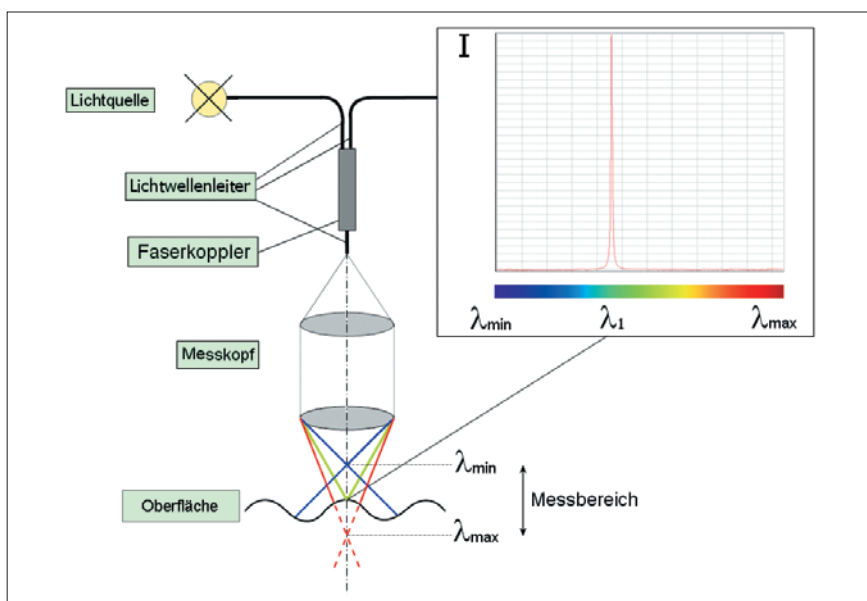


Optische Messtechnik für Qualitätssicherung und Fertigungskontrolle

Mittendickenmessung von Linsen – berührungslos

Von Matthias Kunkel und Jochen Schulze, Precitec Optronik GmbH, Rodgau

Die Fertigung hochwertiger Glas- und Kunststofflinsen unterliegt der Forderung nach der Einhaltung enger Toleranzen. Wichtige Linsenparameter wie die Mittendicke müssen daher im Fertigungsprozess ständig kontrolliert werden. Durch die Anwendung eines chromatisch konfokalen optischen Sensors kann die Mittendicke von Linsen zwischen 30 μm und 25 mm berührungslos, schnell und präzise gemessen werden! Messaufbau und Handhabung des Sensors sind besonders einfach, es müssen lediglich der Radius einer Linsenfläche und das verwendete Material bekannt sein. Auf Grund der hohen Messrate des chromatischen Sensors bis 14 kHz ist auch eine inline Vermessung möglich.



Prinzip der chromatisch kodierten konfokalen Messung.

Funktionsweise

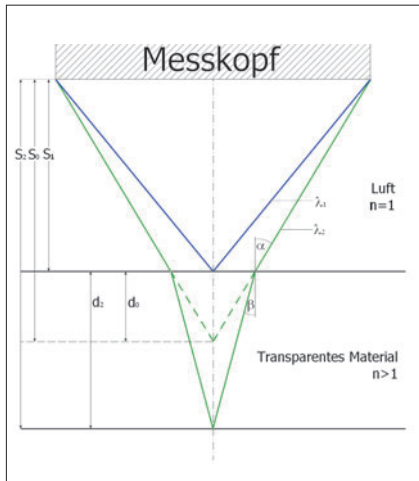
Zur Messung der Mittendicke von Linsen wird die chromatische Längsaberration einer Spezialoptik genutzt. Dazu wird breitbandiges Licht in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt und in den Messkopf

geführt. Der Messkopf beinhaltet ein Objektiv mit ausgeprägtem Farblängsfehler und fokussiert das aus der Faserendfläche austretende Licht wellenlängenabhängig auf die zu messende Linsenoberfläche. Eine scharfe Abbildung des leuchtenden Faserkerns ergibt sich dort nur für eine

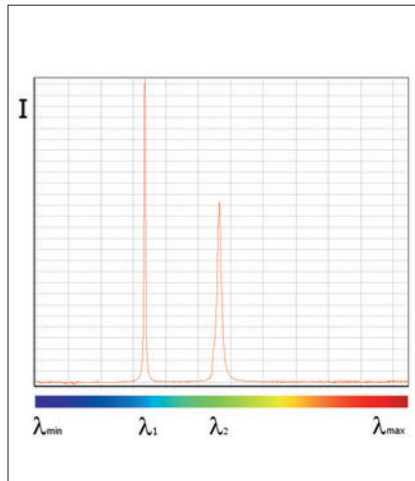
Wellenlänge. Umgekehrt wird auch das reflektierte Licht der selben Farbe scharf auf das Faserende abgebildet und mit hoher Effizienz in den Lichtwellenleiter wieder eingekoppelt. Andere Wellenlängen werden wegen der unscharfen Abbildung stark unterdrückt. Das reflektierte Licht gelangt über einen Faserkoppler in ein Spektrometer. Das gemessene Spektrum zeigt bei der betreffenden Wellenlänge einen scharfen Peak. Durch Kalibrierung kann aus der gefundenen Wellenlänge die gesuchte Distanz bestimmt werden. Bei der Linsendickenmessung befinden sich Ober- und Unterseite der Linse im Messbereich und somit bei zwei verschiedenen Wellenlängen im Fokus. Entsprechend sind auch zwei Peaks im Spektrum zu beobachten, aus denen sich die Distanzen zu Ober- und Unterseite der Linse bestimmen lassen. Die Differenz ist die zu messende Mittendicke. Das an der unteren Linsenfläche reflektierte Licht wird beim Ein- und Austritt in das Linsenmaterial an der oberen Grenzfläche gebrochen. Um eine korrekte Dickenmessung zu erhalten müssen daher die refraktiven Eigenschaften der oberen Linsenfläche in der Auswertung berücksichtigt werden. Dazu muss der Krümmungsradius im Scheitel- ▶

> www.precitec-optronik.de
www.chrocodile.de
 Kontakt: Dr. Jochen Schulze
 +49 (0) 61 06/82 90 - 14

CHECKUP



Strahlengang in einer Schicht mit planparallelen Grenzflächen.



Spektrum einer Schichtdickenmessung.

punkt der Linse und der Brechungsindex des Linsematerials für die Wellenlänge des zweiten Peaks bekannt sein. Der exakte Brechungsindex kann aus den Materialdaten ermittelt werden.

Sensoraufbau

Im neuen Sensor CHRocodile wird das oben beschriebene Messprinzip umgesetzt. Der Sensor besteht aus einer Auswerteeinheit und einem Messkopf. In der Auswerteeinheit befinden sich die Weißlichtquelle, der Faserkoppler, das Spektrometer und die Auswerteelektronik. Das Licht wird über eine Glasfaser (Länge 2 m–20 m) zum Messkopf übertragen. Der Messkopf ist als rein passive Optik ohne elektronische oder bewegte Teile in einer kompakten Bauform realisiert. Dies erleichtert die Integration des Messkopfes in bestehende Anlagen und ermöglicht Messungen auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen. Passend zu verschiedenen Messaufgaben wird eine breite

Palette von Messköpfen mit Messbereichen von 100 µm bis 25 mm angeboten. Damit sind Auflösungen bis zu 3 nm bei ausgezeichneter Reproduzierbarkeit erreichbar. Für den Stand-Alone-Betrieb verfügt die Auswerteeinheit über ein LC-Display, an dem Messwerte direkt abgelesen werden können, und ist über ein Tastenfeld an der Frontplatte voll parametrierbar. Zur Messwertübertragung, Parametrierung und Synchronisation mit externen Geräten, wie z.B. einem PC, stehen eine serielle Schnittstelle, eine USB- oder Ethernetschnittstelle sowie Analogausgänge, ein Clockausgang und ein Triggereingang zur Verfügung. Damit ist das Gerät in gängigen Messumgebungen leicht integrierbar. Durch die hohe Messrate von 14 kHz sind insbesondere bei Inline-Anwendungen des Sensors sehr kurze Taktzeiten realisierbar.

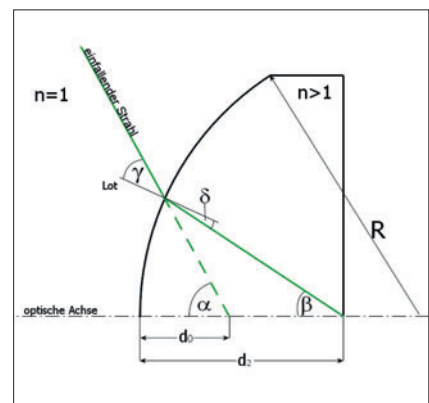
Mittendickenmessung

Der Einsatz des CHRocodile-Sensors zur Messung der Mittendicke von Linsen wird

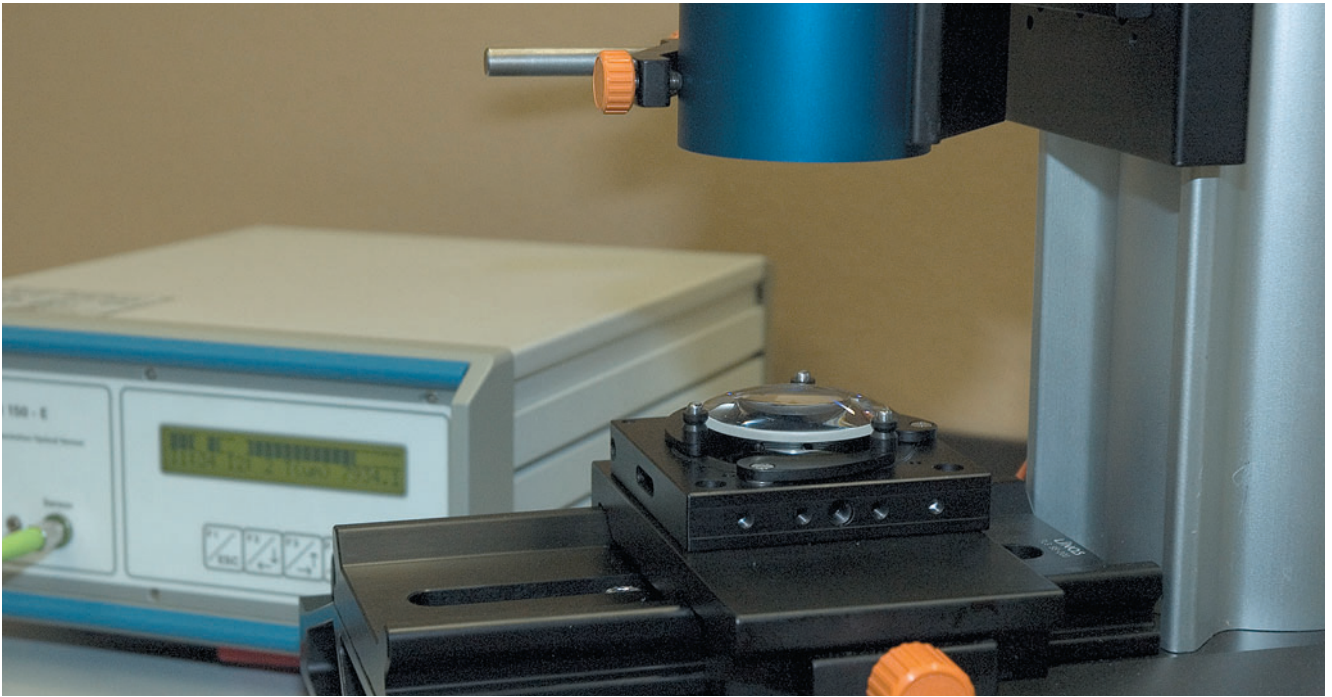
unterstützt durch eine bedienerfreundliche PC-Software. Nach Eingabe des Radius der oberen Linsenfläche und Auswahl des Linsenmaterials wird unmittelbar die Mittendicke der Linse angezeigt. Die Linse wird für die Messung zentriert zur optischen Achse des Messkopfes positioniert. Messbar sind alle gängigen Linsenformen (konkav, plan, konvex, asphärisch) und -materialien (Glas, Kunststoff u.a.) für den sichtbaren Wellenlängenbereich. Auch die Messung von vergüteten Linsenflächen ist möglich. Das Messsystem ist unempfindlich gegenüber Temperaturänderungen und Vibrationen, so dass die Messung in normaler Produktionsumgebung durchgeführt werden kann.

Abstandsmessung mit einem Schichtdickensensor?

Nach Umschalten der Betriebsart wird aus dem Schichtdickensensor ein hochauflösender Abstandssensor. In diesem Fall befindet sich nur eine Oberfläche im Messbereich, so dass im Spektrometer ebenfalls nur ein Peak auftritt, aus dem die Distanz zwischen Messkopf und Objektfläche absolut ermittelt werden kann. Durch die Nutzung von Objektiven mit hoher nume- ▶



Strahlengang in einer Linse.



Messaufbau zur Mittendickenmessung.

rischer Apertur können sowohl polierte, raue, hochreflektierende als auch opake Flächen mit einer Neigung bis 30° zur Messkopfachse bei hoher lateraler Auflösung (2 µm) gemessen werden. Wegen der hohen Messfrequenz kommen scannende 3D-Messsysteme zur berührungslosen Messung von Topografien, Profilen und Schichtdicken zum Einsatz. Präzisionsachsen mit Piezolinearantrieben sorgen für exakte Messungen im Labor und in der industriellen Fertigung. Typische Anwendungen sind die Qualitätssicherung und Fertigungskontrolle in der Glas-, Kunststoff-, Halbleiter- und Automobilindustrie.

Weisslichtinterferometer

Zur Messung dünner transparenter Schichten (optische Dicke 2 µm–250 µm) kann der CHRcodile Sensor bei Verwendung eines speziellen Messkopfes als Weisslichtinterferometer betrieben werden. Dabei ist auch die simultane Dickenmessung von mehreren transparenten Schichten in Schichtsystemen möglich, wie sie bei Folien oder Klebeschichten vorkommt. Besonders bewährt hat sich das interferometrische Messverfahren im inline Einsatz bei der Dickenmessung von Kunststofffolien und Lacken. ○

PRECITEC OPTRONIK GmbH

Seit seiner Gründung beschäftigt sich das Unternehmen aus Rodgau mit optischer Messtechnik. Der heutige Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung und Produktion von Sensoren und kompletten Messsystemen für verschiedene Anwendungen in den drei Bereichen Medizintechnik, Berührungslose Messtechnik, Lasermaterialbearbeitung.

Kernkompetenzen sind die Optoelektronik, Analog-, Digitaltechnik und Bildverarbeitung. Die PRECITEC OPTRONIK GmbH, die dem Firmenverbund PRECITEC KG angehört, gibt es seit Juli 2003. In ihr war die JURCA GmbH aufgegangen, die 1982 als Ingenieurbüro gegründet wurde. Aus Anfangs 3 wurden inzwischen 26 Mitarbeiter. Etwa die Hälfte ist in der Forschung und Entwicklung tätig.