

Optische Glimmentladungsspektroskopie (GDOES) für Materialentwicklung und Qualitätssicherung

Marcus Wilke¹, Gerd Teichert¹, Lothar Spieß^{1,2}, Marcus Hopfeld², Peter Schaaf^{1,2}

¹ MFA Weimar, Prüfzentrum Schicht- und Materialeigenschaften an der TU Ilmenau, Gustav-Kirchhoff-Str. 5, 98693 Ilmenau; ² TU Ilmenau, Institut für Werkstofftechnik, FG Werkstoffe der Elektrotechnik, Gustav-Kirchhoff-Str. 5, 98693 Ilmenau

E-Mail: marcus.wilke@tu-ilmenau.de

In den letzten Jahren hat die optische Glimmentladungsspektroskopie (GDOES) in den Bereichen der Materialforschung und -entwicklung sowie der produktionsbegleitenden Qualitätssicherung deutlich an Bedeutung gewonnen. Das Design der Glimmentladungslampe nach Grimm ermöglicht Abtragsraten im Bereich 1-10 $\mu\text{m}/\text{min}$ und erlaubt so die schnelle Analyse technischer Oberflächen bis zu einer Tiefe von 200 μm . Aufgrund der hohen Empfindlichkeit für nahezu alle Elemente des Periodensystems (inkl. C, N, O und H), sowie einen Nachweisbereich von 1-100 $\mu\text{g}/\text{g}$, findet das Verfahren mittlerweile vielfach Anwendung in der Automobil- sowie Stahlindustrie. In diesem Zusammenhang werden Messungen an wärmebehandelten und galvanisierten Proben vorgestellt. Am Beispiel einer gasnitrocarburierten Probe werden die Messungen der Verbindungsschichtdicke, des Porensaums, sowie der einzelnen Phasenanteile dargestellt und die Vorteile gegenüber der klassischen Metallographie aufgezeigt. Messungen an Ni-Duplexschichten sowie NiP-Dispersionsschichten zeigen die Möglichkeiten einer umfassenden Charakterisierung galvanischer Schichtsysteme, bei der neben der Ermittlung der Schichtdicke und -zusammensetzung auch Aussagen zum Einbau von Badzusätzen wie Netzmitteln und Glanzbildnern sowie den Einbau von Hartstoffpartikeln möglich sind.

Infolge der Einführung von HF-Systemen für die Analyse nichtleitfähiger Proben spielen heute neben der Prüfung von Metallen und Legierungssystemen auch Untersuchungen an Passivierungen, Hartstoffschichten, Halbleitern sowie Polymeren eine immer wichtigere Rolle. Hierzu wird unter anderen die Messung an einer Al_2O_3 -haltigen Dickschichtpassivierung vorgestellt, welche die Möglichkeiten zur Analyse dünnster Schichten $< 1 \mu\text{m}$ selbst auf rauen industriellen Substraten verdeutlichen soll. Neben der Analyse elektrochemisch hergestellter Passivschichten werden einige Beispiele aus der PVD-Beschichtungstechnik (HF-, Magnetronspütern, PLD) präsentiert. Anhand von Messungen eines Multilayersystems aus $10 \times [10 \text{ nm Cr} / 10 \text{ nm Ti}]$, sowie einer Ti_3SiC_2 -MAX-Phase werden die hohe Tiefenauflösung ($< 10 \text{ nm}$) der GDOES sowie die Vorteile im Rahmen einer schnellen und wirtschaftlichen Stöchiometrieanalyse vorgestellt. Darüber hinaus zeigen Messungen an einer 2 nm dicken Fe_2O_3 -Schicht auf einer Eisenschicht, sowie 2-32 nm dicke Kohlenstoffkontaminationsschichten im Interface einer 3 μm Aluminiumschicht auf Silizium die Möglichkeiten zur Detektion von Oberflächenreaktions- sowie Kontaminationsschichten. Weitere Beispiele demonstrieren den Einsatz für Dotierprofile anhand einer Mg dotierten Galliumarsenidschicht sowie an einer Dünnschichtsolarzelle des Typs AZO/Si/SnO₂ auf Glas. Beide Beispiele heben das Potential der GDOES für die schnelle und kostengünstige Analyse selbst komplexer Schichtsysteme im Rahmen einer Prozesskontrolle bzw. Qualitätssicherung hervor.

Teilweise gefördert durch: BMWi – KF 0030209SU8, DFG – Scha 632/10