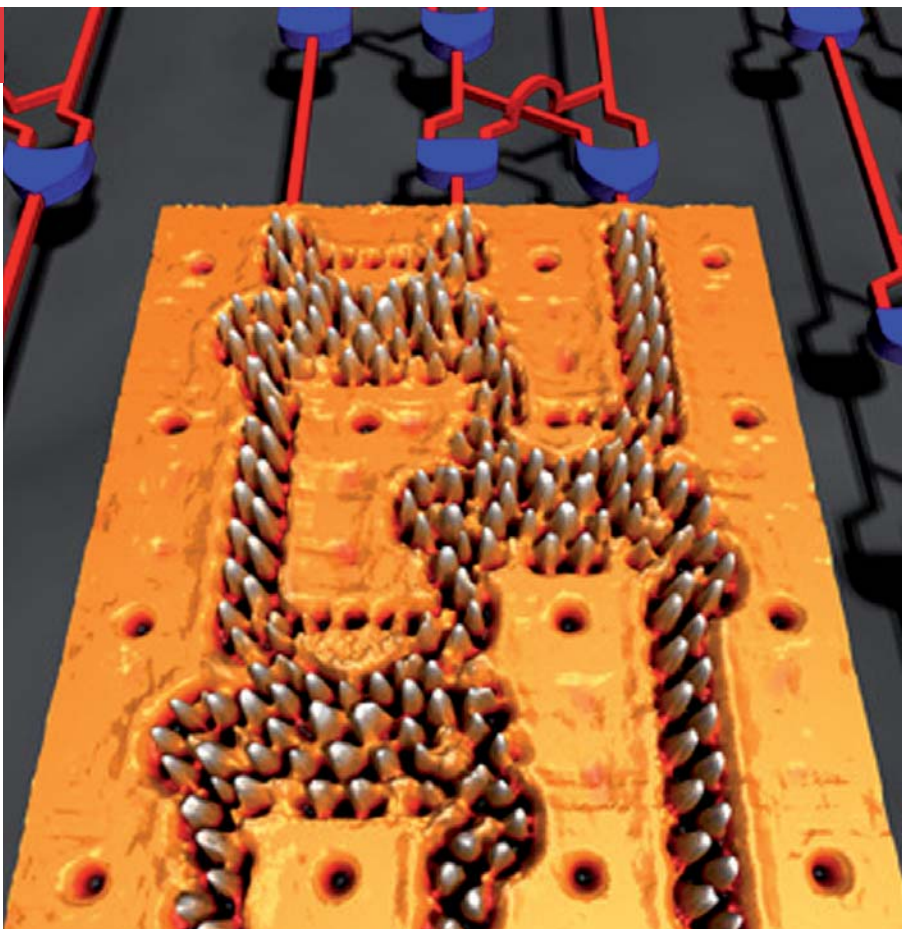


hessen-nanotech NEWS



Nano and Moore - Was bringt die Nanotechnologie für die Elektronik?

Nanotechnologie und Patente

Universität Kassel setzt auf Bündelung der Nano-Forschung und -Ausbildung

NaWoTec - Nano-Strukturierung

Nanoelektronik als Schlüssel zu kleineren und leistungsfähigeren Computern

www.hessen-nanotech.de

Nano and Moore - Was bringt die Nanotechnologie für die Elektronik?

Editorial



In vielen Fällen wären heute innovative Produkte ohne elektronische Bauteile nicht mehr realisierbar. Diese erfordern jedoch häufig immer höhere Rechenleistungen. Die Miniaturisierung der Mikroelektronik, die noch immer getreu dem Mooreschen Gesetz (s. Seite 7) scheinbar unaufhaltsam voranschreitet, ermöglicht diese Leistungssteigerung.

Doch wo liegen die Grenzen? Die Kosten der für die zunehmende Miniaturisierung erforderlichen, immer komplexeren Herstellungstechnik steigen stetig an. Und es zeichnet sich ab, dass die weitere Miniaturisierung mit den bisherigen Verfahren an ihre physikalisch-technischen Grenzen stoßen wird. Beide Hürden werden wahrscheinlich nur mit Hilfe neuer Ansätze aus der Nanotechnologie überwunden werden können.

Sowohl bei der Herstellung der benötigten Nanomaterialien als auch bei der Etablierung neuer Verfahren zur Herstellung nanostrukturierter elektronischer Bauteile sind hessische Unternehmen führend. So leisten rastersondenmikroskopische Geräte der Nascatec in Kassel oder Reparatursysteme für Fehler an Lithographie-Masken der NaWoTec aus Roßdorf (s. Seite 6) bereits heute wichtige Beiträge in der Produktion von elektronischen Bauteilen.

Parallel wird im NanoNetzwerkHessen aller hessischen Hochschulen auf dem Gebiet der Nanoelektronik, z. B. an neuen lithographischen Strukturierungsmethoden und innovativen Ansätzen zum Aufbau neuer funktionaler Nanoelektronik-Bauelemente durch Manipulation auf atomarer Ebene geforscht.

Aber es geht noch weiter: Durch die Integration von Nanoelektronik-Bausteinen in andere Materialien werden neue, intelligente Produkte entstehen. Von der „führenden“ Jacke, die die Temperatur reguliert, bis hin zum „virtuellen Copiloten“, der aktiv Unfälle verhindert, ist vieles denkbar oder sogar schon in der Entwicklung.

Wer sich zukünftig mit innovativen technologischen Produkten führend am Markt positionieren will, für den könnte Nanoelektronik damit zu einem entscheidenden Erfolgs- und Wettbewerbsfaktor werden.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine anregende Lektüre - nutzen Sie die großen Chancen der Nanoelektronik auch in Ihrer Branche!

Dr. Alois Rhiel
Minister für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung

INHALT

Editorial	2	Unternehmen im Fokus: NaWoTec GmbH	6
Technologie- und Firmennews	3	Nanotechnologie in der Praxis: Nanoelektronik als Schlüssel zu immer kleineren und leistungs- fähigeren Computern	7
Thema im Fokus: Nanotechnologie und Patente	4	Veranstaltungen und Termine, Impressum	8
Aus den Hochschulen: Universität Kassel	5		

Förderung: Technische Anwendung der Selbstorganisation

Das Bundesforschungsministerium (BMBF) beabsichtigt, industriegeführte FuE-Projekte zu fördern, die darauf abzielen, Selbstorganisationsphänomene für innovative technische Anwendungen nutzbar zu machen. Hierzu hat das BMBF die Fördermaßnahme „Technische Anwendung der Selbstorganisation“ gestartet. Projektskizzen können bis zum 18. Januar 2006 eingereicht werden.

■ www.selbstorg.de

NanoElektronik - Hürden auf dem Weg vom Mikro- zum Nanomaßstab

Zu dieser Veranstaltung hatten die EBARA Precision Machinery Europe GmbH und die IHK-Innovationsberatung Hessen Vertreter aus Industrie und Wissenschaft für den 13. September nach Hanau-Wolfgang geladen. Im Mittelpunkt der Vorträge stand die Suche nach neuen Materialien und innovativen Verarbeitungstechniken im Bereich der Chipproduktion. Kooperationspartner der Veranstaltung war die Aktionslinie hessen-nanotech.

■ www.nanotech-hessen.de

Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen

Am 11. und 12. Oktober fand eine Veranstaltung des Bundesumweltministeriums, des Umweltbundesamtes und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin zur Bündelung der Kenntnisse über mögliche Chancen und Risiken der Nanotechnologie für Umwelt und Gesundheit statt. Die Diskussionsergebnisse der 160 Teilnehmer aus Industrie, Nichtregierungsorganisationen (NGOs), Wissenschaft und Verwaltung sowie die Vorträge der Referenten sind im Internet verfügbar.

■ www.dialog-nanopartikel.de

Neue Brandschutz-Verglasungen

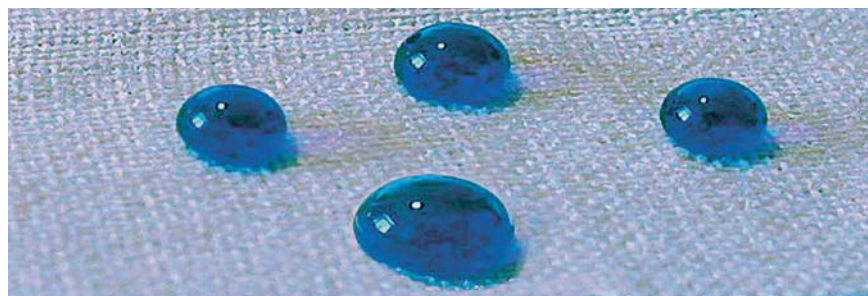
Völlig neuartige, auf Nanotechnologie basierende, Brandschutz-Verglasungen konnte die Degussa AG gemeinsam mit der schweizerischen Interter Special Glass LTD erfolgreich entwickeln. Degussa liefert dafür eine auf der pyrogenen Kieselsäure AEROSIL® OX 50 basierende Dispersion, die zwischen zwei oder mehreren Glasscheiben eingebracht wird. Sie verleiht dem neuen Brandschutzglas durch ihre nanotechnologischen Eigenschaften bisher unerreichtes Langzeitverhalten im Brandfall.

■ www.degussa.de/de/presse/news.html

Unsichtbarer Schutz für Textilien

Häufiges Waschen von Kleidung erhöht trotz verbesserter und umweltschonender Reinigungsverfahren den Materialverschleiß und belastet Umwelt und Geldbeutel. Vorteilhaft erweisen sich hier mit einem „Nano-Textil-Protector“ veredelte Textilien, die wasser- und ölabweisend sowie UV-beständig oder sogar antibakteriell ausgerüstet sein können. Ein entsprechendes TÜV-zertifiziertes Produkt hat die Frankfurter De Cie GmbH vor kurzem auf der Messe NanoSolutions 2005 in Köln ausgestellt. De Cie war einer von 15 Ausstellern aus Wirtschaft und Wissenschaft, Netzwerken und Institutionen auf einem hessischen Gemeinschaftsstand der Aktionslinie hessen-nanotech.

■ www.decie.de
www.nanosolutions-cologne.de



Nano-Textil-Protector

Thema im Fokus



www.nanotech-hessen.de

Informationen zum Thema Patente

Aktionslinie

hessen-nanotech

www.nanotech-hessen.de/knowhow/patentinfo/

Deutsches Patent- und Markenamt

<http://depatisnet.dpma.de>

Europäisches Patentamt

<http://ep.espacenet.com>

PIZ Kassel

www.piz-kassel.de

PIZ Darmstadt

www.main-piz.de

H-IP-O (Hessische Intellectual Property Offensive)

www.hipo-online.net

Tag für Tag werden in Hessen neue Ideen geboren - sei es in Unternehmen, Hochschulen oder Forschungseinrichtungen. Viele dieser Innovationen werden als Patent angemeldet - insbesondere im Bereich der Nanotechnologie, deren dynamische Entwicklung sich mittlerweile auch in der Anzahl der Patentanmeldungen widerspiegelt.

Weltweit hat sich alleine in den letzten fünf Jahren die Zahl der jährlichen Anmeldungen Nanotechnologie-basierter Patente etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Die Gesamtzahl der bisher erteilten Patente in diesem Bereich beträgt nach einer Studie des VDI-Technologiezentrums insgesamt ca. 13.000. Derzeit kommen jährlich ca. 3.000 neue Patente hinzu. Deutschland gehört damit bei den Patentanmeldungen zu den führenden Nationen. Auch wenn die Nanotechnologie nach der Meinung von Experten keine grundsätzlich andere Patentstrategie als andere Technologiebereiche erfordert, so gibt es doch eine Besonderheit: Die Entwicklungszeiten vom nanotechnologischen Grundeffekt bis zur Anwendung können in bestimmten Fällen so lang sein, dass der Patentschutz kurz nach dem Erreichen der Produktreife ausläuft.

Eine ausführliche Recherche ist das A und O

Vor dem Hintergrund möglicher zeit- und kostenintensiver Doppelentwicklungen sollte möglichst früh geklärt werden, ob die zu Grunde liegende Idee bereits von anderen umgesetzt und patentrechtlich geschützt wurde. Möglicherweise müssen alternative Lösungswege gesucht werden. Der Erwerb einer Lizenz für ein bestehendes Patent kann im Sinne einer „Make-Or Buy“-Entscheidung in manchen Fällen einen günstigeren Weg zur gewünschten Produktverbesserung darstellen. Wer bei der Patentrecherche auf professionelle Unterstützung und Know-how zählt, bekommt diese beispielsweise bei den Mitarbeitern der hessischen Patentinformationszentren (PIZ) in Kassel und Darmstadt. Eines von vielen Service-Angeboten ist der

so genannte Info-Lotsendienst, bei dem man ein virtuelles Treffen mit erfahrenen PIZ-Recherche-Experten vereinbaren kann, um gemeinsam in Internet-Datenbanken zu recherchieren. Siehe www.patentlotse.de

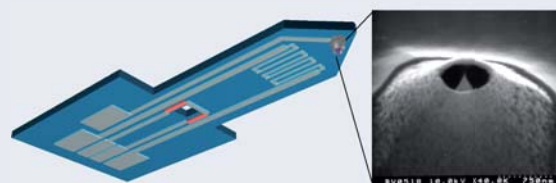
H-IP-O: Professionelle Patentverwertung in Hessen

2002 hat die Landesregierung mit Unterstützung des Bundesforschungsministeriums eine Patentverwertungsinitiative gestartet, um zum einen Erfindungen und Schutzrechtsanmeldungen an Hochschulen zu fördern und zum anderen den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die wirtschaftliche Praxis zu steigern. Zu diesem Zweck haben sich die Hochschulen im Projekt H-IP-O (Hessische Intellectual Property Offensive) zusammengeschlossen. Dahinter verbirgt sich auch ein Verbund der drei Patent- und Verwertungsagenturen INNOVECTIS GmbH (Frankfurt), TransMIT GmbH (Gießen) und GINo GmbH (Kassel).

„Maskenlose Lithographie“ der Uni Kassel: Beispiel eines Lizenzangebotes der H-IP-O

Das Patent der „Maskenlosen Lithographie“ beschreibt ein mikrostrukturiertes Array von Biegebalken, an deren Spitze sich eine Kathode zur Emission von Elektronen befindet, zum hoch aufgelösten und schnellen Schreiben von Strukturen in einer Größenordnung kleiner 30 nm sowie zum Abbilden einer Waferoberfläche bei geringeren Systemkosten.

■ GINo mbH, Frank Lehmann, lehmann@gino-innovativ.de



Cantilever zur Nanostrukturierung mittels maskenloser Lithographie

Universität Kassel setzt in der Nanotechnologie auf Bündelung der Nano-Forschung und -Ausbildung

Aus den Hochschulen

Das „Center for Interdisciplinary Nanostructure Science and Technology“ (CINSA^T) bündelt die Nanotechnologie-Aktivitäten von derzeit 16 Hochschularbeitsgruppen an der Universität Kassel.

Etwa hundert Forscherinnen und Forscher der Fachbereiche Naturwissenschaften, Elektrotechnik, Maschinenbau und Bauingenieurwesen sowie das Institut für Mikrostrukturtechnologie und Analytik arbeiten an interdisziplinären Forschungsprojekten eng zusammen. Ziel ist es, die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Nanotechnologie voranzubringen und diese Zukunftstechnologie mitzugestalten.

Neuartige Nanostrukturen durch Selbstorganisation

Eine der gemeinsamen Herausforderungen ist die Herstellung von nanostrukturierten funktionalen Oberflächen, die sich von benetzbar auf wasserabweisend umschalten lassen. Neben den klassischen lithographischen Verfahren werden für die Synthese selbstorganisierende und Licht induzierte Prozesse eingesetzt. Biologische Bauprinzipien und Wachstumsprozesse dienen hier als Vorbild. Die Kombination anorganischer und organischer Materialien sowie deren Verknüpfung auf molekularer Ebene bis hin zum Zusam-

menwirken von Halbleiterelektronik und lebender Materie sind dabei von großem Interesse. Das Auslesen von Nervensignalen stellt eine der potenziellen Anwendungen dar.

Charakterisierung mit höchster Zeit- und Ortsauflösung

Parallel dazu werden Charakterisierungsmethoden mit höchster Zeit- und Ortsauflösung entwickelt. Bildgebende Rastersondenmikroskopie-Verfahren und moderne optische Verfahren wie grenzflächenspezifische optische Frequenzverdopplung oder zeitaufgelöste Ultrakurzzeitverfahren mit Femtosekundenlaserpulsen spielen dabei eine entscheidende Rolle. So lassen sich beispielsweise chemische Reaktionen steuern oder Spurenelemente aus Attolitern (10^{-18}) Probevolumina an biologischen Materialien direkt detektieren.

- Sprecher des CINSA^T: Prof. Dr. Frank Träger (Institut für Physik, Tel. 0561/804 4500, traeger@physik.uni-kassel.de)
- Wissenschaftlicher Koordinator der UNIK für das NanoNetzwerkHessen: Prof. Dr. Hartmut Hillmer (Institut für Mikrostrukturtechnologie u. Analytik, Tel. 0561/804 4885, hillmer@uni-kassel.de)

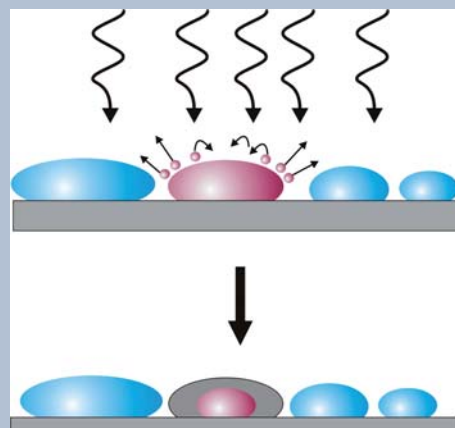
Der Fachbereich Naturwissenschaften bietet seit dem Wintersemester 2003/2004 einen interdisziplinären Diplomstudiengang »Nanostrukturwissenschaft - Nanostructure and Molecular Science« an.

Er hat zum Ziel, Studenten zu Naturwissenschaftlern auszubilden, die sich in den stark miteinander verzahnten Disziplinen Chemie, Physik und Biologie auskennen und so interdisziplinär an modernen Forschungen im Bereich der Nanostrukturwissenschaften arbeiten können. Der Studienbeginn erfolgt jeweils zum Wintersemester. Bewerbungsfrist ist der 15. Juli. Die Nachfrage ist sehr groß: für 35 angebotene Studienplätze gingen in diesem Jahr über 100 Bewerbungen ein.

Die Farbe von Nanoteilchen hängt oft von ihrer Größe ab

Die Farbe von metallischen Nanopartikeln entsteht durch die Schwingung der beweglichen Leitungselektronen, dem Elektronenplasma. Die Schwingungsfrequenz und damit die Farbe variiert mit Größe und Form der Partikel.

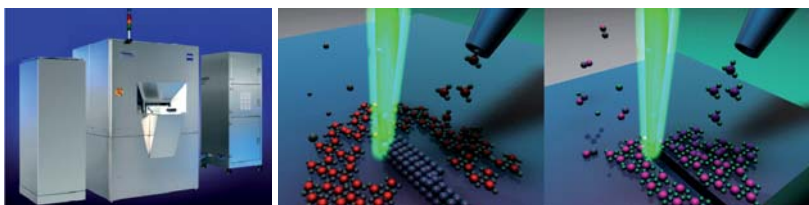
Bild links: Manipulation der Größe von Gold- und Silber-Nanoteilchen mit Laserlicht. Bild rechts: Dünne Schichten der unterschiedlich großen Nanopartikel.



NaWoTec – dreidimensionale Nano-Strukturierung

Unternehmen
im Fokus

Die NaWoTec GmbH aus Roßdorf ist ein Spin Off der Deutschen Telekom AG und wurde 1999 von Mitarbeitern des Technologiezentrums T-Nova gegründet. Nach sechs Jahren hat sie sich zu einem dynamischen Unternehmen mit 35 Mitarbeitern und zahlreichen Patenten im Bereich der dreidimensionalen Nano-Strukturierung entwickelt. Heute gehört das Unternehmen zur Familie der Carl Zeiss SMT AG.



Elektronenstrahl-induziertes Deponieren und Ätzen

Der Weg ins Reich der Zwerge führt für die NaWoTec über Elektronen, genauer über einen Strahl aus Elektronen. Dieser ist das zentrale Element des verwendeten Verfahrens: der Elektronenstrahl-Nano-Lithographie. Diese basiert auf demselben Prinzip wie die bereits seit mehreren Jahrhunderten bekannte Lithographie-Technik. Dabei wird mittels eines Werkzeugs, etwa eines Messers, in eine ebene Oberfläche ein Bild eingraviert. Die so hergestellte Vorlage, auch als Maske bezeichnet, ermöglicht die Vervielfältigung des Motivs in hoher Zahl. Für ihr Verfahren der Nano-Lithographie nutzt die NaWoTec statt des Messers einen Elektronenstrahl.

Nano-Lithographie mittels Elektronenstrahl

Über ein Gasinjektionssystem werden Moleküle in den Strahl eingebracht. Durch den Elektronenstrahl werden die Moleküle gezielt angeregt und rufen auf der Oberfläche zwei verschiedene Reaktionen hervor: Entweder zerfallen sie nach dem Auftreffen und lassen Strukturen – so genannte Deponate – zurück, oder sie ätzen Vertiefungen ins Material. So lassen sich Formationen bis in den niedrigen Nanometerbereich fertigen.

Anwendung: Von der Nanoelektronik bis zur Halbleiterbranche

Überall, wo Muster oder Masken in Nanometergröße benötigt werden, kann das NaWoTec-Verfahren eingesetzt werden. Zu den wichtigsten Einsatzbereichen zählen etwa die Halbleiterbranche, die Nanoanalytik, die Mikrooptik – aber vor allem die Nanoelektronik.

Das erste Produkt, welches das Unternehmen aus Roßdorf entwickelt hat, ist ein Lithographie-Masken-Reparatursystem: das MeRIT™ MG. Das System adressiert hauptsächlich Anwendungen in der Nanoelektronik. Es tastet Fotomasken ab und repariert festgestellte Defekte ohne Transmissionsverlust. Der Elektronenstrahl ermöglicht dabei eine hohe, bis dato kaum erreichte Genauigkeit von kleiner als zehn Nanometern.

Gewinner des Innovationspreises der Deutschen Wirtschaft 2004

Das MeRIT™ MG ist nur ein Beispiel für die hohe Leistungsfähigkeit der NaWoTec. Das Unternehmen hat Forschungsergebnisse zielorientiert in Produkte verwandelt und ist damit am Markt erfolgreich. Eine weitere Bestätigung erhielt die NaWoTec 2004, als sie mit dem Innovationspreis der Deutschen Wirtschaft ausgezeichnet wurde.

■ NaWoTec GmbH
Ein Unternehmen der
Carl Zeiss SMT AG

www.nawotec.de



Dieses Porträt wurde mit freundlicher Unterstützung der nanostart AG erstellt.
www.nanostart.de

Nanoelektronik als Schlüssel zu immer kleineren und leistungsfähigeren Computern

Nanotechnologie
in der Praxis

Die Miniaturisierung in der Elektronik folgt seit etwa 40 Jahren dem Mooreschen Gesetz - dank neuer, wirtschaftlich sinnvoller Technologien und Verfahren ist kein Ende in Sicht.

Nach dem Mooreschen Gesetz verdoppelt sich die Leistung von Computerchips alle 18 Monate durch Verkleinerung ihrer Strukturen. Die Fertigung der aktuellen Prozessoren erfolgt mit einer Breite der Leiterbahnen von 90 nm - die Umstellung auf die 65 nm-Technologie wird für 2006 erwartet. Die Grenzen der eingesetzten konventionellen optischen Lithographie sowie der Materialien rücken in greifbare Nähe. Daher konzentrieren sich die Forschungsanstrengungen auf die Bewahrung der bewährten Funktionsweise der CMOS-Elektronik trotz der schrumpfenden Abmessungen. Andererseits wird nach alternativen Ansätzen gesucht.

Silizium-basierte Chips - immer kleiner, immer schneller

Die Extrem-Ultraviolett (EUV)-Lithographie ist ein viel versprechendes Nanoelektronik-Fertigungsverfahren zur Verkleinerung der Strukturgröße („Top-Down-Ansatz“) in der zukünftigen Chipproduktion. Aber auch mit nichtoptischen Lithographie-Methoden wie der Elektronen- und der Ionenstrahlolithographie, können derart kleine Strukturen erreicht werden. Als kostengünstige Alternative gilt die Nanoimprint-Technik, bei der die Strukturen mit einer Art Stempel vervielfältigt werden.

Magnetoelektronik - Informationen schneller und dauerhaft speichern

Dünne magnetische Mehrschichten können für Speicherelemente, so genannte Magnetic Random Access Memory (MRAM), eingesetzt werden. Dabei werden die Datenbits in „Miniaturmagneten“ gespeichert und

elektrisch ausgelesen. MRAMs zeichnen sich dadurch aus, dass die Informationsbits so schnell wie bei Dynamischen RAM (DRAM)-Bausteinen gespeichert werden können und dennoch wie bei einer Festplatte auch nach Abschalten des Stroms erhalten bleiben.

Auf der Suche nach Alternativen

Einen vollkommen neuen Ansatz verfolgt die molekulare Elektronik. Dabei werden die elektrischen Eigenschaften von einzelnen Molekülen oder Kohlenstoff-Nanoröhrchen genutzt. Positioniert man diese zwischen Nanoelektroden, lassen sich beispielsweise Transistoren herstellen, die auf der Bewegung nur eines Elektrons basieren („Bottom-Up-Ansatz“). (Siehe auch Ausgabe 2|2005)

Nanotech-Lexikon

› EUV - Lithographie

Lithographie steht hier für die Strukturierung mit Hilfe von Licht. Bei der Extrem-Ultraviolett (EUV)-Lithographie werden Lichtwellenlängen von nur 13 nm verwendet. Damit können extrem kleine Strukturen in den Silizium-Wafer geschrieben werden. Die Verwendung der kurzen Wellenlängen stellt extreme Anforderungen an die verwendeten Lithographie-Masken. Darüber hinaus müssen äußerst präzise hochreflektierende Spiegeloptiken eingesetzt werden (siehe Bild links).

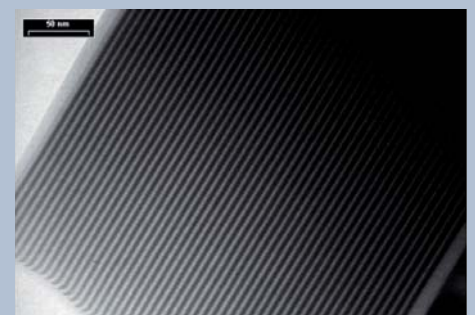


Bild rechts: Rasterelektronenmikroskopaufnahme eines mit EUV-Lithographie strukturierten Multischicht-Spiegel-Systems

Termine und Veranstaltungen

26. November 2005, Darmstadt MatFoRM-Tag: Nanotechnologie - die große Bedeutung des winzig Kleinen für unser zukünftiges Leben

Der MaterialForschungsverbund Rhein-Main MatFoRM-TUD stellt sich am Samstag, den 26. November, in Darmstadt vor. Von 10.00 bis 14.00 Uhr werden Vertreter sowohl des MatFoRM-TUD als auch der Industrie in zahlreichen Vorträgen unter anderem die gesellschaftliche Bedeutung und Auswirkung der Nanotechnik präsentieren. Eine Ausstellung mit Exponaten und kleinen Experimenten bietet einen Einblick in die Welt der Nanotechnologie, informiert aber auch über Trends der modernen Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Der Eintritt ist frei!

■ www.matform.tu-darmstadt.de

15. Februar 2006, Wetzlar „Sensorik - Messtechnik - Technologien 2006 - Einstieg in die Nanotechnologie“

Die Fachtagung verbindet aktuelle Themenstellungen der klassischen Messtechnik, Sensorik und Optoelektronik mit einem Einstieg in die Nanotechnologie. Veranstaltet wird die Fachtagung von der Fachhochschule Gießen-Friedberg und Studium Plus in Kooperation mit der IHK-Innovationsberatung Hessen, der Aktionslinie hessen-nanotech des Hessischen Wirtschaftsministeriums, dem TechnologieTransferNetzwerk Hessen und dem IHK-Verbund Mittelhessen.

■ Dr. Gernot Horst
TechnologieTransferNetzwerk Hessen,
c/o IHK-Innovationsberatung Hessen
E-Mail: horst@giessen-friedberg.ihk.de

21. bis 23. Februar 2006, Tokio (Japan) nano tech 2006

Die Nanotechnologie-Fachmesse nano tech in Tokio ist die weltweit größte Veranstaltung im Bereich der Nanotechnologie. Mit mehr als 39.000 Besuchern und rund 600 Ausstellern an 350 Messeständen wurden 2005 neue Rekorde aufgestellt. Zum zweiten Mal in Folge wird die Hessen Agentur die Wirtschaft und Wissenschaft des Nanotechnologie-Standortes Hessen präsentieren.

■ www.ics-inc.co.jp/nanotech/index_e.html

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung

Dr. Rainer H. Waldschmidt
Kaiser-Friedrich-Ring 75
D-65185 Wiesbaden
Tel.: 06 11 / 8 15-24 71, Fax: - 22 28
E-Mail: rainer.waldschmidt@hmwvl.hessen.de
Internet: www.wirtschaft.hessen.de

HA Hessen Agentur GmbH

Aktionslinie hessen-nanotech
Alexander Bracht (Leiter), Markus Lämmer
Abraham-Lincoln-Str. 38-42
D-65189 Wiesbaden
Tel.: 06 11 / 7 74 - 86 14 oder - 86 64,
Fax: 06 11 / 7 74 - 86 20
E-Mail: alexander.bracht@hessen-agentur.de
markus.laemmer@hessen-agentur.de
Internet: www.hessen-agentur.de
www.hessen-nanotech.de

Impressum

Projektleitung

Alexander Bracht (V.i.S.d.P.), Markus Lämmer
HA Hessen Agentur GmbH, Wiesbaden

Redaktion

Dr. Marion E. Franke
Kathrin Mahr, finanzpark AG, Bad Nauheim,
www.finanzpark.de

Gestaltung

Matthias Becher, finanzpark AG, Bad Nauheim

Druck

Druckerwerkstätten Koehler&Hennemann GmbH,
Wiesbaden

Titelbild

Molekül-Kaskaden, Quelle: IBM Deutschland GmbH

Bildmaterial

S. 3 De Cie GmbH / S. 4 und 5 Universität Kassel /
S. 6 NaWoTec GmbH, S. 7 Carl Zeiss SMT (links),
Universität Kassel (rechts)

Erscheinungsweise

6-mal pro Jahr (kostenlos)

Auflagenhöhe

8.000 Stück

Newsletter-Abonnement

www.nanotech-hessen.de/news/bestellformular

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

In der nächsten Ausgabe lesen Sie:

Antihafschichten und Co.:
Innovationen in der Oberflächentechnik