



3



4

PROTOTYPING UND FERTIGUNG VON 3D-MIKROFLUIDIK-CHIPS AUS QUARZGLAS

Aufgabenstellung

Das Anwendungsspektrum mikrofluidischer Systeme ist vielfältig und oft kundenspezifisch. Übliche Herstellungsverfahren für Mikrofluidik-Chips nutzen Abformprozesse oder lithographische Methoden. Dies limitiert die Designs auf planare Strukturen. Die Möglichkeit, freigeformte, dreidimensionale Mikrostrukturen direkt aus dem digitalen Entwurf herzustellen, ist schnell und kostensparend bei der Entwicklung von Prototypen und verkürzt die Innovationszyklen für Neuentwicklungen deutlich. Zudem erlaubt das 3D-Verfahren die Realisierung völlig neuartiger Funktionalitäten in einem mikrofluidischen System.

Vorgehensweise

Das Fraunhofer ILT hat ein Laserverfahren zur Herstellung von 3D-Kanalstrukturen in Quarzglas entwickelt. Bei diesem Verfahren werden komplexe Strukturen aus den digitalen Konstruktionsdaten mit Ultrakurzpulslaserstrahlung (UKP) direkt in Quarzglas geschrieben. Durch den UKP-Prozess ändern sich lokal die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Glases. Die bestrahlten Strukturen können daher selektiv mit Mikrometergenauigkeit nasschemisch geätzt werden, sodass im Inneren des Glassubstrats Hohlräume in der Form der beschriebenen Kanalstrukturen entstehen (selektives Laserätzen). Durch den CAD-basierten Entwurf und die präzise Fertigung im Volumen ist es möglich, sowohl fluidische Kanäle als auch Schnittstellen für die Positionierung optischer Komponenten in einem einzigen opto-fluidischen System sehr kompakt zu entwerfen und kostengünstig zu realisieren.

Ergebnis

Aktuell können Mikrofluidik-Chips mit Kanalstrukturen von 10 μm Breite und mehreren Zentimetern Länge hergestellt werden. Die Rauigkeit von $R_z = 2 \mu\text{m}$ kann durch thermische Umschmelzverfahren so stark reduziert werden, dass die Oberflächen optische Qualität erlangen und dadurch diagnostische Lasermessverfahren im Mikrofluidik-Chip anwendbar sind.

Anwendungsfelder

Für das Hochdurchsatzscreening wurden mikrofluidische Glas-Chips zur Erzeugung und Durchmusterung segmentierter Flüsse aus kleinsten Tröpfchen mit 5 μm Durchmesser entwickelt und zur zellfreien Biosynthese von Enzymen eingesetzt. Darüberhinaus finden die 3D-Mikrofluidik-Chips-Anwendung in multispektralen Screeningsystemen mit Streu- und Fluoreszenzlichtdetektion, bei denen dreidimensionale Strukturen zur hochgenauen hydrodynamischen Fokussierung von Zellen und Partikeln eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Georg Meineke
Telefon +49 241 8906-8084
georg.meineke@ilt.fraunhofer.de

Dr. Achim Lenenbach
Telefon +49 241 8906-124
achim.lenenbach@ilt.fraunhofer.de

3 Erzeugung von Tröpfchen mit $\varnothing 10 \mu\text{m}$.

4 Trägerstruktur zur Plug & Play-Verbindung von Mikrofluidik-Chips über Steckverbindungen aus Quarzglas.