

»Spektra-kuläre« Messungen mit konfokal-chroma- tischen Sensoren



Konfokal-chromatische Sensoren bieten modernste Technologie, vereint mit höchster Geschwindigkeit und maximaler Präzision. Diese Eigenschaften prädestinieren die vielseitigen Weg- und Abstandssensoren für die hohen Anforderungen von Industrie 4.0.

In Zeiten von Industrie 4.0 müssen Sensoren Messwerte schnell erfassen und gleichzeitig hochpräzise Ergebnisse liefern, um eine zuverlässige Qualitätssicherung zu garantieren. Besonders die optische Messtechnik gewinnt in Fertigungs- und Prüfprozessen an Bedeutung, da sie berührungslos und unabhängig von Material- und Oberflächenbeschaffenheit arbeitet. In laufenden Produktionsprozessen stellt das einen entscheidenden Vorteil dar, da sich taktile Messtechnik dort kaum sinnvoll einsetzen lässt, und sie stößt insbesondere an schwer zugänglichen Messpunkten an Grenzen.

Konfokal-chromatische Sensoren bieten innovative Technologie, Geschwindigkeit und hohe Präzision. Mit dem konfokal-chromatischen Messverfahren sind mehrschichtige Dickenmessungen transparenter Materialien, Abstandsmessungen, Intensitätsauswertungen und Messungen in Vertiefungen und Bohrungen möglich. Die Messungen erfolgen berührungslos, verschleißfrei und nahezu oberflächenunabhängig.

Durch den extrem kleinen Messfleck können auch Kon-

turen winziger Objekte erfasst werden. Das konfokal-chromatische Messverfahren eignet sich daher besonders für die Inline-Qualitätskontrolle.

Das Unternehmen Micro-Epsilon bietet ein großes Programm an Sensoren und Controllern. Verschiedene Schnittstellen eröffnen vielfältige Anwendungen, z.B. in der Halbleiterindustrie, Glasindustrie, Medizintechnik, Kunststoffproduktion oder im Bereich Consumer Electronics.

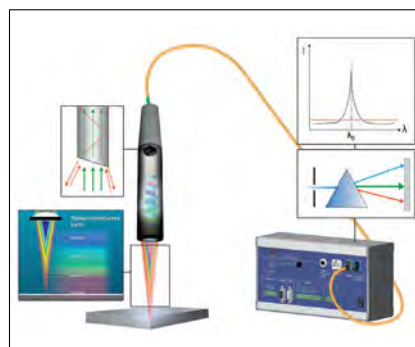
Das Messprinzip

Das konfokal-chromatische Messprinzip arbeitet mit polychromatischem Licht, das durch eine mehrlinsige Optik in die einzelnen Spektralfarben aufgeteilt und in unterschiedlichen Abständen zum Sensor fokussiert wird. Kurzwelliges, blaues Licht (400 nm) wird stärker gebrochen als langwelliges, rotes Licht (700 nm). Der Messbereichsanfang liegt bei blauem Licht, das Messbereichsende bei rotem Licht. Durch die kontrollierte chromatische Abweichung (Dispersion) liegt jede

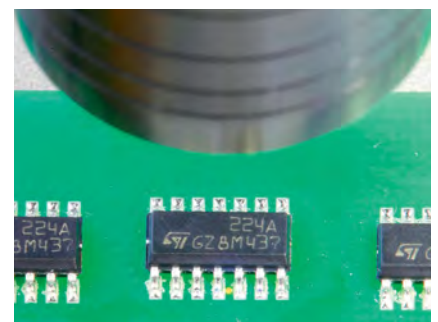
Wellenlänge in einer anderen Fokusebene. Mittels werkseitiger Kalibrierung wird jeder Wellenlänge ein bestimmter Abstandspunkt zum Messobjekt zugeordnet. Die Lichtwelle, die sich exakt auf dem Messobjekt fokussiert, wird schließlich im Sensorsystem zur Messung herangezogen. Die Lichtreflexion wird über 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.

Die Vorteile konfokal-chromatischer Messsysteme

Die moderne Sensortechnologie von Micro-Epsilon erlaubt die exakte Vermessung von Objekten mit unterschiedlichen Oberflächen. Dabei beeinflussen



Vgl. hierzu: <http://www.micro-epsilon.de/service/glossar/Konfokal-chromatisch.html>



Der extrem kleine und konstante Lichtfleck macht präzise Messungen auf winzigen Objekten möglich, beispielsweise in der Halbleiterindustrie

Der Autor

Dr. Alexander Streicher ist Produktmanager Sensorik bei der Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG in 94496 Ortenburg.

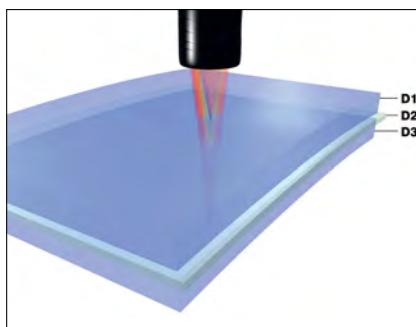
die Oberflächenbeschaffenheit oder Material des Messobjekts die Messgenauigkeit kaum. Hochpräzise Messungen sind auf spiegelnden Oberflächen, z. B. auf hochglanzpolierten Metallen oder Flüssigkeiten, auf matten Oberflächen wie Kunststoff oder schwarzem Gummi und auf transparenten Materialien wie Glas oder Kunststoffplatten, möglich. Der extrem kleine Messfleck, der je nach System nur wenige μm umfasst, ermöglicht Messungen auf winzigen Objekten, beispielsweise IC-Pins auf Leiterplatten, Bonddrähten oder kleine Konturen mechanischer Teile. Das Messsystem ist für dynamische Messaufgaben geeignet.



Bei der Produktion von Behälterglas stellen die Wandstärke und die Rundheit der Flaschen ein wichtiges Qualitätsmerkmal dar. Im laufenden Prozess müssen deshalb diese Größen zu 100 % kontrolliert werden.

übertragung erfolgt in der Regel über EtherCAT in Echtzeit, die Daten werden dann ausgewertet und lassen somit ein schnelles Eingreifen in die Produktion zu. Die automatische Belichtungszeitregelung realisiert schnelle Messungen über unterschiedliche Oberflächen hinweg, da das System die Belichtungszeit der Zeile automatisch regelt und in kürzester Zeit an die unterschiedlich reflektierenden Oberflächen anpasst.

Mit diesem Messsystem lässt sich sowohl auf diffuse als auch auf direkt-reflektierende Oberflächen messen, ohne die Einbausituation zu verändern. Selbst bei einer Verkippung der Messobjekte ist weiterhin eine hochpräzise

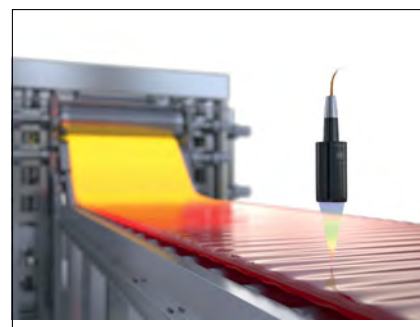


Für höchste Produktqualität ist bei mehrschichtigem Glas, wie es im Bereich Consumer Electronics vorkommt, die Bestimmung der exakten Schichtdicken und aller Luftspalte zwischen den Schichten gefordert.

rufen, worüber alle Einstellungen vorgenommen werden. Für die Dickenmessung und Mehrschichtmessung ist eine umfangreiche Materialdatenbank hinterlegt, die sich beliebig erweitern lässt. Als Schnittstellen stehen EtherCAT, Ethernet, RS422 und Analog Out zur Verfügung.

Hochgenaue Inspektion feinsten Oberflächenstrukturen durch Intensitätsauswertung in Verbindung mit Abstandsmessungen

Die konfokal-chromatischen Messsysteme werden zur Weg- und Abstandsbestimmung und auch zur In-



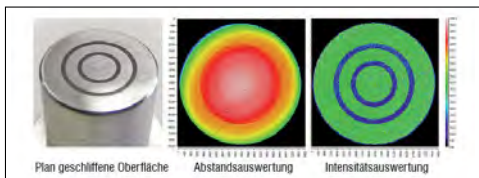
Konfokale Sensoren messen berührungslos und liefern zuverlässige Messwerte weitestgehend unabhängig von Material- und Oberflächenbeschaffenheit des Messobjekts. Alle Abb.: Micro-Epsilon

Für Messungen schnellster Prozesse wurde von Micro-Epsilon das confocalDT 2471 HS konzipiert, das mit bis zu 70 kHz das weltweit schnellste konfokale Messsystem ist. Es eignet sich somit ideal für Inline-Messungen mit hoher Dynamik, wie sie beispielsweise in der Glasindustrie erfolgen. Die Daten-

Messung möglich. Die passiven Sensoren sind sehr flexibel im Einsatz, übertragen keine Wärme auf das Messobjekt und sind in einer speziellen Vakuumausführung verfügbar. Durch den axialen Strahlengang treten kaum Abschattungseffekte auf, wodurch auch Messungen in Hülsen und Vertiefungen realisiert werden können.

Für die Messung von Durchmessern sowie der Maßhaltigkeit von Bohrungen stehen spezielle Sensoren mit einem 90-Grad-Strahlengang zur Verfügung. Zur Inspektion von kleinen Bohrungen wurde boreControl konzipiert. Die gesamte Konfiguration der verfügbaren Controller und Sensoren wird ohne zusätzliche Software über ein einfach zu bedienendes Webinterface durchgeführt. Das Webinterface wird über eine Ethernet-Verbindung aufge-

tensitätsauswertung eingesetzt. Die Oberflächenbeschaffenheit kleinster Präzisionsteile kann durch diese Methode bis in den μm -Bereich bestimmt werden. Kratzer oder ähnliches werden zuverlässig detektiert. Durch die Abstandsbestimmung lassen sich Oberflächentopographien von Objekten erstellen. Die Anwendung beider Methoden, ist eine Besonderheit der Micro-Epsilon Messtechnik. Ein Beispiel sind Uhrwerke, deren Oberfläche sich auf kleinste Unebenheiten hin kontrollieren lässt, die maßgeblich einen Qualitätsverlust darstellen würden. Auch Zylinderlaufbuchsen können mit konfokal-chromatischen Sensoren auf Durchmesser, Rundheit, Oberflächenstruktur und Rauigkeit geprüft werden. Besteht ein Messobjekt aus verschiedenen Materialien, z. B.



Neben der Abstandsauswertung kann die Signalintensität zur Messung herangezogen werden, dadurch können feinste Strukturen visualisiert werden. Bei einer konstanten Belichtungszeit lassen sich so erweiterte Aussagen zur Oberflächenbewertung treffen, die durch die reine Abstandsmessung nicht möglich sind.

aus Metall und Kunststoff, so werden durch die Reflektivität Unterschiede im Material sichtbar, obwohl sich die Abstandswerte nicht ändern. Bei Unebenheiten und Kratzern ändert sich der Reflexionsgrad, so dass diese sichtbar gemacht werden können. Das System erfasst die Änderungen der Signalintensität und erstellt dadurch ein genaues Abbild des Messobjektes mit seinen feinsten Strukturen.

Spezialist in der Behälterglasproduktion

Das konfokal-chromatische Messprinzip ermöglicht die präzise einseitige



Uhrwerk – Oberfläche Display Uhr: Die Oberflächenbeschaffenheit kleinster Präzisionsteile, kann durch diese Methode bis in den μm -Bereich bestimmt werden. Kratzer oder ähnliches werden zuverlässig detektiert.

ge Dickenmessung von transparenten Materialien wie Glas. Es zeigt sich außerdem gegenüber Verkipfung weitestgehend unempfindlich. Dabei wird mit nur einem Sensor die Dicke mikrometergenau erfasst. Im Controller ist eine Materialdatenbank hinterlegt, die individuell editierbar und erweiterbar ist. Durch die Dickenkalibrierung bleibt der Dickenwert über den gesamten Messbereich konstant. Materialspezifische Parameter, wie Brechungsindizes, können über das Webinterface einfach angepasst werden. Bis zu fünf Schichten lassen sich mit der Mehrschichtmessung auswerten. Dadurch können auch mehrschichtige Objekte, wie z.B. Verbundglas, zuverlässig vermessen werden.

Bei der Produktion von Behälterglas stellen die Wandstärke und die Rundheit der Flaschen ein wichtiges Quali-

tätsmerkmal dar. Im laufenden Prozess müssen deshalb diese Größen zu 100 % kontrolliert werden. Fehlerhafte Behälter werden sofort ausgeschleust und der Glas-Schmelze wieder zugeführt.

Aufgrund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten und um die Flaschen nicht zu beschädigen, ist eine schnelle und berührungslose Messung erforderlich. Hierfür ist das konfokal-chromatische Zweikanal-Messsystem confocalDT 2422 von Micro-Epsilon die optimale Lösung. Die Messung erfolgt an zwei Messstellen synchron. Über die EtherCAT-Schnittstelle können die Daten in Echtzeit ausgegeben



Für die Messung von Durchmessern sowie der Maßhaltigkeit von Bohrungen stehen spezielle Sensoren mit einem 90 Grad Strahlengang zur Verfügung

werden. Die Dickenkalibrierung ermöglicht eine präzise Dickenmessung über den gesamten Messbereich des Sensors. Die automatische Belichtungsregelung ermöglicht stabile Messungen unabhängig von der Farbe der Containergläser.

Spaltmaße von Displaygläsern und Dickenmessung von mehrschichtigen transparenten Materialien

Eine besondere Herausforderung an die Messtechnik, stellen Verbund sicherheitsglas, Solarzellen, Flachbildschirme oder Smartphone-Displays. Sie umfassen mehrere Schichten aus verschiedenen transparenten Materialien. Die exakte Dicke der einzelnen Schichten muss bestimmt werden sowie alle Luftspalte zwischen den

Schichten, um höchste Qualität zu garantieren. Wegen der hohen Taktraten müssen die Messungen schnell und gleichzeitig präzise erfolgen. Nach der Montage, beispielsweise in der Smartphone-Produktion, müssen die Toleranzen der einzelnen Bauteile zueinander überprüft werden, um eine durchgängige Qualität über alle Fertigungschargen zu erhalten. Miniaturisierung und gesteigerte Fertigungsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig steigender Wirtschaftlichkeit sind die bestimmenden Faktoren in der Elektronikindustrie.

Qualität, Funktion und Haptik beim Endprodukt erfordern eine zu-



verlässige Messung, Prüfung und Inspektion in allen Fertigungsstufen. Auch bei der Herstellung von mehrschichtigem, laminiertem und gekrümmtem Glas für Flugzeug-, Automobil- und Architekturanwendungen kommt es auf die präzise Dickenmessung der einzelnen Schichten an, die durch konfokale Sensoren sichergestellt wird. Entspricht die Krümmung der aneinander liegenden Schichten nicht der Vorgabe, besteht die Gefahr von Spannungen, was wiederum zu Mängeln oder der Delaminierung des Glases führen kann. Kompakte, schnelle und integrierbare Sensoren von Micro-Epsilon sorgen hier für höchste Zuverlässigkeit in nahezu allen Bereichen, in denen hohe Präzision gefordert wird – von der Maschinenüberwachung bis zur vollautomatischen Qualitätskontrolle am Endprodukt.

KONTAKT

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG
www.micro-epsilon.de