

Das confocalDT IFS2407-3 zeichnet sich durch einen Messwinkel von bis zu $\pm 30^\circ$ aus. Dadurch können gekrümmte und strukturierte Oberflächen präzise erfasst werden.

Mit Weißlicht-Technologie zur Ultrahochpräzision

Konfokal-chromatische Sensoren und Interferometer für die Abstands- und Dickenmessung

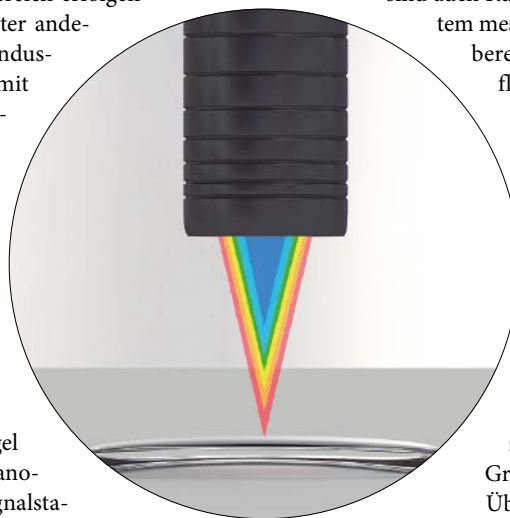
Wenn hochgenaue Messergebnisse gefragt sind, sind optische Messverfahren unverzichtbar – zum Beispiel konfokal-chromatische Sensoren und Interferometer auf Basis der Weißlicht-Technologie. Eingesetzt werden beide Messsysteme zur Abstands- und Dickenmessung in Bereichen, in denen hohe Genauigkeit und Signalstabilität gefordert werden.

Licht wird in der Sensorik vielseitig genutzt. Rotes Laserlicht zählt hier zu den bekanntesten Lichtquellen und wird beispielsweise in Tastern, Lichtschranken und Sensoren genutzt. Zahlreiche Applikationen lassen sich dadurch hochgenau lösen. Micro-Epsilon setzt bei konfokal-chromatischen Sensoren wie auch bei den Interferometern auf die Weißlicht-Technologie, die das sichtbare weiße Licht sowie den Infrarotbereich umfasst. Bis in den Subnanometerbereich erfolgen stabile Abstands- und Dickenmessungen unter anderem auf Glas, Folien oder in der Halbleiterindustrie. Doch auch wenn beide Sensortypen mit der Weißlicht-Technologie arbeiten, so unterscheiden sich die beiden Messverfahren dennoch deutlich – ergänzen sich aber auch.

Nanometerpräzision in Verbindung mit hoher Signalstabilität

Konfokal-chromatische Sensoren liefern mikrometergenaue Ergebnisse, überwiegend bei der Automatisierungs- und Fertigungsüberwachung in dynamischen, industriellen Inlineanwendungen. Die Interferometer von Micro-Epsilon sind in der Regel in solchen Anwendungen im Einsatz, die Nanometerpräzision in Verbindung mit hoher Signalstabilität einfordern wie in der Halbleiterindustrie oder der Präzisionsglasproduktion. Im Vergleich lassen sich die konfokal-chromatischen Systeme durchaus als die flexiblere Lösung bezeichnen,

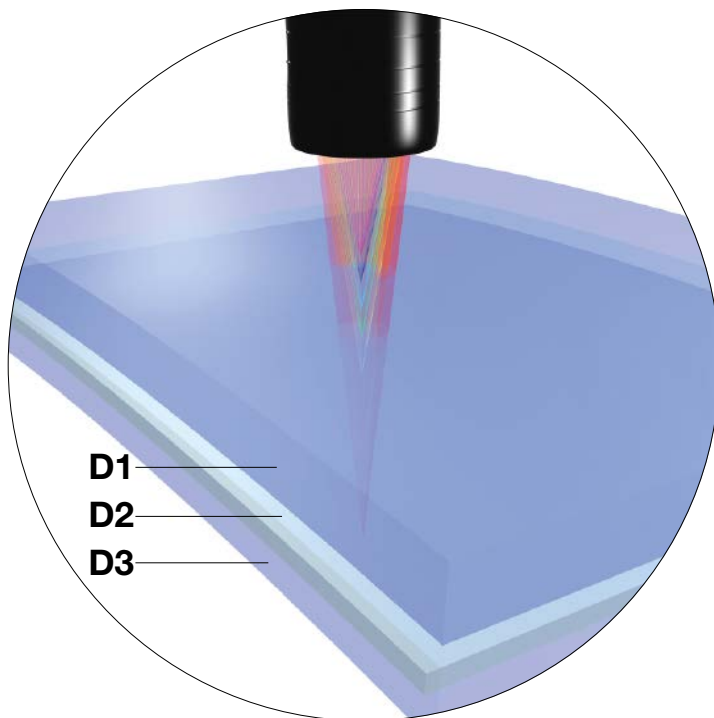
zumind. mit Blick auf die Anzahl der verschiedenen Sensoren und die Anwendungsvielfalt. Sie können entweder die Dicke von transparenten Objekten oder Abstände auf zahlreichen Oberflächen messen. Gekrümmte und insbesondere strukturierte Oberflächen werden mit konfokal-chromatischen Sensoren erfasst, da diese Sensoren der Reihe confocalDT einen großen Verkippungswinkel bis zu 48° bieten. Daher sind auch Rundungen und Profile mit dem konfokalen System messbar. Auch beim Grundabstand und den Messbereichen ist das konfokal-chromatische System flexibel.



Zur Einhaltung der Produktionstoleranzen wird die Kontur von optischen Linsen wie zum Beispiel Brillengläsern oder Objektiven mit konfokal-chromatischen Sensoren abgetastet.

Das Interferometer hingegen eignet sich mit einem Messwinkel von 2° für ebene Oberflächen wie sie bei Wafern vorhanden sind. Der Messbereich wird vom Controller vorgegeben und kann daher nicht so flexibel wie beim konfokal-chromatischen Messsystem geändert werden.

Vorn in puncto Genauigkeit liegt laut Hersteller das Interferometer. Es ist das präziseste optische System im Portfolio von Micro-Epsilon, mit dem Auflösungen bis zu 30 Pikometer erreicht werden können. Die Grenze des konfokalen Systems liegt bei 3 nm. Über analoge und digitale Schnittstellen wie Ethernet und Ethercat ist eine einfache Anbindung der beiden Sensorsysteme möglich. Eine Besonderheit ist die Konfiguration, die über ein Webinterface erfolgt. Ohne Softwareinstallation erfolgt



Durch die 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.

die Inbetriebnahme und Parametrierung auf der Benutzeroberfläche. Beide Systeme liefern mit ihren Vorteilen ein nahtlos ineinander übergehendes Produktportfolio für alle hochgenauen Anwendungen in Industrie, Forschung und Entwicklung, mit präzisen Ergebnissen bis in den Subnanometerbereich.

Konfokal-chromatisches Messprinzip

Das konfokal-chromatische Messprinzip arbeitet mit polychromatischem Licht. Eine mehrlinsige Optik teilt dieses weiße Licht 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 wertet die Wellenlänge für die Abstandsbestimmung aus, 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, beim Übergang verschiedener Materialien, wird

ein Teil des Lichts zurück reflektiert. So lassen sich auch einseitige Dickenmessungen von transparenten Materialien durchführen. Für Multilayer-Messungen werden mehrere Abstandspunkte ausgewertet.

Konfokal-chromatische Messsysteme

Konfokal-chromatische Sensoren bieten moderne Technologie, vereint mit hoher Geschwindigkeit und hoher Präzision. Die Sensoren können schnelle Abstands- und Dickenmessungen beispielsweise in der Glasindustrie, der Medizintechnik, der Kunststoffproduktion oder im Bereich Consumer Electronics berührungslos und verschleißfrei lösen. Durch leistungsfähige Controller und präzise Sensoren können kleine Details und Strukturen auf nahezu allen Oberflächen hochgenau gemessen werden.

Hochpräzise Messungen sind auf spiegelnden Oberflächen, wie hochglanzpolierten Metallen oder Flüssigkeiten, auf matten Oberflächen, wie Kunststoff oder schwarzem Gummi, und auf transparenten Materialien, wie Glas oder Kunststoffplatten, möglich. Durch die sehr schnellen Belichtungszeitregelung kann das confocalDT auch bei Materialwechsel von matt zu glänzend und umgekehrt stabil messen. Der kleine Messfleck, der je nach System nur wenige μm umfasst, ermöglicht Messungen auf winzigen Objekten, wie beispielsweise IC-Pins auf Leiterplatten, Bonddrähten oder kleinen Konturen

mechanischer Teile. Bis zu fünf Schichten lassen sich mit der Mehrschichtmessung auswerten. Dadurch können auch mehrschichtige Objekte wie zum Beispiel Verbundglas zuverlässig vermessen werden.

Rauheitsmessung und Geometrieprüfung in Koordinatenmessmaschinen

Moderne Technologie ermöglicht beim confocalDT IFS2407-3 einen Messwinkel von bis zu $\pm 30^\circ$. Dadurch können gekrümmte und strukturierte Oberflächen präzise erfasst werden. Des Weiteren bietet der Sensor einen großen Messbereich von 3 mm, eine numerische Apertur (NA) von 0,53 und einen hohen Grundabstand von 28 mm. In

Verbindung mit dem großen Messwinkel sind diese Sensoren für Geometrieprüfungen in Koordinatenmessmaschinen prädestiniert. Besonders auf Oberflächen wie Zahnrädern oder Außengewinden werden stabile und hochgenaue Ergebnisse ausgegeben.

Messprinzip Interferometer

Das Messprinzip eines Interferometers basiert auf der Wellennatur des Lichts. Diese führt dazu, dass sich überlagernde Wellen entweder verstärken oder auslöschen können, je nachdem, ob Wellenberg auf Wellenberg oder Wellenberg auf Wellental trifft. Teilt man einen Lichtstrahl so auf, dass er verschiedene Wege nimmt und sich die beiden Teilstrahlen im Anschluss wieder überlagern, tritt eine Interferenz auf, die von der Differenz der beiden Wege abhängig ist. Ändert sich die Länge eines der beiden Wege um eine halbe Wellenlänge des verwendeten Lichts, so führt das zu einem kompletten Wechsel von positiver Interferenz (Verstärkung) zu negativer Interferenz (Auslöschung). Damit ist die Messmethode sehr empfindlich, die Genauigkeit liegt bis in den Sub-Nanometer-Bereich. Um mit dieser Methode zum Beispiel Abstände zu messen, wird einer der beiden Teilstrahlen am Messobjekt reflektiert und anschließend mit dem Referenzstrahl überlagert. Ändert sich der Abstand zum Messobjekt, lässt sich diese Abstandsänderung sehr empfindlich an der Interferenz feststellen. Sollen Dicken etwa von Folien oder Gläsern gemessen werden, wird ausgenutzt, dass sowohl Vorder- als auch Rückseite des Messobjekts reflektieren. Dickenänderungen sorgen dann ebenfalls für die Änderung des Interferenzsignals zwischen den beiden Oberflächen. Ein separater Referenzstrahl ist dabei nicht notwendig. Eine Besonderheit der Dickenmessung: Da die beiden interferierenden Teilstrahlen von der Ober- und

Unterfläche stammen, ist das Messergebnis unabhängig vom Abstand zum Messobjekt.

Interferometer für Nanometergenauigkeit

Die Sensoren der Reihe InterferoMeter von Micro-Epsilon erreichen mit einer Auflösung von < 30 Pikometer hohe Präzision in der optischen Messtechnik. Je nach Anwendung stehen drei verschiedene Ausführungen zur Verfügung: das IMS5400-DS für hochpräzise und industrielle Abstandsmessungen, das IMS5600-DS mit vakuumtauglicher Ausführung für Abstandsmessungen in Sub-Nanometer-Genauigkeit sowie das IMS5400-TH für hochpräzise Dickenmessungen.

Das IMS5400-TH wird zur Dickenmessung von dünnen transparenten Materialien eingesetzt. Die Messung erfolgt mit nur einem Sensor unabhängig vom Abstand zum Messobjekt, wodurch Flattern oder Positionierungsunregelmäßigkeiten ignoriert werden können. Durch die nah-infrarote Lichtquelle können auch Dickenmessungen von anti-reflexbeschichtetem Glas durchgeführt werden.

Das IMS5400-DS wird zur industriellen Abstandsmessung eingesetzt. Das Messsystem liefert absolute Messwerte und kann beispielsweise Stufen und Kanten ohne Signalverlust erfassen.

Das IMS5600-DS ist für Abstandsmessungen im Reinraum und im Vakuum (bis UHV) konzipiert. Ein Sonderabgleich des Controllers ermöglicht eine Sub-Nanometer-Auflösung, die beispielsweise bei der Wafer-Ausrichtung oder bei der Stage-Positionierung erforderlich ist.

Die InterferoMeter bestehen aus einem Controller, einem Sensor und einem Lichtleiterkabel. Die Sensoren sind für industrielle Messaufgaben entwickelt worden. Daher sind sie mit robusten Metallgehäusen und flexiblen Kabeln ausgestattet. Dank der kompakten Bauformen können die Sensoren auch in beengten Bauräumen integriert werden.

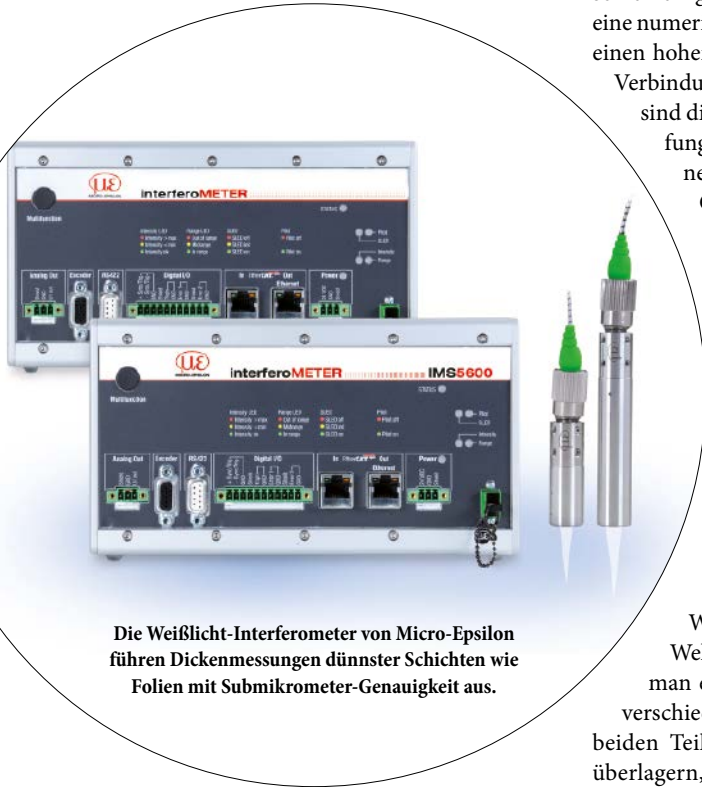
Autor

Alexander Streicher, Produktmanager Sensorik

Bilder © Micro-Epsilon

Kontakt

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG,
Ortenburg
Tel.: +49 8542 168 0 · www.micro-epsilon.de



Die Weißlicht-Interferometer von Micro-Epsilon führen Dickenmessungen dünnster Schichten wie Folien mit Submikrometer-Genauigkeit aus.