

Ohne eine hochgenaue Messtechnik ist eine Fertigung präziser Mikrowerkzeuge nicht möglich. Doch die geringen Abmessungen und die Empfindlichkeit der Kleinstwerkzeuge erfordern eine besondere Vorgehensweise beim Messen und Überwachen. So kommen ausschließlich berührungsfreie Verfahren in Frage, und eine stark vergrößernde Optik von 1000fach und mehr ist unabdingbar. Das Handling geschieht meist über Robotergreifsysteme ohne jeden manuellen Eingriff. Auch das Spannsystem der Messeinrichtung muss bei Mikrowerkzeugen außerordentlich genau sein, denn Formfehler lassen sich nicht komplett kompensieren.



Nahezu perfekter Rundlauf: motorisierter Werkzeughalter mit einem Saphir-Prisma

CHRISTOPHER MORCOM

Mit Maxi-Vergrößerung Mikro-Werkzeuge messen

Die optische Messtechnik spielt eine extrem wichtige Rolle in der Mikrowerkzeugfertigung. Wegen der sehr kleinen Werkzeuggrößen (20 µm bis 3 mm) ist eine präzise Fertigung ohne Einsatz hoch vergrößernder Optik kaum vorstellbar – Vergrößerungen von 1000fach und mehr sind nötig, um die Durchmesser und kleinen Radien µm-genau zu überwachen. Hierfür sind Messsysteme oder Mikroskope mit 100- bis 200fachen Vergrößerungen einfach nicht ausreichend.

Die Empfindlichkeit der Mikrowerkzeuge erfordert eine besonders schonende Behandlung – aus diesem Grund kommt lediglich eine nicht-kontaktierende Prüfung in Frage. Laser, Scanner und mikroskopische Bildverarbeitungssysteme werden verwendet, um Rundheit und Durchmesser zu prüfen. Die Erfahrung zeigt, dass Bildverarbeitungsmesssysteme vorzuziehen sind, weil sie auch für die Messung von Formfehlern (beispielsweise auf Kugelkopf- oder Eckenradiusfräsern) geeignet sind (Bild 1). Spezielle Softwarepakete sind verfügbar für Mikrobohrer und Fräser.

Nur absolut defektfreie Werkzeuge sollen verpackt werden

Erfahrungswerte belegen, dass das Handling bis zu 10 Prozent aller Ausbrüche ver-

ursachen kann. Aus diesem Grund behandelt man die Mikrowerkzeuge während des gesamten Fertigungsprozesses oft überhaupt nicht manuell. Mikrowerkzeuge werden generell in Kassetten (500 Werkzeuge) von Maschine zu Maschine transportiert. Mit der Hilfe von Robotergreifsystemen werden die Schleifmaschinen beladen und entladen. Am Schluss wird die Kassette auf einer Messmaschine geladen, die 500 Werkzeuge durchlaufen einzeln die optische Prüfung (Bild 2). Die Kassette wird anschließend an einen Verpackungsroboter weitergeleitet. Die dazugehörigen Prüfdaten gelangen per Netz auch an diesen Roboter, damit nur absolut defektfreie Werkzeuge verpackt werden. Durch die sehr schnelle Prüf- und Verpackzyklen (bis zu 25 Minuten für 500 Werkzeuge) kann ein Prüfungssystem plus Verpackungsmaschine ►►

i HERSTELLER

mt microtool gmbh,
30823 Garbsen,
Tel. 07 00/6 42 76 86 65,
Fax 0 25 61/9 59 58 14 12,
www.mtmicrotool.com

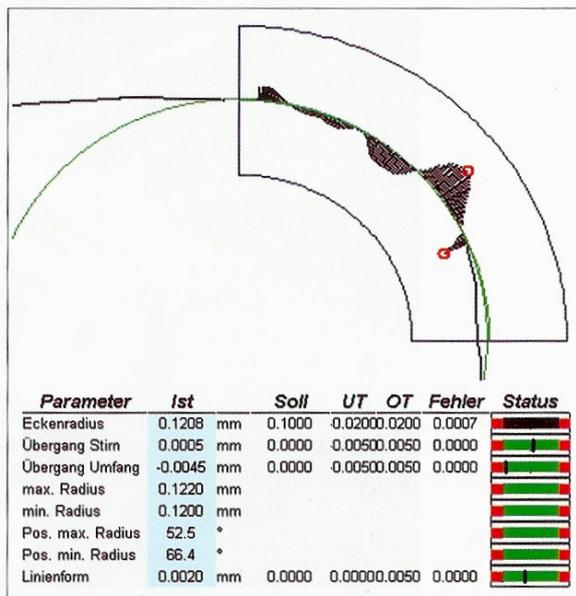
die Erzeugnisse von bis zu zehn Schleifmaschinen handhaben. Es ist zudem auch möglich, Werkzeuge, die Spiralisierfehler aufweisen, von solchen mit Anspitzfehlern zu trennen. Letztere werden zum Nachschärfen in den Fertigungsprozess zurückgeführt.

Vergleich mit dem Soll-Profil aus einem CAD-Programm

Das Fräs- oder Schneidprofil des Werkzeugs wird mit einem Scannverfahren grafisch darstellbar und lässt sich auf μm kontrollieren (Bild 3). Auch für die Spanraumprüfung werden ähnliche Scannverfahren verwendet. Das dadurch gewonnene Querschnittprofil wird verglichen mit dem Soll-Profil aus einem CAD-Programm. Ein formfehlerfreies Spanraumprofil gewährt eine saubere Spanabfuhr. Die Messung von Span-, Freiwinkel und Kerndurchmesser rundet die Kontrolle des Querschnitts ab.

Folgende Schlüsselparameter der Mikrofräser im Profil und im Querschnitt werden direkt neben den Schleifmaschinen in der Einstellungsphase überwacht:

- Durchmesser,
- Zunahme,
- Rundlauf,



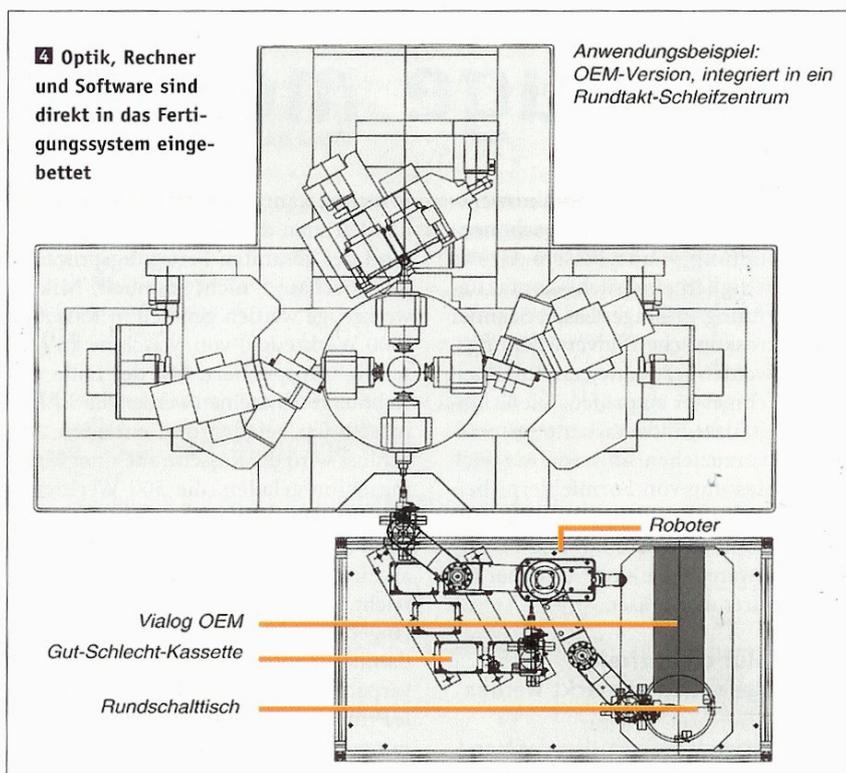
1 Bildverarbeitungsmesssysteme erlauben die Messung von Formfehlern zum Beispiel auf Eckenradiusfräsern

- Eckenradius + Form,
- Kugelkopf Radius + Form,
- Kantenbruch,
- Spanwinkel,
- 1. Freiwinkel,
- 2. Freiwinkel,
- Kerndurchmesser.

Nach der endgültigen Einstellung werden regelmäßig Stichproben von den Maschinen entnommen und grafisch in einer SPC-Software dargestellt.

Die Formgenauigkeit ist wahrscheinlich der wichtigste Parameter, um eine einwandfreie Oberfläche zu fräsen. Hier spielt das Werkzeugspannsystem eine sehr wichtige Rolle. Normale Werkzeugspannsysteme mit zum Beispiel ISO-50-Kegeln und Hydrodehnspannsysteme bieten durchaus sehr gute Werte in Bezug auf Rundlauf und Pendelschlag. Fehler von bis zu $2 \mu\text{m}$ und mehr sind akzeptabel, wenn das Spannsystem in einer Bearbeitungsmaschine eingesetzt wird. In der Mikrowerkzeugfertigung werden jedoch Fertigungstoleranzen von $5 \mu\text{m}$ und weniger angestrebt. Aus diesem Grund muss das Spannsystem in einem Messsystem noch genauer sein – es ist nicht möglich, Formfehler (zum Beispiel Taumelschlag)

komplett softwaremäßig zu kompensieren. Ein motorisierter Werkzeughalter mit einem Saphir-Prisma bietet einen nahezu perfekten Rundlauf (Titelbild). Es ermöglicht Messungen während der Rotation des Werkzeugs – zum Beispiel für die Formmessung des Kugelkopfs eines Minifräses. Es kann bis zu 90 Grad gedreht und geschwenkt werden – Messungen auf der Werkzeugspitze oder in jeder Schwenklage sind also machbar.

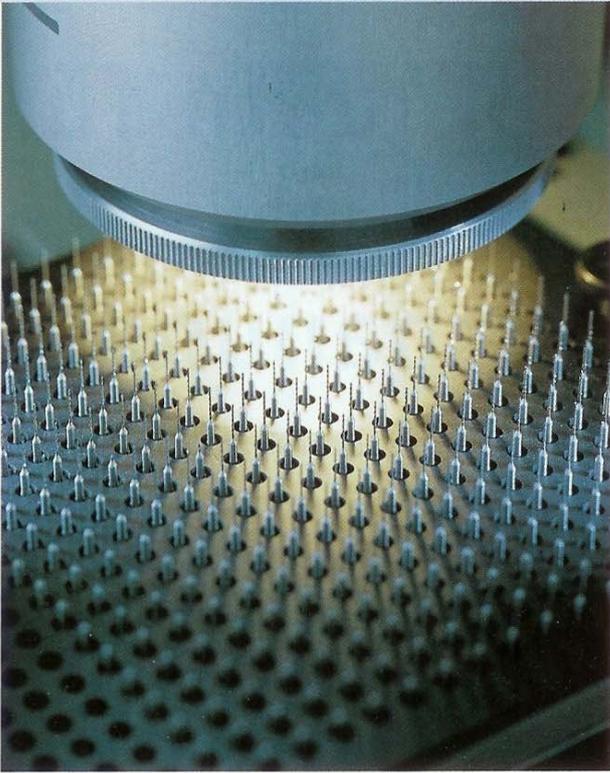


Prüfung aller Parameter der Spitzen- und Schneidengeometrie

Für die Spitzengeometrie wird eine zusätzliche Beleuchtung für die Werkzeuoberfläche eingesetzt. Diese Beleuchtung konzentriert sehr viel Licht auf die Werkzeugspitze, vermeidet jedoch jegliche Reflexion, die die Messung verfälschen könnte. Mit einer solchen Aufsichtsmessung werden beispielsweise Mikrobohrer-Schneiden nach Ausbrüchen kontrolliert. Die Elektronikindustrie verlangt eine 100-prozentige Prüfung aller Parameter der Spitzen- und Schneidengeometrie:

- Durchmesser,
- Hinterschliffdurchmesser,
- Kerndicke,
- Führungsfaserbreite,
- Zentralität der Spitze,
- Spitzenqualität (Überlapp oder Lücke),
- Formfehler und Parallelität der Schneiden,
- Ausbrüche,
- Stegwinkel oder Breite,
- Kerndurchmesser.

PRÄZISIONSBEARBEITUNG



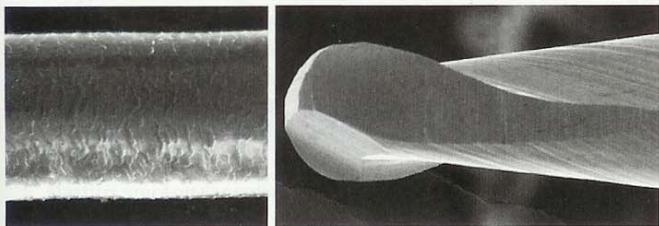
2 Die 500 Werkzeuge in der Kasette werden einzeln optisch geprüft

Eine optimale Qualitätskontrolle schließt eine In-Process-Kontrolle natürlich mit ein. Sowohl Rohlinge als auch rund geschliffene Halberzeugnisse werden optisch auf Durchmesser, Rundheit und Form geprüft.

Eine konsequente Überwachung, besonders während der Einstellung der Maschinen, mindert deutlich den Ausschuss. Die gelieferte Qualität wird garantiert. Hersteller und Anwender profitieren beide davon.

Direkte Einbettung des Messsystems in die Maschine

In einer noch höheren Ausbaustufe werden Werkzeuge nicht nur in Prozessnähe oder am Ende des Prozesses überwacht. Messsysteme können direkt in Fertigungssysteme eingebettet



3 Das Fräs- oder Schneidprofil des Werkzeugs wird mit einem Scannverfahren »aufs μm « genau kontrollierbar; links zum Größenvergleich ein menschliches Haar

werden. Optik, Rechner und Software sind dann in der Maschine voll integriert (Bild 4).

Solche Systeme werden von Mikrowerkzeugherstellern in Asien, Europa und USA eingesetzt – sie erlauben vollautomatische Rückkoppelung und Autokorrektur der Schleifmaschine.

M.A. (Oxon), M.B.A. (Insead) Christopher Morcom ist
Managing Director bei der MT Microtool GmbH in Garbsen;
c.morcom@mtmicrotool.com