

Fortschritte beim Mikrospritzgießen Abformung im Nanometerbereich und Mehrkomponenten-Spritzgießen

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Angewandte Materialien (IAM-WK)
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen
volker.piotter@kit.edu

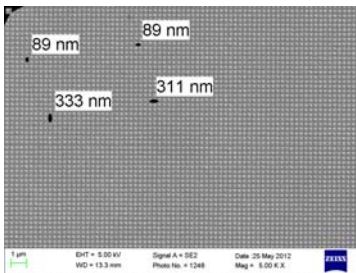
V. Piotter, A. Klein, T. Mueller, K. Plewa, J. Prokop

Um den wachsenden Bedarf an Mikrokomponenten befriedigen zu können, müssen Produktionsverfahren und -kapazitäten für mittlere und insbesondere hohe Stückzahlen verfügbar sein. Als einer der wichtigsten Prozesse hat sich mittlerweile das Spritzgießen für funktionale Mikrokomponenten aus Polymeren, Metallen und Keramiken industriell etabliert. Aktuelle Entwicklungen zielen auf die Abformung von Primärstrukturen $\leq 100\text{nm}$ sowie die Erweiterung der Materialpalette in Richtung auf metallische und keramische Werkstoffe.

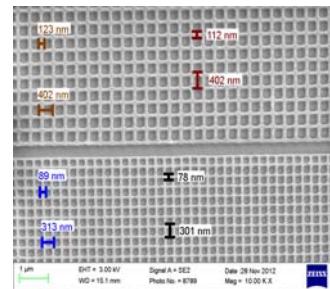
Mikrospritzgießen im Nanometerbereich

Die Abformung von Strukturgrößen unterhalb von 100nm soll hier am Beispiel Photonischer Kristalle erläutert werden. Dabei handelt es sich um transparente Festkörper mit periodisch angeordneten Strukturen so dass Lichtwellen geführt, gefiltert oder reflektiert werden können. Eine kostengünstige Produktion von solch hochpräzisen Funktionsteilen ermöglicht nun die Weiterentwicklung des Mikrospritzprägens mit dem Nanostrukturen in hohen Stückzahlen abgeformt werden können.

Für den Einsatz als photonischer Kristall sind Nanostrukturen in Gitterform mit Stegbreiten von 80nm bis 280nm erforderlich. Zunächst wurden Nickel-Shim Formeinsätze mittels Elektronenstrahl-Schreiben und Galvanoformung erzeugt. Für die Replikation der nanostrukturierten Shims wurde u.a. das Mikro-Spritzprägen eingesetzt, mit dem über eine spezielle Werkzeug- und Prozesstechnik Kunststoffteile mit reduzierten Eigenspannungen hergestellt werden konnten.



REM-Aufnahme eines Ni-Shims, der mittels Elektronenstrahl-Schreiben und anschließender Galvanoformung hergestellt wurde (KIT-IMT)



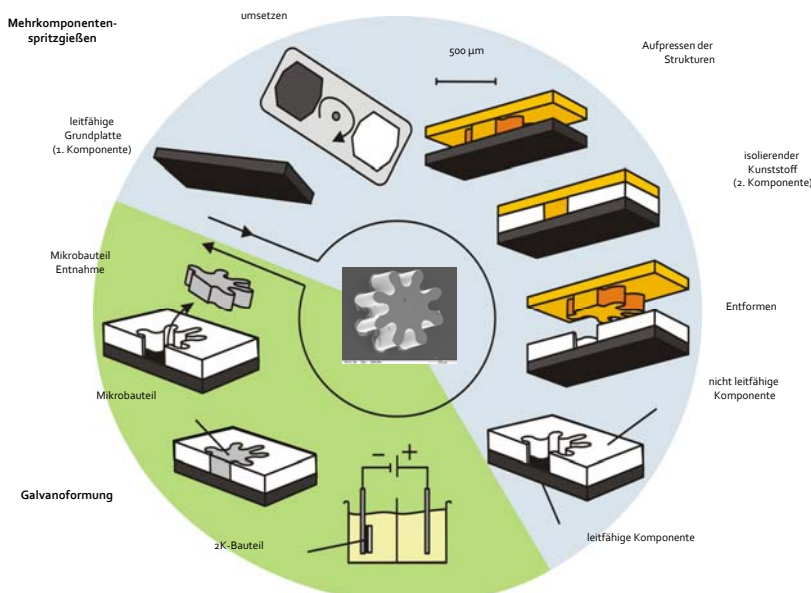
REM-Aufnahme der mittels Mikrospritzgießen replizierten Strukturen aus PMMA (KIT-IAM-WK)

2K-Mikrospritzgießen mit anschließender Galvanoformung

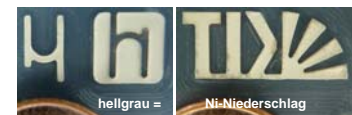
In der Mikrosystemtechnik besteht nicht selten Bedarf an hochwertigen metallischen Mikrobauteilen. Zu deren Herstellung in großen Serien kann u.a. das Pulverspritzgießen angewendet werden. Sind jedoch besonders hohe Oberflächenqualitäten gefordert, so stehen derzeit keine Fertigungsverfahren zur Verfügung.

Demgegenüber lassen sich mit der unten links vorgestellten Prozessabfolge Primärstrukturen mit hoher Oberflächengüte, z.B. LIGA-Komponenten, replizieren. Mit dem Verfahren ist es auch möglich, sehr enge Strukturen mit Aspektverhältnissen von über 5 in hoher Oberflächenqualität ohne galvanische Fehlstellen zu fertigen.

Durch die Kombination von Spritzgießen und Galvanik wird eine hohe Wirtschaftlichkeit in der Serienfertigung gewährleistet.



Ausschnitt einer zweikomponentigen Vorform (oben) galvanisch abgeschiedene Ni-Bauteile (unten)



Oberflächenqualität und Maßstreuung der Galvanoteile im Vergleich zum Formeinsatz und entsprechenden MIM-Teilen (Metallpulverspritzgießen)

	Formeinsatz	Galvanoteil	MIM-Teil
Ra [μm]	0,101	0,182	0,4 – 0,8
Länge [mm]	7,716	7,688 \pm 0,11 %	\pm 0,1 – 0,3 %