

## 5 Cooperations with industry and universities

**Partnerships with the following institutes and companies were continued and / or established in 2002:**

- Advanced Micro Devices (AMD), Sunnyvale & Austin, USA and Dresden, Germany
- Aktiv Sensor GmbH, Stahnsdorf, Germany
- Alpha Microelectronics GmbH, Frankfurt (Oder), Germany
- AMTEC GmbH, Chemnitz, Germany
- Applied Materials, Santa Clara, USA and Dresden, Germany
- Nex Systems, Wilmington, MA. , USA and Berlin, Germany
- Robert Bosch GmbH, Reutlingen, Germany
- CAD-FEM GmbH Grafing, Germany
- Colour Control Farbmeßtechnik GmbH, Chemnitz, Germany
- Conti Temic microelectronic GmbH , Ingolstadt, Germany
- DaimlerCrysler Research Lab Ulm, Germany
- Digital Instruments – Veeco Instruments, Mannheim, Germany
- Dynamit Nobel Fürth, Germany
- FACRI , Research Institute, Xi´an, China
- FHR Anlagenbau GmbH, Ottendorf-Okrilla, Germany
- First Sensor Technology GmbH, Berlin, Germany
- Fujitsu Microelectronic GmbH, Dreieich-Buchsschlag, Germany
- GEMAC mbH Chemnitz, Germany
- GF Messtechnik Teltow, Germany
- Gesellschaft für Prozeßrechnerprogrammierung mbH (GPP) Chemnitz, Germany
- GRESSI, Grenoble, France
- Heinrich-Hertz-Institut Berlin, Germany
- Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung e.V. IFW Dresden, Germany
- IMEC, Leuven, Belgium
- Infineon Technologies AG, Munich and Dresden, Germany
- InfraTec GmbH, Dresden
- ITIM International Training Center for Material Science, Vietnam
- Jenoptik-LDT GmbH, Gera , Germany
- L.A.A.S-C.N.R.S Toulouse, Prof. Dr. D. Esteve, France
- Lionix, Enschede, Netherlands
- LITEF GmbH, Freiburg, Germany
- Massachusetts Institute of Technology, Cambridge / Boston, Mass., USA
- Material Research Corp. (MRC), Orangeburg N.J. ,USA
- Max-Planck-Institut (MPI) für Mikrostrukturphysik Halle, Germany
- Mechanical Engineering Laboratory AIST, MITI, Dr. Mitsuro Hattori and Chisato Tsutsumi, Tsukuba, Ibaraki, Japan
- Merck KGaA, Darmstadt, Germany
- Mesa Research Institute, Prof. J. Fluitman, Twente, The Netherlands
- Motorola, Phoenix, Arizona ,USA / Munich, Germany
- NICO Pyrotechnik, Tritttau, Germany
- NMRC , Cork, Ireland
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB), Germany
- Roth & Rau Oberflächentechnik GmbH, Wüstenbrand, Germany

- RWE Schott Solar GmbH, Alzenau, Germany
- Schott Mainz & Schott Glas Landshut, Germany
- SICK AG, Waldkirch & Ottendorf-Okrilla, Germany
- Siemens AT Regensburg, Germany
- Institut für Solarenergieforschung Hameln-Emmerthal, Germany
- Solid State Measurements, Pittsburgh, PA., USA
- Suss Microtec AG Vaihingen, Germany
- Karl Suss KG GmbH & Co., Munich and Sacka, Germany
- Dr. Teschauer AG, Chemnitz, Germany
- Thales-Avionics, Valence and Orsay, France
- TRW Airbag Systems GmbH & Co. KG, Aschau/Inn, Germany
- X-Fab Gesellschaft zur Fertigung von Wafern mbH, Erfurt, Germany
- Yole Developpement, Lyon, France
- ZMD Dresden, Germany
- Forschungszentrum Rossendorf, Germany
- 3D-Micromac AG, Chemnitz, Germany

#### **Universities:**

- State University of New York at Binghamton, USA
- TU Budapest, Hungary
- University of California at Berkeley, Berkeley Sensor and Actuator Center, USA
- Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA
- Chongqing University, Chongqing, China
- University of Colorado at Boulder, USA
- University of Delaware, Newark, USA
- University of Delft, Netherlands
- TU Dresden, Inst. für angewandte Photophysik, Inst. für Werkstofftechnik, Germany
- Universität Erlangen, Germany
- Universität Essen, Institut für anorganische Chemie, Germany
- TU Hannover, Germany
- Hanoi University of Technology, Vietnam
- University of Hertfordshire, UK
- Johannes Kepler Universität Linz, Austria
- HTW Mittweida, Laserapplikationszentrum, Germany
- University of Nevada, Reno, USA
- Nowosibirsk State University, Russia
- University of West Bohemia, Pilsen, Czech Republic
- Fudan University, Shanghai and TSINGHUA University, Beijing, China
- Technological University Singapore, Singapore
- Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden
- University of Tokyo, Res. Ctr. for Adv. Science & Technology (RCAST), Japan
- University of Twente – MESA, Netherlands
- Warsaw University of Technology (WUT), Warsaw, Poland
- Atominstitut Universität Wien, Austria
- Xiamen University, Xiamen, China

## 6 Equipment and service offer

Laseroptical instrumentation for surfaces utilizing a resolution down to 4 nm (computer controlled laseroptical measuring system with autofocussensor and interference microscope)

Light-section microscope

Zeiss-two-coordinate inspection microscope

Instrumentation for recording of oscillations in the direction vertical to the surface (laser vibrometer)

Two-channel analyzer

Instrumentation for stimulation of micro objects and for measuring of the amplitude-frequency response

Program system for modal analysis

Instrumentation for recording of electrical values and for generation of stimuli functions based on VXI- respectively GPIB-Bus

Fischerscope for measuring hardness and recording of spring characteristics

Electronic Speckle Pattern Interferometer for static and dynamic deformation analysis of microstructures in the nanometer range

Instrumentation for pressure-measuring

Scanning Probe Microscope D 3000

Nanolithographysystem LEO

Optoelectronic laboratory equipment

Rapid Prototyping with FPGAs

Design of integrated high-voltage circuits

Characterization and modelling of devices from high-voltage microtechnologies

Design of low power and low noise analogue-mixed signal integrated circuits

Characterization of analogue-mixed signal circuits up to 500 MHz

Simulator for silicon wet etching SIMODE

Etch mask design tool EMADE

FEM-Analysis with commercial ANSYS-Version on HP-workstation for simulation of mechanical behaviour and coupled fields

Different CAD tools: EMS, PC- Draft, Microstation PC, ProEngineer, HFSS, EESOF

### Center for Microtechnologies (ZfM) :

The ZfM facilities include 1000m<sup>2</sup> of clean rooms (about 30% of them class 10 to 100) and modern **equipments** were installed for processing of 100 mm and 150 mm wafers as well as design and testing laboratories providing the basis for the following processes, partly in cooperation with the Fraunhofer Institute IZM, branchlab Chemnitz:

- Design (Workstations)
- Mask fabrication 3" ... 7" / Electron beam lithography / Proximity and contact double-side mask aligner
- High temperature processes: Diffusion / Thermal oxidation / Annealing / RTP
- Etching (dry: Plasma- and RIE-mode & wet: isotropic / anisotropic)  
( Alcatel MCM, SECON XPL 251, STS Multiplex ICP-ASE, Metal Etch DPS Centura)
- Chemical vapor deposition MOCVD (Precision 5000 [Cu, WN, TiN])
- Chemical vapor deposition PECVD (Precision 5000 [SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, CF-Polymer])
- Physical vapor deposition PVD (MRC 643, FHR 150x4, CLC 9000, ... )
- Silicon etching (isotropic and anisotropic)
- Chemical mechanical polishing CMP
- Silicon fusion bonding / Anodic bonding (Suss)
- Testing (SEM, AFM, electrical – hp 4062 UX , HP 4061 A , HP 4339A , ...)

## The ZfM provides the following services :

### R & D

(e.g. Si processes, technology, development of sensors and actuators, metallization)

- Thermal oxidation of silicon wafers
- PVD (Cr, Au, TiN, Cu, Pt, Al, W, TiW, AlSi<sub>x</sub>, CrNi, Pyrex )
- CVD: PECVD / LPCVD (600° C ... 900° C)  
(SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Polysilicon, Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>N<sub>z</sub>, Cu-MOCVD, TiN-MOCVD, CF-Polymer)
- Dry etching (Si, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Polysilicon, Silicides, Al, Cu, refr. metals, TiN, Cr)
- Wet etching (SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Si, Polysilicon, Al, Cr, Au, Pt, Cu, Ti, W )
- Wafer lithography / Electron beam lithography / Mask fabrication ( 3“ ...7“ Cr mask)
- Design & simulation (technology, process....)  
Software: ANSYS, SIMODE, PHOENICS, SIMBAD, EVOLVE ...
- Etch mask design

and in **analytical fields** such as

- Scanning electron microscopy SEM / EDX
- Atomic force microscopy AFM (D 3000)
- Ellipsometry / Nanospec
- Laser profilometry (UBM, TENCOR FLX-2900 )
- Surface profilometer (TENCOR alpha step 200, Dektak 3)
- US-Microscope
- Zug-/Druckprüfmaschine Zwick 4660 universal
- Perkin-Elmer DMA 7e dynamic mechanical analyser
- Micromechanical testing instrument (Sartorius and PI)

In cooperation with the Fraunhofer Institute IZM, branchlab Chemnitz:

- STS „Multiplex ICP“ etch tool for deep silicon etching
- Wafer bonding (silicon fusion bonding, anodic bonding, eutectic bonding, Seal-glass-bonding, adhesive bonding)
- CMP MIRRA & ONTREK-cleaner (Copper, Silicon, SiO<sub>2</sub> )
- Test measurements for MEMS

## 7 Education

### 7.1 Lectures

#### Electronic Devices and Circuits

##### *Elektronische Bauelemente und Schaltungen*

Lecturer: Prof. Dr. G. Ebest

#### Electrical Engineering / Electronics

##### *Elektronik*

Lecturer: Prof. Dr. C Radehaus

#### Design Technology and Production Engineering

##### *Konstruktions- und Fertigungstechnik*

Lecturer: Prof. Dr. W. Dötzel

## **Materials Science in Electrical Engineering**

### ***Werkstoffe der Elektrotechnik / Elektronik***

Lecturer: Prof. J. Frühauf

## **Electronic Devices**

### ***Elektronische Bauelemente***

Lecturer: Prof. Dr. G. Ebest

## **Optoelectronics**

### ***Optoelektronik***

Lecturer: Prof. Dr. C. Radehaus

## **Semiconductor Device Technology**

### ***Technologien der Mikroelektronik***

Lecturer: Prof. Dr. T. Gessner

## **Solid State Electronics and Photonics**

### ***Festkörperelektronik und - photonik***

Lecturer: Prof. Dr. C. Radehaus

## **Electrophysics**

### ***Elektrophysik***

Lecturers: Prof. Dr. C. Radehaus

## **Fundamentals, Analysis and Design of Integrated Circuits**

### ***Integrierte Schaltungstechnik***

Lecturer: Prof. Dr. G. Ebest

## **Physical and Electrical Design**

### ***Physikalischer und elektrischer Entwurf***

Lecturer: Prof. Dr. G. Ebest

## **Analog Integrated Circuit Design**

### ***Analoge integrierte Schaltungstechnik***

Lecturer: Prof. Dr. G. Ebest

## **Microtechnologies / Materials and Technologies of Microsystems and Devices**

### ***Mikrotechnologien / Werkstoffe und Technologien der Mikrosystem- und Gerätetechnik***

Lecturers: Prof. J. Frühauf, Prof. Dr. T. Gessner

## **Basics and Application of Solar Power Engineering**

### ***Grundlagen und Anwendung der solaren Energietechnik***

Lecturers: Prof. Dr. G. Ebest, Prof. Dr. W. Hiller

## **Optocommunication**

### ***Optokommunikation***

Lecturer: Prof. Dr. C. Radehaus

## **Electrooptics**

### ***Elektrooptische Bilderzeugung***

Lecturer: Prof. Dr. C. Radehaus

**Device Technology**  
**Gerätekonstruktion**

Lecturer: Prof. Dr. W. Dötzel

**Microsystems**  
**Mikrosystemtechnik**

Lecturer: Prof. Dr. W. Dötzel

**Reliability and Quality Assurance**  
**Technische Zuverlässigkeit / Qualitätssicherung**

Lecturer: Prof. Dr. W. Dötzel

**Control Engineering (Microsystem Technology)**  
**Prüftechnik (Mikrosystemtechnik)**

Lecturers: Dr. J. Markert, Dr. S. Kurth

**Technical Optics**  
**Technische Optik**

Lecturer: Dr. B. Küttner

**Computer Aided Design**  
**CAD**

Lecturer: Dr. J. Mehner

**Semiconductor Measurement Techniques**  
**Halbleitertechnik**

Lecturers: Prof. Dr. C. Radehaus, Prof. Dr. M. Hietschold

**Electrical Drives**  
**Elektrische Antriebe / Gerätetechnische Antriebe**

Lecturers: Prof. Dr. W. Hofmann, Dr. R. Kiehnscherf

**Integrated Circuit Design**  
**Schaltkreisentwurf**

Lecturer: Prof. Dr. D. Müller

**System Design**  
**Systementwurf**

Lecturer: Prof. Dr. D. Müller

**Electronic Design Automation**  
**Entwurfssysteme**

Lecturer: Prof. Dr. D. Müller

## **7.2 Student exchange programmes**

### **SOCRATES / ERASMUS**

I.S.M.R.A. – Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Caen, France  
Technical University of Cluj-Napoca, Romania  
Katholieke Universiteit Leuven / IMEC, Belgium

Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Denmark  
 Ecole des Mines de Nancy, Nancy, France  
 ESIEE, Noisy le Grand Amiens, France  
 University of Oulu, Finland  
 Universite de Rennes I, France  
 Technical University of Lodz, Poland  
 Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden  
 University of West Bohemia, Pilsen , Czech Republic

### **IAS/ ISAP Programme (DAAD)**

University of Delaware, Newark, USA  
 State University of New York at Binghamton , Binghamton, USA

### **DAAD**

University of Hanoi, Vietnam

## **7.3 Project reports/ Diploma theses / PhD**

Günther, M.	Ultraschallwandler in Siliziumtechnologie
König, S.:	Entwicklung eines Verfahrens zum Bonden von Siliziumwafern mittels Glaslötten
Nestler, J.:	Konzeption und Aufbau einer primären Elektronik für ein Mikrospektrometer
Schreiber, G.:	Leitfähige, nicht Tantal basierte Diffusionsbarrieren
Wächtler, T.:	Charakterisierung von mikromechanischen Scannern mit integrierten Gitterstrukturen

### **Diploma works**

Bennis, A.:	Entwicklung eines Stresssimulators für synchrone Schaltungen Advisors: Dr. D. Billep, Dr. I.Hollerbeck
Beyer, T.:	Konzeptentwicklung und Prototypenherstellung eines mikromechanischen Beschleunigungssensors für Schlechtwegerkennung Advisors: Dr. D. Billep, DI H. Emmerich
Bronisch, C.:	Untersuchungen zum Verhalten mikromechanischer Vakuumsensoren unter Einsatzbedingungen der Halbleitertechnologie Advisors: Prof. W. Dötzel, Dr. S. Kurth
Dienel, M.:	Kombination von Gyroskop- und Beschleunigungssensoren für Objektverfolgung Advisor: Dr. D. Billep
Frömel, J.:	Entwicklung eines Kurs-Lage-Referenzsystems mit Hilfe mikromechanischer Inertialsensoren Advisor: Dr. D. Billep

Heuschkel, M.: Makromodellierung von MEMS für die Simulation  
Advisors: Dr. J. Mehner, DI F. Bennini

Korndörfer, F.: Parameterextraktion und Modellierung von Bauelementen eines SOI-Prozesses  
Advisor: DI S. Heinz

Müller, A.: Konzeption, Aufbau und Charakterisierung eines Infrarot-Spektrometers auf Basis von Mikrosystemkomponenten  
Advisors: Prof. T. Gessner, Dr. T. Otto

Puschmann, R.: Mechanische Eigenschaften mesoporöser SiO<sub>2</sub>-Schichten im Umfeld der Cu-Damascene-Technologie  
Advisor: Dr. S. Frühauf

Reuter, D.: Flexible Gelenke aus Silizium  
Advisors: Prof. J. Frühauf, DI B. Schröter

Schmiedel, R.: Technologieentwicklung für einen neuartigen kapazitiven Beschleunigungssensor  
Advisor: Dr. K. Hiller

Schulze, K.: Bewegungs- und Lagemeßsystem für CAD-Anwender  
Advisors: Dr. D. Billep, Dr. D. Zielke

Zimmermann, S.: Messung und Beurteilung der Zuverlässigkeit von Diffusionsbarrieren für hochintegrierte kupfermetallisierte Schaltkreise  
Advisors: DI J. Baumann, Dr. C. Kaufmann

## PhD

**Schumann, Matthias** „Untersuchungen von metallischen Nanoclusteranordnungen für SET-Bauelemente bei Raumtemperatur“  
28<sup>th</sup> February 2002

**Xia, Xiao** „Elektrische und thermische Simulation von Leitbahnsystemen in integrierten Schaltkreisen des tiefen Submikrometerbereichs“  
8<sup>th</sup> March 2002

**Riedel, Stefan** „Untersuchungen zur Integration von MOCVD-Titanitridbarriere- und Kupferschichten in Leitbahnsysteme der Mikroelektronik“  
18<sup>th</sup> March 2002

**Kiesow, Andreas** „Struktur und elektrische Eigenschaften von Plasmapolymerschichten mit eingelagerten Silbernanopartikeln“  
4<sup>th</sup> April 2002

**Deter, Christhard** „Entwicklung eines Videoprojektionsverfahrens mit direkt schreibendem Lichtbündel“  
21<sup>st</sup> November 2002

**Wibbeler, Jürgen** „Frequenzselektive Vibrationssensoren mit spannungsgesteuerter Resonanzabstimmung in Oberflächenmikromechanik“  
22<sup>nd</sup> November 2002