

Spitzenforschung in Bayern



Bayerischer Forschungsverbund für Nanoelektronik

NANOELEKTRONIK: WINZIG KLEIN UND RASEND SCHNELL

Handy, Computer, Auto und die meisten Maschinen: Nichts funktioniert ohne Mikroelektronik und alle Bauteile werden immer kleiner und noch leistungsfähiger! Rund 4,5 Mio. Arbeitsplätze, zum Beispiel in der Maschinenbau-, Elektrotechnik- und Automobilindustrie, hängen in Deutschland von der Mikroelektronik ab. Die Mikroelektronik unterliegt dabei einem rasanten Fortschritt: Etwa alle 18 Monate verdoppelt sich die Anzahl der elektronischen Bauelemente pro Speicherchip.

Beim Übergang von der Mikro- zur Nanoelektronik erreicht die herkömmliche Siliciumtechnologie physikalische und auch ökonomische Grenzen. Herstellungsprozesse und Materialien für die Halbleiterindustrie, aber auch der Bauelemente- und Schaltungsentwurf verlangen deshalb in vielen Bereichen einen radikalen Technologiewechsel. Die winzigen Strukturen brauchen Grenzflächen und Zwischenschichten, die nur wenige oder eine Atomlage dick sind. Dadurch verändern sich die elektronischen Eigenschaften der Schichten. Ballistische sowie Quanteneffekte erfordern zudem ganz neue Entwick-

lungsansätze für Bauelemente und Schaltungen.

Neue Nanostrukturen, Nanobauelemente und -schaltungen sind deshalb das Ziel des Bayerischen Forschungsverbunds für Nanoelektronik (FORNEL). Der Verbund betreibt Forschung und Entwicklung zu neuen Materialien und Abscheidungsverfahren für dünne Schichten sowie für Nanoimprint, ein alternatives Lithografieverfahren. Auch Konzepte für neue Bauelemente sind Bestandteil des Forschungsprogramms, zum Beispiel Tunneltransistoren mit niedrigsten Verlustströmen und deren Anwendung in analogen Schaltungen oder so genannte Y-Transistoren, die als Bausteine für Speicher und Logikgatter in extrem kompakten Schaltkreisen dienen können.

FORNEL vernetzt auf dem Gebiet der Nanoelektronik die starke vorhandene Forschungslandschaft und Industrie in Bayern und leistet damit einen wichtigen Beitrag, diese wirtschaftlich bedeutsame Schlüsseltechnologie als Innovationsmotor für den Hochtechnologiestandort Bayern zu sichern.



Wissenschaftler im Reinraum mit einer prozessierten Siliciumscheibe. Im Hintergrund eine MOCVD-Anlage zur Schichtabscheidung. (Foto: Kurt Fuchs)

Sprecher:

Prof. Dr. Heiner Ryszel
Universität Erlangen-Nürnberg

Sprecherin:

Prof. Dr. Doris Schmitt-Landsiedel
Technische Universität München

Geschäftsführung:

Dr. Bernd Fischer
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelemente-
technologie (IISB)
Schottkystr. 10
91058 Erlangen
Tel (09131) 76 1-1 06
Fax (09131) 76 1-1 02
E-Mail bernd.fischer@iisb.fraunhofer.de
Internet www.abayfor.de/fornel

Gefördert durch die Bayerische Forschungsstiftung.

ARBEITSFELDER IM VERBUND:

I: Nanostrukturen

- I.1 Atomar selbstregelnde Abscheidung von Nitridschichten (Hansch, TU München)
- I.2 Atomar kontrollierte Synthese von alternativen Gate-Dielektrika (Ley, Universität Erlangen-Nürnberg)
- I.3 Photonenaktivierte Reinigungs- und Abscheideprozesse (Eisele, Universität der Bundeswehr München)
- I.4 Nanoimprint-Lithografie (Ryssel, Universität Erlangen-Nürnberg)

II: Nanobaelemente und -schaltungen

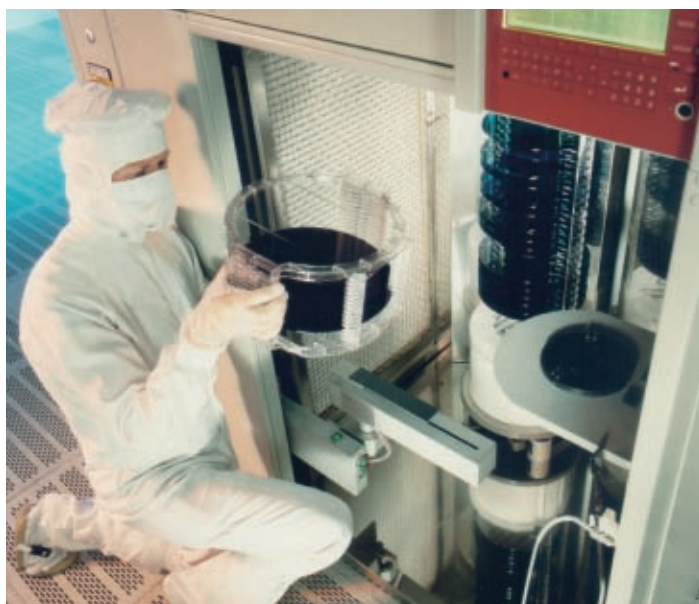
- II.1 Quantenmechanische und ballistische Nanobaelemente auf Siliciumbasis (Eisele, Universität der Bundeswehr München)
- II.2 Analogschaltungen mit Tunneltransistoren (Schmitt-Landsiedel, TU München)
- II.3 Nanotransistoren auf der Basis ballistischer Y-Schalter (Forchel, Universität Würzburg)

III: Querschnittsthema Simulation

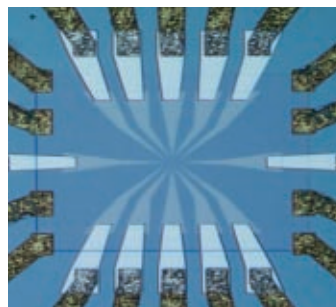
- Physikalische Modellierung und numerische Simulation von Nanostrukturen (Wachutka, TU München)

Wirtschaftliche Einsatzmöglichkeiten:

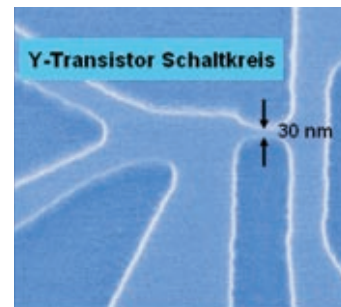
Halbleiterfirmen als auch Gerätehersteller profitieren von den entwickelten flexiblen Prozessen mit den erweiterten Möglichkeiten der Abscheidung, Reinigung und Passivierung, von der leichten Integrierbarkeit in bestehende Halbleiterlinien sowie der Einführung von Lasersystemen in die Halbleiterindustrie erheblich. Nanoimprint bringt als kostengünstiges und einfaches Lithografie-Verfahren die Halbleiterprozessierung und den Gerätemarkt voran. Die neuen Bauelemente und Schaltungen erschließen hinsichtlich ihrer Architektur und Funktionalität sowie im Bereich der Substrat- und Sensortechnologie ein breites industrielles Anwendungsfeld für zukünftige CMOS- und alternative Technologien, System-on-Chip und Analogschaltungen.



Bestückung eines Vertikalofens im Reinraum mit 300 mm Siliciumscheiben zur thermischen Oxidation. (Foto: Fraunhofer IISB)



Lichtmikroskopische Aufnahme eines Halbleiterchips mit metallischen Kontakten. (Foto: Lehrstuhl für Technische Elektronik, Universität Würzburg)



Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Y-Transistor Schaltkreises. Der Y-Transistor steuert über einen 30 nm breiten Steg einen Quantendraht-Transistor. (Foto: Lehrstuhl für Technische Elektronik, Universität Würzburg)



Arbeiten im Reinraum sind Voraussetzung für die Herstellung nanoelektronischer Bauelemente. (Foto: Institut für Physik, Universität der Bundeswehr München)

Akademische Partner:

- Institut für Technische Physik, Lehrstuhl für Experimentalphysik Universität Erlangen-Nürnberg. (Prof. Dr. L. Ley)
- Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente Universität Erlangen-Nürnberg. (Prof. Dr. H. Ryssel)
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB), Erlangen. (Prof. Dr. H. Ryssel)
- Lehrstuhl für Technische Elektronik TU München. (Prof. Dr. D. Schmitt-Landsiedel)
- Fachgebiet Halbleiterproduktionstechnik, Lehrstuhl für Technische Elektronik TU München. (Prof. Dr. W. Hansch)

- Lehrstuhl für Technische Elektrophysik TU München. (Prof. Dr. G. Wachutka)
- Institut für Physik Universität der Bundeswehr München. (Prof. Dr. I. Eisele)
- Lehrstuhl für Technische Physik Universität Würzburg. (Prof. Dr. A. Forchel)

Industriepartner:

ATV Technologie GmbH, Vaterstetten; Infineon Technologies AG, München; KETEK GmbH, München; Freescale Halbleiter Deutschland GmbH, München; nanoplus GmbH, Gerbrunn; Siltronic AG, Burghausen; Süss MicroTec AG, Garching, und TUI Laser AG, Germering.