



PROTOTYPING UND FERTIGUNG VON MIKROFLUIDIKCHIPS AUS QUARZGLAS



DQS zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2015
Reg.-Nr. 069572 QM15

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Institutsleitung
Prof. Constantin Häfner

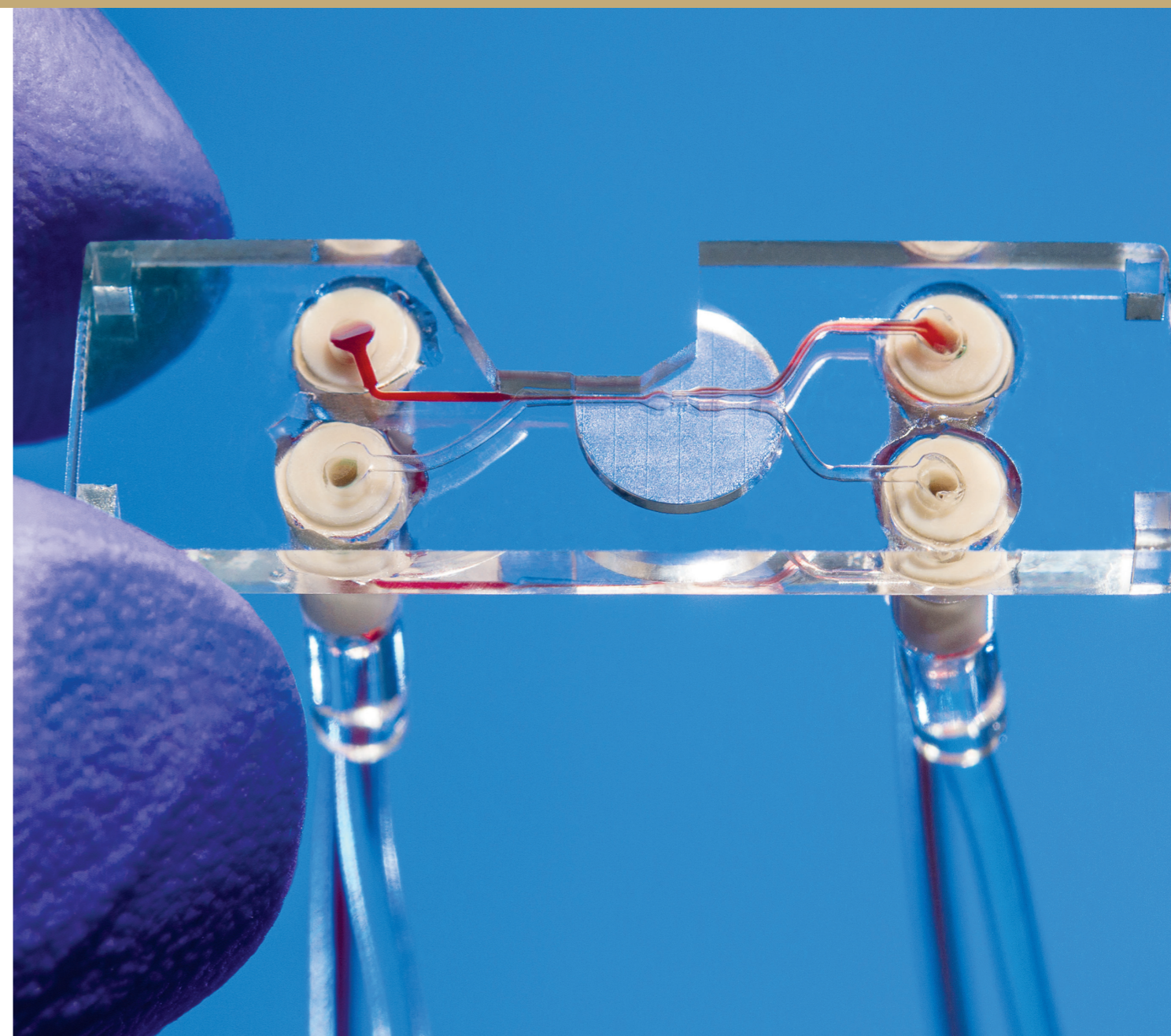
Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon +49 241 8906-0
Fax +49 241 8906-121

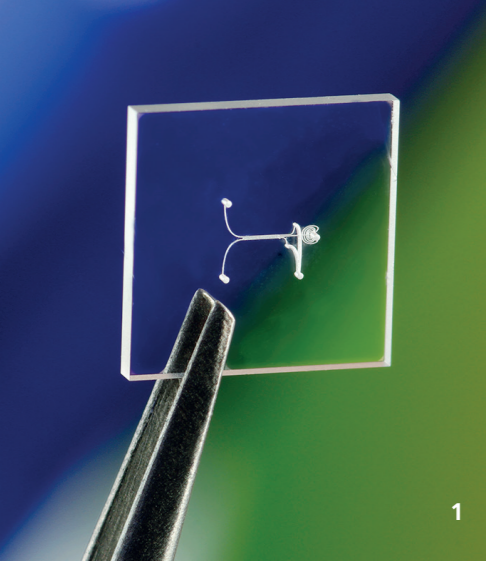
info@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

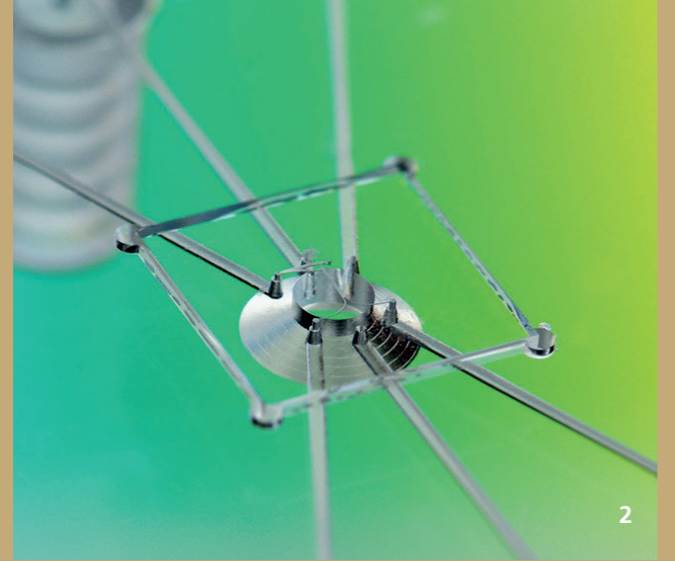
Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zählt weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik, sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählen beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Additive Manufacturing. Weiterhin entwickelt das Fraunhofer ILT photonische Komponenten und Strahlquellen für die Quantentechnologie.

Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagentechnik, Digitalisierung, Prozessüberwachung und -regelung, Simulation und Modellierung, KI in der Lasertechnik sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Im Vordergrund stehen Forschung und Entwicklung für industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Produktion, Mobilität, Energie und Umwelt. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft.

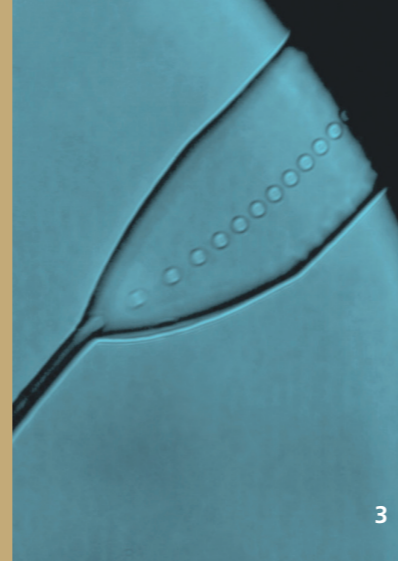




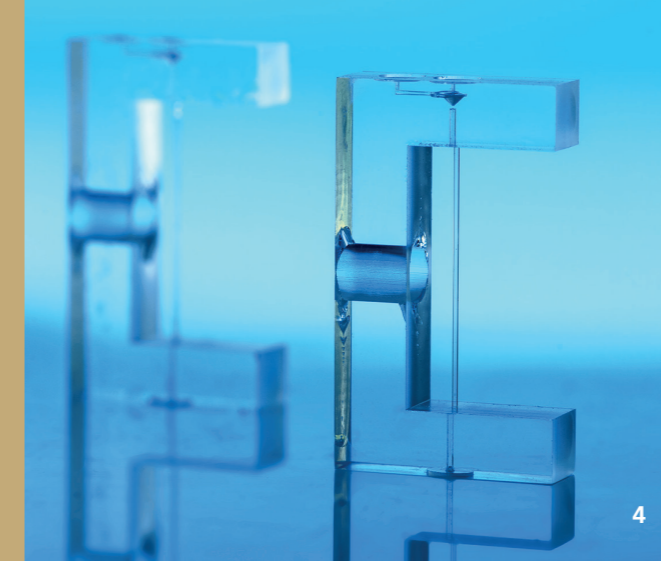
1



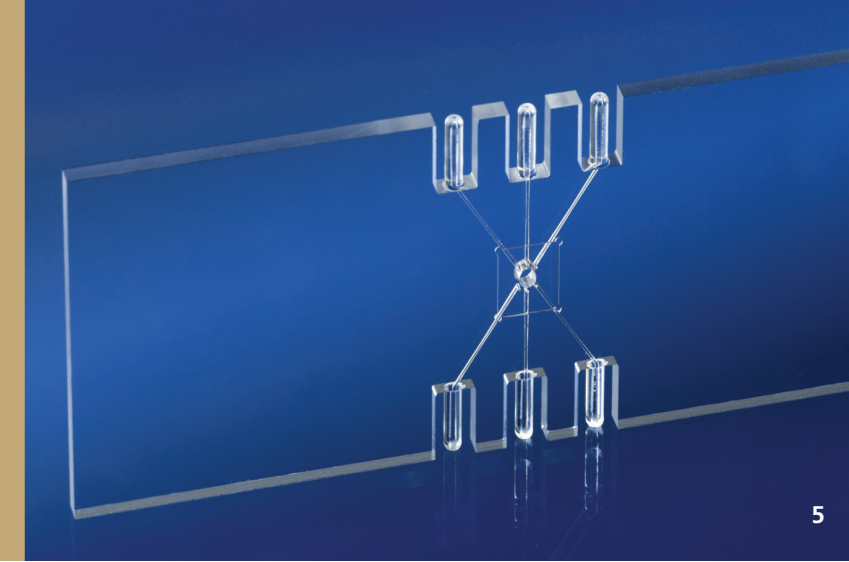
2



3



4



5

PROTOTYPING UND FERTIGUNG VON MIKROFLUIDIKCHIPS AUS QUARZGLAS

Das Anwendungsspektrum mikrofluidischer Systeme ist vielfältig und oft kundenspezifisch. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT stellt daher ein Fertigungsverfahren für 3D-Kanalstrukturen zur Verfügung, welches aus den digitalen Konstruktionsdaten komplexe Strukturen mithilfe von Ultrakurzpulslaserstrahlung (UKP) direkt in Quarzglas schreibt. Mit diesem maskenlosen Direktverfahren wurden unter anderem Glaschips für Aufgabenstellungen entwickelt wie zum Beispiel: Tröpfchengeneration für segmentierte Flüsse, Marker-moleküldetektion in der klinischen Diagnostik oder Hochdurchsatz-Durchmusterung für die Biotechnologie.

Fertigung von 3D-Freiform-Kanälen

Mit dem Laserfertigungsverfahren »Selektives Laserätzen« (Selective Laser-induced Etching SLE) steht ein Herstellungsverfahren für Mikrokanäle, Formbohrungen und -schnitte in transparenten Bauteilen aus Quarzglas, Borosilikatglas, Saphir und Rubin zur Verfügung. Mikrometeregenaue Strukturen im Volumen und an der Oberfläche mit bis zu mehreren Zentimetern Ausdehnung werden direkt aus 3D-CAD-Daten hergestellt.

Ultrakurzgepulste, fokussierte Laserstrahlung wird in einem transparenten Werkstück nur im Fokusbereich durch Mehrphotonenprozesse absorbiert. Im Fokusbereich erfährt das transparente Material eine Änderung seiner optischen und chemischen Eigenschaften ohne Rissbildung, wodurch es selektiv chemisch ätzbar wird. Herzustellende Strukturen werden mit dem UKP-Laser belichtet und anschließend nasschemisch geätzt. Mit diesem Verfahren können Mikrokanäle, Formbohrungen, funktionale Bauteile und komplexe mechanische sowie optische Systeme hergestellt werden.

Titel: Diagnostik-Chip mit integrierter Sortierstruktur.

1 Sortierchip zum Screenen und Sortieren von Tröpfchen.

2 Trägerstruktur zur Plug & Play-Konnectierung von

Mikrofluidikchips über Steckverbindungen aus Quarzglas.

Segmentierter Fluss – Hochdurchsatzscreening

Durch die Bildung einzelner Tröpfchen lässt sich ein Fluid in viele Millionen Segmente aus Mikrotröpfchen unterteilen. Jedes Tröpfchen kann hierbei seine eigenen chemischen oder biologischen Bedingungen aufweisen, wodurch die gleichzeitige Durchführung vieler Experimente im segmentierten Fluss möglich wird. Kernelemente sind mikrofluidische Chips, die uniforme Tröpfchen mit definierter Fluidzusammensetzung reproduzierbar erzeugen und diese kontrolliert in einem Trägerfluid führen. Nach Ablage auf dem Chip stehen sie für optische Messungen sowie weitere Experimente zur Verfügung. Zur Erzeugung und Durchmusterung segmentierter Flüsse aus kleinsten Tröpfchen mit Durchmessern von 5 µm und größer wurden mikrofluidische Glaschips entwickelt und in biotechnologischen Anwendungen getestet.

Hydrodynamische Fokussierung

Werden Partikel und Moleküle einer Lösung im laminaren Strom optisch untersucht, ist die Qualität der Messergebnisse maßgeblich von der Stabilität des Probestroms abhängig. Bei der hydrodynamischen Fokussierung wird der Probestrom durch eine Düse in einen Hüllstrom injiziert, wodurch die Position, die Geschwindigkeit und das Probevolumen am Ort der optischen Messung genau eingestellt werden können. Um diese hydrodynamische Fokussierung für die optische Messung innerhalb des Mikrofluidikchips oder für fluidisch angeschlossene Durchflussküvetten auf engstem Raum zu erzielen, wurden mikroskopische Strukturen entwickelt und erprobt.

Opto-Fluidische Systeme

Durch das CAD-basierte Design und die präzise Fertigung im Volumen ist es möglich, fluidische Kanäle und die Positionierung optischer Komponenten in einem einzigen Bauteil sehr kompakt zu entwerfen und kostengünstig herzustellen. Unter anderem wurden multispektrale Screeningsysteme mit Streu- und Fluoreszenzlichtdetektion und integrierten faseroptischen Anschlüssen sowie fluidischen Schnittstellen zu kommerziellen Komponenten realisiert.

Oberflächenmodifikation und Politur

Die anwendungsbedingten Anforderungen an die Oberfläche von Mikrofluidiken sind vielseitig. Durch die Bindung von Silanen an die Oberfläche, lassen sich ihre Eigenschaften spezifisch auf die Anwendung anpassen. Zur Erzeugung und Prozessierung wässriger Tröpfchen in Hydrofluoroether ist zum Beispiel ein zweistufiger Prozess mit Plasmaaktivierung für die hydrophobe Oberflächenmodifikation etabliert. Für Bereiche besonders anspruchsvoller optischer Zugänglichkeit können Oberflächen mit thermischen Verfahren poliert werden.

Leistungsangebot

- Prototypenentwicklung von mikrofluidischen Chips aus CAD-Entwürfen (2D/3D)
- Auslegung, Design und Fertigung kundenspezifischer Mikrofluidikchips in kleinen Losgrößen bis hin zur Serienfertigung
- Entwicklung mikrofluidischer Systeme mit optischen Funktionselementen
- Entwicklung kompakter Sensoreinheiten für Fluoreszenz- und Streulichtmessung im mikrofluidischen Chip
- Machbarkeitsstudien für kundenspezifische Mess- und Screeningaufgaben

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 10 µm Durchmesser.

4 Kapillarhalter mit hydrodynamischer Fokussierung für die Durchflusszytometrie.

5 Chip mit seitlichen Anschlüssen für Schlauchverbindungen.