

Der Einsatz von Infrarot- bis Röntgenstrahlung zur optischen Messung von Mikro-Merkmalen

Ingomar Schmidt, Dr.-Ing.

Werth Messtechnik GmbH Giessen

<mailto:mail@werthmesstechnik.de>

Durch die Vielzahl der einsetzbaren Sensoren bietet die Multisensor-Koordinatenmesstechnik umfassende Möglichkeiten zur Messung von Mikromerkmalen. Es werden Sensoren vorgestellt, die das elektromagnetische Spektrum vom infraroten Licht bis zur Röntgenstrahlung verwenden.

1 Einführung

Anwender von Koordinatenmessgeräten fordern in zunehmendem Maße die möglichst vollständige Erfassung der Messobjekte. Die Ursachen hierfür liegen zum einen in der zunehmenden Komplexität der messtechnisch zu überprüfenden Komponenten. Auch werden in zunehmendem Maße Freiformflächen eingesetzt. Bei vielen Funktionsteilen treten im Zuge der Miniaturisierung immer kleinere Geometriemerkmale auf, teilweise mit Formabweichungen in ähnlichen Größenordnungen wie die Maßtoleranz selbst. Werden hier zu wenige Messpunkte gemessen, führt dies zu Messabweichungen. Diese Aufgabenstellungen treten unter anderem im Bereich Kunststoffspritzen, der Fertigung von Mikrobauteilen für die Medizin- und Kraftfahrzeugtechnik, Sensorkomponenten und Schneidwerkzeuge auf.

Grundsätzlich kann die erforderliche große Anzahl von Messpunkten mit der bekannten Multisensorkoordinatenmesstechnik, mit verschiedenen optischen, taktilen und taktil-optischen Sensoren in höchster Genauigkeitsklasse aufgenommen werden. Eine neuere Methode besteht im Einsatz der Computertomografie für die Koordinatenmesstechnik.

2 Viele Punkte berührungslos optisch scannen

Der am weitesten verbreitete optische Sensor ist die schnelle und genaue Bildverarbeitung. Flexible Beleuchtung wie der Werth-Multiring und sichere, genaue Bildverarbeitungssoftware bei einfacher Bedienung, z.B. 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 z.B. die Messung einiger zehn Merkmale pro Sekunde einschließlich Positionierung am Messobjekt möglich (Abb. 1). Durch Einsatz des Raster-Scannings OnTheFly können komplette Objekte in höchster Auflösung und bisher unerreichter Geschwindigkeit digitalisiert und gemessen werden.



Abb. 1 OnTheFly - Durch hoch entwickelte Steuerungstechnik kann das Messgerät Merkmale in der Bewegung präzise messen.

Mit den gleichen Hardwarekomponenten können auch dreidimensionale Geometriemerkmale gemessen werden. Mit diesem Werth 3D-Patch und heutiger Bildaufnahmetechnik wird es möglich, einige hundert Oberflächenpunkte in wenigen Sekunden gleichzeitig zu erfassen. Für größere Werkstücke können mehrere solcher Messungen an verschiedenen Stellen des Werkstückes nacheinander durchgeführt werden (Abb. 2a)). Ein ähnliches Verfahren wird eingesetzt, um Schneidkantenverläufe zu messen (Abb. 2b)).

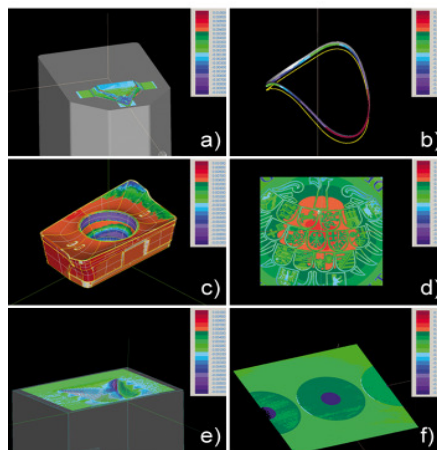


Abb. 2 Farbkodierte Abweichungsdarstellung: a) Mikrostanzwerkzeug, gemessen mit dem Werth 3D-Patch; b) Schneidkantenverlauf eines Mikroschneidwerkzeugs, gemessen mit Autofokus-Scanning; c) Oberflächentopografie einer Schneidplatte, gemessen mit dem Laserabstandssensor WLP im Scanningbetrieb; d) Prägewerkzeug, gemessen mit dem chromatischen Abstandssensor CFP im Scanningbetrieb; e) Mikrostanzwerkzeug und f) Tintenstrahldruckerdüse, gemessen mit dem konfokalen Sensor NFP.

Die Messung der Oberflächentopografie von Schneidplatten ist sehr gut mit dem Werth-

Laserprobe im Scanningbetrieb möglich (Abb. 2c)). Dieser Sensor ist vollständig im Bildverarbeitungsstrahlengang des Koordinatenmessgerätes integriert und hierdurch sehr leicht bedienbar. Weisen die zu messenden Objekte, wie z.B. optische Funktionsflächen, stark reflektierende Eigenschaften auf, ist der chromatische Abstandssensor noch besser geeignet (Abb. 2d)). Mit diesem Sensor sind zudem Schichtdickenmessungen mit Genauigkeiten besser 2 µm möglich.

Der flächenhaft messende konfokale NanoFocus-Probe erlaubt die Erfassung vieler Messpunkte mit höchster Genauigkeit und geringer Empfindlichkeit gegenüber Oberflächenneigungen an einem Messfeld gleichzeitig (Abb. 2e), f)). Ebenheitsmessungen werden im Genauigkeitsbereich von 0,1 µm realisiert.

Grundsätzlich lässt sich mit den oben angeführten optischen Sensoren eine Genauigkeit in der Größenordnung von wenigen Mikrometern und teilweise weit darunter erreichen.

3 Kleinste Merkmale hochgenau messen mit Werth-Fasertaster

Das Prinzip des Werth-Fasertasters besteht darin, die Lage der Antastkugel direkt oder nahezu direkt mit einem optischen Sensor zu messen. Hierdurch ist es möglich, theoretisch beliebig kleine Antastkugeln und Taststifte zum Einsatz zu bringen. Dies ist bei klassischen Antastprinzipien aufgrund von Taststiftdurchbiegung nur sehr begrenzt möglich. Mit dem Werth Fasertaster (Kugelradien derzeit bis 10 µm) können selbst kleinste Merkmale, wie die Flanken von Mikrozahnrädern, auch im Scanningbetrieb hochgenau gemessen werden (Abb. 3). Vergleiche zu Kalibrierwerten mit anderen hochgenauen Messverfahren zeigen Abweichungen in der Größenordnung von lediglich 0,1 µm. Der Werth Fasertaster ist somit für die hochgenaue Form- und Maßermittlung an Mikromerkmalen, wie z.B. Spritzlochmessungen an Dieseleinspritzdüsen geeignet. Dieser Taster wurde gemeinsam mit der PTB entwickelt und ist dort unter anderem zum Kalibrieren von Mikronormalen im Einsatz. Der Werth Fasertaster ist heute der weltweit am weitesten verbreitete Mikrotaster.

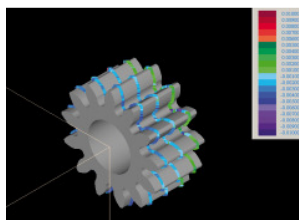


Abb. 3 Profilabweichung eines Mikrozahnrades, gescannt mit Werth-Fasertaster.

4 Vollständig und präzise messen mit Röntgentomografie

Mit dem TomoScope wurde durch Werth im Jahre 2005 das erste Koordinatenmessgerät mit Compu-

tertomografie vorgestellt, optional mit Multisensorik. Hieraus ist mittlerweile eine Baureihe für verschiedene Anforderungen hinsichtlich Größe und Material der Werkstücke entstanden (Abb. 4).

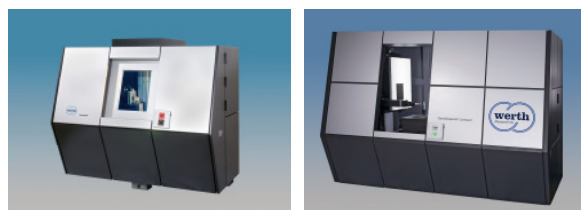


Abb. 4 Typische Vertreter der Werth TomoScope Baureihe: a) TomoScope 200, b) TomoScope HV Compact.

Sind bei schwieriger zu messenden Metallteilen noch genauere Messungen erforderlich, hilft die Multisensorik, verbleibende systematische Messabweichungen zu reduzieren. Mit der Werth Auto-korrektur können an Meisterteilen entsprechende Abweichungen erfasst und später dann bei der Serienmessung automatisch korrigiert werden. So ist beispielsweise das Messen von Mikrobohrungen in Stahlteilen mit einer Genauigkeit besser als ein Mikrometer, ähnlich wie mit dem Werth-Fasertaster, möglich (Abb. 5).

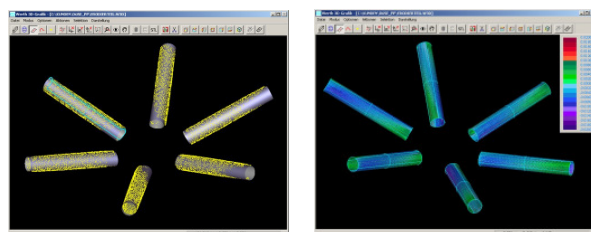


Abb. 5 Genauer als ein Mikrometer: Durchmesser- und Formmessung an Einspritzdüsen mit Computertomografie.

5 Optimale Lösung mit Multisensorik

Die aus aktuellen Messaufgaben erwachsenden Anforderungen an die moderne Messtechnik werden durch rein taktile Messungen nicht mehr ausreichend erfüllt. Vor allem hohe Messpunktdichten an einzelnen Merkmalen oder die vollständige Erfassung kompletter Bauteile sind nur noch in Kombination mit optischen Verfahren oder der Tomografie genau genug möglich. Die Anwendungsbeispiele zeigen, dass die Auswahl geeigneter Sensoren vor allem von der Messaufgabe, den vorliegenden Bauteileigenschaften und den nachzuweisenden Toleranzen abhängt. Die optimale Lösung ergibt sich oftmals durch den gemeinsamen Einsatz mehrerer Sensoren in Multisensor-Koordinatenmessgeräten, wie sie von der Werth Messtechnik GmbH angeboten werden. Höchsten Bedienkomfort bietet die für die Messung mit allen Sensoren und die Auswertung durchgängig eingesetzte Software WinWerth.