



Film-Inspect

Inline-Qualitätssicherung von Barrierschichten

100-Prozent-Kontrolle ultradünner Beschichtungen

Der Film-Inspect-Sensor sichert die Qualität von Plasmabeschichtungen auch auf unebenen Oberflächen direkt in der Produktion. Der Sensorkopf ist nicht größer als ein USB-Netzteil.

Ultradünne Plasmabeschichtungen werden immer häufiger als Diffusionsbarrieren auf Verpackungsmaterialien eingesetzt. Sie sind nachhaltiger und wirtschaftlicher als herkömmliche Polymerverbundmaterialien. Entscheidend für die Barrierefunktion einer Plasmabeschichtung ist die korrekte Aufbringung der nur 10 Nanometer dünnen Schicht. Der optische Sensor Film-Inspect prüft die Qualität von Plasmabeschichtungen in der Produktion.

Prozessbegleitende Inspektion

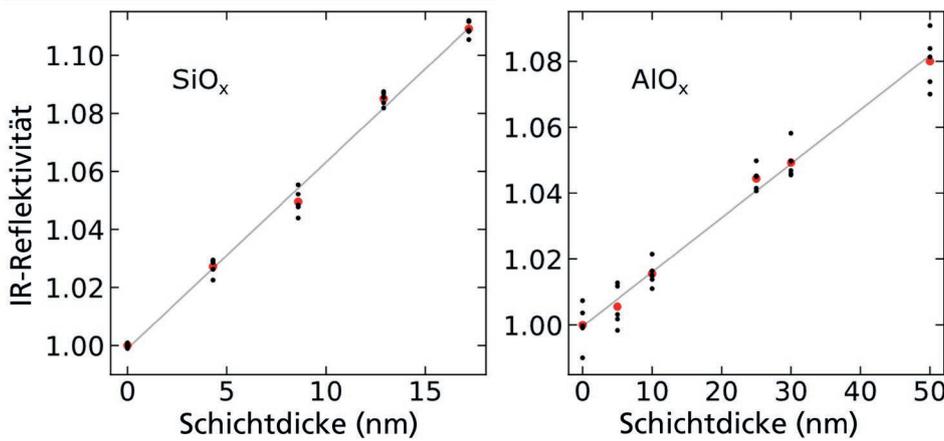
Trotz eines enormen Preisdrucks gelten für Lebensmittelverpackungen hohe technische Anforderungen: Sie müssen eine gute Barrierewirkung gegen Gas- und Wasserdampfdiffusion erzielen und gleichzeitig gut recyclebar sein – nicht zuletzt aufgrund immer strengerer gesetzlicher Vorgaben. Plasmabeschichtungen aus Siliziumoxid oder Aluminiumoxid erfüllen beide Anforderungen, sofern sie korrekt aufgetragen sind. Die Qualität solcher Schichten zu prüfen ist schwierig, denn sie sind optisch transparent und nur 10 bis 20 nm dick. Herkömmliche Sensorverfahren wie Interferometrie, Ellipsometrie oder Röntgenfluoreszenz scheitern an der Messung ultradünner Beschichtungen auf Kunststoffverpackungen im Produktionsumfeld.

Kompakter Sensor, kurze Messzeit

Der optische Sensor Film-Inspect schließt diese Marktlücke: Er vermisst die Beschichtung anhand ihrer spezifischen Infrarotsignatur bei einer geeigneten Wellenlänge um die 10 μm (Abb. 2). Die chemische Bindung zwischen Atomen (beispielsweise die Si-O-Bindung) kann durch Infrarotlicht der passenden Wellenlänge resonant angeregt werden. Die dadurch hervorgerufene Änderung der Reflektivität skaliert mit der Schichtdicke (vgl. Abb. 1). Diese Messung erfolgt innerhalb von nur 0,2 Sekunden mit einer Genauigkeit von bis zu ± 1 nm (2σ , zweimal die Standardabweichung). Der Sensorkopf ist nicht größer als ein kleines USB-Netzteil (20 \times 40 \times 80 mm^3). Damit ist Film-Inspect deutlich kompakter und schneller

Technische Daten

- **Messbare Materialien**
z. B. SiO_x , AlO_x , Si_3N_4
- **Messbereich (für SiO_x)**
0 bis 200 nm
- **Messunsicherheit**
bis zu ± 1 nm (je nach Materialkombination)
- **Zeit pro Messpunkt** 200 ms
- **Messfleck** ca. 5 mm
- **Sensor-Abmessungen**
20 \times 40 \times 80 mm^3
- **Arbeitsabstand** 5 bis 10 mm
- **Anlagenintegration**
via Profinet und OPC-UA
- **Stand-alone-Anwendung**
mit PC



(1) Gemessene Infrarotsignale für unterschiedliche Beschichtungsdicken von Siliziumoxid (SiO_x , links) und Aluminiumoxid (AlO_x , rechts). Die schwarzen Punkte zeigen Einzelmessungen an. Durchschnittswerte sind rot dargestellt.

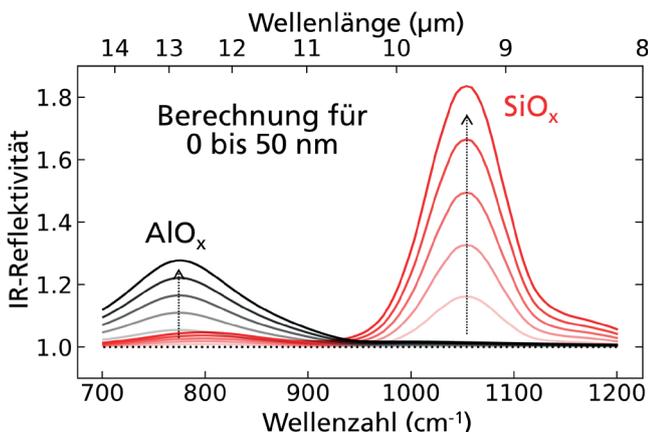
als ein typisches Infrarotspektrometer (FTIR), das mindestens so groß ist wie ein Desktop-PC und für die Messung typischerweise mehrere Sekunden benötigt.

Paralleler Einsatz mehrerer Sensoren

Der Sensorkopf basiert auf günstigen Komponenten, sodass ein paralleler Einsatz mehrerer Film-Inspect-Sensoren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten problemlos möglich ist. Sensorelektronik und -software sind dafür ausgelegt. So lassen sich beispielsweise bis zu acht Sensoren an einem gemeinsamen Controller betreiben. Zur Kommunikation stehen standardisierte Schnittstellen wie Profinet und OPC-UA zur Verfügung. Sie erlauben die Integration der Sensoren in ein Industrie-4.0-Umfeld. Für einfachere Anwendungen mit Einzelsensoren steht eine USB-Schnittstelle und eine Auswertesoftware zur

Verfügung. Die produktionsbegleitende Messung der Schichtdicke kann zur Nachregelung des Beschichtungsprozesses genutzt werden. Darüber hinaus können Hersteller von Verpackungsmaterialien die Daten als Qualitätsnachweis gegenüber Kunden einsetzen.

Die Messung ist grundsätzlich auch auf texturierten und gewölbten Oberflächen sowie auf sich bewegenden Objekten möglich. Über die Inspektion von Kunststoff-Verpackungen hinaus eignet sich Film-Inspect auch zur Prüfung vergleichbarer Beschichtungen, die beispielsweise als Korrosionsschutz auf Metallen, zur Reduktion von Reibung auf technischen Bauteilen oder zur Optimierung der Oberflächenchemie eingesetzt werden. Mit neuen Möglichkeiten für den Qualitätsnachweis von Beschichtungen können Hersteller dank Film-Inspect auch stark regulierte Märkte wie Medizintechnik oder Luft- und Raumfahrt erschließen.



(2) Berechnete Dünnschichtreflexion von Siliziumoxid (SiO_x , rot) und Aluminiumoxid (AlO_x , schwarz) auf einem Polymersubstrat, normiert auf das blanke Substrat. Bei zunehmender Schichtdicke von 10, 20, 30, 40 und 50 nm zeigen die Kurven eine zunehmende Reflexivität.

Kontakt

Dr. Alexander Blättermann
 Gruppenleiter Optische Oberflächenanalytik
 Telefon +49 761 8857-249
 alexander.blaettermann@ipm.fraunhofer.de

Dr. Benedikt Hauer
 Projektleiter
 Telefon +49 761 8857-516
 benedikt.hauer@ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
 Georges-Köhler-Allee 301
 79110 Freiburg
 www.ipm.fraunhofer.de

