

Präzisionsabscheidung von nm-Multschichten für Optiken im Röntgen- und EUV-Bereich

St. Braun*, R. Dietsch, Th. Holz, H. Mai, M. Moss, D. Weißbach

Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS), Winterbergstr. 28, D-01277 Dresden

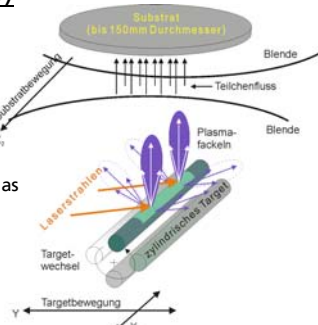
* e-mail: stefan.braun@iws.fraunhofer.de, Telefon: 0351/2583432, Fax: 0351/2583300

Preparation von nm-Multschichten

Puls Laser Deposition (PLD)

Experimenteller Aufbau:

- UHV-Kammer mit 4 Targets
- Arbeitsdruck: 10^{-8} mbar-Bereich
- Laser-Festkörper-Wechselwirkung
=> Emission eines senkrecht zur Targetoberfläche gerichteten Plasmas
- Targetbewegung in y-Richtung
=> Schwenkung der Plasmafackel, verbunden mit einer Schichtdickenhomogenisierung
- Target-Substrat Abstand: ≈ 150 mm
- Maximale Substratgröße: 150mm \varnothing
- Substratbewegung: linear in x-Richtung mit beliebigem v-Profil

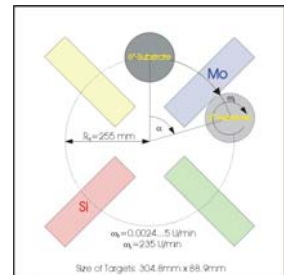


PLD-Schema der Target-Substrat Anordnung.

Magnetron Sputter Deposition (MSD)

Experimenteller Aufbau:

- UHV-Kammer mit 4 Quellen
- Basisdruck: $< 2 \cdot 10^{-8}$ mbar
- Sputtergas: Ar, stabile Abscheidungsbedingungen bei $p_{Ar} \geq 7 \cdot 10^{-4}$ mbar
- Target-Substrat Abstand: 50-100mm
- Maximale Substratgröße: 150mm \varnothing
- Substratrotation: $\omega_R = 0.0024$ -5 rpm
- Substratspin: $\omega_S = 235$ rpm
- Typische Beschichtungszeiten: 1 Periode pro Minute

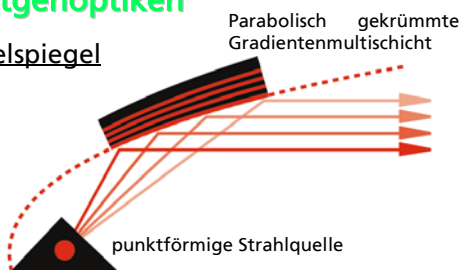


MSD-Schema der Target-Substrat Anordnung.

Anwendungen von nm-Multschichten

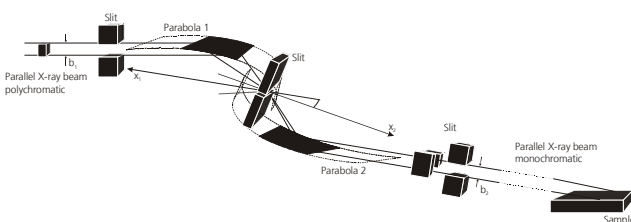
Röntgenoptiken

Göbelspiegel



- Bragg-Gleichung $n\lambda = 2d \sin \theta$ muss auf der gesamten Substratoberfläche erfüllt sein
- Differenz von Soll- und Ist-Wert der Schichtdicke im Bereich von $\Delta d = \pm 0.03$ nm...0.06nm
- Speziell die Multischichtabscheidung auf vorgekrümmten Substraten ist eine Herausforderung an jede Beschichtungstechnologie

Strahlkollimatoren

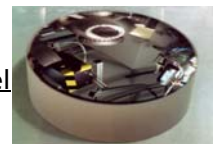


2 Parallelstrahloptiken mit gemeinsamem Fokuspunkt

- Akzeptanz des Parallelstrahlanteils einer Punktquelle
- Emission eines monochromatischen parallelen Punktstrahls

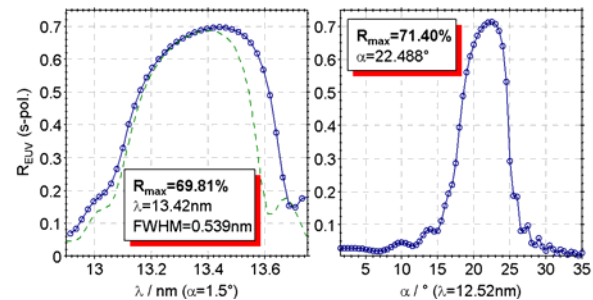
EUV-Optiken

Mo/Si-Multschichten als EUV-Spiegel



Erreichte Spezifikationen:

- Reflektivität: $R=71.4\%$ ($\lambda=12.5$ nm, $\alpha=22.5^\circ$), $R=69.8\%$ ($\lambda=13.4$ nm, $\alpha=1.5^\circ$)
- Homogenität: 99.9% auf Substraten mit 150mm Durchmesser ($\sigma_{\text{Periodendicke}}=0.03\text{...}0.05\%$, $\sigma_{\text{EUV-Reflektivität}}=0.05\text{...}0.08\%$)
- Run-to-run Reproduzierbarkeit: $\sigma < 0.1\%$ (reines Mo/Si), $\sigma = 0.18\%$ (Mo/Si mit Barrierschichten)

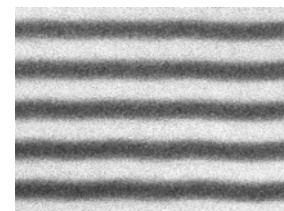
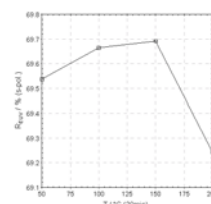


EUV-Reflektivität von grenzflächen-optimierten Mo/Si-Multschichten mit C und B₄C Barrierschichten. Die gestrichelte Kurve (grün) zeigt die Reflektivitätsmessung an reinen Mo/Si-Multschichten.

Thermische Stabilität

Einbau von C- und B₄C-Barrierschichten

=> Verbesserung der thermischen und Langzeitstabilität



EUV-Reflektivität in Abhängigkeit von der Temperatur. Auch nach 20-minütiger Temperatur bei 200°C bleibt $R > 69\%$. Mo/Si-Multschichten mit 0.5nm B₄C an beiden Grenzflächen nach 20-minütiger Temperatur bei 400°C.



nanotechnologie

CC "Ultradünne funktionale Schichten"



Fraunhofer Institut
Werkstoff- und
Strahltechnik