



Berührungslos arbeitende konfokal-chromatische Sensoren

Für „glasklare“ Messwerte

In der modernen Glasherstellung nehmen innovative konfokal-chromatische Sensoren des Messtechnikspezialisten Micro-Epsilon eine entscheidende Rolle ein. Sie liefern submikrometeregenaue Echtzeit-Werte zu Dicke, Wandstärke, Spalt, Rundheit und Planarität. Die Überwachung dieser Werte durch Sensoren maximiert die Qualität der Endprodukte.

Dr. Alexander Streicher, Produktmanager Sensorik bei der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG in Ortenburg



In Forschung und Wissenschaft wird Glas genauso verwendet wie in der Ernährungs- und Getränkeindustrie und der Medizintechnik. Auch die Elektronik-, Möbel- und Bauindustrie setzen auf diesen Werkstoff. Im Laufe der Zeit hat sich der Herstellungsprozess gewandelt. Aus Handarbeit und Einzelteilfertigung wurde eine inzwischen hochspezialisierte, automatisierte Serienfertigung. Es müssen enge Toleranzen exakt eingehalten werden, um ein hochwertiges und einwandfreies Endprodukt für die nachfolgenden Produktionsschritte sowie den Endkunden zu generieren. Äußerst schnelle Prozesse, Präzision und die teils sehr dünnen und transparenten Materialien stellen hohe Anforderungen an die in der Glasindustrie eingesetzten Sensoren. Die ConfocalDT-Reihe von Micro-Epsilon ist speziell für diese Anwendungen konzipiert. Die Sensoren basieren auf dem konfokal-chromatischen Messprinzip, das berührungslos arbeitet und nicht auf das empfindliche Glas einwirkt. Micro-Epsilon erreicht mit diesen Systemen hohe Genauigkeiten im Mikrometerbereich bei gleichzeitig hohen Messraten, die sich, je nach Anforderung und Controller, von 6,5 kHz bis 70 kHz einstellen lassen. Der wenige Mikrometer kleine Lichtpunkt erfasst zudem zuverlässig und abstandsunabhängig feine Details. Der Anwender kann darüber hinaus auf eine Materialdatenbank zurückgreifen, die im Controller hinterlegt ist und sich erweitern und bearbeiten lässt. Materialspezifische Parameter wie Brechungsindizes werden über das bedienerfreundliche Webinterface angepasst. Die Installation zusätzlicher Software ist nicht nötig und die verschiedenen Sensor- und Controllerausführungen der Reihe ConfocalDT sind untereinander beliebig kombinierbar. Reicht das bestehende Produktportfolio für eine Applikation nicht aus, bietet Micro-Epsilon außerdem spezielle Anpassungen wie individuelle Kabellängen, abgeänderte Messbereiche oder Änderungen der Bauform an.

Vorteile konfokal-chromatischer Sensoren

Mit dem ConfocalDT IFC2471 HS hat der Sensorspezialist eines der schnellsten konfokalen Messsysteme weltweit entwickelt, bei dem sich Messraten von bis zu 70 kHz einstellen lassen. Zudem erfolgen Messungen abstandsunabhängig, wodurch beispielsweise auch bei pendelnden Flaschen in Sternradinspektionsmaschinen präzise Werte generiert werden. Die hier entstehenden Abstandsänderungen zwischen Sensor und Flasche würden in der Regel zu Messfehlern führen, da sich der Brechungsindex des transparenten Materials mit der Wellenlänge ändert. In diesem Fall werden die Messwertabweichungen aber über eine Dickenkalibrierung kompensiert, indem der Controller auf die Brechungsindizes in der hinterlegten Materialdatenbank zurückgreift. Dies funktioniert auch bei mehrlagigen Messobjekten wie Verbundglas. Die Sensoren tragen damit maßgeblich dazu bei, die Produktqualität in der Glasindustrie zu erhöhen und Ausschuss und Kosten zu minimieren. Das umfangreiche Portfolio an konfokal-chromatischen Sensoren und Controllern von Micro-Epsilon, ermöglicht darüber hinaus eine breite Anwendungsvielfalt. Eingesetzt werden sie von der Behälterglasproduktion über die Displayfertigung bis hin zur präzisen Fertigung optischer Gläser.

Der wenige Mikrometer kleine Lichtpunkt des berührungslosen Messprinzips der konfokal-chromatischen Sensoren von Micro-Epsilon erfassen zuverlässig und abstandsunabhängig feine Details

Bild: Micro-Epsilon

Speziell für die Glasindustrie hat das Unternehmen beispielsweise den Sensor ConfocalDT IFS2405-6 konzipiert. Er misst präzise Weg und Dicke auf diffusen, spiegelnden und transparenten Materialien. Der Sensor bietet mit 18 nm eine hohe Auflösung und wird besonders in der Flachglasproduktion für Messungen ab Schichtdicken von 300 µm eingesetzt. Von Vorteil ist vor allem der hohe Grundabstand von 63 mm: Der Sensor kann in sicherer Entfernung platziert werden, wenn Glasscheiben an einer Aufhängung befestigt sind und schwebend am Sensor vorbeitransportiert werden. Die Scheiben befinden sich bei diesem Verfahren ständig in Bewegung. Ein versehentliches Berühren und damit Beschädigen des Sensors oder der Glasscheiben wird dank des hohen Grundabstands verhindert.

Behälterglasproduktion

Bei der Produktion von Behälterglas sind die Wandstärke und die Rundheit der Flaschen wichtige Qualitätsmerkmale. Um das Eigengewicht so weit wie möglich zu reduzieren, wird die Wandstärke möglichst gering gehalten. Daher wird sie bei jeder Flasche einzeln geprüft. Reicht die Wandstärke an einer oder mehreren Stellen nicht aus, bricht das Glas schon während des Abfüllens, spätestens aber während des Transports. Gerade Abfüllmaschinen arbeiten schnell, weshalb die Bruchfestigkeit in jedem Fall gegeben sein muss, damit Glassplitter den Füllprozess nicht plötzlich stoppen. Hohe Qualitätsanforderungen gelten auch bei Pfandflaschen. Sie sind länger in Um-



Bild: Micro-Epsilon

Für den Prüfprozess von Flaschen werden diese rotierend an zwei konfokal-chromatischen Sensoren vorbeigeführt. Sie messen die Dicke der Flaschen an zwei Stellen synchron und mit einer Genauigkeit von 10 µm

lauf und müssen deshalb mehrere Zyklen unbeschädigt überstehen. Für den Prüfprozess befinden sich die Flaschen in Sternradinspektionsmaschinen, die sie rotierend an zwei konfokal-chromatischen Sensoren vorbeiführen. Diese messen die Dicke der Flaschen an zwei Stellen synchron und mit einer Genauigkeit von 10 µm. Im gleichen Messverfahren wird die Rundheit der Flaschen überprüft. Aufgrund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten von fünf Flaschen pro Sekunde und um das Glas nicht zu beschädigen, sind berührungslose Messungen erforderlich. Eingesetzt werden der konfokal-chromatische Zweikanal-Controller ConfocalDT IFC2422 zusammen mit Sensoren der Reihe ConfocalDT IFS2406-10. Die Sensoren sind besonders kompakt gebaut und lassen sich auch in kleine Bauräume einbinden. Dank der automatischen Belichtungsregelung passt sich der Sensor an unterschiedliche Flaschenfarben an und das Zweikanalsystem realisiert eine effiziente sowie zuverlässige Wandstärkenprüfung, besonders in Serienproduktionen. Dabei lassen sich zwei Sensoren parallel anschließen, die die Messwerte synchron erfassen. Über die Ethercat-Schnittstelle werden die Daten in Echtzeit ausgegeben.

PLUS

Das Messprinzip

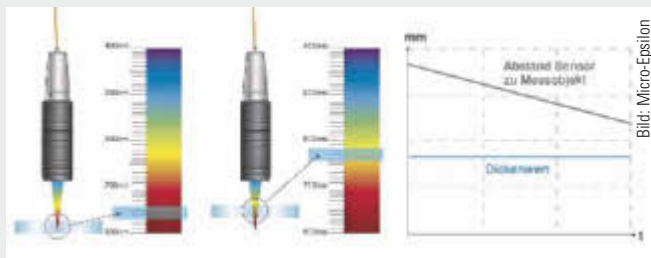


Bild: Micro-Epsilon

Das konfokal-chromatische Messprinzip arbeitet mit polychromatischem Licht. Eine mehrlinsige Optik teilt es in die einzelnen Spektralfarben auf und fokussiert es in unterschiedlichen Abständen zum Sensor. Kurzwelliges, blaues Licht mit 400 nm wird stärker gebrochen als langwelliges, rotes Licht mit 700 nm. Der Messbereichsanfang liegt bei blauem Licht, das Messbereichsende bei rotem Licht. Durch die kontrollierte chromatische Abweichung liegt jede Wellenlänge in einer anderen Fokusebene. Mittels werkseitiger Kalibrierung wird jeder Wellenlänge ein bestimmter Abstandspunkt zum Messobjekt zugeordnet. Das Sensorsystem zieht sich schließlich die Wellenlänge zur Messung heran, die sich exakt auf dem Messobjekt fokussiert. Die Lichtreflexion wird über eine optische Anordnung auf ein lichtempfindliches Sensorelement abgebildet, auf der die zugehörige Spektralfarbe erkannt und ausgewertet wird. Bei jeder Änderung des Brechungsindex verschiedener Materialien wird ein Teil des Lichts zurück reflektiert. So lassen sich auch einseitige Dickenmessungen von transparenten Materialien durchführen. Für Multipeak-Messungen werden mehrere Abstandspunkte ausgewertet.

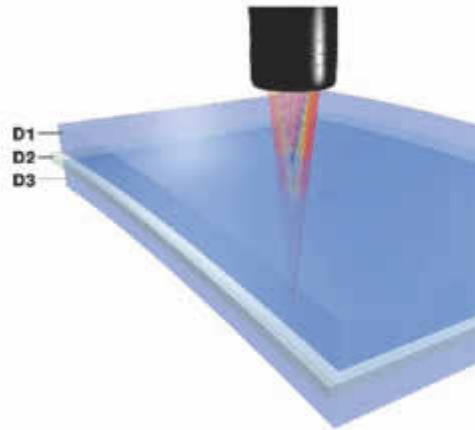
Schichtdicke von Sicherheitsglas

Verbundsicherheitsglas wird aus mindestens zwei Glasscheiben gefertigt. Zwischen jeder Glasschicht befindet sich eine elastische, reißfeste Polymerfolie. Durch Hitze und ein Pressverfahren werden die Schichten fest miteinander verbunden. Bricht das Glas, so haften die Splitter an der Folie und mindern dadurch ein mögliches Verletzungsrisiko. Micro-Epsilon setzt hier zur Qualitätsprüfung und Prozesssteuerung den konfokal-chromatischen Sensor der Reihe ConfocalDT IFS2405-10 ein, der an den Controller ConfocalDT IFC2451 angeschlossen ist. Dank der Multi-Peak-Option messen die Sensoren die Dicke transparenter Mehrschichtmaterialien in Mikrometergenauigkeit. Sechs Peaks können vom Messsystem ausgewertet werden, wodurch die Messung von fünf Schichten möglich ist. Hierfür werden die Brechungsindizes der jeweiligen Schicht aus der Materialdatenbank des Controllers herangezogen. Neben der Schichtdickenbestimmung von Sicherheitsglas werden auch mehrfach verglaste Fenster geprüft. Deren Dämmeigenschaften sind nur dann gegeben, wenn die Fertigungstoleranzen zuverlässig eingehalten werden.

Bild: Micro-Epsilon



Konfokal-chromatische Messsysteme von Micro-Epsilon werden zur Prüfung der Mittendicke von dünnen optischen Linsen sowie deren Kontur beziehungsweise Krümmung eingesetzt. Im Zentrum der jeweiligen, diffus-reflektierenden Linse wird die Dicke mit einer Auflösung von 36 nm erfasst



Dank der Multi-Peak-Option messen die Sensoren die Dicke transparenter Mehrschichtmaterialien in Mikrometernauigkeit. Sechs Peaks können vom Messsystem ausgewertet werden, wodurch die Messung von fünf Schichten möglich ist



Bild: Micro-Epsilon

Displayglas und Glasscheiben

Bei der Produktion und Verarbeitung von Displayglas müssen die Glasscheiben eben sein und einheitliche Dicken aufweisen. In den schnellen Serienfertigungen werden deshalb Messsysteme mit einer hohen Messrate benötigt. Der Fertigungsprozess wird anhand der ermittelten Werte geregelt. Die einseitige Dickenmessung übernimmt ein Sensor der Reihe ConfocalDT IFS2405. Er wird mit dem Controller ConfocalDT IFC2461 kombiniert. Mit Messraten von bis zu 25 kHz ist dieses System für die Vermessung von Display- und Flachglas prädestiniert. Es arbeitet mit einer hohen Lichtintensität, wodurch präzise Messungen auf matt-schwarze Oberflächen möglich sind. Verfährt der Sensor an einer traversierenden Einheit über die Glasscheiben, ist zudem gleichzeitig die Prüfung der Planarität möglich.

Um einen höheren Splitterschutz zu bieten, werden auch Glasscheiben mit einer Sicherheitsfolie verstärkt. Um in nur einem Messvorgang drei verschiedene Werte – die Glasdicke, die Foliendicke und die Dicke des Klebeauftrags – bestimmen zu können, werden hier wiederum konfokal-chromatische Sensoren ConfocalDT IFS2405 eingesetzt. Sie vermessen dünne Schichten bereits ab 5 µm. Darüber hinaus können auch feine, transparente Kleberauppen geprüft werden. Wo andere optische Messverfahren an ihre Grenzen stoßen, bestimmen die Sensoren von Micro-Epsilon das Profil der Kleberauppe genau und die Werte lassen einen Rückschluss darauf zu, ob zu wenig Kleber aufgetragen wurde. Ist dies der Fall, kann in Echtzeit in die Steuerung eingegriffen und gegebenenfalls nachgeregelt werden.

Glasdicke von Röntgenröhren

Die Herstellung von Röntgenröhren ist komplex. Sie bestehen aus mehreren Gläsern, die nicht unmittelbar während des Herstellungsprozesses in ihre spätere Form gebracht werden können, weshalb die einzelnen Teile in einem weiteren Prozessschritt miteinander verschmolzen werden müssen. Im Anschluss wird in der Röhre ein Vakuum erzeugt. Die Röhre muss dabei eine Mindestdicke aufweisen, um dem Unterdruck standzuhalten. Auch Luft einschließen an der Verschmelzungsstelle können zur Instabilität der Röhre führen. Zur Überwachung der Röhre wird ein Messsystem bestehend aus dem konfokal-chromatischen Sensor ConfocalDT IFS2405-10 sowie dem Controller ConfocalDT IFC2461 eingesetzt. Seine Aufgabe ist die Überwachung der Verschmelzungsstelle bei Schichtdicken von

1 mm bis 8 mm und einer Genauigkeit von 0,2 mm unter Reinraumbedingungen. Die Messung erfolgt direkt auf die Verschmelzungsstelle. Der Sensor ermittelt, ob die Glasdicke während des Schmelzens abgenommen hat, wodurch Rückschlüsse auf das spätere Verhalten des Glases möglich sind. Fehlerhafte Röhren werden mit den Sensoren von Micro-Epsilon schnell und sehr früh im Prozess erkannt, wodurch sie nachbearbeitet werden können und nicht zerstört werden müssen. So werden Ausschuss und Kosten auf ein Minimum reduziert. Da die Sensoren sowohl auf klares wie auch farbiges Glas präzise messen, werden sie auch dann eingesetzt, wenn ein Reklamationsfall bereits verwendeter Röhren auftritt, die sich durch eingesetzte Röntgenstrahlen braun verfärbt haben. Der Hersteller kann das Glas in diesem Fall neu vermessen und die Werte mit den ursprünglichen Werten aus dem Herstellungsprozess abgleichen.

Kontur und Dicke optischer Gläser

Micro-Epsilon-Sensoren kommen darüber hinaus auch in Spezialfertigungen wie der Herstellung optischer Gläser zum Einsatz. Das konfokal-chromatische Messsystem, bestehend aus dem Sensor ConfocalDT IFS2405-3 und dem Controller ConfocalDT IFC2461, prüft beispielsweise die Mittendicke von dünnen optischen Linsen sowie deren Kontur beziehungsweise Krümmung. Der Sensor verfährt dazu über den Tray mit Linsen, um ein Profil zu generieren. Im Zentrum der jeweiligen, diffus-reflektierenden Linse wird die Dicke mit einer Auflösung von 36 nm erfasst. Das Messsystem generiert dank kleinem Lichtpunkt und hoher Messrate eine hohe Punktdichte und vermisst dadurch auch die produktionstechnisch anspruchsvollen asphärischen Linsen exakt. Dank des berührungslosen Messprinzips nehmen die konfokal-chromatischen Sensoren von Micro-Epsilon dabei keinen Einfluss auf das Messobjekt. *ik*

www.micro-epsilon.de

INFO



Weitere Details zu den konfokal-chromatischen Sensorsystemen von Micro-Epsilon:
hier.pro/nQc6K

elektro
AUTOMATION

Messe Sensor+Test: Halle 1, Stand 320