

Profile am laufenden Band

TOPOGRAFIEMESSUNG MIT OPTISCHEN SENSOREN

Moderne Koordinatenmessgeräte können mit verschiedenen Sensoren ausgestattet werden. Neben den traditionellen taktilen Sensoren setzen sich in immer stärkerem Maße optische Sensoren durch. Hier können in kurzer Zeit große Mengen von Messpunkten auf der Materialoberfläche gewonnen werden. Dies gestattet eine vollständige Auswertung von Form, Maß und Lage.

DETLEF FERGER

Anwender von Koordinatenmessgeräten fordern in zunehmendem Maße die möglichst vollständige Erfassung der Messobjekte. Die Ursachen hierfür liegen in der zunehmenden Komplexität der messtechnisch zu überprüfenden Komponenten. Auch werden in zunehmendem Maße Freiformflächen, zum Beispiel zur designerischen Gestaltung der Bauteile, eingesetzt. Bei vielen Funktionsteilen treten im Zuge der Miniaturisierung immer kleinere Geometriemerkmale auf, die mit hoher Auflösung und Genauigkeit gemessen werden müssen. Typische Einsatzfelder sind unter anderem der Bereich Kunststoffspritzen, die Fertigung von Mikrobauanteilen und Sensorkomponenten für die Medizin- und Kraftfahrzeugtechnik, Sensorkomponenten und Schneidwerkzeuge.

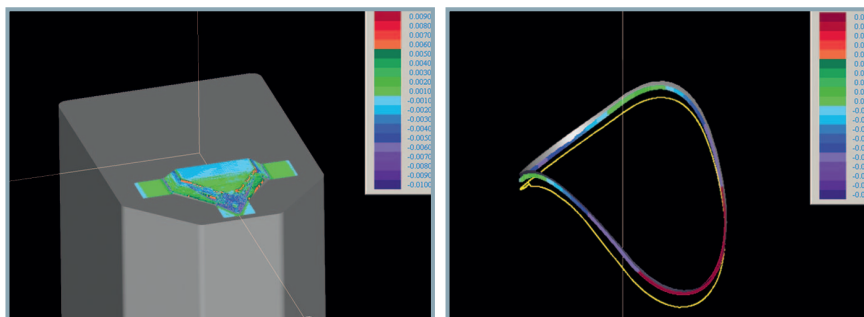
Die Formabweichung solcher Merkmale liegt oft in ähnlichen Größenordnungen wie die Maßtoleranz selbst. Werden hier zu wenige Messpunkte gemessen, führt dies zu Messabweichungen. Insbesondere die optischen Sensoren erlauben es, in

kürzester Messzeit große Punktemengen aufzunehmen und die Merkmale vollständig zu erfassen.

Viele Punkte berührungslos scannen

Der am weitesten verbreitete optische Sensor ist die Bildverarbeitung. Bei Koordinatenmessgeräten von Werth bildet die Bildverarbeitung traditionell ein zentrales Element. Mit über 50 Jahren Erfahrung wurde eine solide Grundlage für das zuverlässige und genaue Messen gelegt.

Diese Sensorik ist sehr genau und schnell. Flexible Beleuchtung wie der »Multiring« von Werth und sichere, genaue Bildverarbeitungssoftware bei einfacher Bedienung, zum Beispiel durch die Funktion Autoelement, erleichtern dem Anwender das Messen. Durch die neue, patentierte »OnTheFly«-Technik (Messen in der Bewegung) ist die Kombination aus Geschwindigkeit und Genauigkeit auf eine neue Stufe gehoben. So ist zum Beispiel die Messung einiger zehn Merkmale pro Sekunde einschließlich Positionierung am Messobjekt möglich.



1 Farbkodierte Abweichungsdarstellung unterschiedlicher Werkstücke:

a) Mikrostanzwerkzeug, gemessen mit dem Werth 3D-Patch;

b) Schneidkantenverlauf eines Mikroschneidwerkzeugs, gemessen mit Autofokus-Scanning

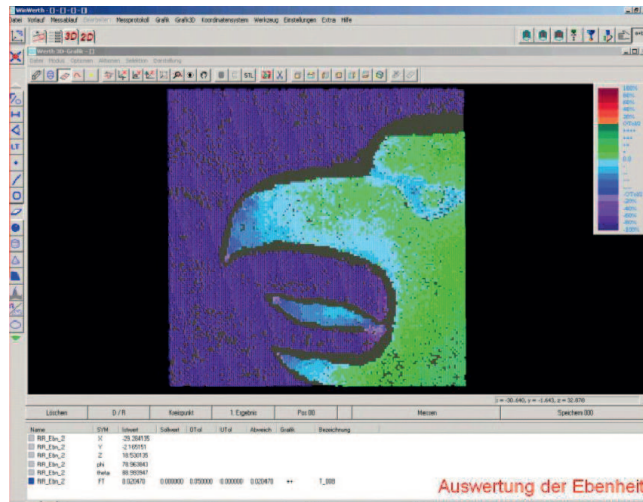
Durch Einsatz des Raster-Scannings können *on the fly* komplette Objekte in höchster Auflösung und bisher unerreichter Geschwindigkeit komplett digitalisiert und anschließend gemessen werden.

Topografiemessung per Autofokus

Mit den gleichen Hardware-Komponenten können auch dreidimensionale Geometriemerkmale gemessen werden. Hierzu wurde durch Werth Messtechnik bereits im Jahre 1999 ein Verfahren vorgestellt, das auf dem Prinzip der Fokusvariation basiert. Mit diesem Werth »3D Patch« und heutiger Bildaufnahmetechnik wird es möglich, einige Hundert Oberflächenpunkte in wenigen Sekunden gleichzeitig zu erfassen.

Bei dem 3D Patch werden in einem frei definierbaren Punkteraster Messpunkte verteilt, und es entstehen, in der Messzeit eines konventionellen Autofokuspunkts, Oberflächenbeschreibungen mit bis zu 250 000 Punkten. Die gewonnenen Daten können anschließend durch die leistungsfähige »WinWerth«-Software ausgewertet werden. Es können so zum Beispiel Radien oder Ebenheiten von Werkstückgeometrien in einem Zuge vollflächig gemessen werden. Dies ist insbesondere bei kleinen Geometriemerkmale von Interesse.

Für größere Werkstücke können mehrere solcher Messungen an verschiedenen Stellen nacheinander durchgeführt werden und so auch Punktwolken größerer Messobjektbereiche erfasst werden (**Bild 1a**).



2 Münzmessung mit dem 3D-Patch

Ein ähnliches Verfahren wird eingesetzt, um Schneidkantenverläufe zu messen (**Bild 1b**). In vielen Fällen ist dies ein kostengünstiger Ersatz für einen Streifenprojektor oder einen Laser-Liniensensor.

KONTAKT

Werth Messtechnik GmbH
35394 Gießen, Deutschland
Tel. +49 (0)641 7938-0
Fax +49 (0)641 7938-719
www.werth.de

Das Verfahren funktioniert besonders gut an Oberflächen, welche rechtwinklig zur optischen Achse orientiert sind. Durch die Integration von Dreh- und Schwenkachsen ist diese Einschränkung jedoch

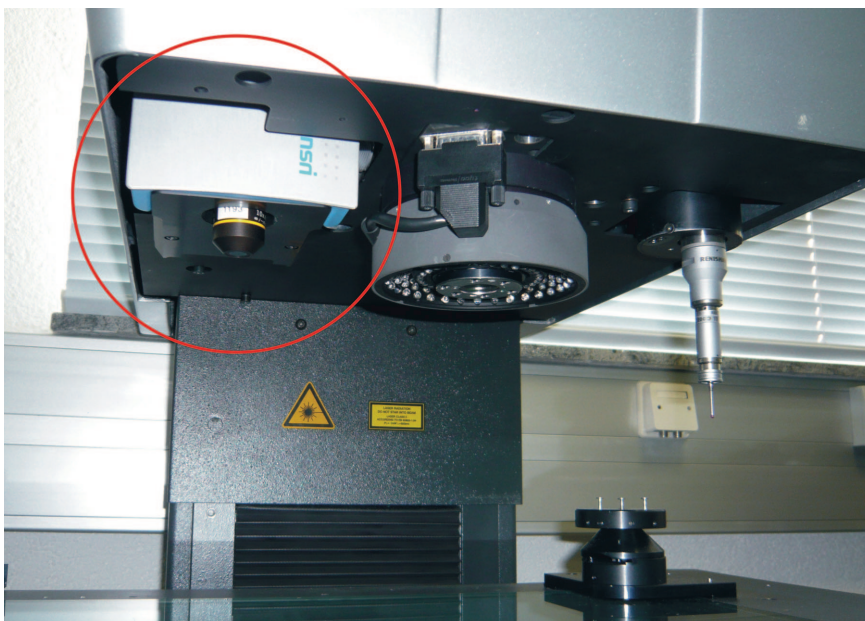
leicht zu umgehen. Typische Anwendungsfälle sind die Digitalisierung von kleineren Freiformflächen, Höhenbestimmung von Lötstellen, Koplanarität von Steckerfüßen, Prägetiefen (**Bild 2**) sowie Raumlagen von Kleinstflächen (Winkel von Rastnasen). Diese Funktion ist eine wertvolle Ergänzung für nahezu jedes Messgerät.

3D-Messung von Mikrostrukturen

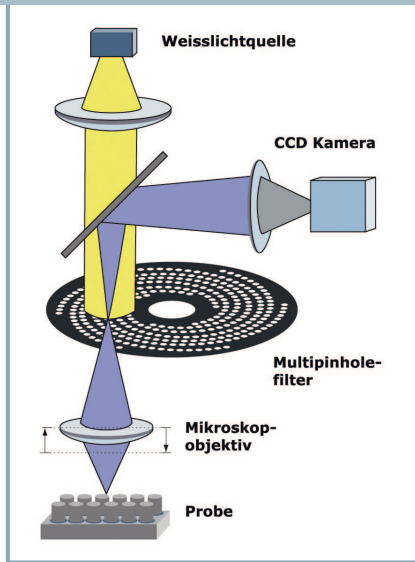
Zusätzlich zum bestehenden Sensorspektrum hat Werth Messtechnik jetzt gemeinsam mit der Firma Nanofocus die exklusive Möglichkeit geschaffen, auf einem Koordinatenmessgerät hochgenaue Messungen mit einem berührungslosen konfokalen Sensor durchzuführen (**Bild 3**). Auch flächenhafte Mikrostrukturen lassen sich damit dreidimensional erfassen.

Der Einsatz ist sowohl in der Fertigung als auch im Labor möglich. Der Hochleistungsmesskopf mit Nanometerauflösung zeichnet sich durch eine hohe Detailwiedergabe und große Messgeschwindigkeit aus. Neben der Untersuchung der Mikrogeometrie bezüglich Form, Kontur und Ebenheit und der Rauheitsanalyse können mit diesem Sensor vor allem strukturelle topografische Eigenschaften moderner Funktionsflächen bewertet werden.

Das 3D-Oberflächen-Messsystem nutzt den tiefendiskriminierenden Effekt der konfokalen Abbildung. Das Messen von Oberflächenstrukturen auf Basis der von Nanofocus entwickelten schnellen »multiple pinhole« Technik mit dynamischer Echtzeitsynchronisation ermittelt aus einer sehr kleinen Umgebung der



3 Werth VideoCheck 400x200x200 mit integriertem Nanofocus-Sensor

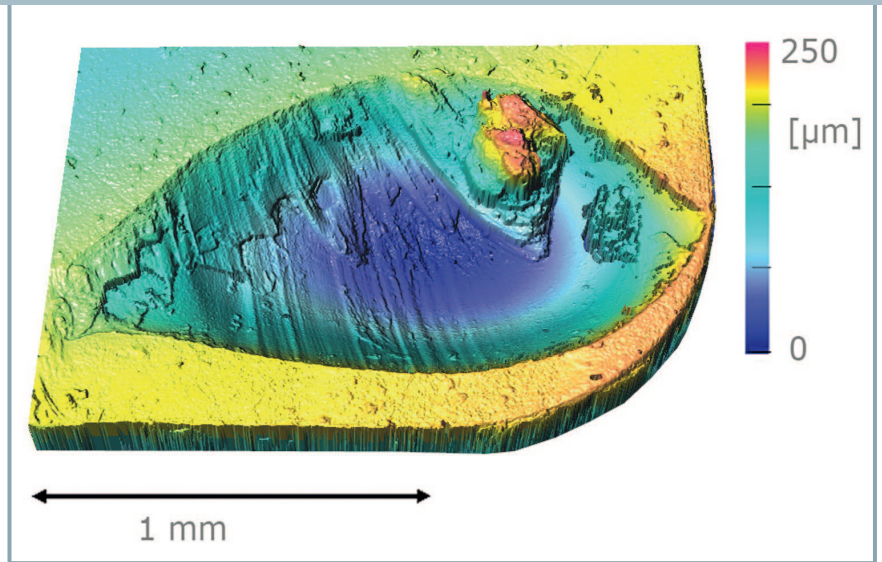


4 Funktionsprinzip des NanoFocusProbe

► Schärfenebene eines präzisen Mikroskopobjektivs die genauen xyz -Koordinaten eines Oberflächenpunkts (Bild 4).

Das Licht, welches höher oder tiefer liegende Oberflächenpunkte reflektiert, wird dabei ausgeblendet. In Verbindung mit einer schnellen z -Bewegung des Objektivs kann die *multiple pinhole* Technik alle Punkte des Messfelds innerhalb der Aufnahmezeit der CCD-Kamera in Videoechtzeit erfassen.

Der Vorteil des »NanoFocusProbes« (NFP) ist die prinzipbedingt hohe vertikale und laterale Auflösung. Die sonst übliche laterale Beugungsauflösung von konventionellen Mikroskopen wird durch das Konfokalprinzip sogar übertroffen. Zum anderen können selbst Oberflächen mit steilen Flanken, diffizilen Strukturen oder transparenten Beschichtungen gemessen werden. Der NFP wird zur flächenhaften Messung von Geometrie, Form und Rauheit an Mikrostrukturen eingesetzt, aber auch Schneidkantenradien an Werkzeugen oder Schichtdicken können gemessen werden. Eine typische Anwendung ist auch die Oberflächenkontrolle von Bauteilen der Medizintechnik, zum Beispiel Zahnimplantaten, künstliche Gelenken und Stents. Da das relativ kleine



5 Farbcodierte Abweichungsdarstellung von Kolkverschleiß an einer Schneidplatte

Sichtfeld des Sensors sonst nur eine eingeschränkte Nutzung erlauben würde, kann durch die vollständige Integration in ein Multisensor-Koordinatenmessgerät die Anwendung auf beliebig große Messobjekte ausgeweitet werden.

Darüber hinaus können Werkstücke zum Beispiel mit dem Bildverarbeitungssensor eingemessen werden. Basierend auf dem so gewonnenen Referenz-Koordinatensystem wird der konfokale Sensor exakt auf die gewünschte Stelle positioniert und die Messung gestartet. Die so gewonnenen 3D-Punktewolken lassen sich anschließend schnell und einfach mit der 3D-Messsoftware WinWerth auswerten und anschaulich mit dem integrierten 3D-CAD-Modul darstellen. Dieses erfolgt entweder auf der Basis von Regelgeometriezerlegung mit klassischer Messung von zum Beispiel Längen und Winkeln oder aber farbcodiert gegen 3D-CAD-Daten (Bild 5).

Durch verschiedene Optiken können die Leistungsparameter in Bezug auf Genauigkeit und Sehfeldgröße an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst werden. Die verfügbaren Sehfelder liegen zwischen $0,16 \times 0,16$ und $1,6 \times 1,6$ mm² und bei erreichbaren Antastabweichungen »MPE P« von 0,6 bis 2,9 µm.

Fazit

Grundsätzlich lässt sich mit den genannten optischen Sensoren eine Genauigkeit in der Größenordnung von wenigen Mikrometern und teilweise weit darunter erreichen. Bei der Auswahl des jeweiligen Sensors sind die Eigenschaften der Materialoberfläche der zu messenden Objekte zu beachten. Um Messgeräte flexibel auf verschiedene Anforderungen auszulegen, ist der Einsatz mehrerer Sensoren in einem Messgerät sinnvoll. Zur Grundausstattung gehört die Bildverarbeitung in Verbindung mit einem oder mehreren Abstandssensoren. Diese werden durch taktile Sensoren und die Computertomografie ergänzt.

AUTOR

Dipl.-Ing. DETLEF FERGER ist Vertriebsleiter bei Werth Messtechnik in Gießen.

www.laser-photonik.de

Diesen Artikel finden Sie online unter der Dokumentennummer **LP110077**

www.laser-photonics.eu

You can find this Article online by entering the document number **eLP110077**