

Kleinste Teile aus weissem Gold



Starrer Verbund: Keramiken bestehen – ebenso wie diese Quarzkristalle – aus gegensätzlich geladenen Ionen und brechen, wenn die mechanische Belastung einen kritischen Punkt überschritten hat.

Trends in der Mikroproduktion, Teil 2, Keramik: Im Rahmen einer dreiteiligen Serie beleuchtet die «Technische Rundschau» Werkstoffe und Trends der für die Schweiz wichtigen Mikrotechnologie. Die Serie basiert auf Inhalten eines Kurses, den die Schweizerische Stiftung für mikrotechnische Forschung (FSRM) initiierte. Die Stiftung kümmert sich um die Verbreitung von Kenntnissen über die Mikrosystemtechnik in der Schweiz.

Ausgangsmaterial für die Herstellung von keramischen Mikroteilchen ist in der Regel feines Pulver. Dieses wird durch Mahlen, Mischen sowie thermische und chemische Vorbehandlung wie Beschichtung hergestellt und mit geeigneten Additiven und Bindersystemen versetzt. Die Eigenschaften der Zusatzstoffe hängen davon ab, ob die Formgebung unter hohem oder niedrigem Druck erfolgt.

Für die Formgebung steht eine breite Palette unterschiedlichster Prozesse zur Verfügung. Pulverförmige Ausgangsstoffe können durch Lasersintern oder Pressvorgänge zu Grünlingen geformt werden. An-

dere Prozesse verarbeiten Pasten durch Giessverfahren, Siebdruck, Extrusion, Tintenstrahldruck oder Spritzgiessen.

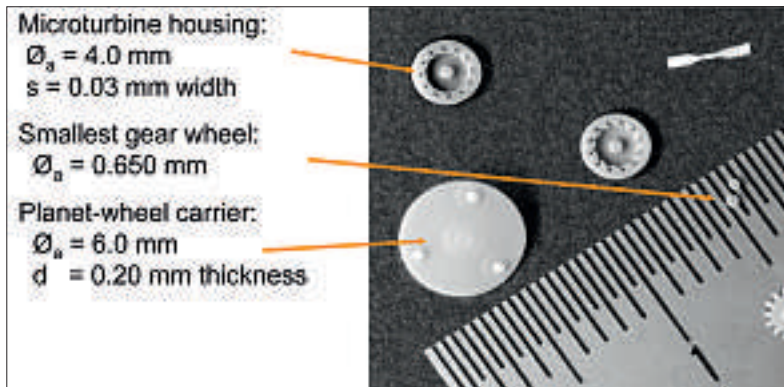
Ein weit verbreitetes Verfahren zur Herstellung keramischer Substrate ist das sogenannte Folien-giessen, mit dessen Hilfe aufwen-

AUF EINEN BLICK

Strukturkeramiken

Die im vorliegenden Artikel beschriebenen Technologien basieren vor allem auf Strukturkeramiken. Hierzu gehören Oxide wie Al_2O_3 und ZrO_2 , Carbide wie SiC und Nitride wie Si_3N_4 , BN oder AlN . Diese Werkstoffe zeichnen sich teilweise durch eine hohe Temperaturbeständigkeit, Härte und Festigkeit aus, sind chemisch resistent und haben

einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Während einige dieser Keramiken Nichtleiter für Elektrizität und Wärme sind, gibt es andererseits auch gute Wärmeleiter wie SiC , BN oder AlN . Einsatz finden sie unter anderem in der Prozesstechnik, in Substraten für Hybridbauteile, Düsen spitzen, medizinischen Implantaten oder Gehäusen.



Neuer Prozesspfad: Durch Mikro-Pulverspritzgiessen hergestellte Teile für ein Mikrogetriebe. (Bilder: FSRM/KIT)

tall- oder Keramikpulver, Binder-materialien wie thermoplastische Kunststoffe (oft Polyethylen) sowie Wachs und Additiven. Deren Herstellung erfordert grosse Sorgfalt und sollte in Eigenregie vorgenommen werden. ▶

dige, geschichtete Keramikträger für Elektronikschaltungen hergestellt werden. Die endgültigen Eigenschaften werden durch einen Brennprozess eingestellt, in dessen Verlauf die Körner des Werkstoffs sintern und wachsen. Dadurch entsteht ein hartes, mechanisch belastbares Keramikbauteil. Eines der dabei zu berücksichtigenden Probleme sind teils erhebliche Formänderungen durch Schrumpfung.

Ein interessanter neuer Prozesspfad ist das Mikro-Pulverspritzgiessen oder -Pulverinjektionsgiessen. Dabei wird das Pulver so modifiziert und in ein Polymer kompondiert, dass es mit den etablierten Verfahren zur Herstellung von Mikroteilen aus Kunststoffen im Spritzgiessverfahren verarbeitet werden kann. Der Vorteil ist, dass dadurch ein bestens etablierter Prozesspfad mitsamt der erforderlichen Formtechnologie und Peripherie genutzt werden kann, der sich für hohe Produktionsvolumina und niedrige Kosten eignet.

Das Verfahren kann sowohl für Keramiken als auch für Metalle eingesetzt werden. Dabei gibt es mehrere Varianten wie das Hochdruck-Pulverspritzgiessen, das sich insbesondere für die Massenfertigung eignet, sowie das Niederdruck-Pulverspritzgiessen mit den Schwerpunkten Kleinserien und Rapid Prototyping.

Besonders wichtig bei diesen Verfahren ist die Einstellung des Vormaterials (Feedstock) aus Me-

Wenn zwischen Ihnen und uns mehr entsteht:
 Das ist der MAPAL Effekt.

Sie

wollen zeitsparender,
effektiver und
wirtschaftlicher produzieren.

Wir

liefern Ihnen moderne
Werkzeuflösungen
abgestimmt auf Ihr jeweiliges
Fertigungskonzept.

Schneller
ankommen

METAV Halle 14,
Stand 14F30

www.mapal.com | Ihr Technologiepartner in der Zerspänung

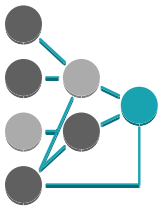
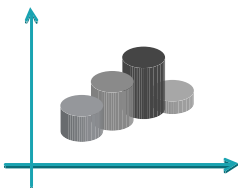
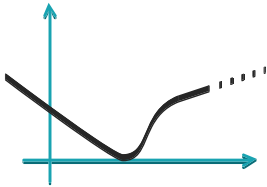


WIRD IHR ABSATZ BEEINFLUSST VON

- BESTIMMEN KONJUNKTURINDIKATOREN
- IHREN KPIs ...?

HÄNGT DIE QUALITÄT IHRER PRODUKTE AB VON

- DEN ZULIEFERERN
- IHRER PROZESSSTEUERUNG
- EXTERNEN FAKTOREN, ...?



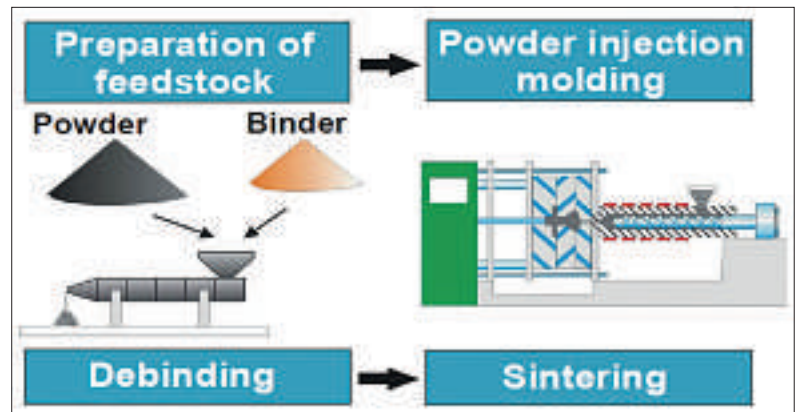
DANN PROFITIEREN SIE DOCH VON DEN METHODEN DER **BIG-DATA-EXPERTEN** UM IHRE ERGEBNISSE NACHHALTIG ZU VERSTEHEN, ZU PROGNOSTIZIEREN UND ZU VERBESSERN.

DIE **IMSD GmbH** IST EIN DIENSTLEISTER FÜR DATENANALYSE, DER SIE BEI VERSCHIEDENEN PROBLEMSTELLUNGEN, ZUM BEISPIEL IN DEN BEREICHEN PROZESSOPTIMIERUNG, PROGNOSE UND **CRM**, UNTERSTÜTZT.

EIN REGIONALER PARTNER, DEM IHRE DATEN UND IHRE ZIELE WICHTIG SIND.



IMSD GmbH ZÜRICH – MONTFAUCON
WWW.IMSD.CH



Beim Mikro-Pulverinjektionsgiessen ist die richtige Vorbereitung der Mischung entscheidend für das Gelingen des Prozesses.

► An die so entstehende pastöse Masse sind folgende Anforderungen zu stellen:

- hoher Feststoffanteil von mindestens 50 Prozent (Keramik)
- mittlerer Partikeldurchmesser < 1/10 des kleinsten Strukturdetails des Bauteils
- geringe Viskosität
- einfache und reproduzierbare Zubereitung
- keine Entmischung bei hohen Scherkräften
- gutes Formfüllvermögen
- hohe Stabilität der Grünlinge
- einstufiger Brennprozess.

Ein kritischer Faktor ist die Vorbereitung der Mischung in der Mischschnecke, deren Momentverlauf unbedingt überwacht werden sollte, um teure Schäden an den Produktionseinrichtungen zu vermeiden. Eine besondere Rolle spielt hierbei auch die Wahl geeigneter Dispergiermittel, deren Zugabe die Viskosität der Mischung signifikant beeinflusst. Die Zugabe dieser Mittel muss individuell auf die jeweilige Mischung eingestellt werden.

Für die Verarbeitung geeignete Spritzgiessanlagen sind unter anderem die «Microsystem 50» von Battenfeld, die «K50S2 F» und «Elektra 50 S» von Ferromatik Milacron sowie die «Allrounder 330 S» des Herstellers Arburg.

Die Entfernung des Binders durch Lösungsmittel oder durch einen Ofenprozess erfordert sorgfältiges Vorgehen. Das Gleiche gilt für den Sinterprozess, der präzise Temperaturkontrolle und eine genau kontrollierte Ofenatmosphäre voraussetzt. Zu beachten sind dabei Phänomene wie Kornwachstum, Porosität oder Dichte des Sinterteils sowie möglicher Verzug. ■

Klaus Vollrath

freier Fachjournalist, Aarwangen

FSRM, Schweizer Stiftung für Forschung im Bereich der Mikrotechnologien

2001 Neuchâtel, Tel. 32 720 09 00
fsrm@fsrm.ch

Karlsruher Institut für Technologie, KIT

DE-76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel. +49 721 608-225 85
thomas.hanemann@kit.edu

IM PROFIL

Know-how-Vermittlung für die Mikrofabrikation

Eine rasche Verbreitung von Kenntnissen über die Mikrosystemtechnik hat sich die Schweizerische Stiftung für mikrotechnische Forschung (FSRM) auf die Fahnen geschrieben. In Zusammenarbeit mit namhaften europäischen Forschungsinstituten

und Anwendern wurde ein breit gefächertes Kursprogramm, «Training in Microsystems», aufgebaut. So wurden im Jahr 2013 etwa vierzig Kurse zu den wesentlichen Aspekten rund um das Thema Mikrotechnik erfolgreich durchgeführt.