AMICA

Advanced Microelectronic Center Aachen

Vergangenheit • *Past*
Gegenwart • *Presence*
Zukunft • *Future*

AMO

Einleitung
Editorial

Nach drei Jahren Planung und Bau wurde AMICA, das Advanced Microelectronic Center Aachen der AMO GmbH, am 7. Juli 1997 im Beisein zweier Nobelpreisträger, Nicolaas Bloembergen und Leo Esaki, eröffnet. Die Konstellation der Sterne war zu diesem Zeitpunkt nicht klar, da der Komet Hale-Bopp sie nahezu das ganze Jahr überstrahlte. Deutschland schien durch die berühmte Ruck-Rede des damaligen Bundespräsidenten Roman Herzog im Hotel Adlon aus der Agonie zu erwachen.

Die Mission von AMICA jedoch war klar – die Erschließung der Potenziale der Nanotechnologie für die Konvergenz von Elektronik und Photonik. Die erwarteten technologischen Fortschritte beim Übergang der Mikro- in die Nanoelektronik sollten mit dem Know-how in nichtlinearer Optik am Institut für Halbleitertechnik (IHT) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen konzentriert werden. In Kooperation mit der RWTH und europäischen Spitzenuniversitäten sollte eine Brücke zwischen Industrie und Wissenschaft in einer der technologisch anspruchsvollsten Branchen geschaffen werden.

Diese Jubiläumsbroschüre berichtet über die erreichten Ziele und die wichtigsten Forschungsprojekte, die ohne Förderung durch das Land Nordrhein-Westfalen, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die EU-Kommission nicht möglich gewesen wären. Sie ist den mutigen und hervorragenden Mitarbeitern, den innovativen Kooperationspartnern und Kunden sowie den zahlreichen Unterstützern der Idee von AMICA gewidmet.

After three years of planning and construction, AMICA, the Advanced Microelectronic Center Aachen of AMO GmbH, opened on July 7, 1997 in the presence of two Nobel-Laureates, Nicolaas Bloembergen und Leo Esaki. The constellation of stars was not quite clear at that time, as the comet Hale Bobb outshone them for most of the year. Germany seemed to awake from agony by the famous speech of Roman Herzog.

The mission of AMICA, however, was clear and challenging: To explore the potential of nanotechnology for the very promising convergence of electronics and photonics. The incredible technology push emerging from the transition from micro- to nanoelectronics was to be combined with the knowledge in nonlinear optics of the Institute of Semiconductor Electronics (IHT) at the RWTH Aachen University (RWTH). The cooperation with RWTH and further top European universities was to be expanded with AMICA as a pioneering facility to bridge the gap between academia and industry in one of the most challenging technology areas.

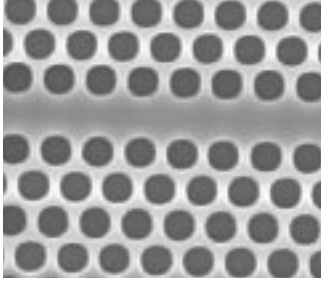
This anniversary brochure reports on the accomplished objectives giving a short overview of the research projects undertaken and the results obtained. Above all we would like to acknowledge the decisive funding by the state of North Rhine-Westphalia, the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the EU Commission. We take the pride and privilege to dedicate this birthday report to the brave and distinguished collaborators, innovative partners and customers as well as to the numerous supporters in mind and spirit of AMICA.

Prof. Dr. phil. Heinrich Kurz
Director AMICA

Dipl.-Ing. Christian Moormann
General Manager AMO GmbH

AMICA Mission

	Umwelt *Environment*	Ressourcen *Resources*	Nachhaltigkeit *Sustainability*	Globalisierung *Globalization*	Megatrends *Mega Trends*
	Energie *Energy*	Information *Information*		Gesundheit *Health*	Strategische Märkte für Spitzenprodukte *Strategic Markets for Lead Products*
	Solar-/Brennstoffzellen, LED *Solar/Fuel Cell, LED*	Speicher, Prozessor *Memory, Processor*		Biosensoren, Lab on Chip *Bio Sensors, Lab on Chip*	Komponenten *Components*
	Nanophotonik *Nanophotonics*		Nanoelektronik *Nanoelectronics*		Konvergenz *Convergence*
AMICA	Nanolithographie Strukturübertragung		*Nanolithography Pattern Transfer*		Basistechnologien *Basic Technologies*
	Materialien Prozesse		*Materials Processes*		Angewandte Forschung *Applied Research*
	Neue Effekte *New Effects*				Grundlagenforschung *Basic Research*



Zehn Jahre Innovation
Decenium of Innovation

2007

- Weltweit erster Graphen-Transistor mit Top Gate
- *First graphene transistor with top gate worldwide*

2006

- Beginn der Entwicklung aktiver nanophotonischer IT-Komponenten
- *Start of the development of active nanophotonic IT components*

2005

- Weltweit erster Transistor mit epitaktischem Gd_2O_3
- *First transistor with epitaxial Gd_2O_3 worldwide*

2004

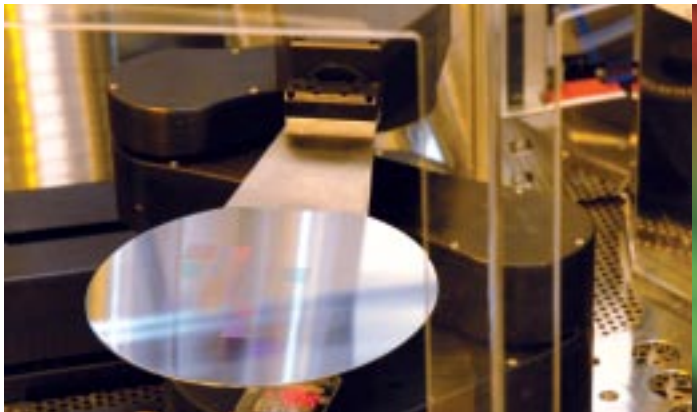
- Gründung des NILCom Konsortiums zur Kommerzialisierung der Nanoimprint-Lithographie
- *Launch of the NILCom Consortium for the commercialization of nanoimprint lithography*

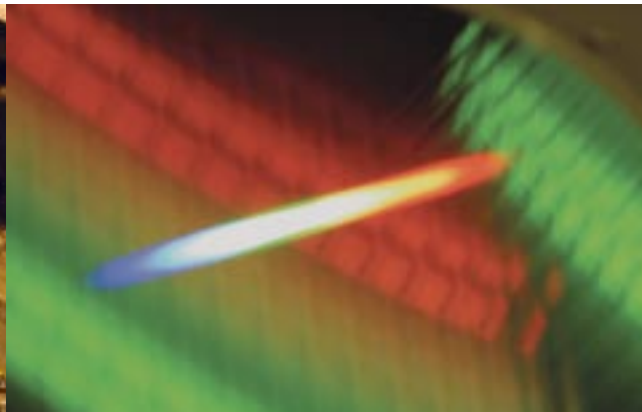
2003

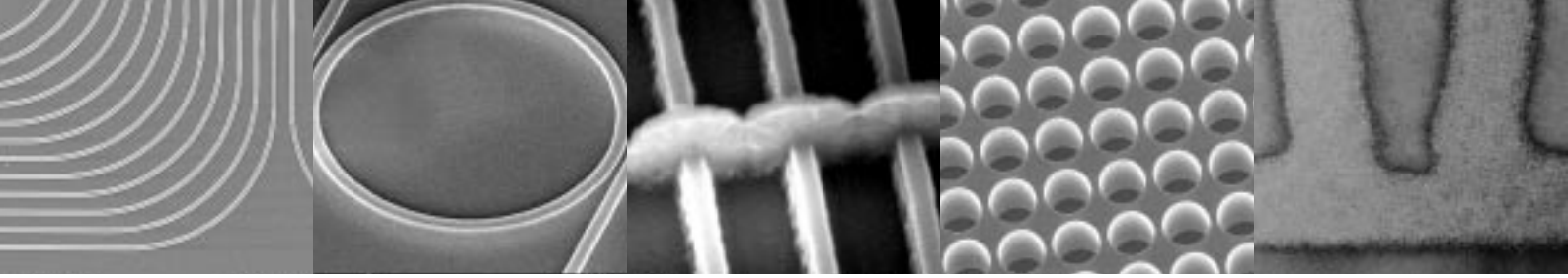
- Einstieg in die Nanophotonik für „all optical switching“
- Beginn der Soft-UV-Nanoimprint-Aktivitäten
- Erste kristalline Gate Stacks
- *Start of work on nanophotonics for “all optical switching”*
- *Start of the Soft-UV-Nanoimprint activities*
- *First crystalline gate stacks*

2002

- Erster Triple-Gate oder FinFET-Transistor mit 90 nm Gate-Länge
- Kleinster Transistor in Europa mit 12 nm Gate-Länge (SOI EJFET)
- *First 90 nm triple gate or FinFET transistor*
- *Smallest transistor in Europe with 12 nm gate length (SOI EJFET)*







2001

- Erste sub 10 nm Strukturen mit E-Beam-Lithographie

- *First sub 10 nm structures with e-beam lithography*

2000

- Einrichtung der NanoCMOS-Technologie-Plattform

- *Establishment of the NanoCMOS technology platform*

1999

- Aufbau des durch das BMBF ausgeschriebenen nationalen Kompetenzzentrums für laterale Nanostrukturen

- *Establishment of the national competence center for lateral nanostructures announced and supported by the BMBF*

1998

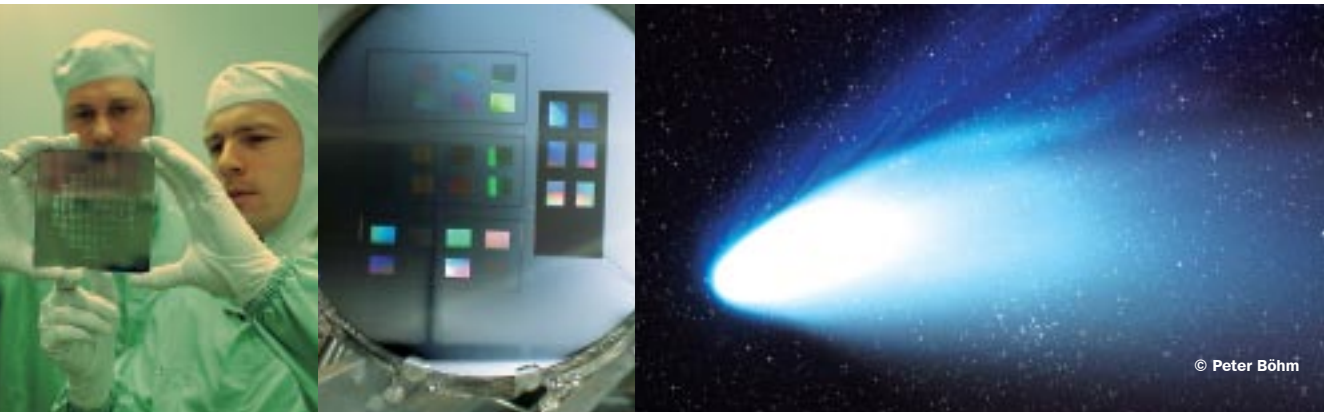
- Start der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich UV-Nanoimprint
- Erste funktionale Nanostrukturen

- *Start of research and development activities in the area of UV-Nanoimprint*
- *First functional nanostructures*

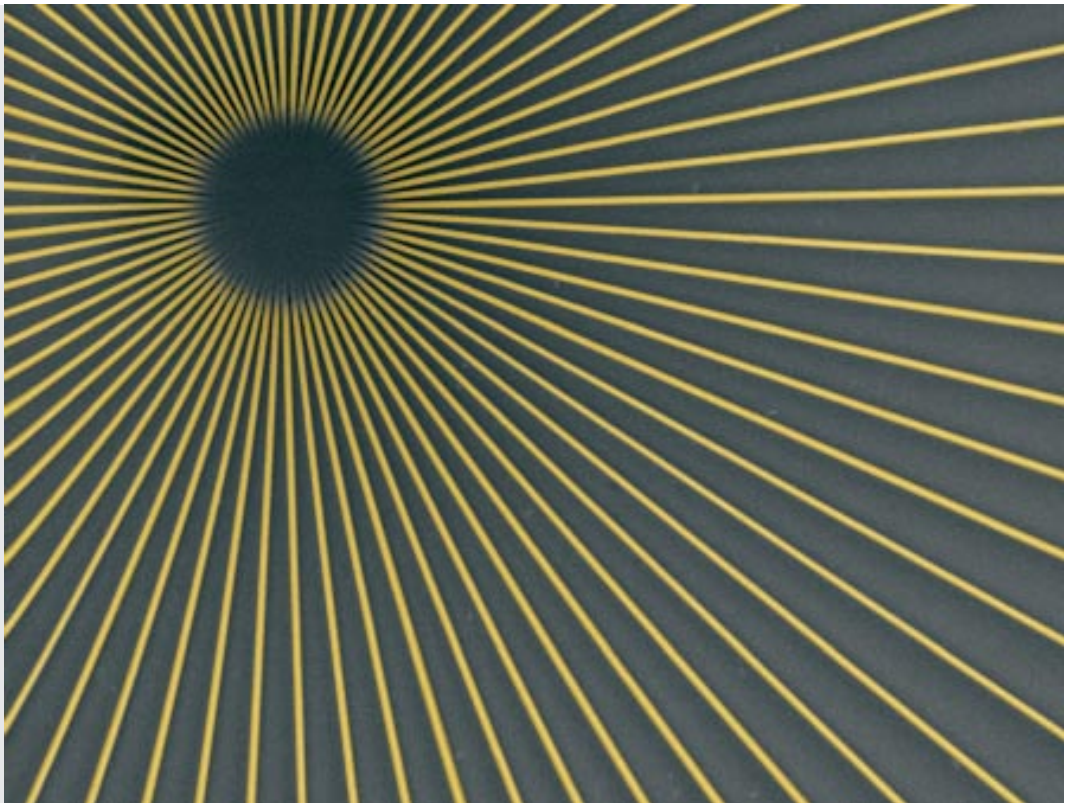
1997

- Eröffnung von AMICA der AMO GmbH als Nanotechnologielabor

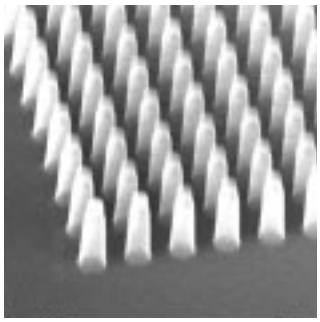
- *Opening of AMICA of AMO GmbH as a nanotechnology lab*



Nanofabrikation – Form und Funktion
Nanofabrication – Form and Function



Auflösungstest mit Siemensstern aus 40 nm Linien
Resolution test with Siemens star of 40 nm lines

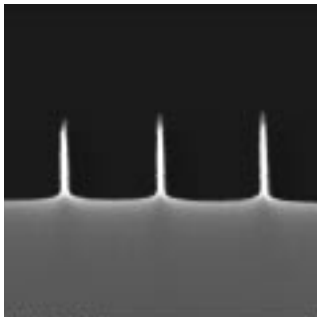


Dichte Nanostrukturen
Dense nanostructures

Vistec

"Vistec is cooperating with AMICA for the development of e-beam lithography. AMICA's ambitious drive towards new applications like UV-Nanoimprint technology helps us to improve our tool platforms and technology for new markets."

Olaf Fortagne
Corporate Manager Technology Partnerships
Vistec Semiconductor Systems • Jena, Germany



Isolierte Nanostrukturen
Isolated nanostructures

Anwendungsfelder
Nanofabrikation • E-Beam-Direktschreiben • Herstellung von Nanoimprint-Stempeln • Prototyping von photonischen und elektronischen Komponenten

Fields of Application
Nanofabrication down to 10 nm • E-beam direct write • Nanoimprint templates • Protoyping of photonic and electronic components

Neue Funktionen

In der Nanotechnologie spielt die Kontrolle über die lateralen Abmessungen für neue Funktionen eine zentrale Rolle. Das wichtigste Werkzeug zur Top-Down-Erzeugung von Nanostrukturen war und ist die Elektronenstrahl-Lithographie. Aus diesem Grund wurden erhebliche Mittel in Infrastruktur und Geräte investiert. Durch umfangreiche Optimierungen der Anlagen und Prozesstechnologien wurde eine effiziente Technologieplattform geschaffen, die es erlaubt, Strukturen in Halbleitern, Oxiden und Metallen auf der Nanometerskala zu generieren.

Strukturübertragung

Heute können Muster in zahlreichen Materialien präzise bis in den 10 nm Bereich erzeugt werden. Durch den Einsatz von Megaschall bei der Entwicklung von Fotolacken konnte ein erheblicher Fortschritt bei der Herstellung von kontrastreichen Nanostrukturen erzielt werden. Durch superkritisches Trocknen werden extreme Aspektverhältnisse ermöglicht und die Rauhigkeit der Seitenwände für photonische Bauelemente reduziert.

Zukünftige Herausforderungen

Obwohl Elektronenstrahl-Lithographie ein inhärent langsamer Prozess ist, wird sie auch in Zukunft für die maskenlose Lithographie und zur Herstellung von Nanoimprint-Stempeln unverzichtbar bleiben. Gerade das Wechselspiel zwischen Elektronenstrahl und Nanoimprint ist eine der interessantesten Tandemlösungen für Nanostrukturen auf der Wafer-Skala. Die Herausforderung für die Zukunft liegt in der kontrollierten Realisierung dreidimensionaler Strukturen, die den Einstieg in die 3D-Integration photonischer und elektronischer Schaltkreise entscheidend vorantreiben werden.

New Functions

Lateral confinement plays a central role in novel functions for nanotechnology. The generic tool to create structures on a nanoscale in a reliable way through the top down route is principally locked to electron beam technology. As a consequence, we spent quite some investment in infrastructure and equipment. Extensive operational optimization of processing technologies has led to a highly efficient platform to meet the challenges associated with patterning silicon, SiO_2, Ta_2O_5, Si_3N_4 and metals on a nanometer scale.

Pattern Transfer

Today, highly accurate patterns can be created in various materials at nanoscale resolution. Widespread progress has been made by applying mega sonic agitated development for high contrast features. Super critical drying has been developed to achieve high aspect ratios with extremely smooth side walls mandatory for resonant photonic structures and damage free nanogates. Precise transfer of nanopatterns with plasma etching technology has been mastered for a wide range of materials.

Future Challenges

Although e-beam lithography remains an inherently low throughput process, its key role for maskless pattern definition and fabrication of nanoimprint templates remains unchallenged. The combination of e-beam and nanoimprint is one of the most promising tandem solutions for creating nanostructures on a wafer scale. The creation of 3D structures still remains a major challenge for the future, which could foster the decisive entry into 3D integration of photonic and electronic circuitry.

Nanoimprint – Impressionen für die Zukunft
Nanoimprint – Impressions for the Future

Alternativen

Neben den technischen Möglichkeiten sind die Kosten der entscheidende Faktor bei der Auswahl und Entwicklung von Nano-Fabrikationstechniken. Gleichzeitig mit dem Aufbau der E-Beam-Lithographie begannen bei AMICA in Kooperation mit der RWTH (IHT) daher die Arbeiten an einem kostengünstigen Replikationsverfahren. Bereits 1998 startetet AMICA mit dem UV-Nanoimprint (UV-NIL) eine Alternative zum Heißprägen, welches bis dahin favorisiert wurde. 1999 demonstrierten erste Resultate eindrucksvoll das Potenzial hinsichtlich Auflösung und Präzision. Dies wird auf der nächsten Seite durch ein REM-Bild einer Seite der Gutenberg-Bibel demonstriert, die mit einer Auflösung von 20 nm gedruckt und anschließend in Silizium transferiert wurde. 2003 wurde das UV-NIL um das Soft-UV-NIL erweitert, eine Methode, bei der ein flexibler Stempel in einem einzelnen Druckschritt für das Prägen großer Flächen genutzt wird.

Technischer Wettbewerb

Heute werden in verschiedenen Verbundprojekten auf nationaler und EU-Ebene sowohl die Möglichkeit zum Ersatz kostspieliger EUV-Lithographie evaluiert als auch die Industrialisierung dieses kostengünstigen Verfahrens für die Photonik, NEMS und Biotechnologie vorangetrieben.

Erwartungen

Den entscheidenden „Eindruck“ für die Zukunft wird UV-NIL erbringen, wenn es gelingt, dreidimensionale Nanostrukturen zu erzeugen sowie Form und Funktion in einem Resistmaterial zu vereinen. Daneben wird die Kombination von Top-down-UV-NIL-Technik mit Selbstorganisation (Bottom-up) zukünftige Anwendungen beflügeln.

Alternatives

Feasibility and costs are the decisive factors for selection and development of nanofabrication techniques. Shortly after the start of operations, AMICA began in collaboration with RWTH (IHT) serious investigations towards the most suitable low cost replication technology for e-beam defined nanopatterns. Already in 1998 UV-based nanoimprint (UV-NIL) technology was taken up as an alternative to hot embossing until then regarded closest to microelectronic processing. First results on UV-NIL, achieved already in 1999, demonstrated an impressive potential in resolution and precision. Some of the advantages of the AMICA concept are low imprint force, precise alignment capabilities and a resolution limited only by the template. The potential of UV-NIL is illustrated by an SEM image of a Gutenberg bible page imprinted and transferred into silicon with a resolution of less than 20 nm. In 2003, UV-NIL was extended to Soft-UV-NIL, where soft flexible molds are used to create nanopatterns on large areas in a single print step.

Technical Competition

Today, several R&D projects on the national and EU level are underway to explore the potential of replacing expensive EUV lithography and the migration to industrial applications in photonics, NEMS and biotechnology.

Expectations

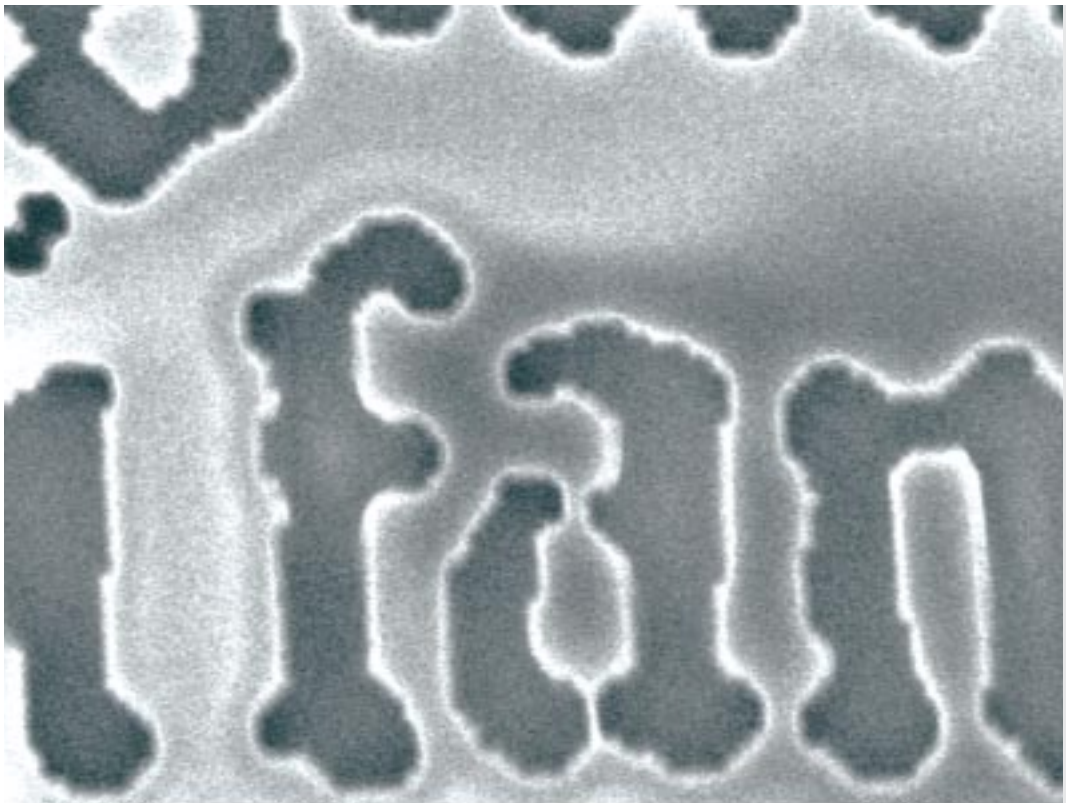
Impressions for the future will be achieved if UV-NIL masters successfully 3D fabrication and direct print of form and function in one resist material. Furthermore, the combination of top-down UV-NIL and bottom-up processes will have a great impact on future applications.

“We recognize nanoimprint as technology for cost efficient nanoelectronics or photonic fabrication with strategic importance for EV Group. AMICA is supporting us in optimizing our tools, developing sound process technologies and demonstrating relevant applications.”

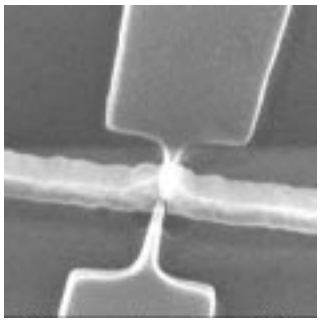
DI Erich Thallner
CEO EV Group • Austria

Anwendungsfelder
Dual-Damascene-Chip-Verdrahtungen • LED/LCD • Nanobio-Oberflächen • Photonische und diffraktive optische Elemente

Fields of Application
Dual damascene chip interconnects • LED/LCD • Nanobio templates • Photonic and diffractive optical components

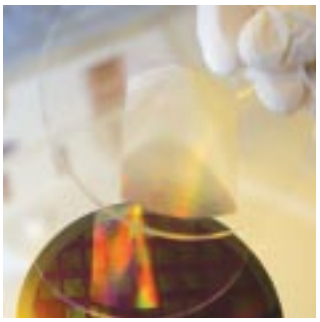


Buchdruck mit Auflösung des kleinsten Details von 20 nm
Letterprint with critical dimensions of 20 nm

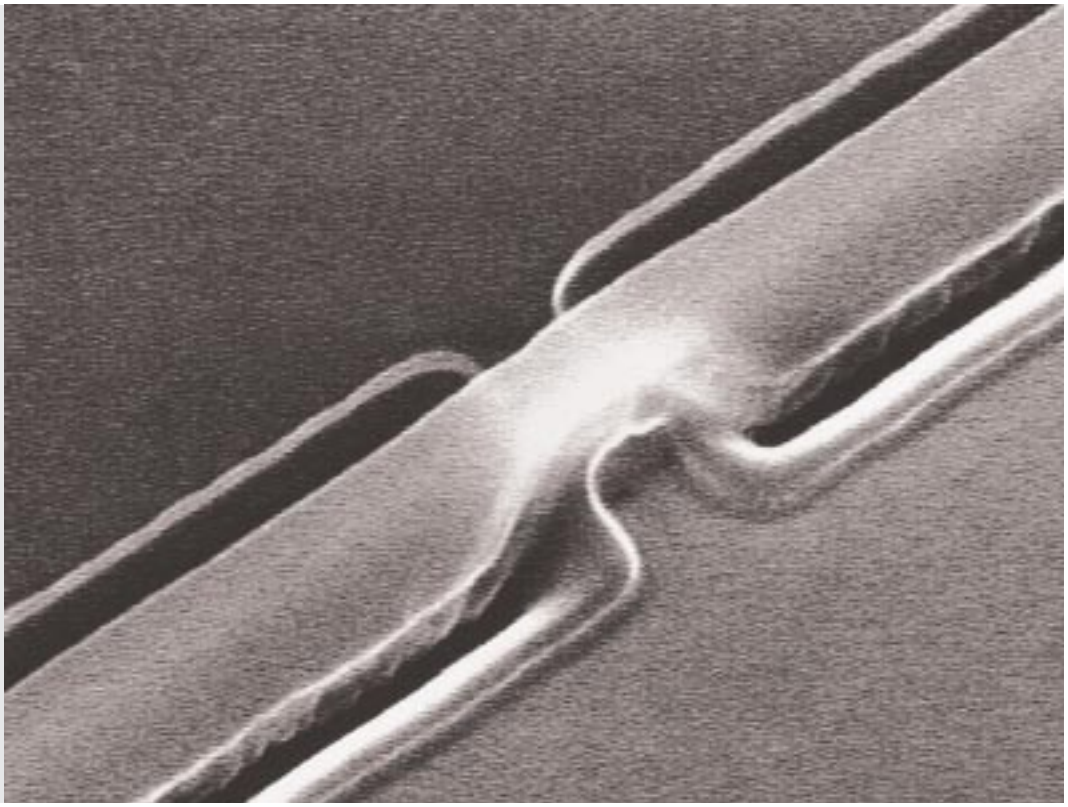


Mittels Nanoimprint hergestellter Transistor
Imprinted transistor

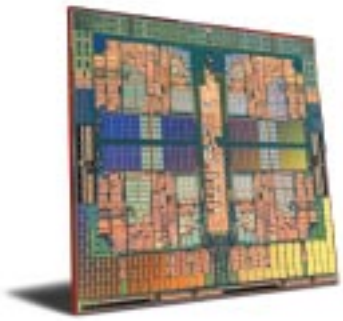
Flexibler Stempel für diffraktive Optiken
Flexible template for diffractive optics



Nanoelektronik – Magische Pforten
Nanoelectronic – Gates to Magic



Transistorgate über einem Siliziumkanal
Transistor gate bridging a silicon channel

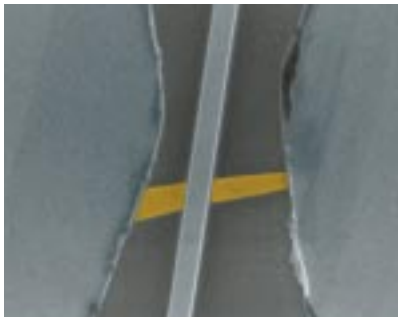


AMD Phenom™ Quad-Core –
4 Kern-Prozessor aus Dresdener Fertigung
AMD Phenom™ Quad-Core –
4 core processor out of Dresden's fabrication

AMD

"AMD competes in a highly demanding market, where innovation is the key factor of success. To stay ahead, we partner up with selected R&D institutions. AMICA is a good example of a highly flexible partner for developing next generation transistor features."

Dr. Wolfgang Buchholtz
Manager Project Coordination
AMD Fab 36 LLC & Co. KG • Dresden, Germany



Graphen-Transistor mit 1 µm Top Gate
Graphene transistor with 1 µm top gate

Anwendungsfelder
Technologie für ≤ 32 nm Memory und Logic • Prototyping neuer Konzepte und Integration neuer Materialien • Sensoren • Treiberstufen für photonische Komponenten

Fields of Application
32 nm and beyond technology for memory and logic • Prototyping of new concepts and material integration • Sensors • Drivers for photonic components

Grenzen der Skalierung

In den späten Neunzigern wurden industriell bereits Gate-Längen unter 100 nm erreicht. Doch die weitere geometrische Skalierung läuft Gefahr, Kosten und Leistungserwartungen nicht mehr erfüllen zu können. AMICA hat die Herausforderung angenommen und forscht mit der Errichtung einer flexiblen Technologieplattform an Alternativen, um den Übergang von der Mikro- zur Nanoelektronik mit neuen Konzepten zu ermöglichen.

Neue Wege

Bereits 1999 wurde die Forschung an nicht-planaren Triple-Gate-Transistoren in Kooperation mit der RWTH (IHT) aufgenommen und erste Ergebnisse 2002 publiziert. Zweifel von Gutachtern und der nationalen Industrie an dieser Technologie wichen breiter Akzeptanz. Heute gelten Multi-Gate-Bauelemente als Hoffnungsträger für integrierte Schaltkreise. AMICAs Rolle als Pfadfinder wurde durch intensive Vorfeldforschung zur CMOS-Integration epitaktischer Gate-Oxide bestätigt. Als Folge ist ein Forschungsprojekt mit führenden Universitätsgruppen und der nationalen Halbleiterindustrie entstanden, in dem Materialaspekte der Skalierung in die industrielle Verwertung transferiert werden.

Über CMOS hinaus

Trotz aller Anstrengungen in der Siliziumtechnologie braucht die Zukunft neue Konzepte und Materialien, um weitere Fortschritte in der Leistungsfähigkeit zu ermöglichen. Eines der attraktivsten Materialien für zukünftige Elektronik ist Graphen, eine Monolage aus Kohlenstoff mit hervorragenden elektrischen Transporteigenschaften. AMICA hat die Graphentechnologie frühzeitig aufgegriffen und demonstrierte jüngst die Realisierung weltweit erster Graphen-Transistoren mit Top-Gate.

Limits of Scaling

In the late nineties industry reached gate lengths – the essential feature of transistors – below 100 nm, but geometrical scaling increasingly fails to deliver the cost and performance requirements set by industry. AMICA took on the challenge by setting up a flexible technology platform to master the transition from micro- to nanoelectronics in the most effective way.

New Paths

In 1999 research on non planar triple gate transistors was taken up in collaboration with RWTH (IHT). First demonstrator devices proving the concept were published as early as 2002. At that time heavy doubts by national industry experts and reviewers have been turned into full acceptance as multi-gate devices are now considered essential building blocks for ultimately scaled integrated circuits. AMICA proved its role as a pathfinder once more when a research project on epitaxial gate oxides was performed successfully. Consequently full scale research activities with national industry and competent university groups towards the end of the roadmap scaling has been started recently.

Beyond CMOS

Despite all efforts of the semiconductor industry, the end of silicon technology scaling is dawning on the horizon. In the future, novel concepts and materials will have to deliver further advances in computing power. One of the most promising materials for future electronics is graphene, an atomic monolayer of carbon, which exhibits extraordinary nanoelectronic properties. AMICA has taken up this topic early on and was able to demonstrate the world's first graphene field effect transistor with top gate.

Nanophotonik – Kreise aus Licht
Nanophotonic – Circles of Light

Maxwell Konvergenz

Bereits bei der Taufe AMICAs 1997 war die Suche nach Konvergenzen zwischen Photonik und Elektronik ein essentieller Auftrag. Die Interaktion von Licht mit Nanostrukturen wurde schon damals als wichtiges Element einer zukünftigen Informationstechnologieplattform angesehen. Große technische Probleme bei der Verbindungstechnik zukünftiger Chipgenerationen und der damit verbundene Bedarf an schnellen optischen Übertragungstechniken über immer kleinere Distanzen in der Telekommunikation führen dazu, dass die monolithische Integration von Photonik und Elektronik auf einem Siliziumchip vom Traum zur Notwendigkeit wird.

Siliziumphotonik

Siliziumphotonik ist heute ein F&E-Schlüsselthema und wird von der Halbleiterindustrie mit erheblichem Aufwand vorangetrieben. AMICA betrat die Photonik-Bühne 2002 mit Mikroringresonatoren extrem hoher Güte. Spezielle Fabrikationstechniken wurden dazu entwickelt und die Lichtstreuung an geätzten Seitenwänden auf ein Minimum reduziert. Als Beispiel zeigt das Bild rechts einen Gitterresonator mit attraktiven optoelektronischen Eigenschaften, der zusammen mit IBM entwickelt wurde. Heute werden passive Strukturen in aktive Bauelemente überführt (wie z.B. elektrooptische und rein optische Modulatoren).

Photonische Revolution

Für die Zukunft wird die zunehmende monolithische Integration von Modulatoren und Detektoren erwartet. Den entscheidenden Markteintritt könnten Multikernprozessoren erzwingen, um mit Optoelektronik inhärente Busprobleme zu lösen. Sollte dies gelingen, wird die Siliziumtechnologie zu einer Revolution in der Photonikindustrie führen.

Maxwell Convergence

From the start the convergence of photonics and electronics has been an essential part of AMICA's mission. The interaction of light and nanostructures has been anticipated as a powerful element for a new platform of the information age. The huge technical inter connect problems new chip generations encounter and the continuous shrinking of distances in optical communication networks give the monolithic integration of photonic and electronic circuitry on silicon the highest priority.

Silicon Photonics

Silicon photonics today is one of the hottest topics in ICT as multicore architectures run into serious interconnect problems. AMICA, equipped with a first class fabrication facility for silicon photonic structures, entered the scene with high quality photonic micro ring resonators. As the quality of silicon wave guides depends critically on the side wall roughness, specific processes have been developed to secure reliable fabrication. An SEM picture shows a circular grating resonator developed together with IBM, which allows extreme confinement of light and exhibits attractive features for dense wavelength division multiplexing (DWDM). Today, passive silicon wave guide structures are turned into active elements such as electro-optic or all optical modulators.

Visible Revolution

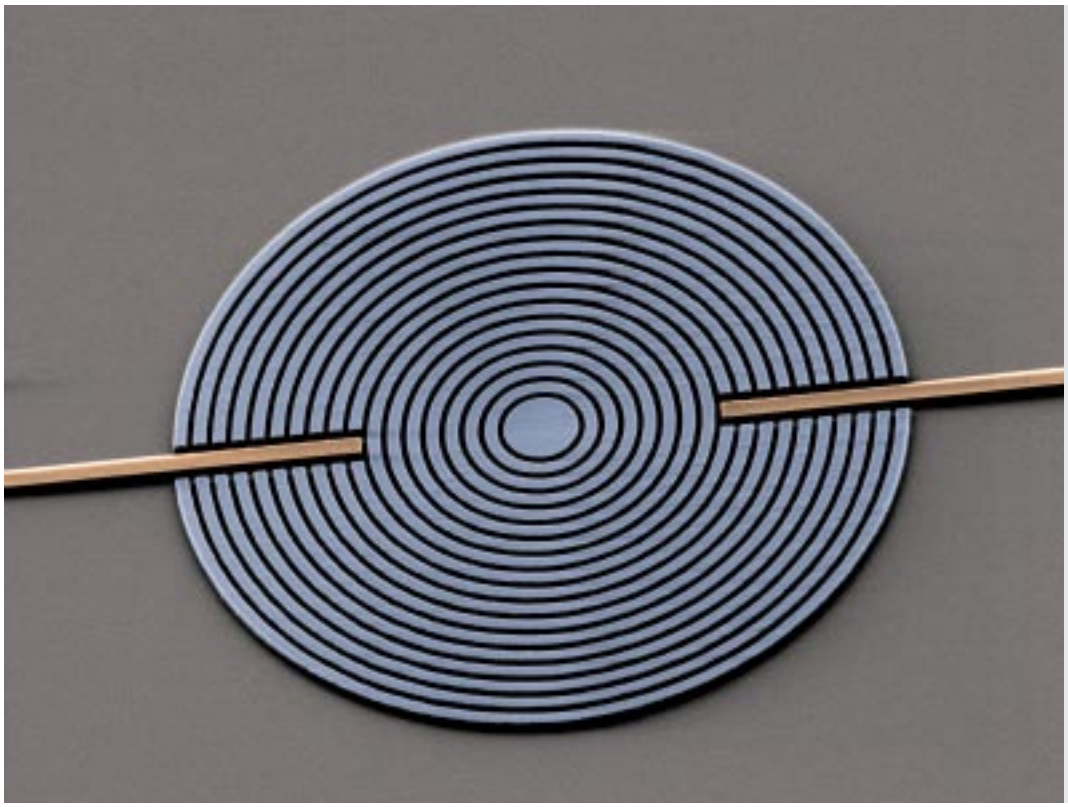
In the near future monolithic integration of modulators and detectors is expected, targeting the huge market of multi core processors. When successful, the highly developed and economical silicon technology will bring monolithic integration to a real revolution in the photonic industry.

“Nanophotonic components will offer higher data rates and lower power consumption at reasonable cost. Together with AMICA, IBM was able to realize new photonic prototypes to target strategic development goals in optical data communication.”

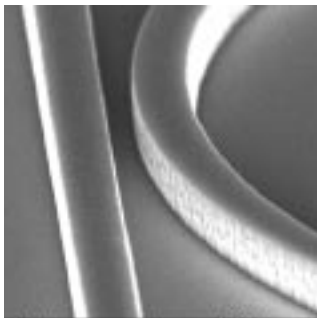
Dr. Bert Jan Offrein
Manager Photonics
IBM Research GmbH • Rüschlikon, Switzerland

Anwendungsfelder
Silizium-photonische Filter, Modulatoren, Detektoren und Laser • Biosensoren • Organische Lichtemitter (OLED/OLAS) • Nichtlineare Optik

Fields of Application
Silicon photonic filters, modulators, detectors and lasers • Biosensors • Organic light emitting devices (OLED/OLAS) • Nonlinear photonics

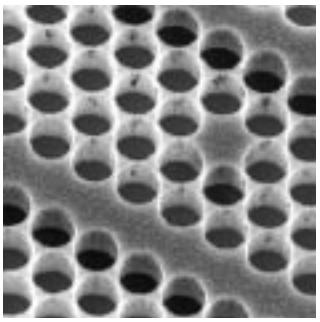


Integrierter Silizium-Gitterresonator
Integrated silicon circular grating resonator



Ringresonator höchster Güte
High quality ring resonator

Photonischer Kristall in Form einer Siliziummembran
Silicion slap photonic crystal filter



Über uns
About us

Unsere Strategie für die Zukunft ist sicherzustellen, dass es eine Zukunft gibt.

Our strategy for the future is to make sure there is a future.

AMICA wird von der gemeinnützigen AMO GmbH betrieben. Unser ausdrückliches Ziel besteht in der Erforschung neuer Technologien unter Beachtung des Gleichgewichts zukünftiger sozialer Bedürfnisse und neuer Märkte in einem globalen Wettbewerb.

Wir bieten im Bereich ICT, Optik, Bio- und Energietechnik tätigen Unternehmen und Universitäten Leistungen im Reinraum, flexible Nanofabrikation und fundierte Prozesstechnologie. Wir unterstützen unsere Partner und Kunden mit innovativen Lösungen im Prototyping bis hin zur Produktion von Kleinserien neuer Bauteile aus Mikro- und Nanostrukturen.

Unsere Standard-Halbleitertechnologie wird ergänzt durch Nanolithographie-Prozesse wie E-Beam, UV-Nanoimprint und Interferenz-Lithographie für neue Konzepte von optischen Resonatoren, Nanodrahtsensoren, großflächigen holographischen Gittern, Nanoimprint-Stempeln bis hin zu Biochips. Wir kooperieren mit Forschungsanbietern und Technologietreibern für fundierte experimentelle Evaluation neuer Technologien und unterstützten den Technologietransfer.

In Zukunft wird AMICA die Potenziale der Nanotechnologie für eine neue Generation der Photovoltaik und Brennstoffzellen ausloten, gestützt von der Erfahrung unserer Mitarbeiter und unseren technischen Möglichkeiten.

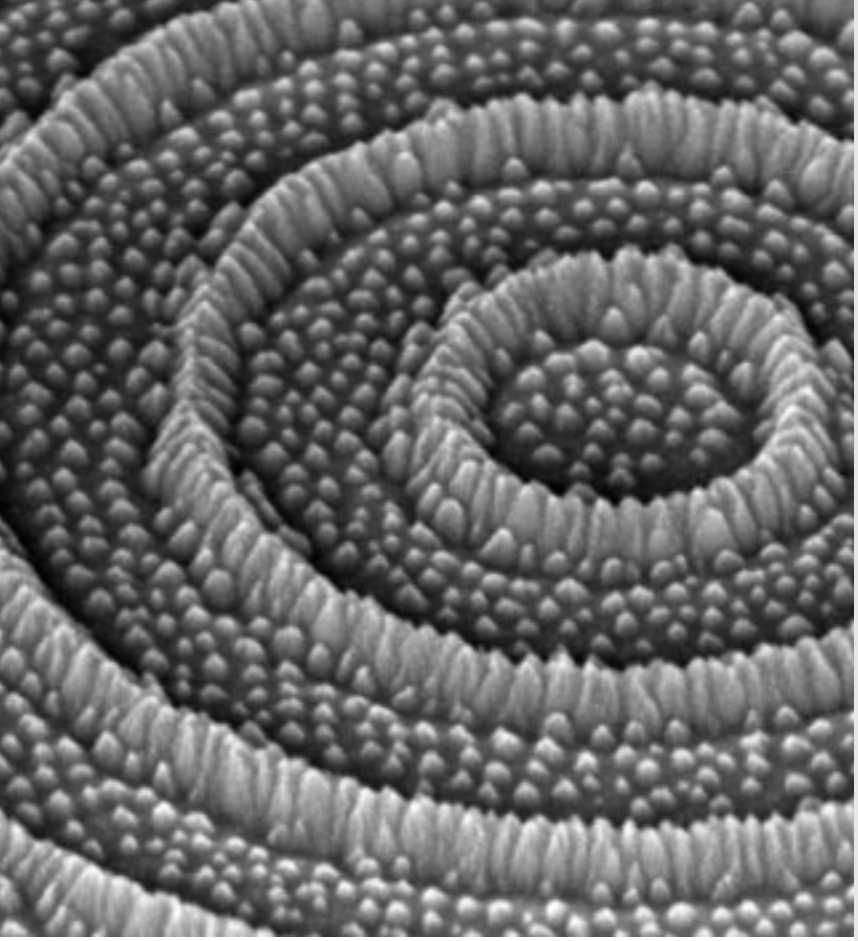
AMICA is run by AMO GmbH, a non profit organization. We are devoted to exploring emerging technologies while respecting the balance between future social needs and new markets in the global competitive environment. A state-of-the-art clean room with flexible nanomanufacturing infrastructure and sophisticated process technology is offered via a foundry model to companies, research centers and universities working in ICT, optics, biotechnology or energy. We support our partners and customers in prototyping new devices based on micro- and nanostructures right up to small scale production.

Standard semiconductor technology is supplemented by nanolithography processes like e-beam, UV-Nanoimprint and interference lithography to realise new concepts for optical resonators, nanowire sensors, large area holographic gratings, nanoimprint templates and biochips. We are collaborating with other research providers and technology drivers in the field to offer profound experimental evaluation of new technologies to foster technology transfer and to support the fabrication ramp up at a customer site.

In the future AMICA will explore the potential of nanotechnology for new generation of photovoltaics and fuel cells, driven by the experience of our employees and the technical possibilities at AMICA.

Referenzen
References

- Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen
- Bundesministerium für Bildung und Forschung
- European Commision
- VDI-Technologiezentrum
- PT-DLR
- PTJ Jülich
- AMD Fab 36 LLC & Co. KG
- CEA-LETI
- Chalmers University of Technology
- CNR
- CNRS
- EV Group
- Fraunhofer Gesellschaften
- Freescale Semiconductor, Inc.
- Forschungszentrum Jülich
- GENISYS Informationssysteme GesmbH
- GermanTech
- Harvard University
- IBM
- IHP GmbH
- IMEC
- IMS Chips
- Infineon Technologies AG
- IUNET
- IUTA e.V.
- KIMM
- KTH
- LU-Hannover
- Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- Micro Resist Technology GmbH
- Mitsubishi Electric Corp.
- Modilis Ltd.
- Paul Drude Insitut
- Qimonda AG
- RWTH Aachen University
- Sharp Electronics Europe GmbH
- Siegert Consulting e.K.
- SILIOS TECHNOLOGIES
- SNPC
- STMicroelectronics
- The Imaging Source Europe GmbH
- TU Darmstadt
- Tyndall National Institute
- UC Louvain
- Universität des Saarlandes
- Universität Stuttgart
- University of Liverpool
- University of Surrey
- Vistec Semiconductor Systems
- VTT
- Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT gGmbH



Selbstorganisiertes Wachstum von sub 20 nm Nanostrukturen induziert durch Nanoimprint

Nanoimprint induced selforganized growth of sub 20 nm nanostructures

AMO GmbH • AMICA

Otto-Blumenthal-Str. 25
52074 Aachen
Germany

Telefon/Phone: +49 241 8867200
Fax/Fax: +49 241 8867560

amo@amo.de
www.amo.de

Titelbild „Gebäude"/ Cover Picture "Building": Hendrik Brixius