

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. Neben Einsatzfeldern in Forschung und Entwicklung kommt die RFA auch in hohem Maße 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. Alle Anwendungsfälle erfordern die stetige Weiterentwicklung der RFA-Geräte, um Nachweisgrenzen zu verringern oder Messzeiten zu verkürzen. Dies kann vor allem dadurch erreicht werden, dass die bei der wellenlängendispersiven RFA (WD-RFA) zur Monochromatisierung eingesetzten Multischichten hinsichtlich Reflexionsgrad und Auflösungsvermögen verbessert werden.

Lösungsweg

Bei der WD-RFA wird die in einer Analysenprobe angeregte Fluoreszenzstrahlung mittels eines Multischichtmonochromators analysiert (Abb. 1). Die für die jeweiligen Elemente charakteristischen Linien liefern die Information über die in der Probe enthaltenen Elemente. Eine Verringerung der noch nachweisbaren Menge eines speziellen chemischen Elementes kann dadurch erreicht werden, dass das Reflexionsvermögen des Analysators bei der für das jeweilige Element charakteristischen Wellenlänge erhöht wird. Im Fraunhofer IWS wurden daher Multischichten entwickelt, die besonders für den Nachweis leichter Elemente (B, C, N, O, Na, Mg, Al, Si) des Periodensystems geeignet sind. Diese Multischichten bestehen aus bis zu 1000

Einzelschichten mit Dicken im Bereich von 0,5 bis 5 nm. Zur Synthese der Multischichten werden die im Ultrahochvakuum ablaufenden Beschichtungsverfahren der Puls-Laser- und Magnetron-Sputter-Deposition eingesetzt.

Ergebnisse

Der wesentliche Schlüssel zur Erhöhung des Reflexionsvermögens der Multischicht-Monochromatoren für die RFA liegt in der Verringerung der Grenzflächenbreite σ . Dabei setzt sich σ aus den Anteilen Grenzflächenrauheit und Grenzflächeninterdiffusion zusammen. Erstere konnte durch Optimierung der Beschichtungsparameter verringert werden, letztere wurde durch den Einsatz von ultradünnen Barrierschichten (Dicken zwischen 0,2 und 0,5 nm) zwischen den optisch aktiven Materialien reduziert. Durch Anwendung dieser Maßnahmen gelang es, die Grenzflächenbreite der Multischichtsysteme W/Si, W/B₄C und Cr/Sc bis auf Werte zwischen 0,20 bis 0,25 nm zu verringern. Für die vorrangig in der RFA eingesetzten und auf W/Si-Multischichten basierenden Monochromatoren resultiert dies in einem um rund 10 Prozent erhöhten Reflexionsgrad gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik.

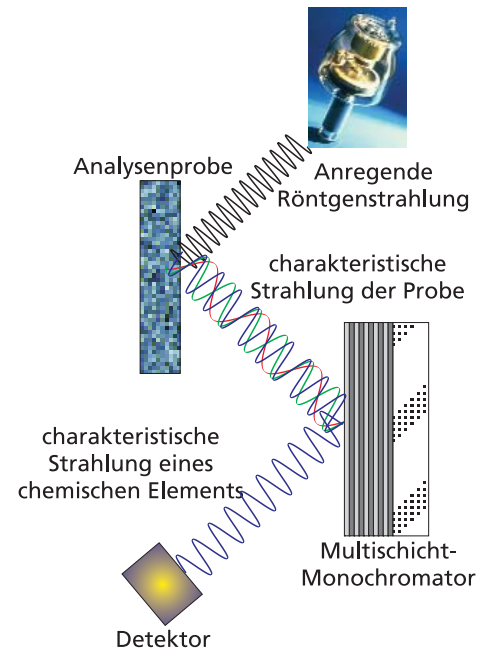


Abb. 1: Schematische Darstellung der wellenlängendispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse

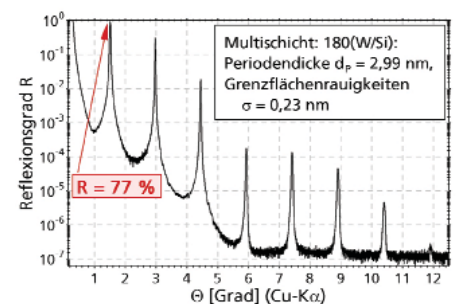


Abb. 2: Cu-K α -Reflektogramm einer hochreflektierenden W/Si-Multischicht

Ansprechpartner

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