

# Plasmaanalyse an Sputteranlagen zur ZnO-Deposition

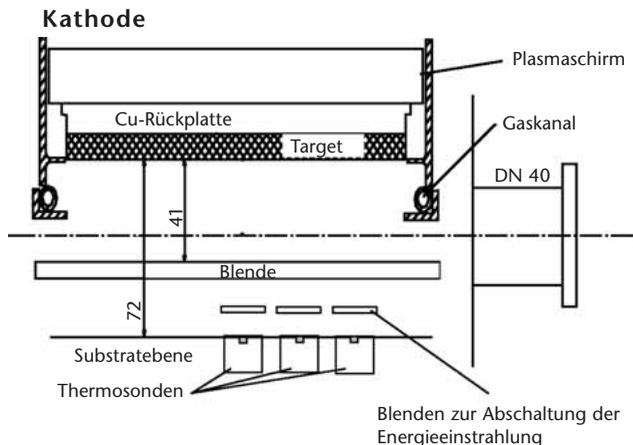
R. Wiese  
wiese@inp-greifswald.de

H. Kersten  
M. Hannemann  
M. Hähnel  
R. Menner  
Universität Greifswald

Bei der Deposition von ZnO-Schichten sowie bei der Deposition von Schichten überhaupt spielen die Prozessparameter eine entscheidende Rolle. Sie bestimmen im Wesentlichen die physikalischen Schichteigenschaften. Deshalb war das Ziel der Arbeiten, das Plasma in den Sputteranlagen bei der Deposition von Zinkoxidschichten zu analysieren.

Die untersuchte Anlage war eine Durchlauf-Sputteranlage vom Typ Z600D mit einem DC-Magnetron, das mit einem keramischen Target  $\text{ZnO:Al}_2\text{O}_3$  (2 Gew. %) bestückt war. Die Leistungsdichte betrug  $1 - 10 \text{ W/cm}^2$ . Als Prozessgas wurde Argon mit einem  $\text{O}_2$ -Anteil von  $0 - 1 \text{ Vol} \%$  verwendet bei einem Arbeitsdruck von  $0.25 - 1.4 \text{ Pa}$ . In Substratebene war eine Thermo-sonde sowie  $20 \text{ mm}$  darüber eine Langmuirsonde angeordnet.

Abbildung 1  
Konstruktiver Aufbau  
der Anlage mit Sonden



Um die fotometrische Analyse vornehmen zu können, befand sich in der Targetebene ein Spiegelsystem, das mittels einer CCD-Kamera durch ein Quarzfenster die Beobachtung der Randschicht am Target erlaubte.

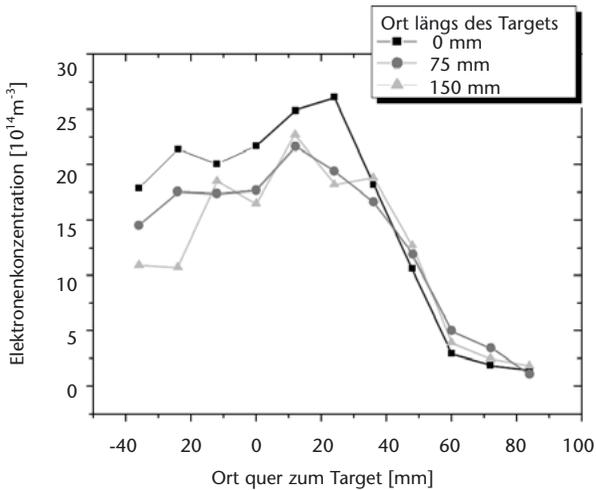


Abbildung 2a  
 Profil der Elektronenkonzentration

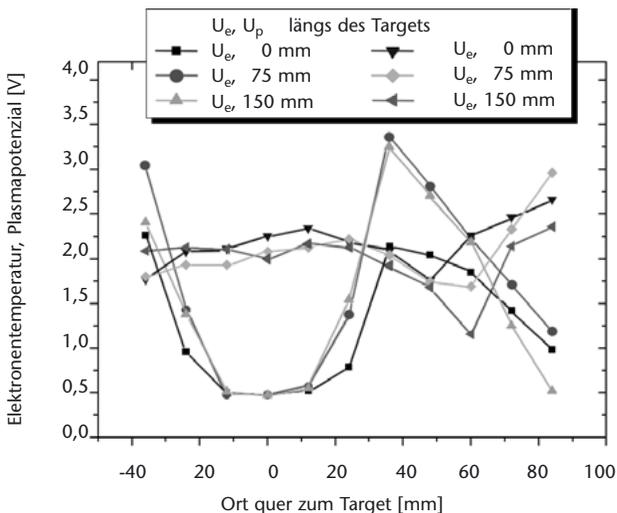
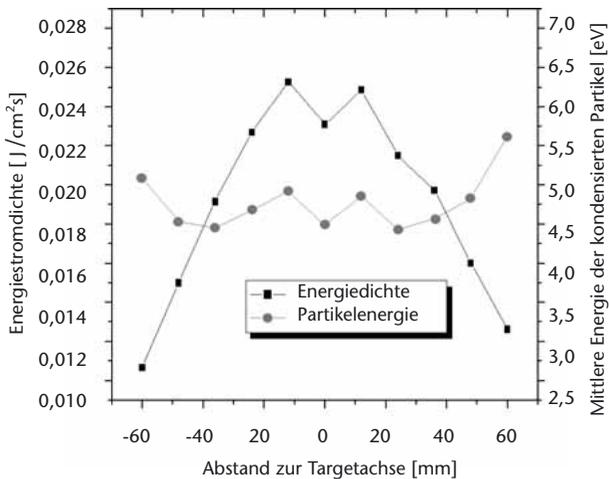


Abbildung 2b  
 Profil der der Elektronentemperatur und des Plasmapotenzials

Durch Verschieben der Sonden quer zur Targetachse wurde mit Hilfe der Langmuirsonde das Profil einiger Plasma-  
parameter (Abb. 2) und mit der Thermosonde das Profil des  
Energieeinstromes in Substratebene gemessen (Abb. 3,  
Kurve mit Quadraten).

Abbildung 3  
Profil der Energiedichte  
und der Partikelenergie



Die Elektronenkonzentration weist in der Nähe der Ätzgräben ein Maximum auf, während das Maximum der Elektromentemperatur mehr zum Rand hin verschoben ist. Der Energieeinstrom unterhalb des Targets in Substratebene ist streng symmetrisch und weist zu den Targeträndern hin einen Abfall von ca. 30 % auf. Normiert man den gemessenen Energieeinstrom mit dem Schichtdickenprofil einer bei festgehaltenem Substrat hergestellten Schicht, so erhält man annähernd die auf dem Substrat pro deponiertes Teilchen eingebrachte Energie (Abb. 3, Kurve mit Kugeln).

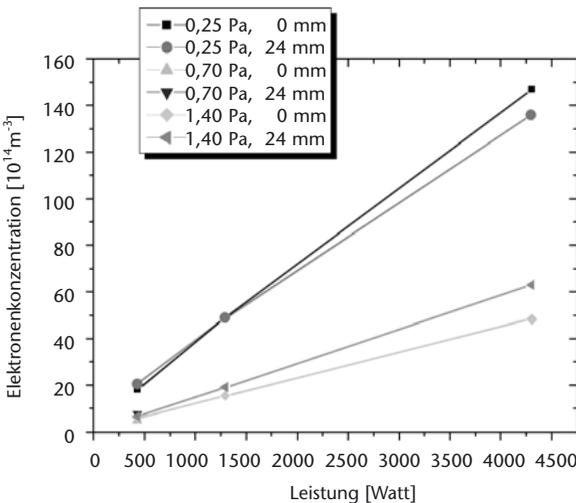
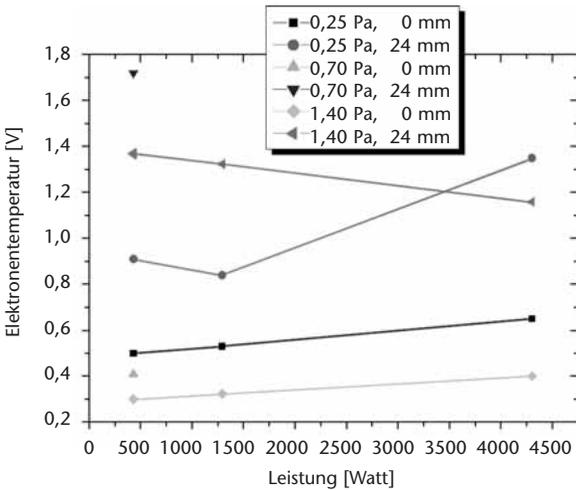
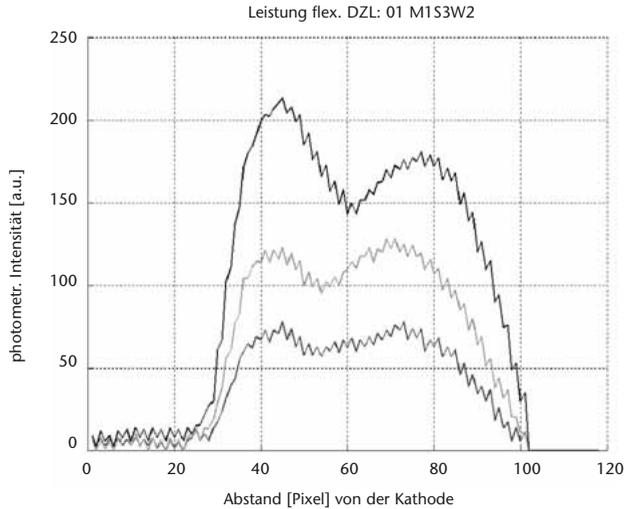


Abbildung 4  
Temperatur und  
Konzentration der  
Elektronen in Target-  
mitte für zwei Posi-  
tionen quer zur  
Targetachse bei  
Variation von Druck  
und Leistung

Bei Variation von Leistung und Druck ergaben sich die in *Abb. 4* dargestellten Kurven. Der Energieeinstrom sowie die Elektronenkonzentration wachsen mit der Leistung linear, während die Elektronentemperatur nahezu unabhängig von

Abbildung 5a  
 Intensitätsverlauf  
 (untere-niedrige,  
 obere-hohe Leistung)



der Leistung ist. Mit der CCD-Kamera wurde mit einem vorgeschaltetem durchstimmbaren Flüssig-Kristallfilter Aufnahmen von der Randschicht in verschiedenen Wellenlängen gemacht und diese hinsichtlich ihrer Intensität ausgewertet.

Auffällig beim Intensitätsverlauf ist die Ausbildung eines zweiten Maximums, während die Abnahme der Randschichtdicke mit der Leistung wie erwartet verläuft.

Die vorgestellten Analysen werden an weiteren Anlagen fortgesetzt.

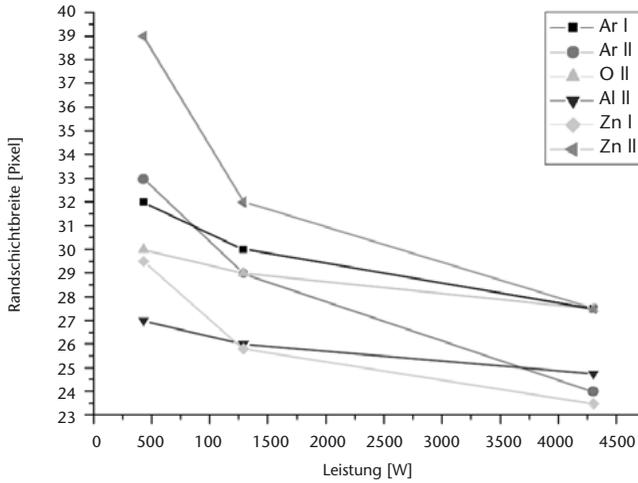


Abbildung 5b  
Randschichtdicke  
bei Variation der  
Leistung