

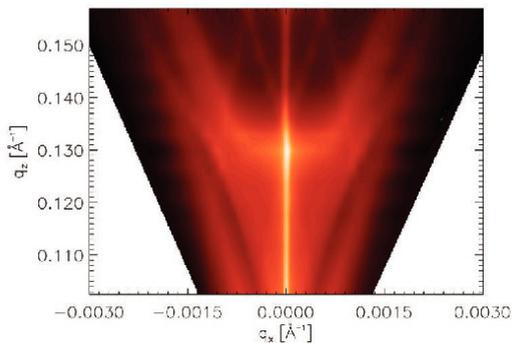


Mirko Löhmann (Autor)

Charakterisierung von Metallen und Metal-Silicium-Schichtsystemen mittels Röntgenstreuung

Mirko Löhmann

Charakterisierung von Metallen und
Metall-Silicium-Schichtsystemen
mittels Röntgenstreuung



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/3276>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

2

Experimentelle und theoretische Grundlagen

2.1 Schichtpräparation und Beschichtungsanlage

2.1.1 Beschreibung der Beschichtungsanlage

Die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Schichten wurden in einer von der Firma Pink (Wertheim) gebauten und von der hiesigen Arbeitsgruppe projektierten Dreikammerbeschichtungsanlage hergestellt (siehe Abbildung 2.1). Diese Laboranlage wurde speziell für die Abscheidung von Mehrschichtsystemen entwickelt. Sie besteht aus drei separaten Beschichtungskammern, die durch ein evakuiertes Transfersystem miteinander verbunden sind. Die erste und die zweite Kammer dienen der Abscheidung von Metallen bzw. Halbleitern mittels DC-Magnetronspütern. Die dritte beinhaltet eine Kammer zur plasmagestützten Gasphasenabscheidung.

Die Hauptkammer beinhaltet das Transfersystem und ist mit einer Membranpumpe und einer Turbomolekularpumpe (Saugleistung 560 l/s) ausgestattet. Im Transfersystem liegt der Druck unterhalb 10^{-4} Pa. Es ermöglicht das Heranfahren des Substrathalters an die gewählte Beschichtungskammer, welche durch eine Schleuse abgetrennt ist. Die Transferzeit zwischen zwei Positionen beträgt 2 s, wobei der Abscheideprozeß in der Kammer nicht unterbrochen wird.

Die Abscheidekammern sind zylinderförmig mit einem Durchmesser von 100 mm und einem Gesamtvolumen von rund einem Liter. Als Magnetronquellen dienen zwei PPS 90 UVA (von-Ardenne-Anlagentechnik), die bei konstanter Leistung (constant Power Mode) mit einem MDX 500 betrieben werden. Der Target-Substrat-Abstand beträgt 80 mm. Die Saugleistung wird über ein Lochsystem, das ringförmig um die Substratposition angeordnet ist, eingestellt. Der Gasfluß wird mit Hilfe von Mass Flow Controllern geregelt. Der Druck wird während des Abscheideprozesses mit Baratronen überwacht.

Die dritte Kammer dient der plasmagestützten chemischen Gasphasenabscheidung

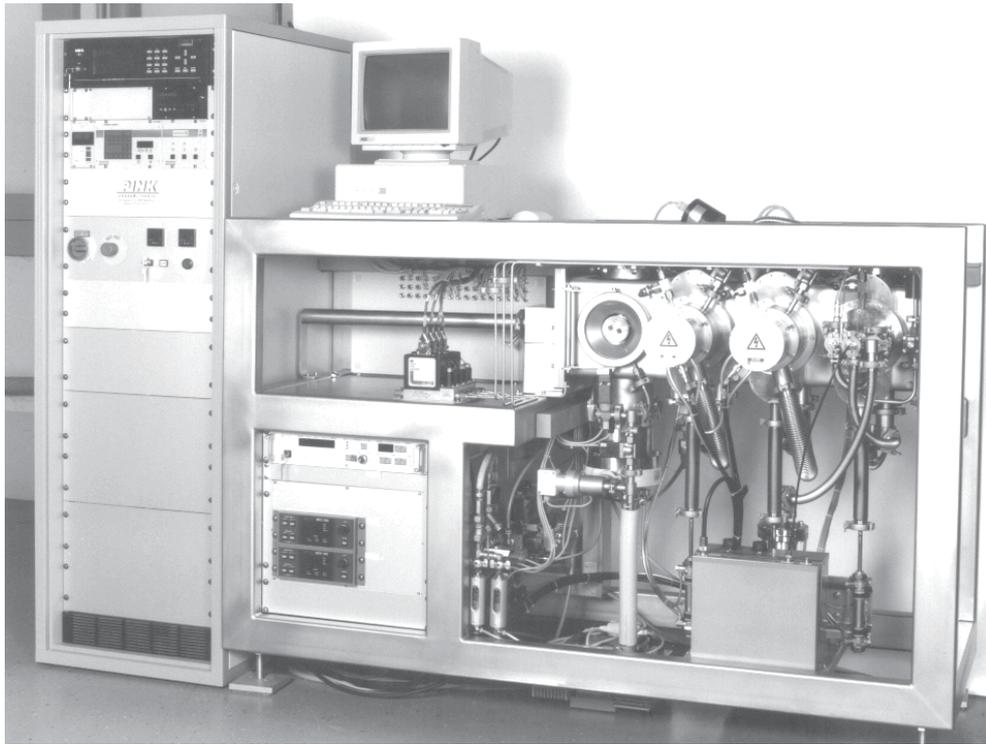


Abbildung 2.1: Gesamtansicht der Dreikammerbeschichtungsanlage.

(PCVD). Sie besteht aus einer Edelstahlkathode mit Bohrungen für den Gaseinlaß. Der Substrat–Kathode–Abstand beträgt 45 mm, und das Kammervolumen liegt bei 0,5 l. Während der Abscheidung wird die Kammer mit einer separaten Membranpumpe und einer Turbopumpe (Saugleistung 65 l/s) evakuiert. Die Saugleistungsregelung erfolgt auf gleiche Art und Weise, wie für die Magnetronkammern beschrieben. Die Wände der PCVD–Kammer sind ausheizbar. Ein 13,56 MHz HF–Generator ist über einen Regelkreis mit der Kathode verbunden und liefert eine Leistung von 2 W .

2.1.2 Beschichtungsprozesse

2.1.2.1 Kathodenzerstäubung – DC–Magnetron–Sputtern

Das Verfahren des DC–Magnetron–Sputtern wird für die Abscheidung des größten Teils der Schichten verwendet. Dabei wird bei einem geringen Druck $\approx 10^{-4}$ Pa ein Plasma in der Sputtergasatmosphäre (Argon) gezündet. Zwischen dem Target und dem Substrat liegt dabei eine Gleichspannung an, daher DC–Sputtern. Durch dieses Potential werden die positiv geladenen Gasionen zur Kathode beschleunigt. Darauf ist das Sputtertarget befestigt, aus dem Targetatome herausgeschlagen werden. Die Atome kondensieren auf den Substraten die auf der Anode befestigten sind. Durch das permanente Magnetfeld

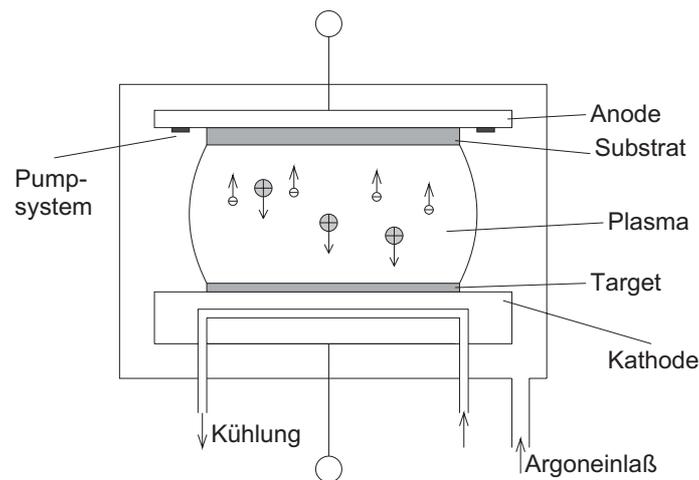


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung einer Sputterkammer.

des Magnetrons werden die Elektronen auf Zykloidenbahnen (siehe CHAPMAN [12]) gezwungen. Infolge der dadurch vergrößerten Weglänge ionisieren sie mehr Gasteilchen. Die höhere Ladungsträgerzahl konzentriert sich auf ein kleines Volumen über dem Target. Die Prozesse, die während der Kathodenzerstäubung durch den Teilchenbeschuß eine Rolle spielen, wie zum Beispiel die Energie- und Winkelverteilung der gesputterten und reflektierten Teilchen sowie Thermalisierungs- und andere Wechselwirkungsprozesse, werden in [24, 25, 26, 27] behandelt und sind speziell Gegenstand der Arbeit von KLABUNDE [18].

Der Sputtergasdruck ist von entscheidender Bedeutung für die Eigenschaften der deponierten Schichten. Vom Argondruck hängt die Art des Transports der Teilchen zwischen Target und Substrat ab. Weiterhin hat dieser einen entscheidenden Einfluß auf die Energie- und Winkelverteilung der auf dem Substrat deponierten Teilchen. Die Substrate, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden, wurden auf den in Abb. 2.3 und 2.4 dargestellten Masken befestigt.

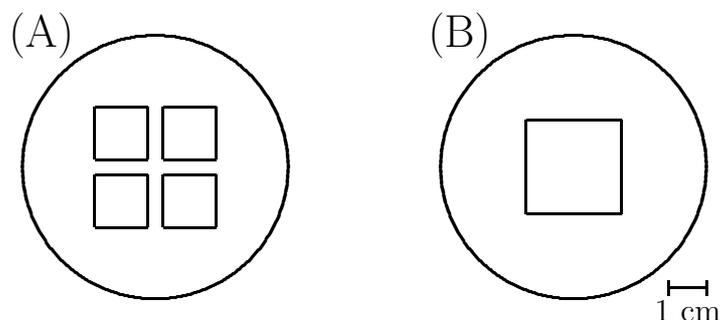


Abbildung 2.3: Darstellung der Substrathaltermasken zur Beschichtung von $15 \times 15 \text{ mm}^2$ (A) und $25 \times 25 \text{ mm}^2$ Proben (B).