

im magnetischen Mikroskop bestimmt. Die gewogenen Folien wurden mit der elektrostatischen Anordnung bei kleinen Aperturen mit gefiltertem Strahl vermessen. Die Kurven für 60 und 80 kV schließlich wurden zum Schluß interpoliert.

Über die Grenzen des Bereichs, in dem für die Durchlässigkeit das Exponentialgesetz gilt, sind z. Zt. noch keine genaueren Aussagen möglich. Wir haben bei den jetzigen Untersuchungen Foliendicken bis $17 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, bei früheren aber auch schon solche von $70 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ vermessen, ohne daß sich eine wirklich wesentlich außerhalb der Fehlerbreite liegende Abweichung vom Exponentialgesetz gezeigt hätte.

Vergleich mit der Theorie

In dem folgenden Vergleich zwischen Experiment und Theorie soll lediglich dem Experimentator gezeigt werden, wie er eventuell auf andere Verhältnisse (andere Materialien, andere Betriebszustände des Mikroskops) extrapoliieren kann. Für eine wirklich kritische Betrachtung müßte vor allem darüber diskutiert werden, inwieweit die experimentelle Anordnung den Voraussetzungen der Theorie entspricht, z. B. wäre der Einfluß des chromatischen Fehlers des Objektivs zu betrachten.

In Abb. 6 ist nochmals die Kontrastdicke für 50 kV, wie sie sich aus den Messungen ergab, eingezzeichnet. Dazu ist die nach dem früher (I) geschilderten Verfahren berechnete Kontrastdicke für $n = 1,8$ dargestellt, und zwar einmal, wenn man die von LEISEGANG vorgeschlagenen Werte für Aufhellungsdicke und Winkelkonstante benutzt, das andere Mal,

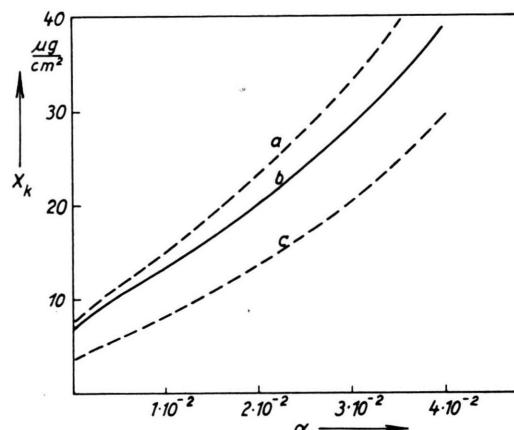


Abb. 6. Kontrastdicke als Funktion von α für 50 kV; a) ermittelt nach LEISEGANG ($x_a = 21,4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, $\vartheta_0 = 0,029$) mit $n = 1,8$; b) experimentell bestimmt; c) ermittelt nach LENZ ($x_c = 11 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, $\vartheta_0 = 0,0245$) mit $n = 1,8$.

wenn man die Werte nach LENZ verwendet. Man sieht, daß die experimentelle Kurve zwischen den beiden theoretischen liegt, und zwar dichter an der Kurve nach LEISEGANG. Zu berücksichtigen ist dabei stets, daß die experimentelle Kurve bezüglich der Massendicke nur auf ungefähr $\pm 10\%$ festgelegt ist.

Das Verhältnis des unelastischen zum elastischen Streuquerschnitt n wurde nach den oben angegebenen Verfahren ermittelt. Man erhält aus dem Verlauf der Durchlässigkeit bei kleinen Aperturen ein n von ungefähr 1,8 – 2,0, während die Extrapolation der Durchlässigkeit bei gefilterten Elektronen auf große Objektivaperturen auf ein n zwischen 2 und 2,5 führt. $n = 2$ ist mit den Resultaten aus beiden Verfahren verträglich.

NOTIZEN

Über die Wechselwirkungsenergie der Ladungsträger in einem Plasma

Von G. ECKER und W. WEIZEL

Institut für Theoretische Physik der Universität Bonn
(Z. Naturforsch. 13 a, 1093–1094 [1958]; eingeg. am 16. September 1958)

Zur Berechnung des effektiven Ionisierungspotentials haben wir in einer Arbeit¹ zur Beschreibung der Plasmawechselwirkung den Ansatz

$$U_W = U_a + U_p = - \left\{ \frac{2 e^2 \bar{\alpha}}{r_0} + \frac{e^2}{D} \frac{(1 + V/2)}{(\sqrt{2})^3} \right\} \bar{N} \cdot x$$

verwendet (e = Elektronenladung, $r_0 = (V/\bar{N}x)^{1/3}$, $D = (k T/8 \pi \bar{N}x e^2)^{1/2}$ = DEBYE-Länge, x = Ionisierungsgrad, \bar{N} = Zahl der ursprünglich vorhandenen Atome und V = Gesamtvolumen). $\bar{\alpha}$ wurde in Anlehnung an die Gittertheorie als „mittlerer MADELUNGSCHER Koeffizient“ bezeichnet und die mangelnde Bestimmtheit dieser Größe besonders betont.

In einer Notiz² glaubte THEIMER kürzlich eine einfache Methode zur Berechnung von $\bar{\alpha}$ mitteilen zu können.

¹ G. ECKER u. W. WEIZEL, Ann. Phys., Lpz. 17, 126 [1956].

² O. THEIMER, Z. Naturforsch. 12 a, 518 [1957].



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.

nen. Es ließ sich zeigen³, daß sein Ergebnis auf einer Übersimplifikation des Problems basierte.

Daraufhin erhebt THEIMER jetzt in einer weiteren Notiz⁴ zwei neue Einwände:

1. Das Glied U_a wird diesmal ohne nähere Rechnung einfach als „unbegründet“ abgetan, da ihm „zweifellos kein Platz in der DEBYE-HÜCKELSchen Theorie zukommt“. Die Temperaturabhängigkeit von U_w wird als „merkwürdig“ bezeichnet.

2. Unsere Vernachlässigung des Ionenbeitrages zur Polarisierung der Elektronenumgebung soll eine durch oberflächliche Betrachtung verursachte unhaltbare Modifikation der DEBYE-HÜCKELSchen Theorie darstellen.

Wie wir aus dieser Kritik entnehmen, beruhen THEIMERS Schwierigkeiten^{2, 4} auf der Unkenntnis von Resultaten, die wir als wohlbekannt vorausgesetzt haben. Wir geben daher zur Klärung folgende Hinweise:

Zu 1: Die DEBYE-HÜCKELSche Theorie erfaßt stets – auch in der Anwendung auf die Elektrolyte – nur einen Teil der Wechselwirkung, zu der im allgemeinen weitere Anteile hinzutreten. In der Theorie des Plasmas ist man in diesem Sinne schon seit längerer Zeit über den Rahmen der DEBYE-HÜCKELSchen Theorie hinausgekommen. Die Zerlegung der Beschreibung in kollektive und individuelle Komponenten^{5, 6} führt zwangsläufig zu einer Aufspaltung der inneren Wechselwirkung in einen kollektiven und einen individuellen Anteil (s. z. B. Anm.⁷). Es ist dieser sehr früher^{5, 6} wohl begründete individuelle Anteil, der unser Glied U_a erfaßt. U_a steht daher keineswegs in Widerspruch mit der

DEBYE-HÜCKELSchen Theorie, sondern entspricht lediglich dem heutigen Stand unserer Kenntnis.

Die Kritik an der Temperaturabhängigkeit ($U_w \rightarrow U_a$ für $T \rightarrow \infty$) enthält zunächst überhaupt den Fehler, daß THEIMER die Temperaturabhängigkeit von α nicht berücksichtigt. Abgesehen davon stimmt gerade dieser als „merkwürdig“ kritisierte Anteil nicht nur mit der experimentellen Erfahrung, sondern auch mit den Resultaten anderer theoretischer Untersuchungen⁸ überein, die von ganz anderer Basis ausgehen und zu Ergebnissen in Übereinstimmung mit U_a gelangen.

Zu 2: Die Ionen tragen zur Polarisierung der Elektronenumgebung nicht bei, da die Lebensdauer der Ionenmikrozustände groß ist gegenüber der Zeit des Ortswechsels der Elektronen. Die Ionen setzen sich daher relativ zum Elektronenaufpunkt nicht ins statistische Gleichgewicht. Daß diese Tatsache in den DEBYE-HÜCKELSchen Gleichungen nicht zum Ausdruck kommt (keine Abhängigkeit von der Aufpunktmasse), ist trivial, da diese Gleichungen unter der Voraussetzung des statistischen Gleichgewichts (POISSON-BOLTZMANN-Gleichung) hergeleitet sind. Wir hatten geglaubt, auf eine nähere Begründung dieses einfachen Sachverhaltes verzichten zu können, zumal dieser Umstand schon in dem grundlegenden Plasmaartikel von ROMPE und STEENBECK aus dem Jahre 1939⁹ ausführlich erläutert und seitdem allgemein bekannt ist.

Wir hoffen, mit diesen Hinweisen zur Klärung der Situation beigetragen zu haben.

³ G. ECKER u. W. WEIZEL, Z. Naturforsch. **12a**, 859 [1957].

⁴ O. THEIMER, Z. Naturforsch. **13a**, 568 [1958].

⁵ D. PINES u. D. BOHM, Phys. Rev. **85**, 338 [1952].

⁶ G. ECKER, Z. Phys. **140**, 274 [1955].

⁷ A. A. BROYLES, Z. Phys. **151**, 187 [1958].

⁸ A. UNSÖLD, Z. Astrophys. **24**, 355 [1948].

⁹ R. ROMPE u. M. STEENBECK, Ergebni. exakt. Naturw. **18**, 257 [1939].

Zum anomalen Temperaturverlauf des Hall-Koeffizienten von schwach p-dotiertem InAs

Von H. RUPPRECHT

Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke,
Erlangen

(Z. Naturforsch. **13a**, 1094—1096 [1958]; eingeg. am 20. Oktober 1958)

Über die elektrischen Eigenschaften von Indiumarsenid (InAs) wurde in den letzten Jahren von verschiedener Seite ausführlich berichtet¹. Die an verhältnismäßig stark dotierten Proben erhaltenen Ergebnisse standen in guter Übereinstimmung mit bekannten theoretischen Vorstellungen. Im Gegensatz hierzu zeigten elektrische Leitfähigkeit und HALL-Koeffizient schwach p-leitender Proben ($N_A < 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) nach Untersuchungen von FOLBERTH und WEISS² einen anomalen

¹ Literaturübersicht bis 1956 siehe: H. WELKER u. H. WEISS, Group III Group V Compounds, Solid State Physics, Vol. 3, Academic Press, Inc. Publishers, New York 1956.

² O. G. FOLBERTH u. H. WEISS, Z. Naturforsch. **11a**, 510 [1956].

Temperaturverlauf. Es tritt nämlich neben dem normalen Nulldurchgang des HALL-Koeffizienten überraschenderweise ein zweiter Vorzeichenwechsel bei tieferen Temperaturen auf. Der HALL-Koeffizient bleibt bei Temperaturen unterhalb des zweiten Nulldurchgangs negativ.

In der vorliegenden Arbeit wurden die obenerwähnten Messungen von WEISS an InAs-Einkristallen wiederholt. Die verwendeten Proben hatten Abmessungen von $3 \times 4 \times 40 \text{ mm}^3$ und waren aus größeren Einkristallen ausgeschnitten. Es zeigte sich, daß der anomale Temperaturverlauf und die Lage des zweiten Nulldurchgangs des HALL-Koeffizienten weitgehend von der Oberflächenbehandlung der Proben abhängen. Leichtes Schmirgeln der Oberflächen bewirkt immer zweimaligen Vorzeichenwechsel. Durch Abätzen einer dünnen Oberflächenschicht (ungefähr 10μ) kann der zweite Nulldurchgang beseitigt werden, der HALL-Koeffizient verhält sich analog zu starker p-dotierten Proben. Dabei war es gleichgültig, ob die Ätzung mit verdünnter Salpetersäure bei 80°C oder elektrolytisch mit Perchlorsäure durchgeführt wurde.

In Abb. 1 a und 1 b sind beispielsweise die an einem