

Die Zukunft der Mikrofabrikation ist additiv

Breites Spektrum an 3D-Druckmaterialien ermöglicht neuartige Anwendungen

In den letzten 20 Jahren haben die neuen Möglichkeiten der additiven Fertigung Wissenschaftler, Ingenieure und Produktdesigner inspiriert, die herkömmliche Produktionsweise grundsätzlich zu hinterfragen. So konnten laufend neue Ideen zur schnellen und kosteneffizienten Herstellung von Komponenten und Produkten entwickelt werden. Auch auf der Mikro- und Nanoskala lässt sich das Prinzip der additiven Fertigung realisieren.



Mit Mikrofabrikationssystemen von Nanoscribe können Volumina von bis zu 100 mm³ gedruckt werden (© Nanoscribe)

Die Miniaturisierung ist eine der wichtigsten Herausforderungen in der modernen Fertigungsindustrie. Denn zur Entwicklung neuer Anwendungen werden immer mehr funktionale Mikrobauteile benötigt.

Photonische Chips, Mikro-Kameralinsen, mikro-elektromechanische Sensoren und Lab-on-a-Chip-Systeme sind Komponenten, wie sie beispielsweise zur Daten- und Signalverarbeitung in

der Medizintechnik oder Automobilindustrie genutzt werden. Für die heutigen Anforderungen in der Präzisionsfertigung bietet Nanoscribe auf spezielle Anwendungsbereiche zugeschnittene Mikrofa-

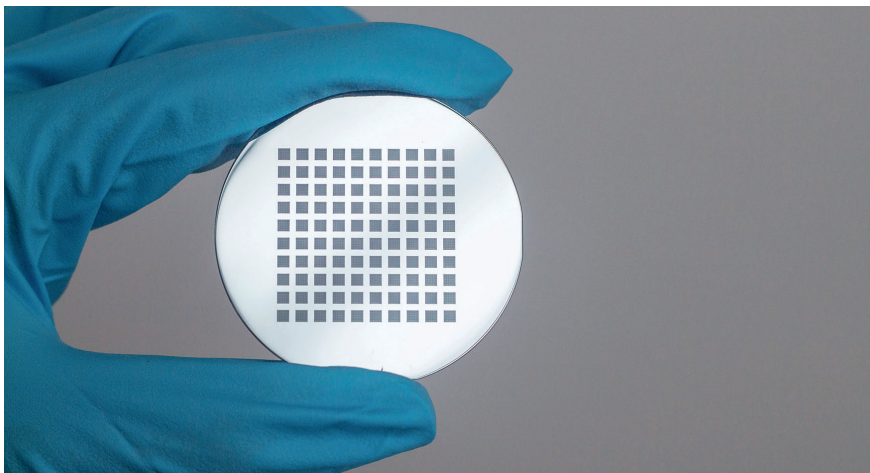


Bild 1. Ein Mikrolinsen-Array auf einem 6-Zoll-Wafer aus Silizium (© Nanoscribe)

brikationslösungen für Wissenschaft und innovative Unternehmen an. Die 3D-Drucker von Nanoscribe arbeiten auf Basis der Zwei-Photonen-Polymerisation (2PP). Dabei werden für UV-Licht sensitive Lacke mit einem Nahinfrarot-Laser belichtet. Leistungsstarke, ultrakurze Laserpulse sorgen dafür, dass die Energie zweier Photonen den Fotolack aushärtet. Dieser Effekt kann nur im exakten Laserlichtfokus auftreten. Deshalb ist die Technologie von Nanoscribe etwa 100-fach präziser als vergleichbare 3D-Drucktechniken. So gelingt die direkte, additive Fertigung feinsten und nahezu beliebig geformter Strukturen.

Mit der Zwei-Photonen-Graustufen-Lithografie (2GL) hat Nanoscribe eine neuartige Fertigungstechnologie entwickelt, die die Performance der Graustufen-Lithografie mit der Präzision und Flexibilität der Zwei-Photonen-Polymerisation kombiniert. Die gedruckten Strukturen erhalten eine glattere Kontur und zugleich eine höhere Formgenauigkeit. Das Design lässt sich mit Softwareunterstützung zielgerichtet überarbeiten, sodass die Produktentwicklungszyklen beschleunigt werden können.

Serienproduktion von Präzisionsteilen

Dank ihres weitgehend digitalen Workflows werden additive Fertigungstechniken gerne bei der Entwicklung und Herstellung von Prototypen oder für Kleinserien verwendet. Auch komplexe Designs sind damit realisierbar. Schnelle Entwicklungen und kürzere Produktlebenszyklen erfordern neue Konzepte auch in der volumenstarken Serienproduktion. Um miniaturisierte Bauteile und mikroskopisch kleine Strukturen auch in großen Stück-

zahlen herstellen zu können, unterstützt die 3D-Mikrofabrikation neue Fertigungskonzepte auf Basis hochpräziser Polymermaster, die mit industriellen Replikationsmethoden vervielfältigt werden.

Ein Beispiel ist das Spritzgießen: Durch Galvanoformung eines 3D-gedruckten Polymer-Masters wird ein sogenannter Nickel-Shim hergestellt, der die gleiche mikrostrukturierte Topografie aufweist wie das gedruckte Original. Dazu wird eine dünne metallische Schicht auf den Polymermaster aufgesputtert. Der Nickel-Shim wird daraufhin galvanisch abgeschieden und bildet die stabile Negativform für das anschließende Spritzgießverfahren. Hierbei wird ein thermoplastisches Polymer in den Hohlraum des Shims eingespritzt, wo es auskühlen und sich verfestigen kann. Dadurch nimmt das Spritzgussteil die Form des mikrostrukturierten Masters an. Mit diesem Verfahren verkürzt sich die Produktionszeit deutlich, die Stückkosten mikrostrukturierter Bauteile werden erheblich reduziert und die Produktion von Präzisionsteilen enorm beschleunigt.

Spezielle Druckmaterialien

Neben der Drucktechnologie hängen die Effizienz und Qualität eines Druckprozesses auch von den Eigenschaften der Druckmaterialien ab. Die polymeren Fotolacke von Nanoscribe wurden im eigenen Labor für Materialentwicklung speziell für das 2PP-Verfahren entwickelt. Je nach Anwendungszweck erfüllen die Lacke aufgrund unterschiedlicher Bestandteile verschiedene Anforderungen, wie feinste druckbare Strukturen, hohe »



3-2-1 ...
Lift-off!



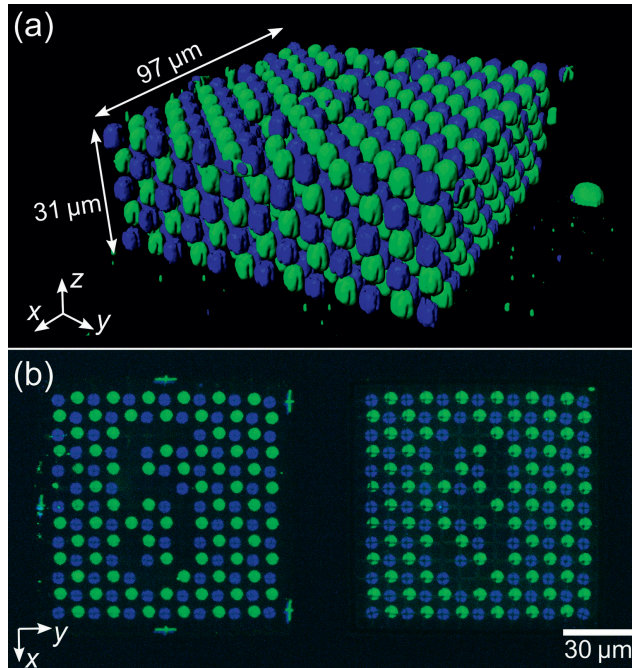
Ready for the infinite possibilities of shredding

Grenzenlose Hochleistungszerkleinerung – streben Sie nach einer neuen Dimension des Zerkleinerns. Für ein effizientes und umweltfreundliches Recycling aller Kunststoffe gibt es nun die Lösung: der neu entwickelte Schredder VIZ für Kunststoffabfälle.

Vecoplan AG | Vor der Bitz 10
56470 Bad Marienberg | Germany
Phone: +49 2661 6267-0
welcome@vecoplan.com | www.vecoplan.com

Bild 2. Dreidimensionale fluoreszierende Sicherheitsmerkmale: (a) 3D-Rekonstruktion von Schichten mit einem konfokalen Fluoreszenzlasermikroskop; (b) einzelne unterschiedliche Struktur-schichten in unterschiedlichen Struktur-tiefen

(© KIT/F. Mayer, M. Wegener)



Lichttransmission, glatte Oberflächen oder große Druckvolumina (**Titelbild**).

In der Mikrooptik, Photonik, für mikroelektromechanische Systeme oder für biomedizinische Anwendungen sind definierte optische, mechanische, elektrische, chemische oder biologische Eigenschaften gefragt. Neben den eigens entwickelten 2PP-Fotolacken können auch andere, handelsübliche UV-härtende Lacke verwendet werden, wie sie beispielsweise in der Mikroelektronikindustrie zum Einsatz kommen. Dazu gehören SU-8 (MicroChem Corp., Westborough, Massachusetts/USA), Ormocer (eine Marke der Fraunhofer-Gesellschaft für ein vielseitiges Hybridpolymer) und verschiedene AZ-Positivlacke (Microchemicals GmbH, Ulm). Neben den Fotolacken gibt es ein weites Materialspektrum von Hydrogelen bis zu Kompositlacken aus Nanopartikeln. Letztere können beispielsweise zur Herstellung ferngesteuerter Mikromaschinen verwendet werden, deren Bewegungsfähigkeit von der Zusammensetzung der Nanopartikel in den gedruckten Materialien abhängig ist. Die Strukturen werden zum Beispiel gezielt mit magnetischen Partikeln beschichtet. So beginnen sich die Mikroroboter in oszillierenden Magnetfeldern zu bewegen.

Aktuelle und zukünftige Anwendungen

Die enorme Designfreiheit, ein unkomplizierter Workflow sowie die große Aus-

wahl an Druckmaterialien machen die 3D-Mikrofabrikation zu einem vielseitigen Werkzeug für zahlreiche Anwendungsfelder. Auf der Suche nach neuen diagnostischen und therapeutischen Verfahren untersuchen und entwickeln Ingenieure druckbare Materialien, die biokompatibel sind. Das ist in medizinischen Anwendungen oftmals unverzichtbar. So bieten beispielsweise winzige 3D-gedruckte Mikrotransporter für die Wirkstoffabgabe von Medikamenten gänzlich neue Perspektiven für minimalinvasive Therapien. Mikroskopisch kleine Linsensysteme (**Bild 1**) für Mikroendoskope ermöglichen wiederum minimalinvasive Operationen. Auch Nanoscribe forscht auf diesen Gebieten und entwickelt druckbare Materialien, die speziell auf die Bedürfnisse der Biomedizintechnik zugeschnitten sind.

Ein weiteres Anwendungsfeld der Mikrofabrikation ist die Produktsicherheit. Der Schutz von Marken gegen Produktpiraterie erfordert genauso wie die Fälschungssicherheit von Banknoten ständig neue Ideen und Verfahren. Zur Erzeugung von dreidimensionalen optischen Sicherheitsmerkmalen entwickelte ein Forscherteam des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und der Firma Zeiss fluoreszierende Sicherheitsstrukturen per 3D-Mikrofabrikation. Mit einem Nanoscribe-Drucker wurden zwei fluoreszierende Fotolacke, die in verschiedenen Farben leuchten, direkt auf eine nicht fluoreszierende 3D-Gitterstruktur gedruckt. So entstehen viele Bilder innerhalb einer Mikrostruktur auf verschiedenen Ebenen (**Bild 2**). Aufgrund der Komplexität des Designs und der individuellen Anordnung der Materialien ist es für Fälscher extrem schwierig, diese Struktur zu kopieren.

Fazit

Die 3D-Mikrofabrikation etabliert sich in der Wissenschaft und in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Industrieunternehmen immer stärker und wird zu einer Schlüsseltechnologie für Neuentwicklungen. Denn mit den von Nanoscribe entwickelten Mikrofabrikationslösungen können praktisch beliebige, hochkomplexe Designs mit sehr hoher Präzision realisiert werden.

Die ständige Entwicklung neuer Druckmaterialien befördert diese Entwicklung weiter. ■

Die Autorin

Sofia Rodriguez ist Diplom-Physikerin und Product Marketing Manager bei der Nanoscribe GmbH in Eggenstein-Leopoldshafen bei Karlsruhe; rodriguez@nanoscribe.com

Service

Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2019-11