des Spannungsabfalls nicht zeigen. Als zu untersuchendes Material wurde stark mit Silber dotiertes CdSb ausgewählt. Die verwendeten Kristalle waren p-leitend (Silber ergibt in CdSb flach liegende Akzeptoren⁴) und hatten eine Störstellenkonzentration von $10^{17} \dots 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Nach übereinstimmenden Messungen verschiedener Autoren^{5, 6} liegt die spezifische Leitfähigkeit für solche Störstellenkonzentrationen bei $1 \dots 10^2 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ und hängt zwischen $80 \text{ }^\circ\text{K}$ und $300 \text{ }^\circ\text{K}$ nur wenig von der Temperatur ab. Für Leitfähigkeiten dieser Größenordnung kann ein Spannungsabfall am Emitter ausgeschlossen werden³.

Die Emitter wurden aus großen Einkristallen geschnitten und nach der bei SAVAGE⁷ beschriebenen Methode gehärtet. Die für die Feldemission notwendigen feinen Spitzen wurden durch elektrolytisches Ätzen in einem Gemisch aus HF, H_2O_2 , und Glycerin im Verhältnis 2 : 4 : 4 (diese Lösung hatte sich bei chemischen Ätzuntersuchungen als günstig erwiesen⁸) bei Gleichspannungen von $6 \dots 24 \text{ V}$ mit dem Kristall als Anode hergestellt. Die erzielten Spitzenradien lagen zwischen 5000 \AA und $15\,000 \text{ \AA}$. Wegen des hohen dissoziativen Dampfdrucks des CdSb⁹ konnten die Versuchsröhren nur bei einer Temperatur von $100 \dots 150 \text{ }^\circ\text{C}$ ausgeheizt werden, so daß bei Vakua von $5 \cdot 10^{-9} \dots 10^{-8} \text{ Torr}$ gemessen wurde. Die in einigen Fällen beobachtete Instabilität des Emissionsstroms kann möglicherweise in zu hohem Restgasdruck ihre Ursache haben. Ein symmetrisches Emissionsbild konnte nicht erhalten werden.

In allen untersuchten Fällen ergaben sich geradlinige Strom-Spannungs-Kennlinien mit von der Belichtung

und der Temperatur unabhängigem Emissionsstrom. Die Orientierung der Kristalle hatte keinen Einfluß auf das Emissionsverhalten. Abb. 1 zeigt bei Zimmertemperatur und bei der Temperatur des flüssigen Stickstoffs aufgenommene Kennlinien.

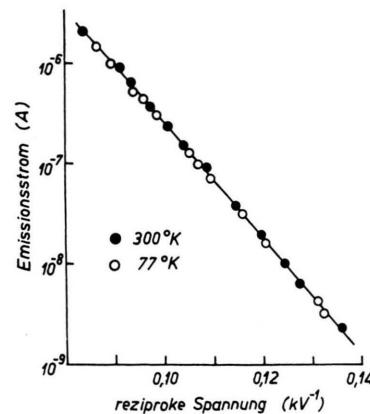


Abb. 1. Temperaturabhängigkeit des Feldemissionsstroms für silberdotiertes CdSb.

Das gefundene Emissionsverhalten kann gedeutet werden, wenn man annimmt, daß das Leitungsband infolge Feldeindringung an der Oberfläche entartet ist. Wegen der geringen Breite der verbotenen Zone des CdSb von etwa $0,44 \dots 0,46 \text{ eV}$ ¹⁰ muß man gleichzeitige Emission aus dem Leitungsband und dem Valenzband berücksichtigen. Während der Emissionsstrom aus dem Valenzband stets temperaturunabhängig ist, gilt das bei Emission aus dem Leitungsband nur, wenn Entartung vorliegt¹. Im entgegengesetzten Falle wäre der Emissionsstrom aus dem Leitungsband von der Elektronenkonzentration und damit von der Belichtung und der Temperatur abhängig. Ein solcher Effekt konnte aber für keinen der untersuchten Kristalle beobachtet werden. Man kann folglich schließen, daß die Oberflächenzustandsdichte nicht für eine Abschirmung des äußeren Feldes ausreicht.

Der Autor ist Herrn Prof. Dr. J. TAUC vom Institut für Festkörperphysik der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften für die freundliche Überlassung der Kristalle und Herrn Dipl.-Phys. B. RHEINLÄNDER für die Angaben zur Störstellenkonzentration zu Dank verpflichtet.

¹ R. FISCHER u. H. NEUMANN, Fortschr. Phys. **14**, 603 [1966].
² H. NEUMANN, Z. Naturforsch. **22 a**, 1012 [1967].

³ H. NEUMANN, Ann. Phys., im Druck.

⁴ K. ŠMIROUS, A. HRUBÝ u. L. ŠTOURAČ, Czech. J. Phys. B **13**, 350 [1963].

⁵ A. HRUBÝ u. L. ŠTOURAČ, Czech. J. Phys. B **14**, 130 [1964].

⁶ L. J. ZARUBIN, I. J. NEMISH u. I. M. RARENKO, Czech. J. Phys. B **18**, 117 [1968].

⁷ W. R. SAVAGE, J. Appl. Phys. **34**, 732 [1963].

⁸ J. KASPAR, Czech. J. Phys. B **10**, 968 [1960].

⁹ V. J. SILVESTRI, J. Phys. Chem. **64**, 826 [1960].

¹⁰ M. ZÁVĚTOVÁ, Czech. J. Phys. B **14**, 615 [1964].

Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet

Verantwortlich für den Inhalt: H. FRIEDRICH-FREKSA

Satz und Druck: Konrad Triltsch, Würzburg



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.