

ANWENDUNGEN UND MASCHINENKONZEPTE DER MIKROFUNKENEROSION

Zündender Funke für die Mikrotechnik

JÜRGEN FLEISCHER, JÜRGEN SCHMIDT, MICHAELA KNOLL,
EHSAN SALIM UND FRANCK LELEU

Die Mikrofunkenerosion ist im Wandel begriffen: Einerseits eines der wichtigsten Verfahren zur Herstellung ab- und umformender Werkzeuge, bekommt es andererseits Konkurrenz durch das Mikrofräsen und die Laserbearbeitung. Mit innovativen Maschinenkonzepten gewinnt die Funkenerosion aber wieder an Bedeutung und erschließt neue Anwendungsfelder in der Mikrobearbeitung und -strukturierung.



BILD 1. Die innovative Mikroerodiermaschine ›SX200‹ von Sarix, Losone/Schweiz, ist als kompakte Tischmaschine konzipiert

Die Mikrofunkenerosion ist eines der wichtigsten Verfahren, wenn es um die Herstellung von Mikrostrukturen geht. Besonderer Vorteil: Es arbeitet berührungslos, sodass nahezu keine Kräfte auf das Werkstück und die Maschine einwirken. Die Funkenerosion ist außerdem von den mechanischen Eigenschaften des Werkstückwerkstoffs unabhängig. Solange diese Materialien elektrisch leitfähig sind, ist eine Bearbeitung von gehärtetem Stahl oder Hartmetall problemlos möglich. Dank der hohen Geometrietreue sowie der besonderen geometrischen Gestaltungsfreiheit können somit Strukturen hergestellt werden, die den

hohen Anforderungen der Mikrotechnik genügen. Die Funkenerosion ist gerade im Mikro-Werkzeug- und Formenbau weit verbreitet, gewinnt aber auch bei der Herstellung von Primärstrukturen an Bedeutung.

Mikrobearbeitungsmaschinen kontra Universalmaschinen

Maschinen zur Herstellung kleiner und kleinster Strukturen sind in zwei Arten zu unterteilen: zum einen Maschinen ausschließlich für die Mikrobearbeitung, zum anderen ›universale‹ Maschinen, die sowohl für Mikrobauteile als auch für grö-

INSTITUT/HERSTELLER

Institut für Produktionstechnik (wbk) der
Universität Karlsruhe
76128 Karlsruhe
Tel. 07 21/6 08-40 11
Fax 07 21/69 91 53
www.wbk-ka.de

Sarix SA
CH-6616 Losone
Tel. +41 91/7 85 81 71
Fax +41 91/7 85 81 77
www.sarix.com

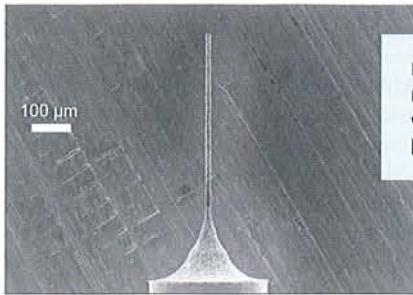


BILD 2. Die funkenerosive abgerichtete Elektrode mit einem Durchmesser von 12 µm und einer Länge von 500 µm wurde mit einer Drahtabrichteinheit hergestellt (Quelle: wbk)

ßere Werkstücke geeignet sind. Speziell für die Mikrobearbeitung entwickelte Maschinen kommen aus Japan (Panasonic) und der Schweiz (Sarix). Beide Maschinen sind als Tischmaschine ausgeführt und haben somit eine sehr kleine Bauform (Bild 1). Zudem sind beide Maschinen mit speziellen Generatoren für die Mikrobearbeitung ausgestattet, womit Strukturen von weniger als 20 µm mit extrem hoher Oberflächenqualität realisierbar sind.

Gerade in der Generatorentechnik konnten in den letzten Jahren deutliche Verbesserungen der Bearbeitungsergebnisse er-

Maschine besitzt für die Mikrobearbeitung einige Vorteile: Die Tischmaschine besitzt eine besondere Regelung der Achsantriebe speziell für den Einsatz in der Mikrofunkenerosion sowie ein Messsystem mit einer Auflösung kleiner 0,1 µm. Daraus resultiert eine Positioniergenauigkeit von mindestens 1 µm. Der Generator ist in die Z-Achse

integriert und sitzt somit direkt an der Elektrode. Nur so ist eine kurze und verlustfreie Übertragung vom Generator an die Wirkstelle (Elektrode) möglich. Durch die Entwicklung einer Drahtabrichteinheit (WEDG-Unit, Wire Electro Discharge Grinding) [1] sind kleinste Elektroden mit Abmessungen bis zu 6 µm herstellbar (Bild 2). Bohrungen können somit in einer Aufspannung hergestellt werden, was umspannbedingte Fehler eliminiert und höchste Präzision gewährleistet.

Werkzeug- und Formenbau – ohne Erodieren geht es nicht

Ein klassisches Einsatzgebiet für die Mikrofunkenerosion ist der Werkzeug- und Formenbau. Formeinsätze für Spritzgießmaschinen werden seit langem >>

LITERATUR

- 1 Masuzawa, T.; Fujino, M.; Kobayashi, K.; Suzuki, T.: Wire Electro-Discharge Grinding for Micro Machining, Annals of Cirp, Vol. 34/1/1985
- 2 Schmidt J.; Fleischer, J.; Knoll, M.: Electrodes for Micro-EDM, EUSPEN International Topical Conference on Precision Engineering, Micro Technology, Measurement Techniques and Equipment 2003, Proceedings, Volume 1
- 3 Schmidt, J.; Simon, M.; Tritschler, H.; Ebner, R.: µ-Fräsen und µ-Erodieren für den Formenbau, wt Werkstatttechnik online, Jahrgang 91 (2001) H. 12

zielt werden. Moderne Generatoren für die Mikrobearbeitung ermöglichen extrem kurze Impulsdauern. Arbeitsimpulse mit einer Länge von einigen Nanosekunden bis mehreren hundert Mikrosekunden sind Voraussetzung, um kleinste Bohrungen herstellen zu können. Für die Mikrobearbeitung sind Generatoren mit programmierbaren Impulsformen optimal. Abhängig von Material und Anwendung wird anhand der verwendeten Technologie die richtige Impulsform gewählt.

Das Institut für Produktionstechnik (wbk), Karlsruhe, verfügt über eine Maschine von Sarix, die mit dem speziellen Mikrogenerator ausgestattet wurde. Die Bauform der

Wenn selbst klein noch zu groß ist und Präzision nach mehr verlangt

1 Euro =
Ø 23,5mm

1 Cent =
Ø 16,3mm

MHD 8
das kleinste spielfreie
Getriebe der Welt
Ø 8,0 mm

Weltneuheit 2
der kleinste spielfreie
Positionierantrieb
der Welt mit
Micro-Hohlwellenantrieb
Ø 8,0 mm 1,35 mm

Weltneuheit 1

■ 0,65 mm Bohrungsdurchmesser bieten ausreichend Platz für die Durchleitung von Laserstrahlen oder optischen Fasern

■ Untersetzungsverhältnisse von 160 : 1 bis 1000 : 1
■ für den direkten Anbau an alle gängigen Mikromotoren

Medizintechnik
Photonik
Lasertechnik
Messtechnik
Semicon
Robotik
Mikroskopie
Biotechnologie
Luftfahrt
Raumfahrt
...

Harmonic Drive® – überall, wo's darauf ankommt

Harmonic Drive AG · Hoenbergstraße 14 · 65555 Limburg/Lahn
Telefon 0 64 31 - 50 08 - 0 · Telefax 0 64 31 - 50 08 - 18
Internet www.harmonicdrive.de · info@harmonicdrive.de

Harmonic Drive®

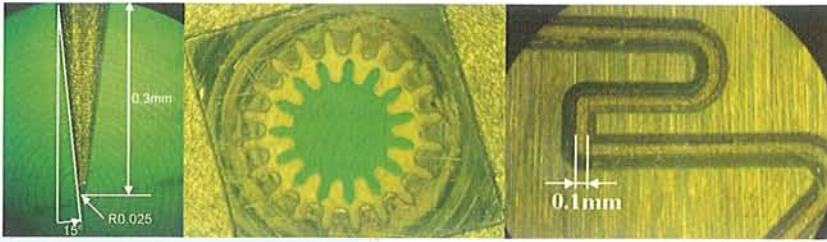


BILD 3. Links: Zahnrad mit konischer Bohrung; Mitte: Formeinsatz für Zahnrad; Rechts: bahnerodierte Struktur (Quelle: Sarix)

aus verschleißfesten Materialien hergestellt (Bild 3). Gerade auch im Bereich der Mikrobauteile hat sich die Senkerosion als einfachste Variante zur Strukturierung der Kavitäten erwiesen. Ebenso ist die Herstellung von Werkzeugen ein großes Anwendungsfeld der Funkenerosion. Ein Beispiel hierfür sind Spinddüsen für die Textilindustrie. Weiterentwickelte Mikrogeneratoren konnten hier einen großen Schritt in Richtung weiterer Miniaturisierung leisten. Weitere Anwendungen der Mikrofunkenerosion finden sich in der Primärstrukturierung, vor allem bei der Herstellung von Bohrungen. Beispiele finden sich in der Automobilindustrie bei Einspritzdüsen, in der Medizintechnik bei Bohrungen in Nadeln sowie im Flugzeugbau bei Kühlbohrungen in Turbinenschaukeln (Bild 4).

Bahnerosion wird zum Forschungsthema

Im Rahmen des Teilprojekts B4 ›Mikrofunkenerosion‹ des Sonderforschungsbereichs 499 wird am Institut für Produktionstechnik (wbk) die Mikrofunkenerosion untersucht. Hervorzuheben ist hier die Bahnerosion, bei der mit einfachen Stabelektroden in Bahnen durch das Material gearbeitet wird. Vorteil dieser Vorgehensweise: Eine Formelektrode, deren Herstellung gerade im Mikrobereich oftmals sehr problematisch ist, wird nicht benötigt. Das derzeit

größte Problem der Bahnerosion ist jedoch die Kompensation des prozessbedingten Elektrodenverschleißes. Lösungsansätze liegen in der Entwicklung eines neuen Elektrodenkonzepts.

Neben der Bahnerosion ist auch die Kombination der Fertigungsverfahren Mikrofräsen und Mikroerodieren sehr vielversprechend. Die verfahrensspezifischen

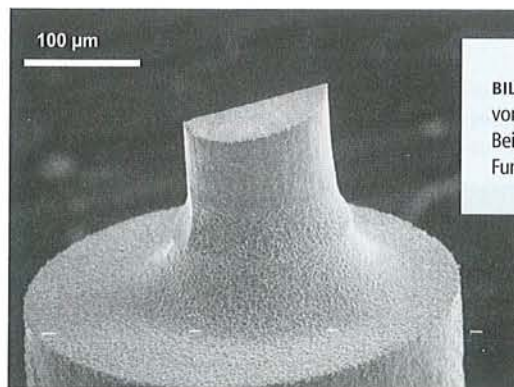


BILD 5. Die funkenerosive Herstellung von Mikrofräs Werkzeugen ist ein Beispiel für neue Anwendungsfelder der Funkenerosion (Quelle: wbk)

Vorteile, beispielsweise das hohe Zerspanvolumen des Fräsens und die Möglichkeit, tiefe Mikrobohrungen durch die Funkenerosion herstellen zu können, werden so optimal genutzt. Da das Mikrofräsen sowie die Mikrolaserbearbeitung einen immer größeren Stellenwert im Mikro-Werkzeug- und Formenbau einnehmen, gilt es, für die Mikrofunkenerosion neue Anwendungsgebiete zu erschließen [2].

Diese finden sich beispielsweise in der Her-

einfach ist und die Verfahrensparameter gut optimiert werden können (Bild 5). Erste Zerspanversuche in Messing verliefen positiv: Die Schneidkante dieser Fräser war scharf genug, um einen sauberen Schnitt zu erzeugen. **II**



BILD 4. Für die Primärstrukturierung von Nadeln für die Medizintechnik oder Einspritzdüsen (rechts) ist die Funkenerosion bestens geeignet (Quelle: Sarix)

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
ist Mitglied der Institutsleitung des wbk
Karlsruhe.
fleischer@wbk.uka.de

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmidt
ist Mitglied der Institutsleitung des wbk.
schmidt@wbk.uka.de

Dipl.-Ing. Michaela Knoll
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am wbk.
knoll@wbk.uka.de

Ehsan Salim
ist Geschäftsführer von Sarix in
Losone/Schweiz.
info@sarix.com

Franck Leleu
ist Verkaufs- und Marketingleiter bei Sarix.
sales@sarix.com