

Qualitätssicherung im Fertigungsprozess

Optisch, berührungslos und präzise

Optische Messmethoden machen Fertigungsprozesse sicherer und zuverlässiger. Die optimierten Abläufe verbessern die Qualität der Produkte, sparen Rohstoffe und Energie, senken Herstellkosten. Dafür stehen verschiedene optische Messverfahren für Weg, Abstand, Position, Dimension und Oberfläche zur Verfügung. Sie erklärt Micro-Epsilon anhand von Anwendungsbeispielen aus der Automobilproduktion über die Medizin- und Pharmatechnik bis hin zur Qualitätssicherung beim Spritzgießen.

Beim konfokalen Messverfahren wird die Unschärfe des Brennpunkts der verschiedenen Farben des weißen Lichts ausgedehnt und über Sammellinsen entlang einer Fokuslinie senkrecht zum Messobjekt gebündelt, sodass die Entfernung des Messobjektes einer bestimmten Position des reflektierten Strahls auf der CCD-Zeile des Sensors entspricht. Die Beschaffenheit der Oberfläche hat kaum Einfluss auf die Genauigkeit der Messung. Selbst reflektierende oder transparente Oberflächen misst das System präzise. Somit kann mit dem konfokalen Messprinzip auf hoch reflektierenden Materialien (z.B. Metall) genauso zuverlässig gemessen werden, wie auf schwarzem Gummi, Kunststoff, Papier, Vlies und Flüssigkeiten. Der Messfleck ist je nach Typ des Sensors nur wenige μm groß und bleibt auch bei wechselnden Messabständen konstant. Dadurch lassen sich sehr hohe Auflösungen in alle Richtungen realisieren.

Ein interessantes Beispiel für den Einsatz konfokaler Sensoren ist die Füllhöhenmessung im Medizinlabor.

Hier werden Wirkstoffe für Testserien in Mikrotiter-Gefäße manuell angefüllt. Die exakte Menge des jeweiligen Wirkstoffes ist wichtig, stellt aber eine Herausforderung dar. Werden die Mikrotiter automatisch befüllt, wird die Füllmenge ebenfalls automatisch kontrolliert. Die in der Medizin typischen Kleinserien werden allerdings manuell pipettiert. Üblicherweise werden dafür Stichproben gewogen. Doch für die 100%-Qualitätsprüfung reicht das nicht aus. Für derartige Anwendungen stellt die konfokale Abstandsmesstechnik eine geeignete Lösung dar.

Die Sensoren Confocal DT „tasten“ die Mikrotiter in der Palette nacheinander ab und führen Abstandsmessungen vom Sensor zur Flüssigkeit mikrometergenau aus. Konfokale Standardsensoren können verkippt werden und arbeiten daher auch bei großem Meniskus der Flüssigkeit zuverlässig. Miniatur-Sensoren mit einem Durchmesser ab 4 mm können in einer Linie angeordnet werden und so über die gesamte Breite der Mikrotiterpalette abtasten.



Farbsensoren vergleichen die Übereinstimmung von Farbwerten Bilder: Micro-Epsilon

Universelle Laser-Wegsensoren mit Messauflösungen bis in den Bruchteil eines Mikrometers

Die Laser-Triangulationssensoren zählen zu den berührungslosen Standardmessverfahren. Bei der Lasertriangulation kann über die Dreiecksbeziehung von der Laserdiode, dem Messpunkt auf dem Messobjekt und der CCD-Zeile der Abstand zum Messobjekt proportional bestimmt werden. Die Messauflösung reicht bis in den Bruchteil eines Mikrometers. Die Daten werden über den externen oder internen Controller ausgewertet und über verschiedene Schnittstellen ausgegeben. Die Intensität der reflektierten Strahlung ist von der Oberfläche des Messobjektes abhängig. Deshalb regelt die von Micro-Epsilon entwickelte RTSC-Funktion (Real Time Surface Compensation) Intensitätsänderungen aus. Das optische Prinzip erlaubt je nach Bauart Messabstände über 1 m, dabei bleibt der Messpunktdurchmesser relativ klein.

Die High-performance Lasersensoren Opto NCDT von Micro-Epsilon werden in Maschinen für die Bearbeitung von Schlüsselrohlingen eingesetzt. Bei der Zuführung der unterschiedlichen Rohlinge wird der jeweilige Datensatz aus einer Datenbank geladen. Vor der Bearbeitung wird überprüft, ob sich der richtige Schlüsselrohling in der Maschine befindet. Dazu traversiert der Lasersensor über den Schlüsselrohling und nimmt das Profil der Oberfläche auf. Stimmt das Profil mit den Sollwerten überein, wird die Bearbeitung freigegeben. Der Sensor leistet die geforderte 10 kHz Messrate und bietet dank der integrierten RTSC-Oberflächenkompensation zuverlässige Ergebnisse auf glänzenden bis matten metallischen Oberflächen.

Laser-Profilscanner besitzen eine integrierte, hoch empfindliche CMOS-Matrix. Sie ermöglicht Messungen auf fast allen glänzenden, spiegelnden oder transparenten Oberflächen unabhängig von der Oberflächenreflexion. Die aufwändige Elektronik liefert eine hohe Genau-

Der Autor

Johann Salzberger
Geschäftsführer Marketing und Vertrieb
Micro-Epsilon
www.micro-epsilon.de



Kompakte Wärmebildkamera zur Fehlerdetektion beim Spritzgießen

Die Laser-Linien-Scanner Scan Control werden für die Profil- und Konturmessung im laufenden Fertigungsprozess eingesetzt



Punktlaser-Sensoren Opto NCDT zählen zu den berührungslosen Standard-Messsystemen

igkeit, Auflösung und Datensicherheit bei einer hohen Messrate. Eine Laserdiode projiziert über eine spezielle Optik eine Laserlinie auf das Messobjekt. Das von der Oberfläche reflektierte Licht wird durch eine CMOS-Matrix detektiert. Zusammen mit der Information über die Distanz (z-Achse), berechnet der Controller die Position der Messpunkte entlang der Laserlinie (x-Achse) und gibt beide Werte als 2D-Koordinate aus.

Ein bewegtes Messobjekt oder ein bewegter Sensor erzeugen ein 3D-Abbild des Objektes. Laser-Scanner werden eingesetzt zur Profil- und Konturmessung im laufenden Fertigungsprozess von endlos produzierten Erzeugnissen (Extrusion, Walzen, Ziehen etc.) oder von einzelnen Teilen. Für die Befestigung am Roboterarm hat Micro-Epsilon einen besonders kompakten und leichten Laserprofilscanner entwickelt: Scan Control 2600/2900 mit integriertem Controller ist in einem 380 g Aluminiumgehäuse untergebracht und verarbeitet bis zu 4000 Profile pro Sekunde.

Laser-Profilscanner überprüfen Nut- und Feder-Verbindungen bei Sektionaltoren

Die Laser-Profilscanner kommen zum Beispiel für die Qualitätsprüfung bei der Herstellung von Sektionaltoren zum Einsatz. Bei Sektionaltoren kommt es wie bei Laminateböden zu einer Nut und Feder Verbindung einzelner Sektionen. Für eine dichte und dauerhaft flexible Verbindung müssen die Sollmaße eingehalten werden. Gerade bei starken Temperaturunterschieden kommt es bei ungenauen Maßen zu einem Verkleben oder schlechtem Sitz der Tore. Bei der Fertigung werden beschichtete Bleche in die gewünschte Form gebracht.

Zur besseren Wärmedämmung wird in den Zwischenraum ein PU-Schaum eingebracht. Er schäumt unter definierten Bedingungen aus und stabilisiert die Form der Panele. Nach dem Aushärten muss die Form geprüft werden, um Abweichungen speziell an den o.g. Feder- und Nutbereichen zu erkennen. Entsprechend der Kundenaufträge werden die Sektionen in vorgegebener Länge mit einer fliegenden Säge getrennt. Die Messung der

Nut und Feder erfolgt mit einem Laser-Profilscanner. Um die Daten in das vom Kunden verwendete Protokoll zu übersetzen, wird die Output-Unit des Laserscanners verwendet. Im Profil ist ein Ankerpunkt definiert, nach dem alle Berechnungen erfolgen. Dadurch werden sämtliche Schwankungen im Bandprozess ausgeglichen. Die Ergebnisse werden an die Steuerzentrale der Linie übertragen.

Farbsensoren bewerten Farbwerte so gut wie das menschliche Auge

Ein Farbsensor vergleicht die Farben oder besser gesagt, er prüft die Übereinstimmung von Farbwerten. Dabei wird das Messobjekt mit einer Weißlichtquelle (LED) beleuchtet, die reflektierten Farbanteile werden anschließend ausgewertet. Der Farbabstand ΔE ergibt sich aus den drei Koordinaten im Lab-Farbraum: Position auf der Rot-Grün-Achse (a), Position auf der Gelb-Blau-Achse (b) und die Helligkeit (L). Die Soll-Farben des zu prüfenden Objektes können im Sensor eingelesen und in einem Farbspeicher abgelegt werden.

Den eingelesenen Farben können zulässige Abweichungstoleranzen zugeordnet werden. Im weiteren Prüfablauf werden die gespeicherten Farbwerte mit den ermittelten Werten verglichen. Dazu wird der Farb- ΔE zwischen der Objektfarbe und der eingelesenen Referenz berechnet. Stimmen diese Werte unter der Berücksichtigung der Toleranzen überein, wird ein verwertbares Ausgangssignal erzeugt. Vorteil ist dabei, dass der Sensor die Farben genau so bewertet, wie es ein menschliches Auge tun würde („True-Color“ Farbsensor).

Die Farbsensoren haben vielfältige Einsatzmöglichkeiten; zum Beispiel in der Pharmaproduktion bei der Tablettenverpackung. Nach dem Pressen überprüft der Farbsensor Color Sensor die Farben der Tabletten. So gelangen die richtigen Tabletten in die richtige Verpackung. Die „Blindgänger“ werden gefunden und können ausgeschleust werden. Daneben kommen die Farbsensoren bei der Automatisierung in der Lackiertechnik, der Oberflächenbeschriftung und der Drucktechnik zum Einsatz.

Die 3D-Inspektionssysteme Surface Control eignen sich für diffus reflektierende Oberflächen



Die konfokal-chromatischen Sensoren Confocal DT zeichnen sich durch eine nanometergenaue Auflösung aus



Echtzeit Thermographie deckt Fehltemperierung des Werkstücks oder Fehlfunktion des Werkzeugs auf

Die Thermographie erkennt Qualitätsschwankungen mit einer Infrarot-Kamera. Sie erfasst die von dem Messobjekt ausgehende Infrarotstrahlung und visualisiert sie. Im Produktionsprozess liefert die Temperaturverteilung eine globale Qualitätsaussage über Fehltemperierung des Werkstücks, Fehlfunktion des Werkzeugs, sichtbare Geometriefehler und verdeckte Fehler (etwa Materialfehler) können erkannt werden.

Der Anschluss der Kamera erfolgt über eine USB-Schnittstelle, über die auch die Versorgung vorgenommen wird. Ein Mini-PC vereinfacht die Integration der Wärmebildkameras der Serie Thermo Imager TIM in der industriellen Produktion. Er kann außerdem als Umsetzer zwischen der Kamera und einem Ethernet-Netzwerk fungieren. Darüber hinaus kann der Anwender eigene Software integrieren und so die Prozessüberwachung individuell optimieren. Die integrierte Watchdog-Funktion sichert durch eine intelligente Eigenüberwachung den Messvorgang gegen Störungen ab.

Unterschiedliche Leistungsklassen der Wärmebildkameras erlauben den Einsatz des passenden Modells in jeder Anwendung. Bei der Thermo Imager TIM160 beispielsweise handelt es sich um kleine, schnelle und sehr flexible Industrieinfrarotkameras mit PC-Softwareanbindung. Die Kameras dieser Baureihe verfügen über eine hohe thermische Empfindlichkeit und sind für präzise Messaufgaben konzipiert. In Kooperation mit dem Süddeutschen Kunststoff-Zentrum (SKZ) hat Micro-Epsilon eine Thermografie-basierte Lösung für die Online-Qualitätsprüfung bei Spritzgießmaschinen realisiert.

Da die genaue Lage einer möglichen Fehlstelle nicht vorhersehbar ist, bietet eine IR-Kamera vom Typ Thermo Imager einen entscheidenden Vorteil: Sie erfasst und begutachtet das gesamte Teil. Dafür wird in der Totzeit zwischen zwei Schüssen das frisch gespritzte Bauteil durch das Handlingsystem der Wärmebildkamera von einer oder mehreren Seiten präsentiert und jeweils ein Infrarot-Bild aufgenommen. Dieses Bild liefert eine Aussage

Webhinweis

Drei Videos von Micro-Epsilon erklären die im Text beschriebenen Technologien anschaulich:



Wie das konfokal-chromatische Messprinzip funktioniert, ist in diesem Video zu sehen



Das Funktionsprinzip der Laser-triangulation wird hier erklärt



Und hier ist die Funktionsweise der kompakten Wärmebildkamera zu sehen

über die geometrischen Fehler, Materialdefekte und Fehltemperierung in der Produktion. Weiterhin ermöglicht das System eine schnelle und sichere Maschinenumstellung: Wird das Spritzwerkzeug gewechselt, so kann bereits nach wenigen Schüssen ein Vergleich zur Referenzproduktion erfolgen. Dadurch werden Ausschuss und Fehlproduktion minimiert.

3D-Oberflächeninspektionssystem für die Automobilproduktion

Für die Defekterkennung auf diffus reflektierenden Oberflächen bietet Micro-Epsilon das Messsystem Surface Control an. Dieses System arbeitet nach dem Verfahren der Streifenlichtprojektion. Damit können lokale Formfehler (Beulen und Dellen), die nur wenige Mikrometer vom Sollmaß abweichen, in Oberflächen erkannt und analysiert werden. Auch genarbte Oberflächen (zum Beispiel Interieurteile von Automobilen) werden damit zuverlässig bewertet. Das System bietet verschiedene Messflächen in der Größe von ca. 150 x 100 mm² bis ca. 600 x 400 mm² und erfasst innerhalb weniger Sekunden die 3D-Daten der Oberfläche.

Für die Auswertung stehen je nach Ausprägung der gesuchten Formabweichungen verschiedene Verfahren zur Verfügung. So kann für einen Vergleich aus den 3D-Daten eine fehlerfreie virtuelle Hülle berechnet oder in Analogie zum Abziehstein in Presswerken ein digitaler Abziehstein eingesetzt werden. Diese Verfahren bieten eine reproduzierbare, objektive Bewertung von Abweichungen. Das Streifenlichtprojektionsverfahren eignet sich für alle Flächen, die mindestens einen Teil des Lichtes diffus reflektieren. Das sind zum Beispiel Stahl, Aluminium, Kunststoffe oder Keramik. ■