

Abb. 2. Röntgenographische elastische Konstanten und Eigenspannungen chromlegierter Stähle in Abhängigkeit von der plastischen Verformung. — Messung an  $\{211\}$ -Ebenen mit Cr-Strahlung; - - Messung an  $\{310\}$ -Ebenen mit Co-Strahlung.

formungsabhängig sind. Dieser Einfluß, der den bei der plastischen Deformation entstandenen Gitterstörungen zugeschrieben werden muß, reicht offenbar bei hinreichend homogenen Werkstoffen zur Beseitigung der Wellenlängenabhängigkeit der röntgenographischen Oberflächeneigenspannungsbestimmung nach einachsiger Zugverformung aus. Im Zusammenhang mit der beobachteten stärkeren Verformungsabhängigkeit der für Gleitebenen gültigen röntgenographischen elastischen Konstanten kann die Beobachtung an Eisen-Chrom-Legierungen bedeutsam sein, daß sich im Gegensatz zu den  $\{310\}$ -Ebenen die bei den Gitterdehnungsverteilungen an  $\{211\}$ -Ebenen gemessenen dehnungsfreien Richtungen in systematischer Weise mit der Deformation ändern. Wenn man Einflüsse von Quereigenspannungen ausschließen kann, würde das bedeuten, daß sich die durch die Versetzungsstruktur bedingte Volumdilatation des Ferrits besonders in einer anisotropen Gitteraufweitung parallel zu den Gleitebenennormalen auswirkt.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte diese Arbeit in dankenswerter Weise durch die Bereitstellung von Apparaturen.

### Zur Natur des Plasmaverlustes bei 3,6 eV in dünnen Silberfolien

J. DANIELS

Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg  
(Z. Naturforschg. 21 a, 662—663 [1966]; eingegangen am 4. April 1966)

Energieverlustmessungen an Elektronen, die dünne Ag-Folien durchquert haben, ergeben einen Energieverlust bei 3,6 eV. Auf Grund von optischen Messungen<sup>1</sup> muß man annehmen, daß dieser aus einem Oberflächenverlust ( $\varepsilon = -1$  bei  $\hbar \omega_s = 3,6$  eV) und einem Volumenverlust ( $\varepsilon = 0$  bei  $\hbar \omega_p$  zwischen 3,75 und 3,8 eV) zusammengesetzt ist. Mit den bisher üblichen Anordnungen konnten diese Verluste wegen der zu hohen Energiebreite der Primärelektronen nicht getrennt werden. Ein Hinweis für die Richtigkeit dieser Vorstellung ist die Beobachtung, daß sich der Verlust mit zunehmender Schichtdicke von 3,6 eV bei etwa 500 Å nach 3,75 eV bei 1100 Å Dicke verschiebt, entsprechend dem mit wachsender Schichtdicke stärker werdenden Einfluß des Volumenverlustes<sup>2</sup>.

Mit Hilfe des von HARTL entwickelten Monochromators<sup>3</sup>, mit dem die Trennung der Verluste möglich ist, kann diese Vorstellung geprüft werden.

Die Untersuchungen wurden an der in<sup>3</sup> beschriebenen Apparatur an freitragenden Silberfolien durchgeführt. Die Temperatur der Schichten konnte zwischen 300 °K und 7 °K variiert werden.

<sup>1</sup> E. A. TAFT u. H. R. PHILIPP, Phys. Rev. 121, 1100 [1961].

<sup>2</sup> A. OTTO u. W. STEINMANN, Phys. Status Solidi 2 K, 187 [1962].

### Temperaturabhängigkeit

Abb. 1 zeigt das Spektrum einer 600 Å dicken Silberfolie bei  $T = 7$  °K, aufgenommen mit einem Energieauflösungsvermögen von 90 mV. Die Energie der Elektronen betrug 50 keV. Die Halbwertsbreite des Oberflächenverlustes beträgt 400 mV, die des Volumenverlustes ist kleiner als 100 mV.



Abb. 1. Energieverlustspektrum einer 600 Å dicken Silberfolie zwischen 2,5 und 4 eV bei  $T = 7$  °K. Der linke Verlust stellt den Oberflächen-, der rechte den Volumenverlust dar.

<sup>3</sup> W. HARTL, Z. Phys. 191, 487 [1966]; Phys. Letters 13, 133 [1964].



Unsere Messungen an Silberschichten von 600 und 800 Å Dicke ergeben, daß bei Änderung der Temperatur von 300 °K auf 78 °K der Volumenverlust sich um 50 mV von 3,78 eV nach 3,83 eV verschiebt, während die Lage des Oberflächenverlustes bei 3,63 eV konstant bleibt.

Diese Verschiebung des Volumenplasmaverlustes ist in guter Übereinstimmung mit der Temperaturverschiebung, die die Lage des Maximums der Plasmastrahlung bei  $\hbar\omega_p$  abhängig von der Temperatur erfährt. (Sowohl das Maximum der Lichtemission, angeregt durch Elektronen<sup>4</sup> oder Licht<sup>5</sup>, wie das Maximum der Plasmasonanzabsorption<sup>5</sup> ändern ihre Lage mit der Temperatur um diesen Wert.)

Ein Übergang zu Heliumtemperaturen (7 °K) brachte keine meßbare Verschiebung des Volumenverlustes.

#### Schichtdickenabhängigkeit

Mißt man die Energieverluste an Silberschichten zwischen 400 Å und 800 Å, so zeigt sich, daß mit wachsender Schichtdicke das Verhältnis der Intensitäten von Volumen- und Oberflächenverlust ansteigt (Abb. 2), während das Verhältnis der Intensität des Oberflächenverlustes zu der des 0 Volt-Verlustes konstant bleibt ( $8 \cdot 10^{-3}$ ). Dies bestätigt die oben gegebene Erklärung des Doublets des Silberverlustes, da die Intensität des Volumenverlustes proportional zur Schichtdicke, die des Oberflächenverlustes hingegen von ihr unabhängig ist.

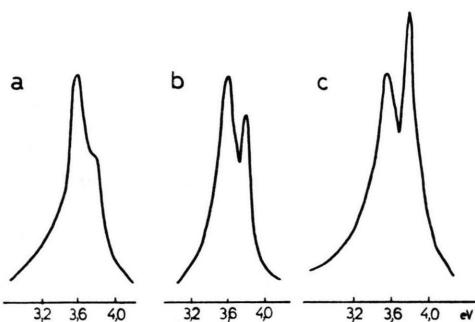


Abb. 2. Ag-Spektren bei verschiedenen Schichtdicken.  
a) 400 Å; b) 600 Å; c) 800 Å. Der Volumenverlust bei 3,83 eV steigt in seiner Intensität mit der Schichtdicke an.

<sup>4</sup> E. T. ARAKAWA, N. O. DAVIS u. R. D. BIRKHOFF, Phys. Rev. **135**, A 224 [1964].

<sup>5</sup> J. BRAMBRING u. H. RAETHER, Phys. Rev. Letters **15**, 882 [1965].

Ein weiterer Beweis für die oben gegebene Deutung der beiden Silberplasmaverluste ist folgende Tatsache:

Die Oberflächenschwingung eines Festkörperplasmas wird durch ein angrenzendes Medium in ihrer Lage und Höhe verändert. Bedampft man daher beide Oberflächen einer Silberschicht mit einer Kohleschicht<sup>6</sup>, so zeigt sich, daß die Höhe des Oberflächenverlustes stark reduziert und seine Lage von 3,6 nach 3,3 eV verschoben wird (Abb. 3). Der Volumenverlust behält seine Lage bei.

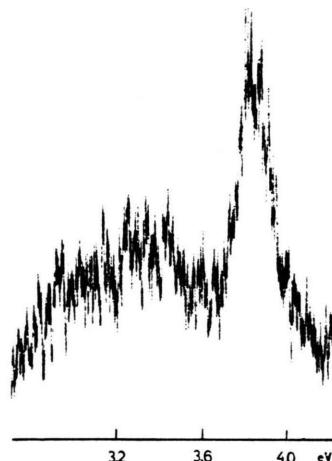


Abb. 3. Energieverlustspektrum einer C—Ag—C-Schicht. Der Oberflächenverlust wird durch die Bedeckung mit der Kohleschicht verschoben und geschwächt.

#### Winkelabhängigkeit

Messungen in Streuwinkeln  $\vartheta > 0$  zeigen, daß die Intensität des Volumenverlustes bedeutend langsamer abfällt als die des Oberflächenverlustes, der bei einem Winkel von  $6 \cdot 10^{-4}$  fast völlig verschwunden ist. Dies ist in Einklang mit der Tatsache, daß die Intensität der Oberflächenverluste stärker als die der Volumenverluste mit dem Winkel abfällt (etwa  $\vartheta^{-3}$  gegenüber  $\vartheta^{-2}$ )<sup>7</sup>.

Herrn Professor Dr. H. RAETHER danke ich für die Förderung der Arbeit. Für die Herstellung der Kohle-Silber-Kohle-Schichten möchte ich Herrn Dipl.-Phys. M. HARSDORFF danken.

<sup>6</sup> Vgl. hierzu: A. OTTO, Z. Phys. **185**, 232 [1965].

<sup>7</sup> H. RAETHER, Ergeb. Exakt. Naturw. **38**, 84 [1965].