



Hochreflektierende Monochromatoren für die Röntgenfluoreszenzanalyse

Aufgabenstellung

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ist schon seit vielen Jahren als ein leistungsfähiges zerstörungsfreies Verfahren sowohl zur qualitativen als auch zur quantitativen Elementanalyse etabliert, das unter anderem in der Produktion (z. B. Zement- und pharmazeutische Industrie), der Qualitätssicherung (z. B. Nachweis von Schwefel in Kraftstoffen) und der Umwelttechnik (z. B. Überwachung von Abwässern und Reinigungsflüssigkeiten) zum Einsatz kommt.

Alle Anwendungen erfordern die steti-ge Weiterentwicklung der RFA-Geräte, um Nachweisgrenzen zu verringern oder Messzeiten zu verkürzen. Forschungsschwerpunkte des IWS sind die Verbesserung der zur Monochromatisierung eingesetzten Multischichten hinsichtlich Reflexions- und Auflösungsvermögen sowie die Unterdrückung von Strahlungsreflexionen höherer Ordnungen.

Lösungsweg

Ein besonderer Vorteil von Multischicht-Monochromatoren ist die Tatsache, dass Reflexionen höherer Ordnungen gezielt unterdrückt werden können. So ist z. B. der gleichzeitige Nachweis von Sauerstoff und Natrium mit Standard-Monochromatoren nicht eindeutig möglich, da im Spektrum eine Überlagerung der Sauerstofflinie erster Ordnung mit der Natriumlinie zweiter Ordnung vorliegt. Durch den Einsatz von Multischichten können höhere Reflexionsordnungen gezielt unterdrückt werden, indem das Verhältnis der Einzelschichtdicken innerhalb einer Periode verändert wird. Durch eine angepasste Wahl der Schichtmaterialien kann auch für diese speziellen Multischichten das Reflexions- und Auflösungsvermögen optimiert werden.

Eine weitere Herausforderung stellt die Herstellung von hochauflösenden Multischicht-Monochromatoren dar. Dafür müssen bis zu 1200 Einzelschichten mit Dicken im Bereich zwischen 0,5 und 1,0 nm präzise übereinander gestapelt werden. Aufgrund der geringen Einzelschichtdicken können keine Barrierschichten zur Reduzierung der Grenzflächendiffusion eingebracht werden. Dies beschränkt die Materialauswahl auf wenige Materialien. Darüber hinaus muss der Beschichtungsprozess stabilisiert werden, um jegliche Schwankungen der Beschichtungsrate zu vermeiden. Durch Reflexionsmessungen am Synchrotronstrahlungsring BESSY an W/B_4C -Multischichten mit 50, 300 und 600 Perioden und Periodendicken von $d_p = 1,24$ nm konnte nachgewiesen werden, dass die Erhöhung der Periodenanzahl nicht zu einem Rauheitsanstieg an den Grenzflächen der Einzelschichtdicken führt.

Ergebnisse

Im IWS können durch Auswahl geeigneter Materialien und Schichtdicken gezielt Multischicht-Monochromatoren für verschiedene Kundenanforderungen entwickelt und hergestellt werden. Neben der Verbesserung der Reflexion von Standard-Monochromatoren für die RFA (IWS-ML-S) sind Multischichten zur Unterdrückung höherer Reflexionsordnungen (IWS-ML-SOS) entwickelt worden, die eine um nahezu zwei Größenordnungen bessere Unterdrückung der zweiten Reflexionsordnung erlauben, ohne dass signifikante Reflexions- und Auflösungsverluste zu verzeichnen sind.

Für Anwendungen mit hohen Anforderungen hinsichtlich des Auflösungsvermögens stehen die Monochromatortypen IWS-ML-HR und IWS-ML-UHR zur Verfügung, die eine 3- bis 4fache Verbesserung gegenüber den Standardsystemen bieten.

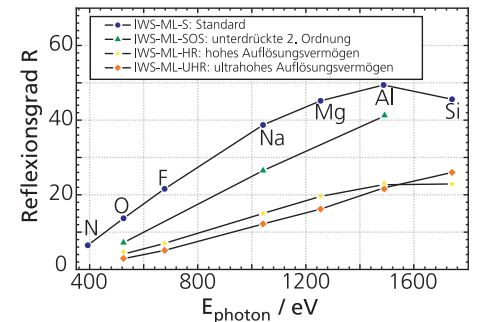


Abb. 1: Reflexionsgrad unterschiedlicher Multischicht-Monochromatortypen

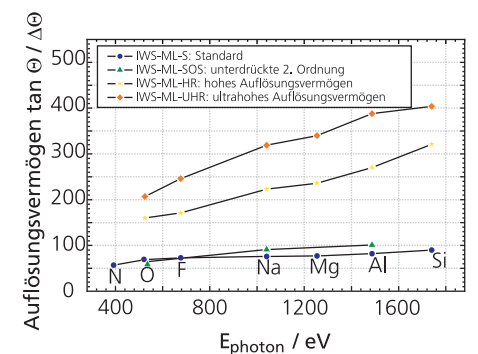


Abb. 2: Auflösungsvermögen unterschiedlicher Multischicht-Monochromatortypen



Abb. 3: Einsatz von im IWS hergestellten Multischicht-Monochromatoren in einem RFA-Gerät

Ansprechpartner

Dr. Stefan Braun
Tel.: 0351 / 2583 432
stefan.braun@iws.fraunhofer.de