

Werkzeuglose Serienfertigung von MST Produkten

Dipl. Ing. Reiner Götzen, Andrea Reinhardt
microTEC Gesellschaft für Mikrotechnologie mbH

1. Serienfertigung direkt:

Der wichtigste wachstumsregulierende Faktor in der Natur ist das Licht. Was sich dahinter verbirgt hat für so manche technologische Revolution gesorgt. Das Wachsenlassen mit Licht nehmen sich die generativen Technologien zum Vorbild.

Licht eignet sich neben dem Polymerisieren organischer Substanzen auch für das strukturierte Wachstum von anorganischen Strukturen. Damit liefert Licht ein ideales und kostengünstiges Werkzeug für die Produktion.

Bei der Produktion von MEMS brauchen wir die Fähigkeit, organisch und anorganische Substanzen, sowie mit Ihren unterschiedlichen Eigenschaften, auf kleinstem Raum zusammenzufügen. Mechanische, elektrische, optische, chemische und biologische Funktionen lassen sich mit Licht aus einem flüssigen oder gasförmigen Aggregatzustand nanometer genau Ihrer Funktion entsprechend zusammenfügen.

Die Frage, die Feymann am 29.12.1959 vor der Jahresversammlung der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft am California Institute of Technology stellte: „Gibt es ein physikalisches Verfahren zur Synthese einer beliebigen chemischen Substanz?“ kann heute mit ja beantwortet werden.

Die physikalischen Prozesse die hierbei von Bedeutung sind reichen von der durch fokussierte, elektromagnetischen Wellen induzierten Abscheidung von Molekülen über den Zweiphotonen- Prozess bis zur Photopolymerisation in den RMPD[®]- Prozessen.

Eine wichtige Voraussetzung für die wirtschaftliche Nutzung dieser Prozesse ist eine dem Volumenaufbau angepasste Aufbaurate, um es in einem Bild zu sagen „die kleinen Steine für kleine Strukturen die großen Steine für große Strukturen“. Ebenso wichtig ist die Kompatibilität der physikalischen Prozesse und die Überführung in einen Batch- Prozess.

Die RMPD[®]- Technologien haben diese Grundsätze in sich vereinigt, bieten die Möglichkeit der Integration von elektronischen Bauelementen 3D-CSP, der Integration von elektrischen, optischen, biologischen und chemischen Funktionen in RMPD[®]- multi-mat.

RMPD[®] (Rapid Micro Product Development) Technologien bieten als werkzeuglose Produktionsverfahren den Vorteil, kostengünstig Produkte als Prototyp oder in Serie in

kurzer Zeit zu realisieren. Die RMPD[®] Technologiefamilie ist eine generative Technologiefamilie, das heißt alle Produktionsschritte beruhen auf einem aufbauenden Verfahren im Gegensatz zu den abtragenden Verfahren. Diese Produktionsart 3-dimensionaler Mikrobauteile aus Kunststoff ermöglicht die Verkürzung der Entwicklungs- und Fertigungszyklen und bietet neue Perspektiven für die Aufbau- und Verbindungstechnik, denn bereits während des Produktionsprozesses können Bauteile aus allen Bereichen der Mikrotechnik integriert werden. Dies wird beim 3D-CSP, 3-Dimensionales Chip Size Packaging angewendet. Bei Mikrobauteilen ist die schnelle Fertigung in größeren Stückzahlen eine Voraussetzung für die Marktfähigkeit von Produkt- und Prozessinnovationen. Mit RMPD[®]- Fertigungstechnologien werden für Industrie und mittelständische Unternehmen Lösungen für die wirtschaftliche Produktion von Mikrobauteilen erarbeitet, um den weltweit stetig steigenden Bedarf an mikrosystemtechnischen Lösungen in den unterschiedlichsten Branchen abzudecken.

2. Aufbau- und Verbindungstechnik

Ein entscheidender Engpass bei der Umsetzung mikrosystemtechnischer Problemlösungen in industriell verfügbare Produkte ist die Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT). AVT hat die Aufgabe, die technologischen Anforderungen der Systemintegration von Komponenten für die Mikrosystemtechnik aufzugreifen und in Systeme umzusetzen. Dabei sind komplexe Aufgaben zu lösen, wenn elektronische und nichtelektronische Komponenten auf kleinstem Raum integriert und - geschützt gegen äußere Umgebungseinflüsse, aber gleichzeitig verbunden zur Systemumgebung - verpackt werden müssen.

Hier setzt das so genannte 3D-CSP (**3D**imensionale**C**hip-**S**ize-**P**ackaging) an, das auf der RMPD[®]- Technologie aufbauend die Integration von elektrischen und elektronischen in mikromechanische Komponenten realisiert.

3D-CSP gestattet es, auf engstem Raum eine oder mehrere integrierte Schaltungen (ICs) und weitere Mikrokomponenten -mittels einer oder mehrerer zusätzlicher Off-Chip Metallisierungsebenen- zusammenzuschalten. Da bei 3D-CSP die dritte Dimension zur Verfügung steht, werden die einzelnen aktiven und passiven Elemente nicht nur nebeneinander, sondern auch übereinander angeordnet.

Bei den bisherigen Technologien finden sich die Kontaktflächen fast immer am Rand des Chips, die Größe ist minimal $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$. Mit 3D-CSP können kleinere On-Chip Verbindungsflächen (ca. $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$) verwendet und beliebig auf dem Chip angeordnet werden. Dies führt zu einer Reduktion der Chipfläche und kürzeren Leitungslängen, zu einer reduzierten kapazitiven Belastung der Schaltungen und zu verringertem Übersprechen.

Schaltungselemente lassen sich direkt unter den Anschlussflächen platzieren, weil der Schritt des Drahtbondens, der sonst elektrische Elemente zerstört, entfällt. Bauteile, die so empfindlich sind das ein Drahtbonder sie zerstören würde, werden integriert.

3D-CSP ermöglicht die Verpackung von integrierten Schaltungen unterschiedlichster Technologie. So können z.B. große digitale CMOS-ICs und Hochgeschwindigkeitsschaltkreise aus GaAs zu einem Modul zusammengefügt werden, wobei zusätzliche Metallisierungsebenen zu HF- Bauteilen oder HF- Packaging verwendet werden können.

3D-CSP kann als Bindeglied zwischen den (sub) μm - Strukturen in der IC-Technologie und den Strukturgrößen der Metallisierung der Leiterplatten (einige $10\ \mu\text{m}$) angesehen werden. Im Grenzfall wird durch das 3D-CSP-Verfahren ganz auf Leiterplatten und Gehäuse verzichtet.

Ein weiterer Weg zum Verbinden elektronischer oder optischer Bauteile mit den Vorteilen der RMPD[®] Technologien ist der Aufbau von mikromechanischen Bauteilen direkt auf dem Wafer mit mikroelektronischen Bauteilen (RMPD[®]- stick2). Hierbei wird die hochgenaue Ordnung der Bauteile auf dem Wafer ausgenutzt und mit RMPD[®]- mask auf allen Chips gleichzeitig Mikromechanik aufgebaut. Anwendungsfälle sind der Aufbau von Faserhalterungen über Pindioden oder Leuchtdioden, oder aber auch das Anbringen von Kanälen, die zu einem chipbasierten Sensor führen. Oder das sogenannte Caping, bei dem direkt über einem elektronischen Bauteil ein Raum mit definierter Atmosphäre generiert werden kann.

3. Der Materialvorteil

Die Materialien decken ein weites Spektrum innerhalb der mikrosystemtechnischen Anwendungen ab. Unterschiedliche Materialeigenschaften sind in einem Bauteil integriert (RMPD[®]-multimat). Intrinsische hydrophile Kanaloberflächen, die im Mikrospritzguss nur mit Hilfe von nachfolgenden Prozessen realisiert werden könnten, liegen neben hydrophoben Kanaloberflächen, oder werden von solchen abgelöst. Dies eröffnet ganz neue Wege innerhalb der Kapillarfluidik.

Dichtungen, die wegen Ihrer Elastizität in nachfolgenden Montageprozessen schwer zu handhaben sind, werden mit RMPD[®] -multimat direkt ohne Montageschritt in das Gehäuse integriert.

Materialeigenschaften, die im Mikrospritzguss nicht gedacht werden können, weil die hohen Temperaturen im Einspritzkanal die Entmischung der Zusatzkomponenten im Kunststoff hervorruft, werden mit den RMPD[®]- Materialien möglich.

Zudem sind RMPD[®]- Kunststoffe aus hochreinen Grundstoffen hergestellt, die keine prozessbegleitenden Zusatzstoffe enthalten, wie sie bei der herkömmlichen Polymerisierung notwendig sind. RMPD[®]- Kunststoffe eignen sich somit besonders für Mikrosysteme.

Mittlerweile haben über 300 unterschiedliche Kunststoffe den Einzug in die mikrosystemtechnische Anwendung gefunden. Die Eigenschaften sind einstellbar, in den mechanischen Bereichen von hart bis weich, im optischen Bereich sind die Brechungsindizes in den gegebenen Bereichen beliebig einstellbar, die Fluoreszenz lässt sich ebenfalls so beeinflussen, dass sie ein breites Anwendungsfeld für die optischen Auswertungen in der Biotechnologie abdecken.

Chemische Eigenschaften lassen sich gezielt produzieren, wie Resistenz gegen Lösungsmittel, Säuren und Laugen .

Die Oberflächen der Kunststoffe können gezielt mit Zusatzstoffen so beeinflusst werden, dass sie die Öle für die mechanischen Laufeigenschaften in sich tragen, aber auch so vorbereitet sind, dass nachfolgende biologische Systeme angekoppelt werden können. Bioverträglichkeit und Zellwachstum auf RMPD[®] Kunststoffen wurde nachgewiesen und zertifiziert.

Die Haftung von RMPD[®]- Mikrobautteilen auf Metall, Glas, Halbleitern und Keramik sichert weitere Anwendungen, auch als strukturiertes Verbindungselement für unterschiedliche Mikrokomponenten.

4. Zusammenfassung - Ausblick

Die RMPD[®] Technologien sind seit vielen Jahren auf dem internationalen Markt der Mikrosystemtechnik präsent. Unternehmen u.a. aus den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie, Optik und Sensorik verkürzen Produktentwicklungszeiten und profitieren von der werkzeuglosen Herstellung der Serienprodukte, aber auch immer mehr Produktentwickler und Forscher nutzen die neuen Freiheiten für die Realisierung innovativer Mikrosysteme. Über 250 Kunststoffe stehen heute für zukunftsorientierte Produkte zur Verfügung. Gerade durch die Dynamik im Bereich der Bio-Gentechnik, sowie der Optischen Technologien ist abzusehen, dass diese Entwicklung auch in den nächsten Jahren anhalten wird.

Die beiden Geschäftsführer Dipl. Ing. Reiner Götzen und Andrea Reinhardt, sowie der Prokurist Dr. Ing. Helge Bohlmann, stehen für eine konzernunabhängige, kundenorientierte Strategie und verfügen über langjährige Erfahrung als mittelständi-

sche Unternehmer. Dies bildet zusammen mit der internationalen Marktorientierung, dem branchenübergreifenden Technologie Know-how und den inhouse verfügbaren Produktionsanlagen, die Basis für den weiteren Standortausbau im 8. Jahr des Unternehmens.

microTEC Gesellschaft für Mikrotechnologie mbH

Bismarckstraße 142b, D-47057 Duisburg, Tel: 0203 306 2050, Fax: 0203 306 2069

Kaiserslauterer Straße 353, D-67098 Bad Dürkheim, Tel. 06322 650 220, Fax: 06322 650 221

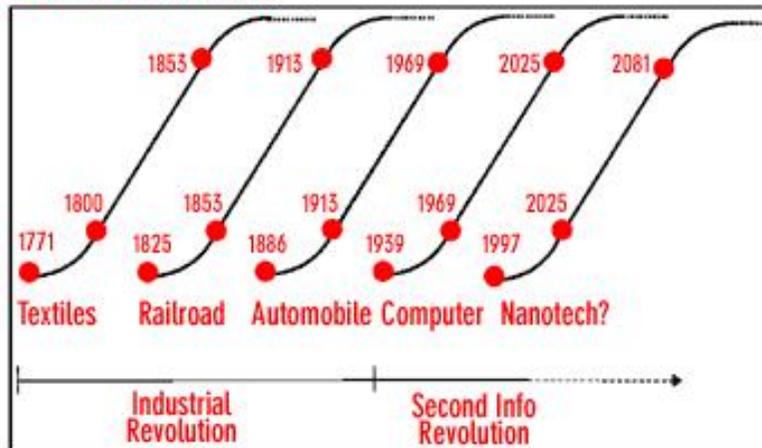
www.microtec-d.com

Using new international patented production technologies for polymer mems and high-integrated systems

Micromechanics, MEMS, Plastic Lab-on-a-chip Production Service, Packaging and R&D Advanced Micro- and Nanotechnologies International Patented Technologies: RMPD® Rapid Micro Product Development 3D-CSP 3-dimensional Chip Size Packaging From the Idea to the Series Production



Growth Innovations

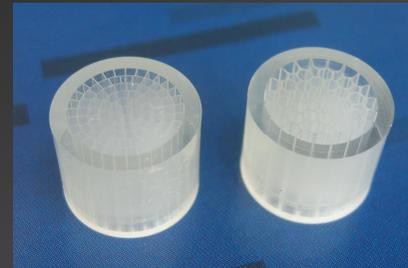


Sources: Norman Poire, Merrill Lynch

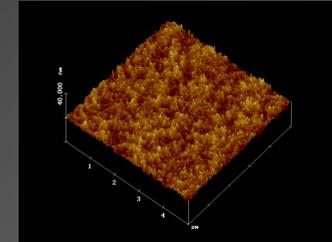


RMPD® - Technologies

multimat



mask

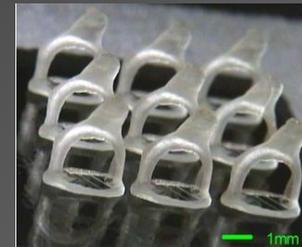


nanoface

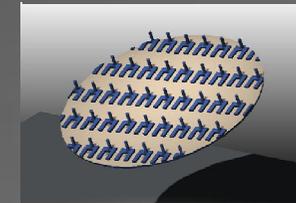
Assembly



3D-CSP



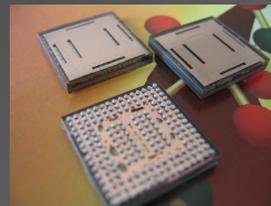
parallel



stick2



Parallel batch production



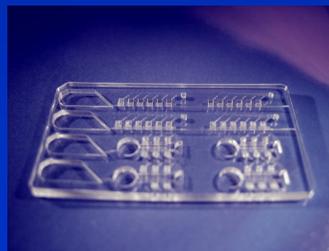
without technology change



300 materials



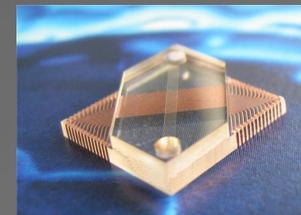
no tools



microFLUIDIC



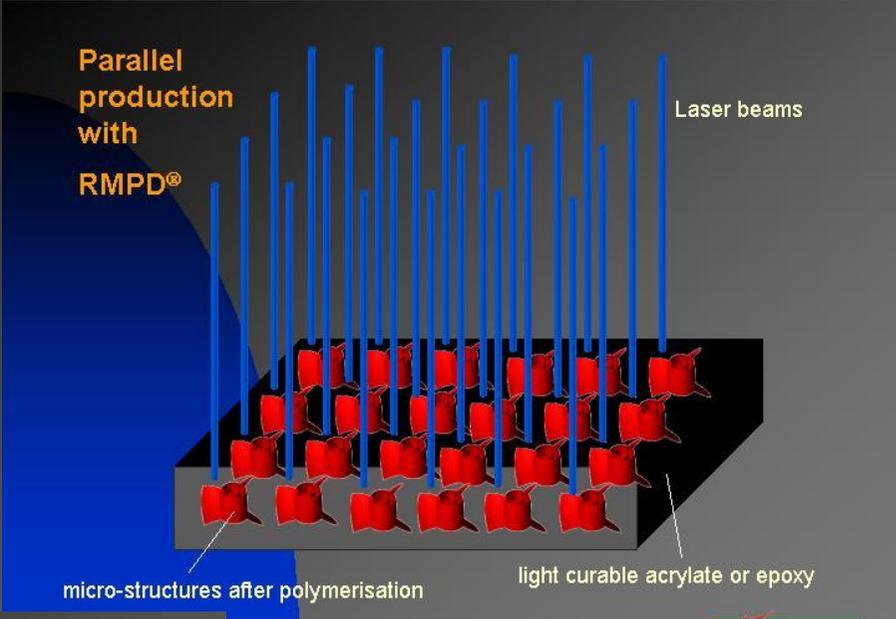
with light



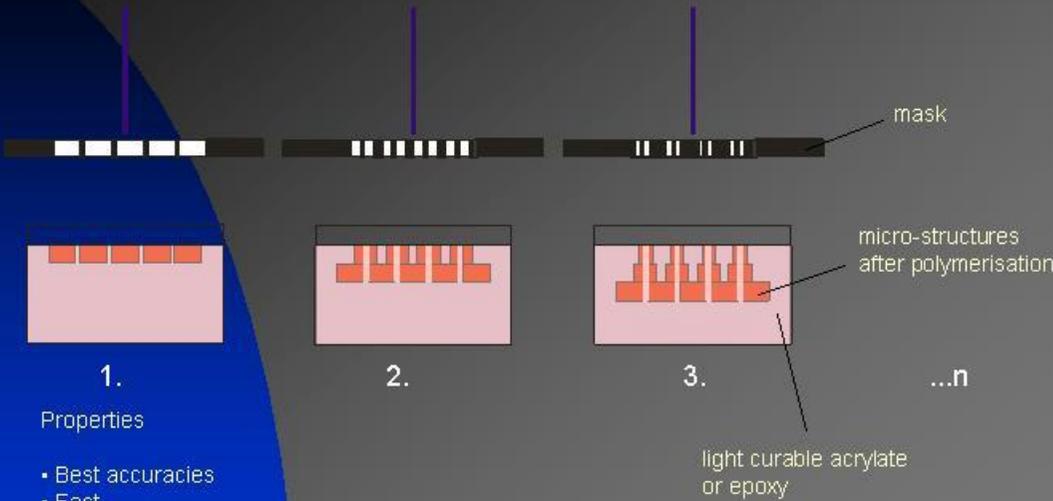
coating



Patented processes for batch production



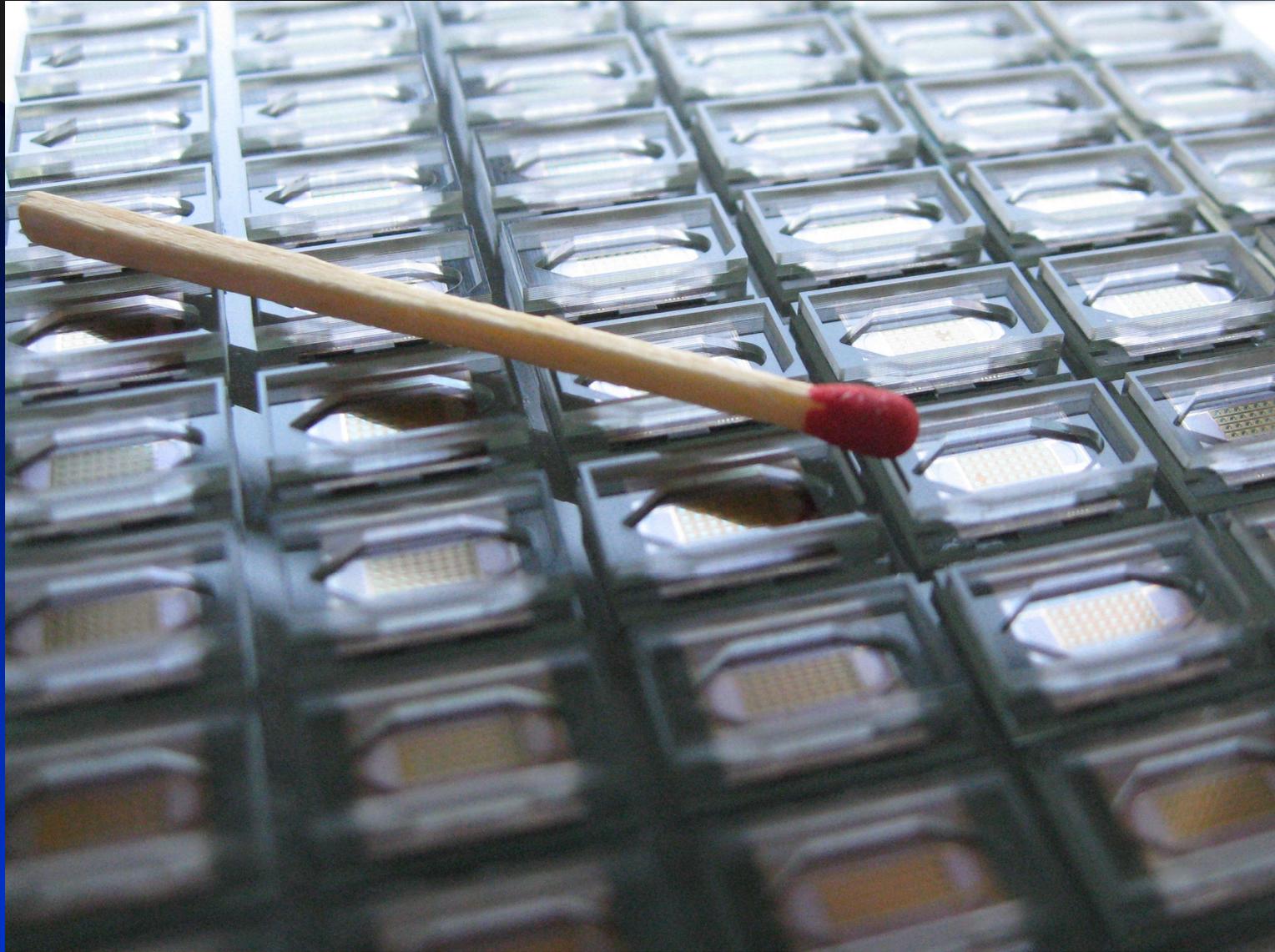
Structures with RMPD®-mask



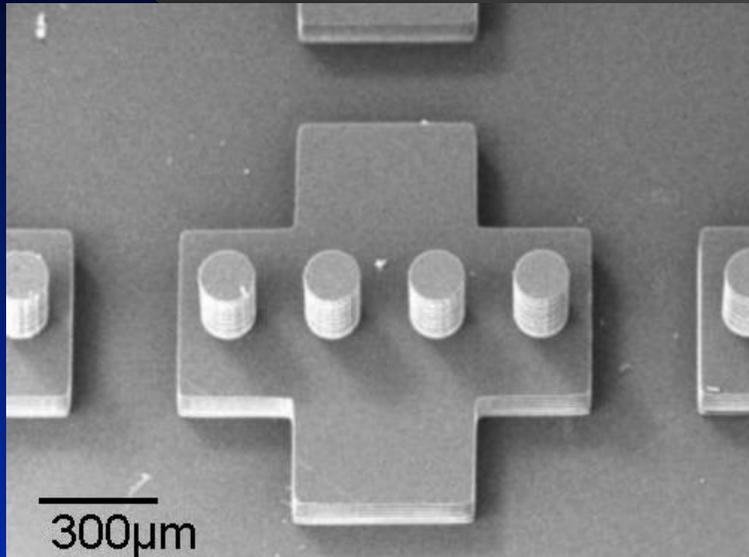
- Properties
- Best accuracies
 - Fast
 - Limitations on geometric design
 - Costs and delivery times for masks



Parallel batch production with RMPD®



Typical structure for mass production



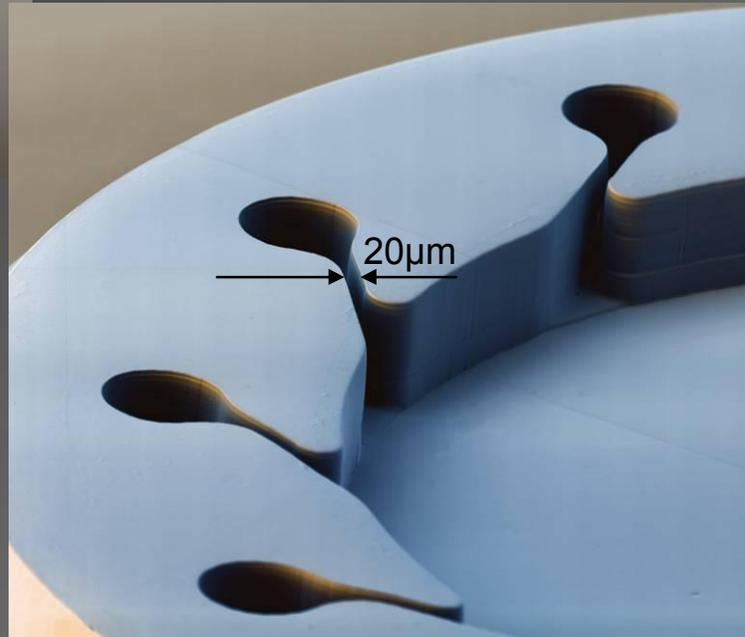
- series production without tooling
- RMPD[®]-mask allows production runs up to 150.000 parts per machine and hour
- Mass production with 5", 9", 14" and 350 mm mask
- Outlook: 610 mm and RMPD[®]-Rotation

Medical Application: Heart catheter in minimally invasive therapy

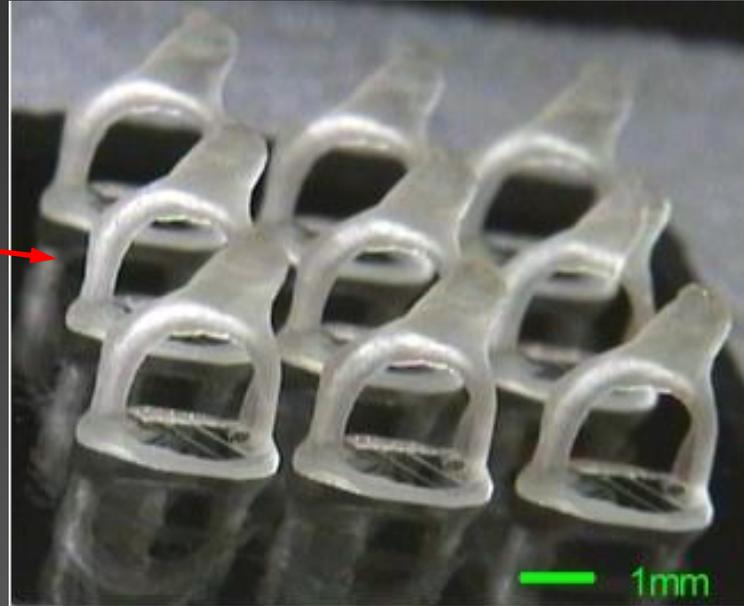
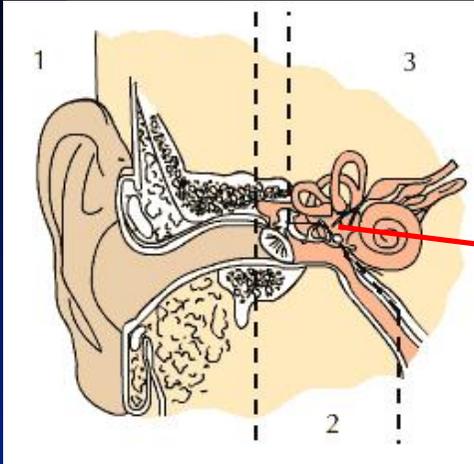


Milling head component of a catheter

- Nozzle plate for driving head
- Diameter = 4 mm
- Nozzle width = 20 μm



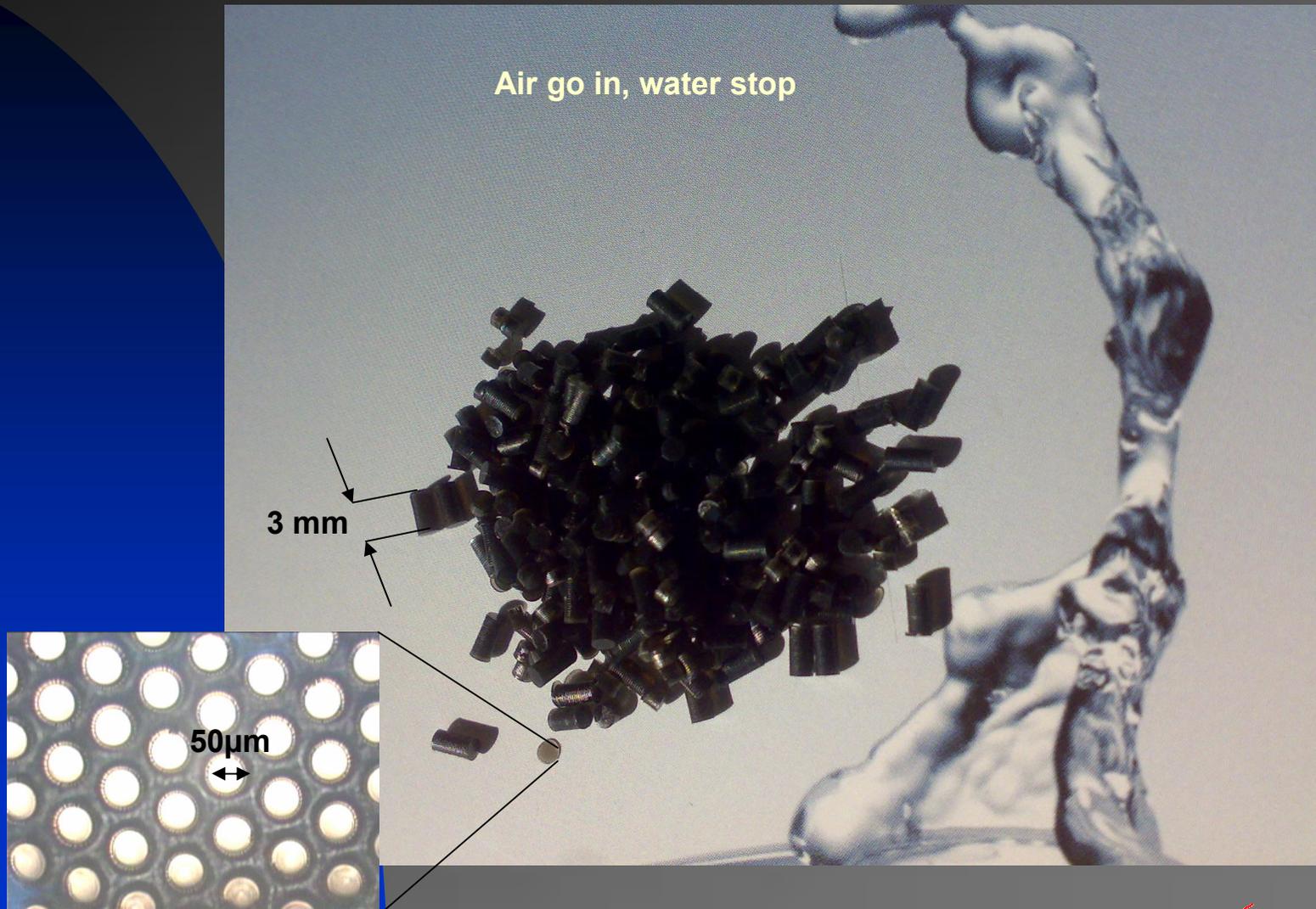
RMPD[®], a generative method borrowed from nature



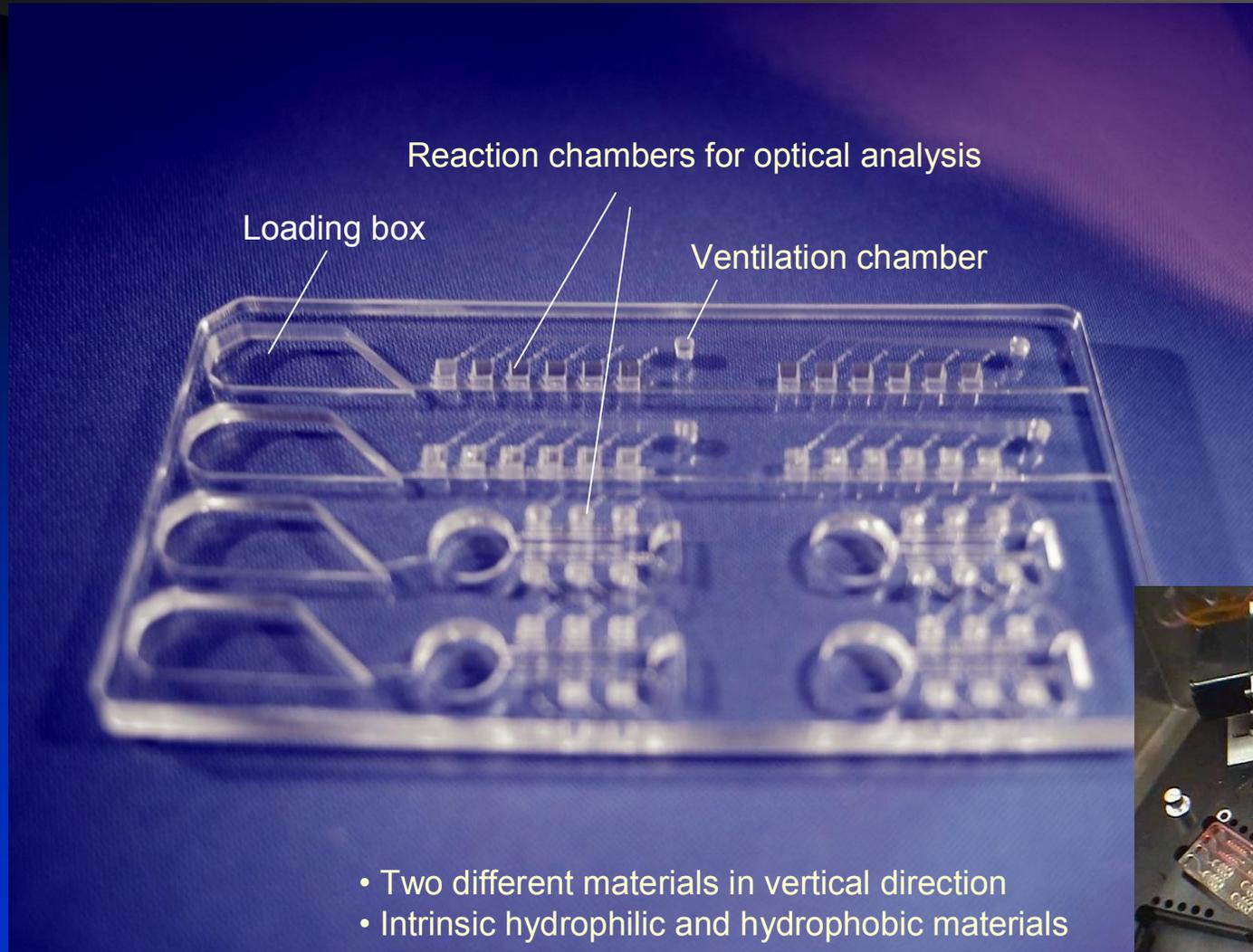
Example: CT scan of a stapes

- Any desired form
- CAD or CT based data possible
- fine and coarse structures combined
- bridges and gradient structures

Fluidic- stop structure, air vent at life science and consumer

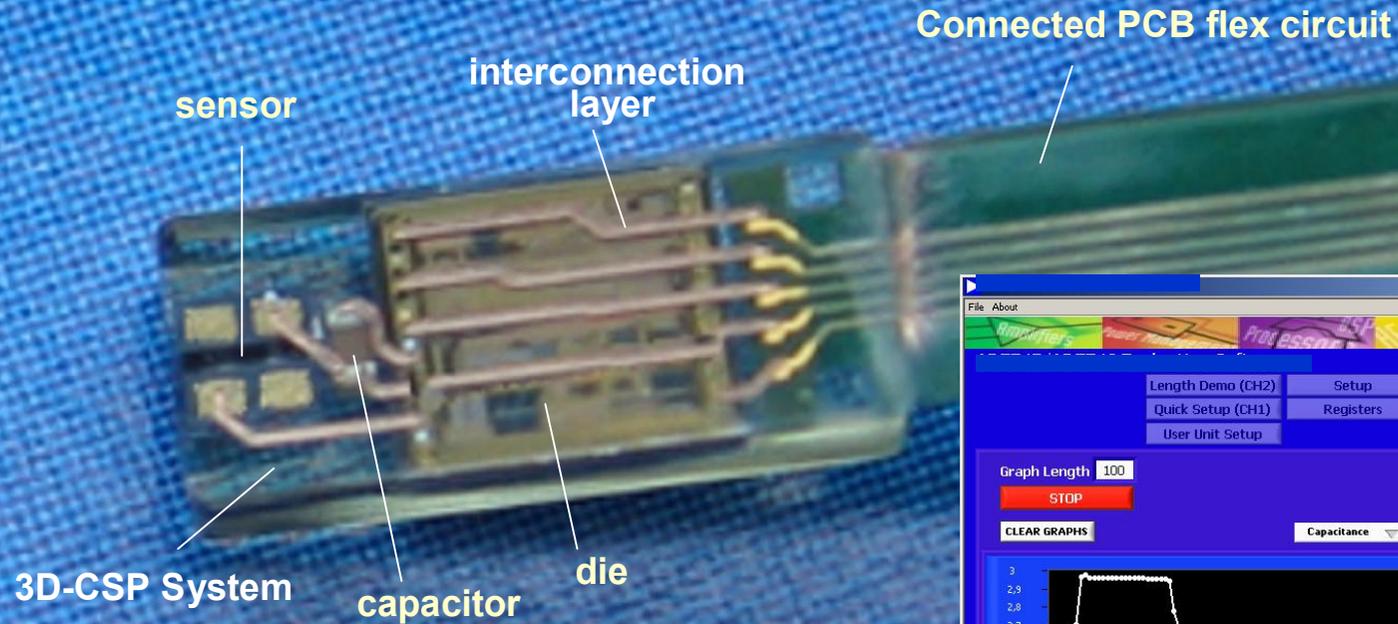


Microfluidic chips, automatically processed for analysis

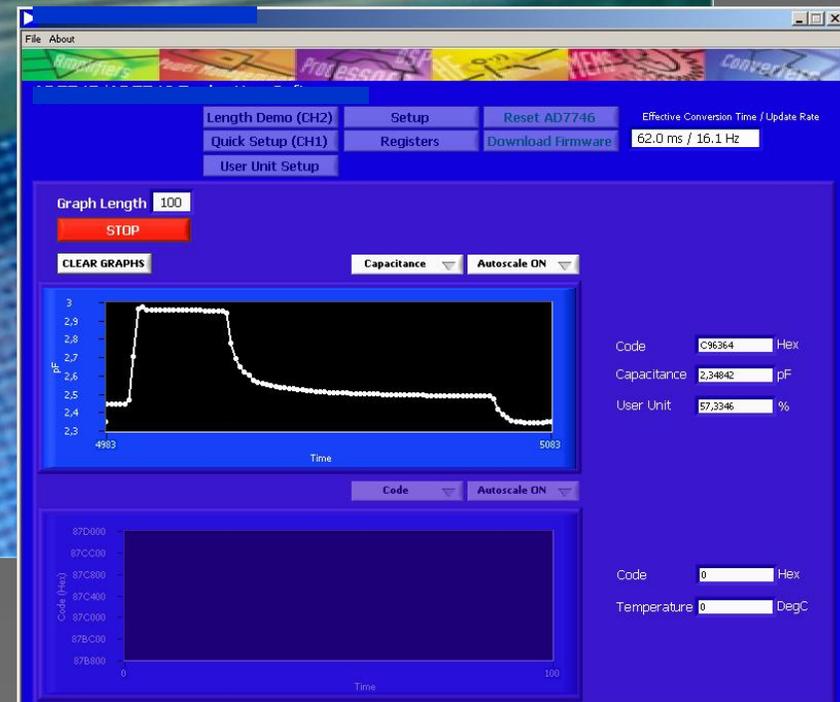


Sensor with 24-Bit Capacitance – to Digital Converter

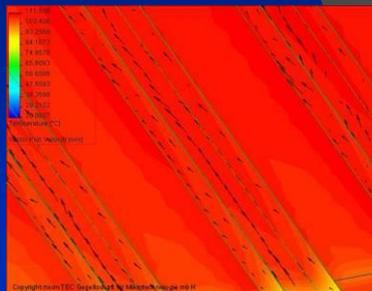
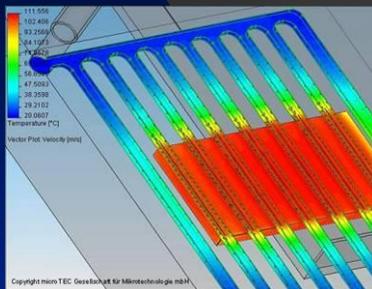
Technology: 3D-CSP with RMPD[®], special sensor adaptation with low interferences



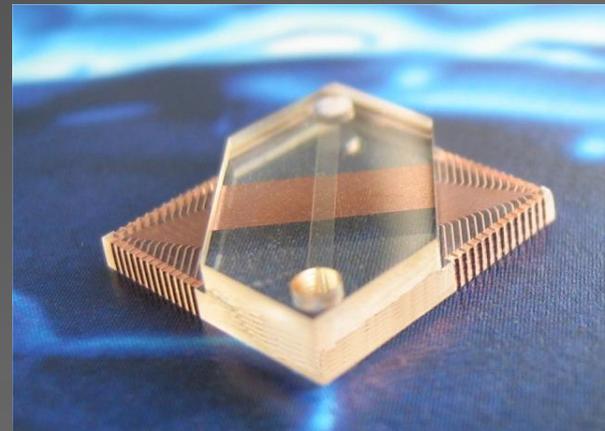
Temperatur sensor on chip resolution 0.1°C
Two wire serial interface (I²C- compatible)



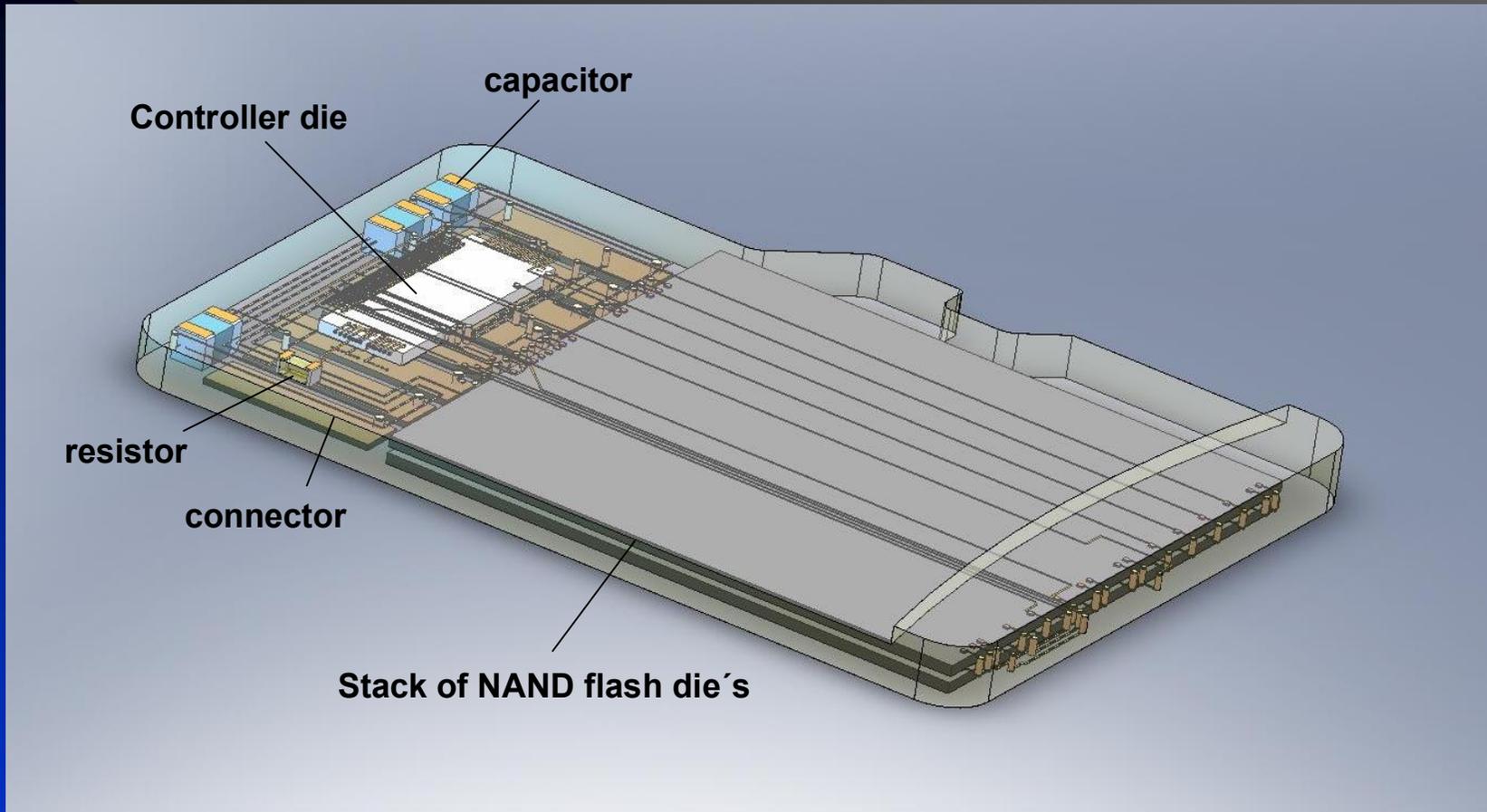
➤ 3D-CSP NMRC Thermal Simulation



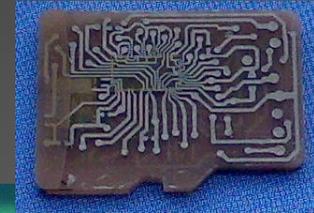
- Passive cooling: Possible
- Option: Active cooling via EHD pump



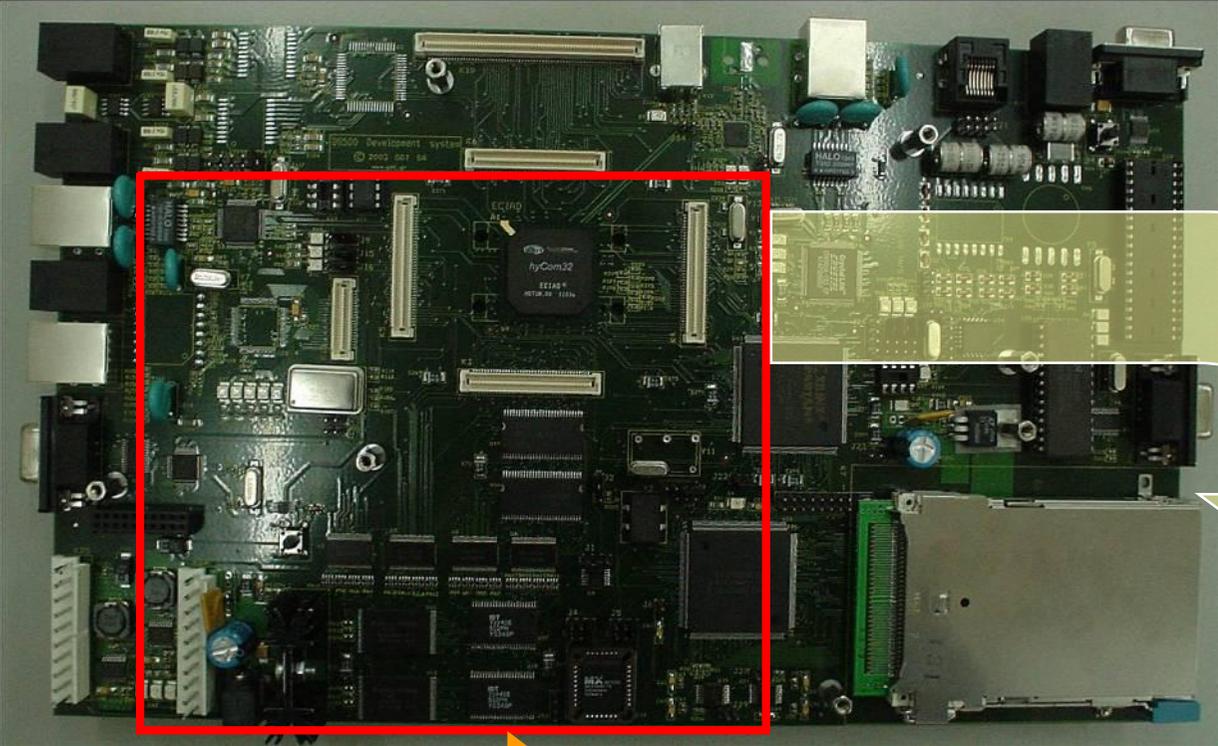
Micro SD up to 10 NANDs stacked



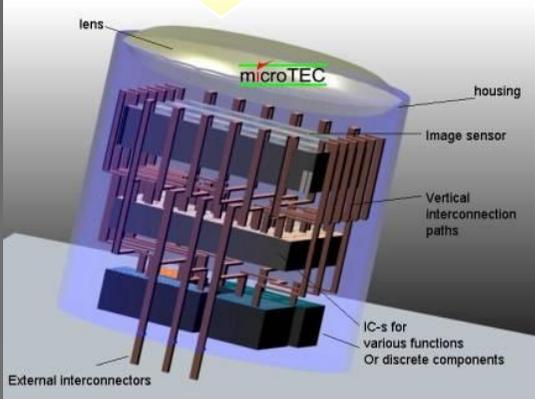
3D-CSP application: microSD SMART Card



System-in-Package Solutions based on 3D-CSP



Only processor and networking subsystem!



Intelligent Networked Optical Sensor

Copyright: microTEC



Germany



Duisburg



Bad Dürkheim



Key Team

Andrea Reinhardt, CEO/CFO

She worked in leading position at Real-Film Ludwigshafen and started her career in Banking Citibank Mannheim and DGZ Bank Frankfurt. She is working for microTEC since 1996.

Dipl. Ing. Reiner Götzen, CEO/CTO

Inventor and founder of microTEC. He worked as scientist at University Duisburg, technical designer photo systems at Robot GmbH Düsseldorf and started his career at Thyssen Krupp AG in the field of precision mechanics. Mr. Götzen is working for microTEC since 1996.

Dr. Ing. Helge Bohlmann, Project Manager EC, Sales

He worked as project manager for IVAM and as sales manager for UBM measuring systems. Dr. Bohlmann is working for microTEC since 2000.

Advisory Board

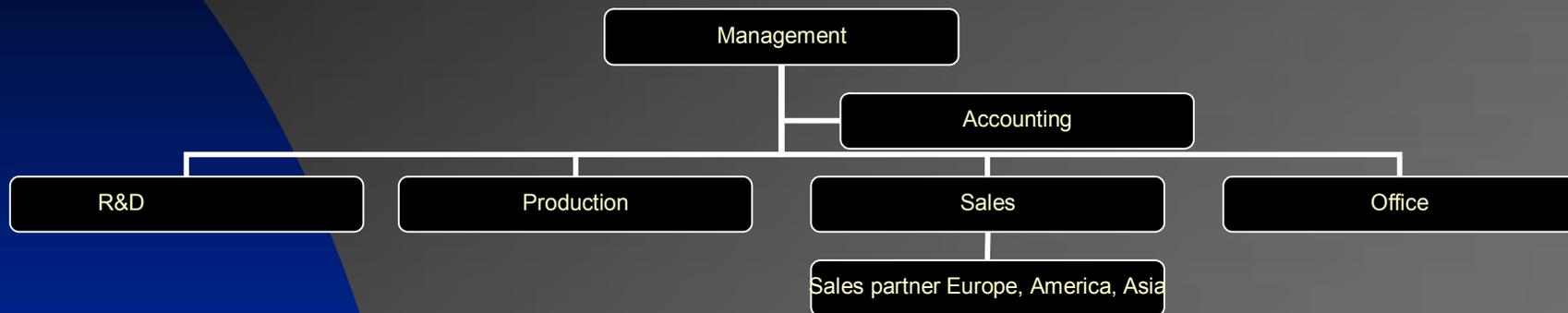
Dr. Lutz-Dieter Thiele: worked in top management positions at Omron Europa GmbH and Linotype-Hell AG. He is working as management consultant today.

Dr. Udo Bittner: worked in management positions at Siemens AG, Start Amadeus Ltd, and Thomas Cook AG he is working as Director IT at Deutsche Post AG since 2004.

Dr. Udo Sonnhof, SPI GmbH, Robotics and Optical Systems;



Organisation



Shareholder:

48% = IKB Private Equity GmbH - IKB Deutsche Industriebank AG

52% = (Dr. U. Bittner, Dr. Ing. H. Bohlmann, Dipl. Ing. R. Götzen, A. Reinhardt, Dipl. Ing. J. Rost)

microTEC
Gesellschaft für
Mikrotechnologie mbH

**Thank you for your attention,
don't hesitate to contact us for details!**

Andrea Reinhardt +496322650220
Reiner Götzen +492033062050
<http://www.microTEC-D.com>

