

2D-Inline-Kontrolle für Beschichtungen

Schichtdickenmessung zur Qualitätskontrolle in R2R- und anderen Beschichtungsanlagen in Echtzeit

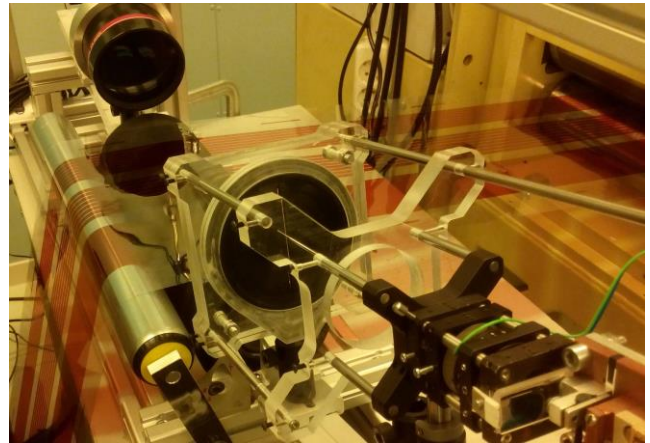
Viele neuartige Produkte und Anwendungen beruhen auf dünnen, strukturierten Schichten, die homogen in einer definierten Dicke aufgebracht werden müssen. Der Dickenbereich erstreckt sich dabei von wenigen Nanometern bis hin zu einigen Mikrometern. Die stete Verfeinerung von Dünnschichttechnologien erhöht den Bedarf an Lösungen für eine Inline-Qualitätskontrolle der aufgetragenen Schichten. Bisher geschah diese meist nur am fertigen Produkt. Eine schnelle Messtechnik zur Ermittlung von Schichtdicken unmittelbar nach bzw. während der Herstellung hilft, den Ausschuss erheblich zu reduzieren.

Zielsetzung

Die Entwicklung einer kompakten, robusten und kosteneffizienten Qualitätskontrolle in Echtzeit war Ziel von Dr. Ferdinand Bammer und seinen Kollegen von der Forschungsgruppe Optik und Laserentwicklung an der TU Wien. Das Messverfahren soll inline und in-time die Homogenität und Dickenverteilung von dünnen Beschichtungen für eine Vielzahl an Beschichtungstechniken erfassen, zum Beispiel für Roll-to-Roll (R2R), PVD, CVD, Sprühen sowie Pulverbeschichtung. Da es derzeit noch keine einfache Lösung hierfür gibt, soll dieses Verfahren diese Marktlücke schließen. Die neue Technik soll es dem Anwender ermöglichen, inline die Entwicklung der Istwerte zu analysieren und mittels entsprechender Einstellungen seine Prozessparameter bei Bedarf zu korrigieren, bevor die Sollwerte verletzt sind. Damit soll der Ausschuss verringert und die Qualität der Produkte erhöht werden. Die genaue Kontrolle der Schichtdicke dient dazu, den Materialeinsatz zu überprüfen und in unterschiedlichem Maß zu reduzieren.

Lösungsansatz

Die Messtechnik basiert grundsätzlich auf der Ellipsometrie, also auf der Erfassung der polarisierenden Eigenschaften der Probe auf einfallendes Licht. Mit diesen Daten und mithilfe eines



Installation in einer R2R-Anlage

im System hinterlegten mathematischen Modells des Schichtsystems wird die tatsächliche Schichtdicke ermittelt.

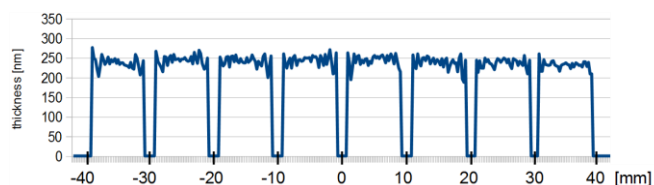
Die Messung erfolgt durch eine flächige Beleuchtung der Probe mit parallelem Licht verschiedener Polarisierungen. Die Kerntechnologie besteht dabei aus dem schnellen Schalten des Polarisationszustandes des Lichts. Mit jeder Beleuchtungsart wird über ein eigens entwickeltes Objektiv eine Aufnahme gemacht, je nach Betriebsart zwei oder vier Bilder, aufgenommen innerhalb von 10 bis zu 100 ms. Aus den Intensitätsverläufen in diesen Bildern bzw. aus den Intensitätsverhältnissen zwischen den Bildern erhält man die gewünschte Information über die polarisierenden Eigenschaften der Probe.

Ergebnisse

Dem Forschungsteam der TU Wien gelang die Entwicklung eines Inline-Ellipsometers, welches direkt in Beschichtungsanlagen eingebaut werden kann und im laufenden Betrieb eine zuverlässige Qualitätskontrolle ermöglicht. Mit der Messvorrichtung lässt sich innerhalb von wenigen Millisekunden die Dickenverteilung in einem Bereich von 300 × 50 mm ermitteln. Die Adaptierung auf kleinere oder größere Flächen ist einfach. Die bisherigen Messungen mit dem Prototypen

konzentrierten sich auf R2R- sowie auf Sprühbeschichtungen. Im Falle von R2R wird die Schichtdickenbestimmung über das laufende Band auf eine Linie reduziert.

Durch die Bewegung des Bandes kommt die Information über die Fläche zustande. Dabei konnte mit einer Aufnahmezeit von 20 Hz die Dickenverteilung der aktiven Schicht von organischer Photovoltaik mit einer Genauigkeit von 5 % auf einer Breite von 300 mm bestimmt werden. Die mittlere Schichtdicke betrug dabei 250 nm. Ähnlich erfolgte auch die Kontrolle einer Leitertransport-schicht aus PEDOT mit einer Dicke von 40 nm.



Schichtdickenverteilung von P3HT:PCBM-Streifen auf PET

Die Messeinrichtung ist für dünne Schichten aus nahezu allen Materialien anwendbar, solange diese transparent oder nur teilweise durchscheinend sind – was bei extrem dünnen Schichten von wenigen Nanometern selbst bei Metallen der Fall ist. Als Trägermedium kommt auch ein flexibles, transparentes oder doppelbrechendes Material infrage.

Anwendungen für diese Technik sind in fast allen Bereichen der Produktion sinnvoll – von Brennstoffzellen über Batterietechnik bis hin zur Display-technik, Medizin- und Pharmaindustrie.



Präsentation des Ellipsometers vor Fachpublikum

Ihre Vorteile

- Erste kompakte und einfache Lösung für berührungslose und flächige Erfassung von dünnen Schichtdicken in Echtzeit (100 Messungen pro Sekunde – und mehr)
- Geeignet für transparente sowie semitransparente Beschichtungsmaterialien auf starren, flexiblen, transparenten und doppelbrechenden Materialien (z.B. Kunststofffolien)
- Erhöhte Energie- und Ressourceneffizienz durch Vermeidung von Ausschuss sowie Reduktion der Schichtdicke
- Für Schichtdicken von Nano- bis Mikrometern geeignet
- Ausgezeichnetes Preis-Leistungs-Verhältnis durch kostengünstige Komponenten und ein robustes Messprinzip

Notizen

Kontakt

PD Dr. Ferdinand Bammer
 TU Wien – Institut für Fertigungstechnik und
 Hochleistungslasertechnik
 Bereich Laser und Lasergestützte Fertigung
www.ift.at
 +43 676 94 22 124
f.bammer@tuwien.ac.at