



Großflächige Ionenstrahl-Sputter-Deposition von Nanometer-Multschichten

Aufgabenstellung

Nanometer-Multschichten für optische Anwendungen in einem breiten Wellenlängenbereich von Röntgenstrahlung bis hin zum Infrarot, aber auch für thermische und elektrische Einsatzgebiete erfordern in den meisten Fällen sowohl glatte als auch möglichst scharfe Übergänge der charakteristischen Eigenschaften an den Einzelschicht-Grenzflächen. Insbesondere sind die energetischen Wachstumsbedingungen der kondensierenden Partikel bei der Rauheitsausbildung zwischen den Schichten wichtig. Im Hinblick auf die Entwicklung industrietauglicher Beschichtungstechnologien spielen zudem die Skalierbarkeit des Verfahrens und seine Präzision und Reproduzierbarkeit auf hinreichend großen Flächen eine entscheidende Rolle.

Lösungsweg

Die Ionenstrahl-sputterbeschichtung (IBSD) zeichnet sich gegenüber alternativen Vakuum-Beschichtungstechniken wie Verdampfung oder Magnetron-sputtern durch höhere kinetische Energien der schichtbildenden Teilchen aus. Damit lassen sich qualitativ hochwertige dichte, glatte und defektfreie Schichten herstellen. Neueste Ionenquellenentwicklungen hin zu mehr Prozessstabilität und -reproduzierbarkeit, aber auch zu größeren Geometrien machen den Einsatz der Technik für die Abscheidung von Nanometer-Multschichtsystemen höchster Präzisionsanforderung attraktiv.

Mit dem Aufbau einer Ionenstrahl-sputterbeschichtungsanlage »IonSys 1600« (Abb. 3) wurde am IWS die Möglichkeit geschaffen, Multschichten aus

einer Vielzahl von Materialien auch mit schwierigem Wachstumsverhalten und mit hohen Anforderungen hinsichtlich Reinheit, chemischer Zusammensetzung oder Struktur herzustellen.

Ergebnisse

Nanometer-Multschichten auf Substraten mit Größen bis zu einem Durchmesser von 200 mm (rund) und 100 x 500 mm² (rechteckig) wurden auf der »IonSys 1600« beschichtet. Dabei konnten Dickenabweichungen kleiner als 0,1 % über die gesamte Beschichtungsfläche realisiert werden. Abb. 2 zeigt beispielhaft eine 310 mm-Synchrotronoptik, die mittels IBSD halbseitig mit einer 120fach-Mo/Si-Multschicht versehen wurde und auf der optisch aktiven Fläche von 10 x 300 mm² eine Dickenhomogenität von 99,96 % aufweist.

Durch Verwendung verschiedenster Targetmaterialien (Al, B₄C, C, Cr, Mo, Ni, Si, Ti, W, Zr), z. T. unter Einsatz von Reaktivgas (z. B. O₂), wurde ein breites Spektrum an Multschichtsystemen bearbeitet. Problemlos können so z. B. metallische mit dielektrischen Schichten abgewechselt werden.

Ein weiteres Beispiel für die Qualität der erzeugten Nanometer-Multschichten des Systems Mo/Si zeigt Abb. 1. Bei einer Periodendicke von ca. 7 nm, wie sie typischerweise in Optiken der EUV-Lithographie verwendet wird, konnten EUV-Reflexionsgrade von $R_{\text{EUV}} = 68,0 \%$ erzielt werden. Dies ist nur durch hohe Regelmäßigkeit und die geringe Durchmischung der Einzelschichten möglich.

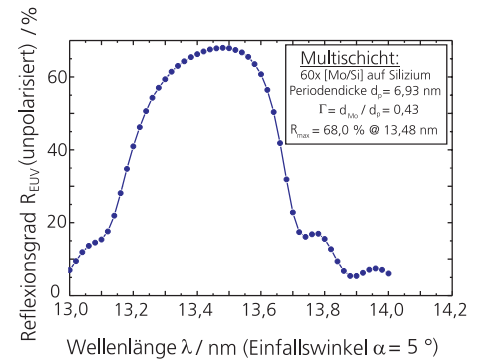


Abb. 1: EUV-Reflektogramm einer 60fach-Mo/Si-Multschicht



Abb. 2: Halbseitig Gold- und Mo/Si-beschichtete 310 mm-Optik



Abb. 3: Ionenstrahl-sputterbeschichtungsanlage »IonSys 1600«

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Peter Gawlitza
Tel.: 0351 / 2583 431

peter.gawlitza@iws.fraunhofer.de

