

Über die Struktur von Nickelschichten aus der Kathodenzerstäubung *

Von H. GÄRTNER

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule Darmstadt
(Z. Naturforsch. 16 a, 840 [1961]; eingegangen am 15. Juli 1961)

Nickel kristallisiert in einem kubisch flächenzentrierten Gitter mit der Gitterkonstanten $a = 3,52 \text{ \AA}$. In der umfangreichen Literatur über Nickelschichten aus der Kathodenzerstäubung finden sich einige Arbeiten, die über eine nicht ferromagnetische hexagonale Modifikation des Nickels berichten. Dagegen wird bei Nickel-Aufdampfschichten immer das normale kubische Gitter gefunden^{1, 2}. Bei einer kritischen Durchsicht der vorliegenden Arbeiten zeigt es sich, daß die scheinbar hexagonale Modifikation immer dann auftritt, wenn in Stickstoff gestäubt wurde³. Einige Autoren finden auch scheinbar hexagonales Nickel beim Stäuben in Wasserstoff⁴ oder Edelgasen. Es besteht der Verdacht, daß bei diesen älteren Arbeiten die Gase nicht sorgfältig genug gereinigt worden waren. Möglicherweise war auch Stickstoff aus dem Restgas bei der Entstehung des scheinbar hexagonalen Nickels im Spiel.

Sehr aufschlußreich sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von TRILLAT und Mitarb.⁵, sowie von TERAO und BERGHEZAN⁶. Diese Autoren beobachten eine Umwandlung von Nickel-Aufdampfschichten mit kubisch flächenzentriertem Gitter in Nickelnitrid, wenn sie die Schichten mit Luft-Ionen beschießen oder in strömendem Ammoniak tempern. Das Gitter des Nickelnitrids kann als Einlagerungs-Überstruktur aufgefaßt werden: Die Nickelatome sind in einer hexagonal dichten Packung angeordnet, die Stickstoffatome sitzen auf Zwischengitterplätzen. Im Elektronenbeugungsbild dieser Substanz treten neben den starken Reflexen des primären Gitters weitere charakteristische Überstrukturlinien auf. Die Überstrukturzelle des Nickelnitrids enthält 18 Nickelatome und 6 Stickstoffatome, kann also chemisch durch die Formel Ni_3N beschrieben werden.

Die Entstehung von Nickelnitrid beim Tempern von kubischem Nickel in Anwesenheit von Stickstoff (Ammoniak) läßt vermuten, daß es sich bei der scheinbar hexagonalen Nickelmodifikation aus der Kathodenzerstäubung ebenfalls um ein Nitrid des Nickels handelt. Man sollte erwarten, daß das Auftreten der scheinbar hexagonalen Modifikation des Nickels bei der Kathodenzerstäubung an das Vorhandensein von Stickstoff gebunden ist. Um diese Frage zu untersuchen, wurde Nickel zerstäubt in spektralreinem Stickstoff, in technischem Argon und in spektralreinem Argon. Die Struktur der niedergeschlagenen Schichten wurde mit Elektroneninterferenzen in Durchstrahlung untersucht.

Die Beugungsbilder zeigen das erwartete Ergebnis: Die in Stickstoff hergestellten Schichten liefern ein Diagramm, das sich dem von TERAO und BERGHEZAN⁶ an Nickelnitrid beobachteten eindeutig zuordnen läßt. Bei Verwendung von technischem Argon, das als wesentliche Verunreinigung Stickstoff enthält, erhält man ebenfalls das Beugungsbild des Nickelnitrids, allerdings sind die Überstrukturlinien nur sehr schwach: es sind nicht alle Zwischengitterplätze mit Stickstoffatomen besetzt. Nickelschichten aus der Kathodenzerstäubung in spektralreinem Argon haben immer das normale kubisch flächenzentrierte Gitter des Nickels. Vergleichsaufnahmen mit Thalliumchlorid liefern die Gitterkonstante des massiven Materials $a = 3,52 \text{ \AA}$.

Die beschriebenen Experimente zeigen, daß die scheinbar hexagonale Nickelmodifikation ein Nitrid des Nickels ist. Nickel kristallisiert auch bei der Kathodenzerstäubung in einem kubisch flächenzentrierten Gitter, wenn die verwendeten Gase frei von Stickstoff sind. In einer kürzlich erschienenen Arbeit berichtet KAY⁷ über Nickelschichten aus der Kathodenzerstäubung in Argon. Sein Befund stimmt mit den geschilderten Ergebnissen überein.

Herrn Prof. Dr.-Ing. H. KÖNIG danke ich für Anregungen und die Einführung in diesen Problemkreis.

* Vorgetragen auf dem Deutschen Physikertag in Wiesbaden, Oktober 1960; H. GÄRTNER, Phys. Verhandl. 11, 169 [1960].

¹ L. E. COLLINS u. O. S. HEAVENS, Proc. Phys. Soc., Lond. 70, 265 [1957].

² C. A. NEUGEBAUER, Structure and Properties of Thin Films, John Wiley & Sons, Inc., New York 1959, p. 358.

³ L. REIMER, Z. Phys. 149, 425 [1957].

⁴ A. COLOMBANI, Ann. Phys., Paris 19, 272 [1944].

⁵ J. J. TRILLAT, L. TERTIAN u. CHR. LECOMTE, C. R. Acad. Sci., Paris 244, 596 [1957].

⁶ N. TERAO u. A. BERGHEZAN, J. Phys. Soc. Japan 14, 139 [1959].

⁷ E. KAY, J. Appl. Phys. 32, 99 S [1961].

