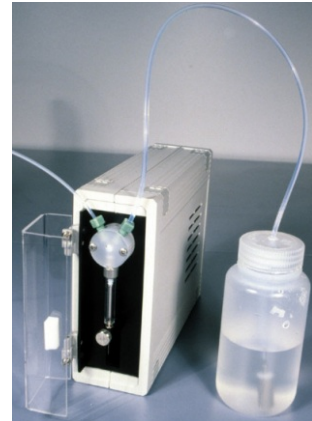


Technologie	Kanalhöhe
Silizium-Glas	10 - 800 µm
Glas-Silizium-Glas	10 - 1000 µm
Silizium-Glas-Silizium	150 - 1000 µm
Silizium-Silizium-Silizium	10 - 500 µm
Glas-Polymer-Glas	15 - 120 µm
PDMS-Kanalplatte	1,0 - 300 µm

Flüssigkeits-Handling

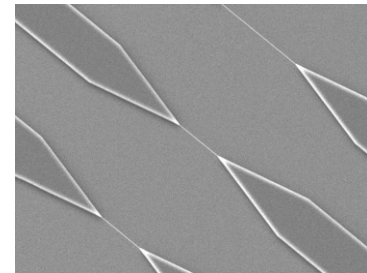
GeSiM rüstet Mikrosysteme mit Spritzenpumpen (Foto) aus, die über Standard-Fittings und O-Ring-Dichtungen angeschlossen werden können und einen extra langsamen Modus erlauben. Ihr Mikrochip bekommt so eine komplette computergestützte Fluidiksteuerung (s. separates Datenblatt).



Nanostrukturierung

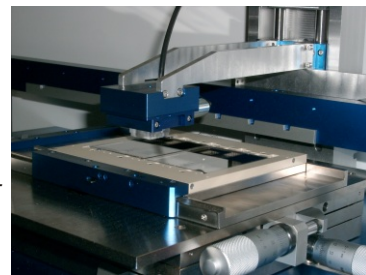
Nano-Master
SiO₂-Dicke 0,1 - 1 µm, Größe 15 x 15 mm, max. Strukturfläche 10 x 10 mm, inkl. Teflon-Coating

Microcontact-Printing (µCP)
Dies umfasst u. a. Biomoleküldruck und Nanoimprint-Lithographie. Siehe separate Broschüre.



Mittels E-Beam-Lithographie hergestellter Master aus Glas. Hiervon abgeformte Kanäle verjüngen sich von 15 µm auf 200 nm und erlauben das Strecken von DNA-Molekülen.

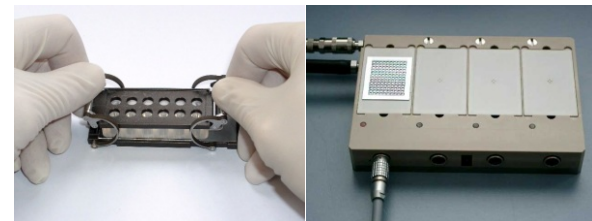
Pneumatisch arbeitender Micro-Contact-Printing-Automat (Details in Extra-Broschüre)



Entwicklung/Montage von Baugruppen (Packaging) nach Kundenwunsch

Wir entwickeln die komplette Systemperipherie: Per CAD wird das Mikrosystem an die Makrowelt angepasst.

- Hybride Integration von Si- bzw. Glas-Chips in keramische oder andere Verdrahtungsträger
- Innovative elektrische, fluidische und mechanische Verbindungstechnik
- Mechanische Träger und Gehäuse
- Integration makrotechnischer Komponenten (z. B. Ventile, Pumpen) oder kundenspezifischer Bauteile
- Entwicklung von Hard- und Software bis zum fertigen Gerät



Beispiele für nützliches GeSiM-Engineering: Halter für flexiPERM-Zellkulturkammer (Greiner) und Heiztisch für Chips

LAB-ON-A-CHIP-SERVICE



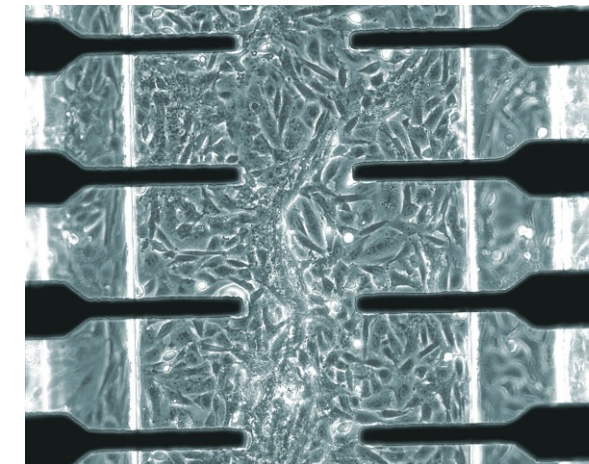
MEMS NACH WUNSCH – AUS EINER HAND

Miniaturisierung ist Trumpf in Bioanalytik und Chemie, weil sie schnelle Ergebnisse liefert und Kosten spart. In winzigen Durchflusszellen und Mikroreaktionskammern können Substanzen synthetisiert oder einzelne Moleküle bzw. zelluläre Partikel gemischt und analysiert werden, ohne Material und Zeit zu verschwenden. Das Stichwort lautet MST (Mikrosystemtechnik) oder MEMS – mikroelektromechanische Systeme.

Unser Engineering-Service für Mikrosysteme führt in kürzester Zeit von Ihrer Idee zum fertigen Produkt – fordern Sie uns!



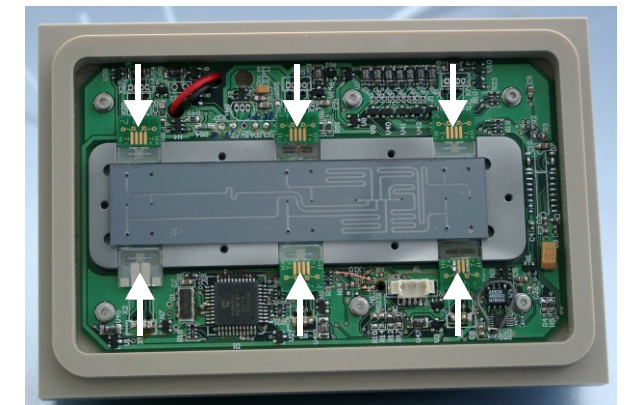
Mikroelektroden und Polymer-Kanalwände auf Glas zum berührungslosen Festhalten und Sortieren von Zellen per Dielektrophorese (rechts: Detail). Entwickelt für das EU-Projekt CellPROM (Koordinator: Fraunhofer IBMT).



Herzmuskelzellen auf einem Mikroelektrodenarray. In Zusammenarbeit mit MPI für Polymerforschung, Mainz.

Kleinste Bauteile aus Silizium, Glas und Kunststoff bilden den Baukasten für komplexe Systeme, in denen man Flüssigkeiten im Nanolitermaßstab transportieren, schalten, mischen und detektieren kann. Mit unserer jahrzehntelangen Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von MEMS-Bauteilen machen wir aus Ihrer Idee schnell und unbürokratisch einen Prototypen oder gleich ein marktreifes Instrument. Und: wir optimieren das Design so lange, bis es wirklich funktioniert.

Nicht viele Anbieter bieten so viele Leistungen **aus einer Hand**: mikrofluidische Chips, Aufbau- und Verbindungstechnik, Entwicklung von feinmechanischen und elektronischen Bauteilen mit Computersteuerung, das alles auch bei Kleinserien (ab 1 Stück) und zu einem vernünftigen Preis.



Blick von unten auf ein Silizium-Glas-Kanalsystem zur automatischen Probenahme von Zellsuspensionen aus einer darüber liegenden Sechslöchplatte. Geregelt werden die Flüsse durch Hydrogel-Mikroventile (Pfeile), deren Steuerelektronik zu sehen ist. Gebaut für BMBF-Projekt 3P.



Gesellschaft für Silizium-Mikrosysteme mbH
Rossendorfer Technologiezentrum
Bautzner Landstraße 45
01454 Großberkmannsdorf, Deutschland
Telefon +49 (0)351 - 2695 322
Telefax +49 (0)351 - 2695 320
info@gesim.de
www.gesim.de

Änderungen vorbehalten

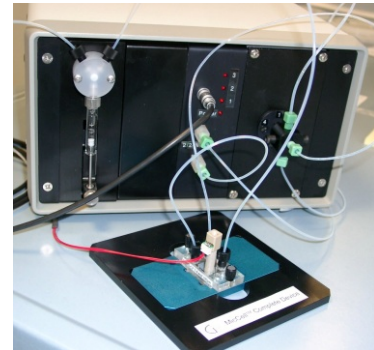


Unsere Spezialität ist das Kombinieren verschiedener Techniken, wie in den Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen rechts gezeigt wird. Weitere Beispiele, ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

Dünnschichtheizer und Temperatursensoren
GeSiM hat große Erfahrung in der Mikrostrukturierung von Metallfilmen, insbesondere für Heizer und Thermosensoren und einschließlich der Prototypentwicklung von Mikro-Thermocyclern. Wir bauen auch die Steuerelektronik.

Mikroelektrodenarrays (MEAs)
Diese seien als weiteres Beispiel zur Analytik elektroaktiver Zellen (z. B. Neuronen) genannt. Die Zuleitungen werden durch SiO₂-Beschichtung isoliert.

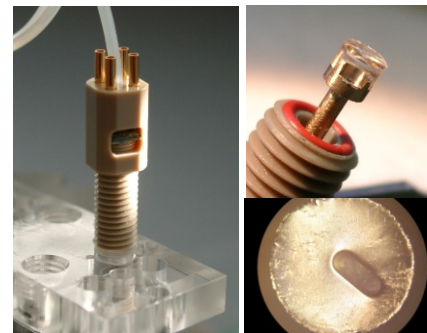
PDMS-Durchflusssysteme
Als leicht zu montierendes, modulares und flexibles System mit einfacher "Chip-to-World"-Anbindung hat GeSiM die MicCell für Mikrokanäle aus PDMS (Silikon) entwickelt (s. Extra-Broschüre).



MicCell mit Hydrogelventil zum Einbau in ein Inversmikroskop vor einem Fluidprozessor mit Spritzenpumpe, Hydrogelventil-Steuerung und 2/2-Ventil sowie 4/1-Selektorventil.

Mikroventile
GeSiM bietet zwei Typen totvolumenarmer, membranloser Mikroventile an (s. gesondertes Blatt):

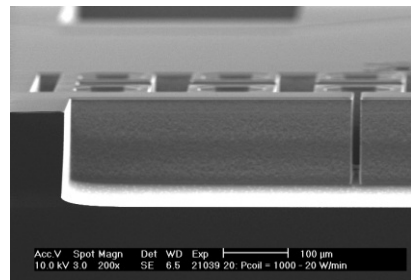
- **Hydrogelventile:** Si-Chips mit integriertem Heizer, mit Gelmaterial gefüllt, das beim Erwärmen schrumpft und so das Ventil in 2 – 4 s öffnet; druckdicht bis mind. 5 · 10⁵ Pa, autoklavierbar
- **PDMS-Drehventile:** schalten in 0,25 s durch Drehen eines metallisierten Ventiltellers aus PDMS (für Tausende Schaltvorgänge); diverse Konfigurationen (2/3-Wege, Selektorventil usw.)



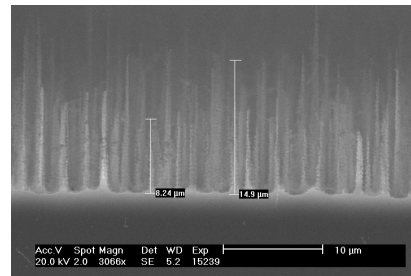
Ganz links: Hydrogelventil im Fitting zur Kontrolle des Flusses in eine MicCell. Rechts: Gesamtansicht und Detailaufnahme des PDMS-Drehventils.

Speziell vorstrukturierte Targets

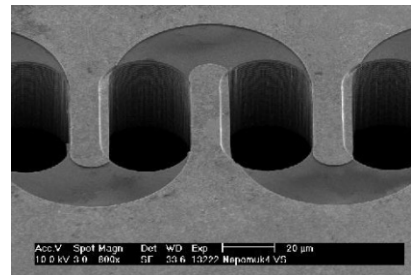
- Definierte hydrophobe/hydrophile Bereiche auf Glas per Sandstrahlen bzw. Strukturieren von PVDF-Oberflächen oder Photoresist
- Funktionalisierte Si-Wafer, z. B. als MALDI-Target in der Massenspektrometrie
- Anti-Fouling-Beschichtungen



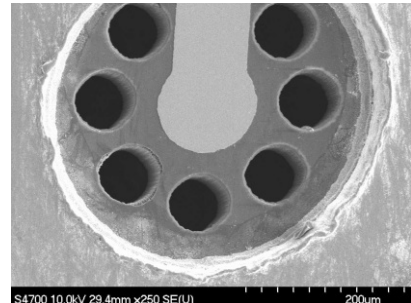
Struktur mit verschiedenen hohen senkrechten Kanalwänden, hergestellt durch ASE ("Advanced Silicon Etching")



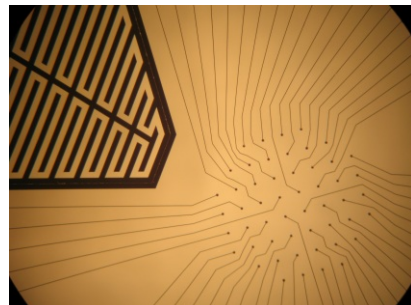
Spezielle ASE-Ätztechnik mit SF₆/C₄F₈ bei der Siliziumnadeln ("Black Silicon") entstehen. Für extra raue Oberflächen.



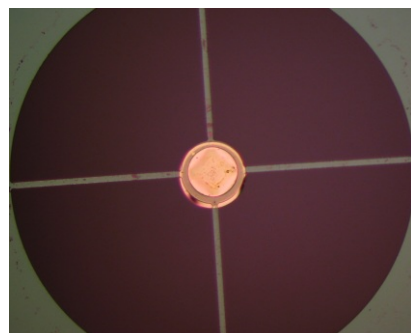
Per ASE durchgeätzte Mikroporen in Gegenwart von isolierten Platinelektroden



Per Mikrogalvanik aufgetragene 70 µm hohe Silberschicht für eine Clark-O₂-Elektrode



Mikroelektrodenarray (MEA) auf Glaschip



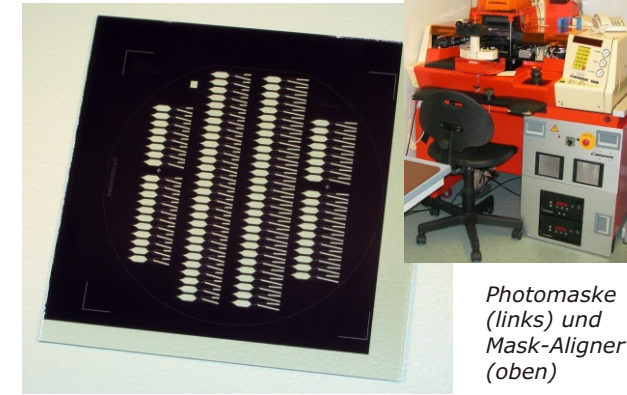
Frei hängende Cr-Au-Metallfolie (75 µm Ø) für einen Laserdetektor in Si-Chip mit Si₃N₄-Stegen. Mögliche Dicke 20 – 4000 nm.

Photoemulsionsmasken

- Auf Glas (5 x 5 Zoll = 12,5 x 12,5 cm), eine kostengünstige Alternative zu Chrommasken für Strukturen ab 25 µm
- Nutzbare Fläche: 100 x 100 mm
- Unterstützte Datenformate: AutoCAD™ DXF bis Release 12 (bevorzugt), Gerber RS-274X, GDS II, CIF. Bitte beachten Sie unsere Homepage.

Photolithographie

- Ein- und doppelseitig auf Glas, Silizium und Keramik
- Substrat bis 4 Zoll (10 cm), 150 – 1500 µm dick
- Trockene und feuchte Photoresists, 0,3 – 150 µm dick
- Photoharz SU-8, 10 – 25 µm dick (auch als Kanalwand)



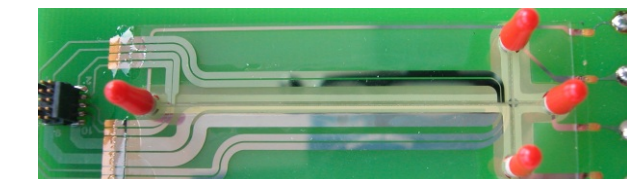
Photomaske (links) und Mask-Aligner (oben)

3D-Strukturierung

- Anisotropes nasschemisches Ätzen von Silizium mit KOH: preisgünstiger Batchprozess, glatte Oberflächen, Neigung der Seitenwände abhängig von Kristallorientierung – (100)- und (110)-Wafer
- Anisotropes plasmagestütztes Trockenätzen von Si (ASE bzw. Bosch-Prozess): für Einzelwafer und engmaschige 3D-Strukturen, vertikale Seitenwände unabhängig von Kristallorientierung
- Option: Herstellung besonders rauher Oberflächen per Plasmaätzung mit SF₆/C₄F₈
- Isotropes nasschemisches Ätzen von Glas mit Flusssäure: rundes Kanalprofil, 3 – 700 µm tief
- Ultraschallbohren und Mikrosandstrahlen in Glas, Si, Glas-Si-Waferstapel, Quarz: > 200 µm bei 150 – 1000 µm Dicke, Form der Öffnung unabhängig von Kristallorientierung, Seitenwandwinkel 90°±5° für Ultraschallbohren bzw. 75±10° für Sandstrahlen

Abformwerkzeuge (Master) für Prägetechniken mit PDMS und anderen Polymeren

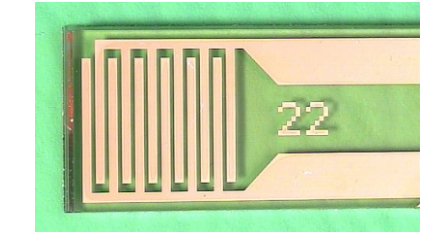
- Wir haben die Master-Herstellung zum Abformen von PDMS (Polydimethylsiloxan) und für Heißprägemaschinen (zur Massenfertigung mit Polymeren wie PMMA oder TOPAS®) durch anisotropes Si-Ätzen im SF₆-O₂-Plasma optimiert.
- Master auch im Nanometerbereich durch Elektronenstrahl-Lithographie! Alles inkl. Teflon-Beschichtung.



Kapillarelektrophoresekammer mit Pt-Elektroden, -heizer und -temperatursensor, drahtgebondet zu einer (grünen) Leiterplatte

Physikalische Bedampfung (PVD = Physical Vapor Deposition) durch Magnetron-Sputtering und Elektronenstrahlabscheidung

- Auflösung 2 µm
- Leiter (Al, Ti, Au, Pt, Ta): 20 – 200 nm dick, Strukturierung durch "Lift-off"- und Ätztechnik, Widerstand im µ-Bereich
 - Transparente Leiter (ITO-90/10 = 90% In₂O₃, 10% SnO₂, oder TiO₂): Strukturierung wie oben, Widerstand 30 – 50 Ω (ITO)
 - Quarzdampf (Si₃O₄) zur Beschichtung bei 150 °C, z. B. zur Isolierung von Leiterbahnen



Impedanzsensor mit strukturierten Goldelektroden auf Glas

Plasmaunterstützte chemische Bedampfung (PECVD = Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition)

- **Isolatoren:** Siliziumdioxid (SiO₂), Siliziumnitrid (Si₃N₄) und -oxinitrid (Si₃O₂N₂), 20 nm bis 1,5 µm dick, Strukturierung durch RIE-Trockenätzen und nasschemisches Ätzen
- **Fluorkohlenstoff (C₂F₄),** ähnlich Teflon®, z. B. zur Beschichtung von Abform-Mastern: 50 nm bis 2 µm dick, Strukturierung durch RIE-Ätzen im O₂-Plasma

Mikrogalvanik

Galvanische Abscheidung von dickeren Schichten aus Nickel (70 µm), Silber (70 µm), Gold (10 µm), nach "Lift-off"-Mikrostrukturierung

Bonding

- **Anodisches Bonden** (auf 5 µm genau): irreversibel durch Hochspannung bei 300 – 450 °C, 2- und 3-Schicht-Sandwiches aus Si und Pyrex®-Glas, z. B. **Glas-Si-Glas (GeSiM-Patent)**, Wafer bis 4 Zoll (10 cm); Bonden von Isolator (SiO₂ oder Si₃N₄) an Si
- Silizium-Fusions- bzw. Direktbonden: adhäsiv bei 950 bis 1100 °C unter N₂ nach Vorbehandlung in starken Säuren, für Si-Doppelschichten, bis 4 Zoll (10 cm)
- Die-Bonding mit Klebstoff (auf 5 µm genau): CAD und Herstellung von Sieben (für Klebstoff-Siebdruck) oder Polymerspacer, Die-Bonding auf Wafern oder einzelnen Chips, leitender Kleber zur Verbindung von Elektroden zwischen oberem und unterem Substrat
- **Draht-Bonden** (Material: AlSi1, 25 µm): auf oder zwischen Glas, Sil, Keramik, Leiterplatten mit Metallkontaktflächen, Kontaktfläche: mind. 30 x 30 µm, Isolieren der Bonddrähte mit Epoxidharz

Wafersägen

- Für Wafer bis 6 Zoll (15 cm), andere Formen a. A.
- Dicke: Si bis 2 mm, Glas bis 1,5 mm, Keramik bis 1,5 mm, Edelstahl bis 1 mm
- Träger: drucksensitives oder UV-härtendes Klebeband, Sägewachs

Siebdruck

- Drucken von SMD-Klebstoffen oder Silikonkautschuk auf Leiterplatten und Mikrosystems substraten
- Einschließlich Siebdesign und -produktion
- Typische Dicke 15 – 35 µm