

## Röntgenoptische Multischichten für den Photonenenergiebereich 900 - 1800 eV

### Aufgabenstellung

Der Einsatz von röntgenoptischen Multischichten als Reflektoren und Monochromatoren ist besonders bei solchen Anwendungen vielversprechend, bei denen hohe Reflexionsgrade gefordert sind. Der besondere Vorteil von derartigen Multischichten ist, dass sie den jeweiligen Aufgabenstellungen exakt angepasst werden können. So wird in Abhängigkeit von Photonenwellenlänge und Einfallswinkel der verwendeten Strahlung ein geeignetes Multischichtsystem ausgewählt und entsprechend der für diese "eindimensionalen synthetischen Kristalle" geltenden Bragg'schen Reflexionsbedingung hinsichtlich der Einzelschichtdicken dimensioniert. Im hier aufgeführten speziellen Fall bestand die Aufgabe darin, Multischichtreflektoren für Synchrotronstrahlungsanwendungen für die PTB bei BESSY2 im Photonenenergiebereich von 900 - 1800 eV zu entwickeln. Als besondere Qualität dieses Spiegels war gefordert, dass ein und derselbe Spiegelträger mit zwei verschiedenen Schichtsystemen belegt werden soll, wobei sich die erste Multischicht durch besonders hohe Reflexion und die zweite durch gutes Auflösungsvermögen auszeichnet.

### Lösungsweg

Zunächst musste für den speziellen Photonenenergiebereich zwischen 900 und 1800 eV ermittelt werden, welche Materialkombination optimal ist, um hohe Reflexionsgrade zu erreichen. Die Schichtmaterialien müssen dabei so ausgewählt werden, dass ein möglichst hoher röntgenoptischer Kontrast bei gleichzeitig geringer Absorption erzielt wird. Die Analyse der röntgenoptischen Parameter zeigt, dass als Material mit der geringen Elektronen-

dichte besonders Silizium geeignet ist, da die für diese Anwendungen interessanten Energien unmittelbar unterhalb der Röntgenabsorptionskante von Silizium liegen. Entsprechend den konkreten Anforderungen muss dieses Element mit Molybdän oder Borkarbid kombiniert werden, um hohe Reflexion oder ein hohes Auflösungsvermögen zu erzielen.

### Ergebnisse

Beschichtungsexperimente mit Ni/C-, Mo/Si- und B<sub>4</sub>C/Si-Multischichten bestätigen die theoretischen Vorhersagen, dass das Mo/Si-Multischichtsystem die höchsten Reflexionsgrade aufweist (Abb. 1). Direkt unterhalb der Silizium-Absorptionskante bei  $E = 1800$  eV wird ein Wert von 65 % erreicht, wenn die erste Reflexionsordnung zur Monochromatisierung benutzt wird. Das Auflösungsvermögen  $E / \Delta E$  beträgt in diesem Fall 31. Bei Verwendung der zweiten Reflexionsordnung desselben Spiegels verringert sich die Reflexion auf 49 % bei gleichzeitig höherem Auflösungsvermögen von 89. Die weitere Verbesserung des Auflösungsvermögens auf Werte von  $E / \Delta E = 203$  bzw. 492 gelingt durch den Einsatz von B<sub>4</sub>C/Si-Multischichten mit Periodendicken von  $d_p = 4$  nm bzw. 2 nm bei Reflexionsgraden von  $R = 24$  % bzw. 4 %.

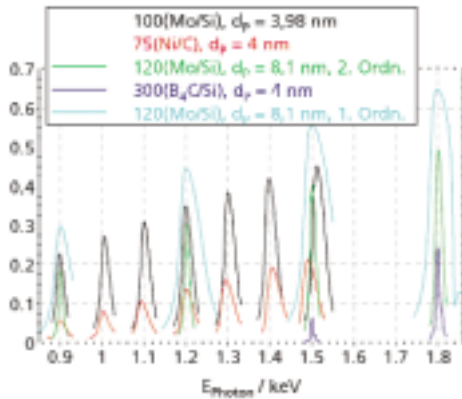


Abb. 1: Reflexion von B<sub>4</sub>C/Si- und Mo/Si-Multischichten im Photonenenergiebereich von 900 - 1800 eV

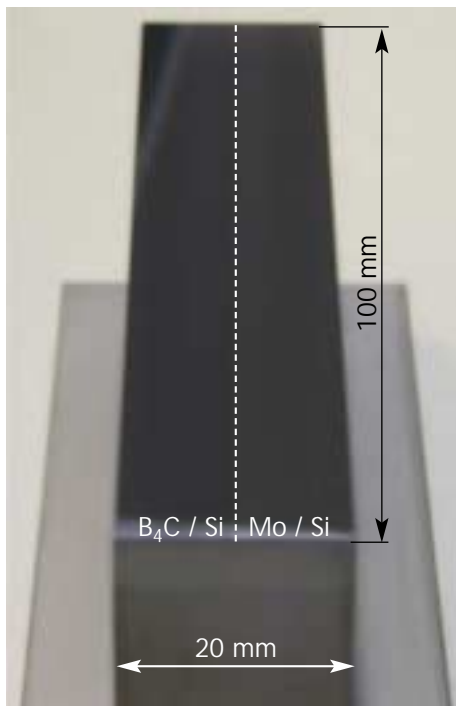


Abb. 2: Fotografie des mit B<sub>4</sub>C/Si- und Mo/Si-Multischichten vergüteten Spiegelträgers

### Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Stefan Braun  
Tel.: 0351 / 2583 432  
stefan.braun@iws.fraunhofer.de