

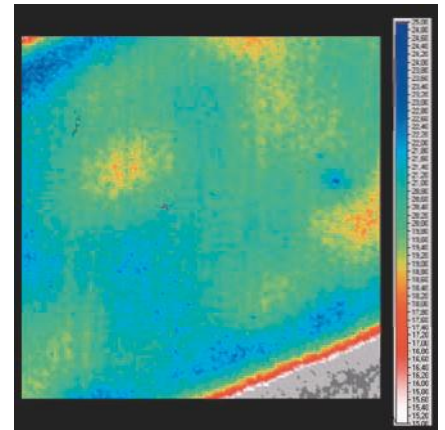
# Folien prüfen schnell und sicher

## Optischer Sensor für die Inline-Messung und Oberflächenanalyse

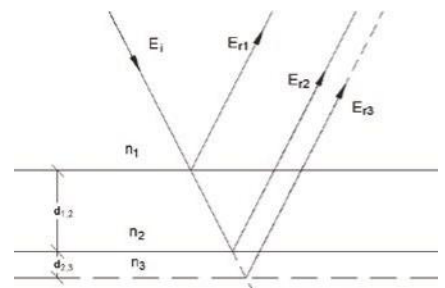
Folien werden nicht nur dünner, sie müssen auch immer mehr Funktionen parallel erfüllen. Dazu sind exakte Schichtdicken und fehlerfreie Oberflächen erforderlich. Gefragt sind schnelle und trotzdem präzise Prüftechnologien.

Je anspruchsvoller die Fertigungsmethode, umso höher sind die Anforderungen an die Prüfmittel. Besonders bei der Fertigung hochwertiger Kunststoff- und Glasprodukte werden hohe Qualitätsanforderungen gestellt. Sensoren der CHRcodile-Familie sollen Abstands- und Schichtdickenmessungen berührungslos, schnell und präzise mit zwei Messverfahren ermöglichen. Während beispielsweise bei Messung der Mittendicke von Linsen das chromatische Messprinzip zum Einsatz kommt, setzt die Folienprüfung auf die interferometrische Messung.

Für beide Anwendungen ist der gleiche Sensor im Einsatz, es unterscheidet sich lediglich der Messkopf. Der Sensor besteht aus Weißlichtquelle, Faserkoppler, Spektrometer und Auswertelektronik. Das Licht wird über eine Glasfaser von maximal 40 Meter Länge



Dicke einer Silikondichtung in einem  $2 \times 2 \text{ mm}^2$  großen Ausschnitt. Die Farbskala gibt die Schichtdicke in Mikrometer an.

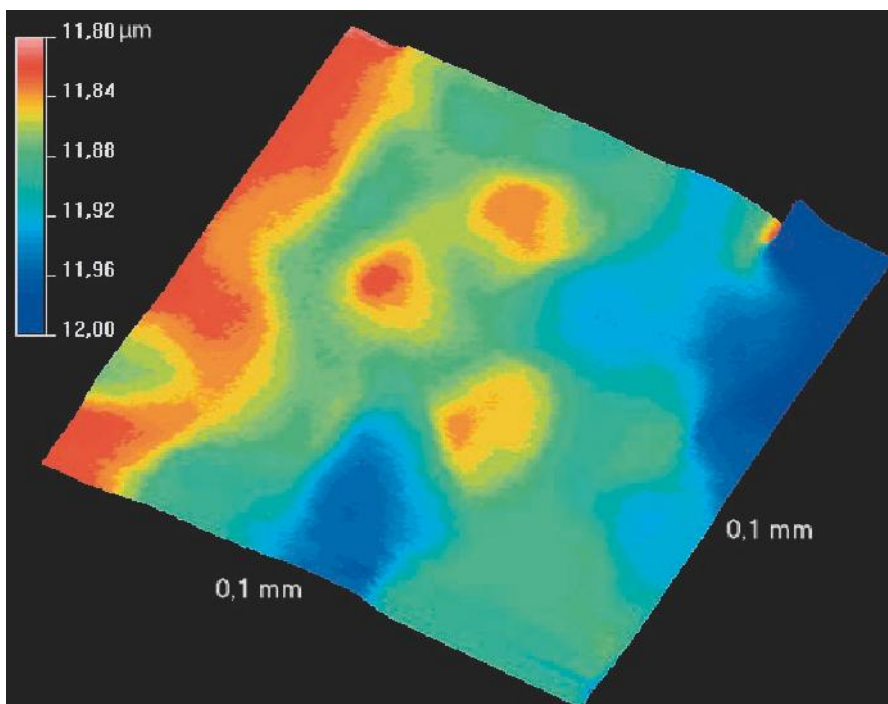


Das interferometrische Schichtdicken-Messprinzip: Reflexion der Teilstrahlen an transparenten Schichten.

zum Messkopf übertragen, der als rein passive Optik ohne elektronische oder bewegte Teile realisiert ist. Die ermittelten Messwerte können an der Kontrolleinheit direkt abgelesen werden. Dafür steht ein zweizeiliges LC-Display zur Verfügung. Die Sensoren verfügen über eine serielle- und USB-Schnittstelle, um die Messwerte auszulesen und über Encodereingänge zur Synchronisation mit externen Geräten.

### Foliendickenmessung in-line und off-line

Mit einem speziellen Messkopf kann der Sensor als Weißlichtinterferometer



Hohe Auflösung – die Variation der Dicke einer Frischhaltefolie in diesem  $0,1 \times 0,1 \text{ mm}^2$  großen Ausschnitt beträgt 200 Nanometer.

zur Messung dünner transparenter Schichten mit einer optischen Dicke von 2 bis 250  $\mu\text{m}$  betrieben werden, was beispielsweise für Messungen an Folien und festen oder flüssigen Lacken interessant ist. Auch die simultane Dickenmessung mehrerer transparenter Schichten in Schichtsystemen ist möglich.

Die Dicke transparenter Folien messen die Sensoren im interferometrischen Schichtdickenmodus berührungslos und hochauflösend, schnell und unabhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Damit sind sie für die Optimierung des Produktionsprozesses besonders geeignet. Das Prinzip: Jede Grenzfläche, an der sich die Brechzahl ändert, reflektiert einen Teil des auftretenden Lichts. Die Strahlen legen unterschiedliche Wege zurück, wobei eine Phasenverschiebung zwischen den Teilstrahlen auftritt, die von der Wellenlänge des Lichts, der Schichtdicke und der Brechzahl des Schichtmaterials bestimmt wird.

Trifft polychromatisches Licht auf die Schicht, variiert die Phasenverschiebung zwischen den Teilstrahlen mit der Wellenlänge. Bei bestimmten Wellenlängen tritt konstruktive, bei anderen destruktive Interferenz auf. Wird die Intensität dieses Interferenzsignals über der Wellenlänge aufgetragen, zeigt sich eine Modulation. Aus der Frequenz kann die optische Weglänge und bei bekannter Brechzahl die Schichtdicke bestimmt werden. Befindet sich nicht eine Schicht sondern mehrere aufeinanderfolgende Schichten im Strahlengang, treten weitere Teilstrahlen auf. Aus der Kombination von jeweils zwei der Teilstrahlen ergibt sich ein periodisches Intensitätssignal

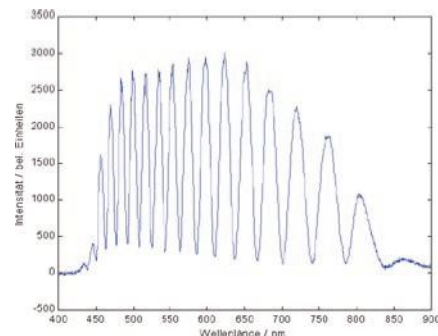
im Spektrum des reflektierten Lichts. Eine Fourieranalyse ermöglicht es, diese Funktionen zu trennen und die Frequenzen zu bestimmen.

Die interferometrische Schichtdickmessung kann mit der gleichen Auswertelektronik durchgeführt werden die auch bei der chromatischen Schichtdicken- und Abstandsmessung verwendet wird. Es wird lediglich ein anderer Messkopf benötigt. Das reflektierte Licht gelangt durch die Faser zurück in den Spektrografen der Kontrolleinheit. Dort wird das Spektrum des reflektierten Lichtes auf eine Detektorzeile abgebildet. Das ausgelesene Spektrum wird auf die Wellenzahl umskaliert und fouriertransformiert. Aus den Positionen der in der Fouriertransformierten auftretenden Peaks werden die optischen Weglängen der zugehörigen Schichten bestimmt.

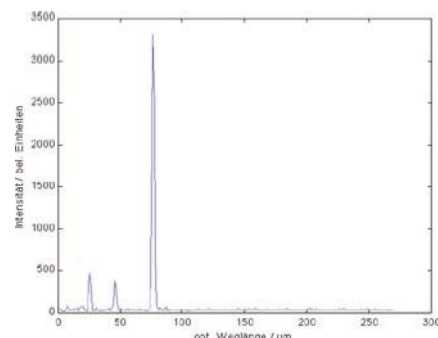
Für unterschiedliche Anforderungen stehen verschiedene Messköpfe zur Verfügung. Mit einem Standardmesskopf wird der Messbereich von 2 bis 250 Mikrometer mit einer Auflösung von 10 Nanometer und einer Reproduzierbarkeit von 20 Nanometer erreicht. Das gilt für die Brechzahl 1. Der Arbeitsabstand beträgt 30 Millimeter bei  $\pm 2$  Millimeter Toleranz. Das ermöglicht den Einsatz des Sensors in Anwendungen, bei denen das Messobjekt keine feste Auflage hat oder Vibrationen auftreten.

Für dickere und im sichtbaren Spektralbereich nicht transparente Materialien stehen die Varianten LR und das IT zur Verfügung. Diese verfügen über starke Lichtquellen (SLD) im Infrarotbereich. Damit lassen sich Kunststoffe mit zwischen 10 Mikrometer und

2,5 Millimeter messen. Typische Anwendungen des Sensors sind die Kontrolle der Dicke von Folien und anderen transparenten Materialien. Es kann aber auch beispielsweise die Dicke einer Luftschicht zwischen zwei Glasplatten bestimmt werden.



**Intensitätsspektrum des an einer transparenten Schicht reflektierten Weißlichts.**



**Fouriertransformiertes Spektrum bei Messung eines Zweischichtsystems. Aufgetragen ist die Intensität der an diesem Schichtsystem auftretenden Peaks über der optischen Weglänge. Die beiden kleineren Peaks repräsentieren die Folie und die Kleberschicht, während sich aus der Position des großen Peaks die optische Weglänge des gesamten Klebefilms ergibt.**



**Die Messung der Foliendicke lässt sich platzsparend in den laufenden Prozess einbauen.**

## Literaturhinweise

- J.-Rh. Perez: Optik. Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg 1996
- Bergmann Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Optik. Band 3 E. Hecht: Optik. Addison-Wesley, Bonn 1996.
- Gerd Jakob: Koaxiale interferometrische Schichtdickenmessung. Photonik 3/2000
- Matthias Kunkel u. Dr. Jochen Schulze: Mittendicke von Linsen berührungslos messen. Sonderdruck Photonik 6/2004

**CHRcodile**

■ Kennziffer 85

Precitec, Rodgau, Tel. +49/6106/8290-0,  
www.precitec-optronic.de