

Große Zukunft für kleinste Teilchen

Das Reich der Zwerge, die Nanotechnologie, gilt als Hoffnungsträger für Wissenschaft und Wirtschaft im 21. Jahrhundert. Mit ihrer überragenden Querschnittsfunktion erlangt sie in Zukunft eine wirtschaftliche Spitzenposition.

FinanzBuch Verlag



In ferner Zukunft: Nano-Roboter (Nanobots) sollen für Arbeitsprozesse auf molekularer oder atomarer Ebene durch gezieltes Zusammen-setzen von Atomen makroskopische Gegenstände herstellen.

► Selten hat eine Entwicklung in Technik und Wissenschaft in so kurzer Zeit ein so überwältigendes Interesse gefunden wie die Nanotechnologie. Sie wird, da sind sich die meisten Experten einig, die entscheidende Technologie des 21. Jahrhunderts. Die Gründe dafür sind vielfältig: Zum einen ist die Nanotechnologie ein Gebiet mit überragender Querschnittsfunktion – Optik, Medizin und Verkehr, Chemie und Werkstoffe, Informations- und Kommunikationstechnik, Automobil- und Maschinenbau – in der Breitenwirkung übertreffen die „vielseitigen Zwerge“ sogar den Computer. Zum anderen ist die wirtschaftliche Bedeutung entsprechend enorm. Je nach Quelle beträgt das geschätzte Marktvolumen bereits für 2005 bis zu 220 Milliarden Euro.

Inzwischen hat auch die Politik das Innovationspotential erkannt und unterstützt Forschung und Industrie mit Millionenbeträgen. „Der Markt für Nanotechnologie und Nanomaterialien wächst rasant. Es gibt einen harten Wettkampf zwischen den USA, Japan und Europa. Alle unternehmen enorme Anstrengungen, um in der Nanotechnologie nicht den Anschluss zu verlieren“, bestätigt Gerd Bachmann, einer der führenden deutschen Experten für die „Welt der Zwerge“ vom VDI-Technologiezentrum in Düsseldorf.

Wetteifern um Spitzenposition

Die Europäer halten mit Netzwerken dagegen. Gemäß einer kürzlich durchgeführten Erhebung bestehen bereits 86 grenzüberschreitende Einrichtungen dieser Art im Bereich Nanotechnologie, an denen rund 2.000 Organisationen beteiligt sind. Sie stehen für nahezu 200 Millionen Euro öffentliche Gelder pro Jahr, die durch weitere 100 Millionen Euro von privater Seite ergänzt werden.

Viele Produkte im Bereich von Nanometern (Nanometer sind winzigste Abmessungen von Milliardstel Metern) sind bereits Rea-



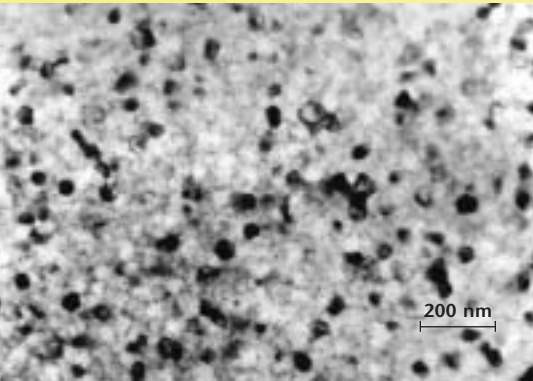
Nanotechnische Bauteile verhalten sich im Größenvergleich zu einem Fußball so wie der Fußball zur Erde.

lität, auch wenn allgemein Konsens dahingehend besteht, dass die Nanotechnologien erst am Beginn ihrer Entwicklung stehen. „Das führt zu dem Phänomen, dass auf der einen Seite noch die physikalischen Grundlagen erforscht werden, auf der anderen Seite bereits erste Produktgruppen die Weltmärkte betreten. Diese Konstellation spricht für das hohe Innovationstempo in diesem

Gebiet“, so Bachmann. Kein Wunder also, dass auch der Technologiekonzern SCHOTT mit diesem innovativen Gebiet bereits etliche Berührungspunkte hat.

„Alte“ und „neue“ Nanotechnologie

Eine inzwischen weitgehend akzeptierte Definition der Nanotechnologie ist, dass es sich dabei um die Erzeugung und Erforschung von Strukturen unter 100 Nanometern han-



Nanostrukturen weisen auch Glaskeramiken wie „Zerodur“ auf; sie sind verantwortlich für ihre Produkteigenschaften, beispielsweise die thermische Nullausdehnung.

delt. Diese Bedingung sollte in mindestens einer Raumrichtung erfüllt sein. „Genau genommen beschäftigen wir uns schon seit Jahrzehnten mit Nanotechnologie, auch wenn wir das anders genannt haben. Denn in allen Glaskeramiken – von ‚Zerodur‘ bis ‚Ceran‘ – sind Kristallite von nur 30 bis 80 Nanometer enthalten, die für die hervorragenden Eigenschaften verantwortlich sind“, erklärt Prof. Wolfram Beier, Wissenschaftler im F&E-Zentrum von SCHOTT. Die Glaskeramiken, Basis der erfolgreichen Marken, sind faszinierende Werkstoffe, die die wesentlichen Vorteile von Glas mit denen von Keramiken verbinden. Große Erfolge hat das Unternehmen mit den extrem temperaturstabilen „Ceran“ Kochflächen erzielt, von denen 2002 die bereits 50millionste Einheit hergestellt wurde. Darüber hinaus ist die moderne Astronomie, die uns atemberaubende Einblicke in die Entstehungsgeschichte des Universums liefert, ohne „Zerodur“ gar nicht denkbar. Fast alle Spitzenleistungen in der Weltraumerforschung und vielfach auch in der Satellitenbeobachtung hängen mit diesem Material zusammen.

Wenn man so will, lässt sich die Glaskeramik in die Kategorie „alte“ Nanotechnologie

einordnen. Mit Sicherheit zur „neuen“ gehören zukunftsweisende Biochips, für die SCHOTT beschichtete Substrate entwickelt hat. Mit ihnen lassen sich Microarrays herstellen, die eine zuverlässige Analyse von DNA-Aktivität ermöglichen.

Die Arrays werden in der Pharmaforschung zur Identifizierung krankheitsrelevanter Gene verwendet. Das besonders beschichtete Trägermaterial aus Glas wird mit Genmaterial bedruckt, ein Verfahren, das aus der Halbleitertechnik adaptiert wurde. Das Substrat erleichtert die Auswertung der Experimente, die von der Pharma-Wirkstoffforschung in großem Stil durchgeführt werden, verbessert die Auswertung und führt zu reproduzierbaren Versuchsbedingungen und -ergebnissen. Die Innovation steckt in der extrem dünnen Multi-Amino-Silanbeschichtung im Nanometerbereich auf einem speziellen Borosilicatglas, wobei diese Schichten gegenüber herkömmlichen Produkten eine deutliche höhere Anzahl von Verbindungsstellen für die DNA-Sonden aufweisen. Das Beschichtungs-Know-how von SCHOTT und die günstigen Materialeigenschaften des Glases leisten damit einen Beitrag, dass die aufwändige Medikamentenforschung schneller und kostengünstiger vonstatten geht.

Nanoschichten für VCSELS und OLEDs

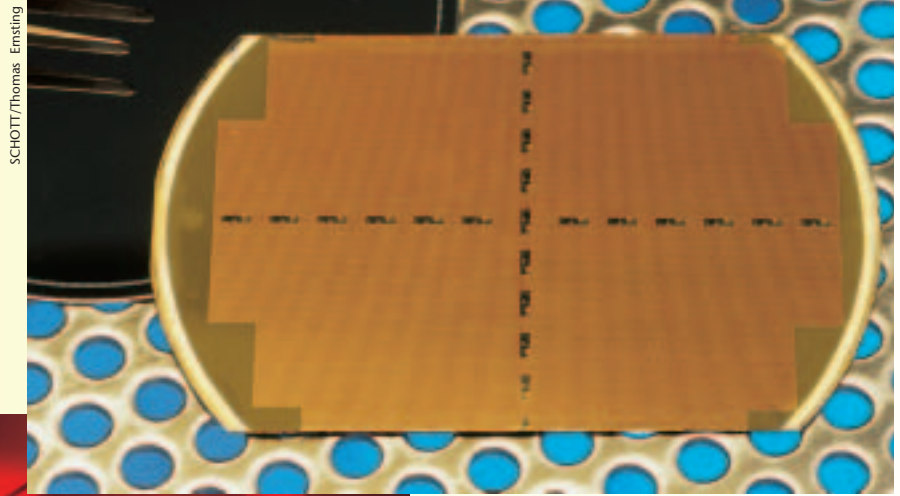
Um hauchdünne Schichten, die als „Schlüsselement der Nanotechnologie“ gelten, geht es auch bei der Herstellung von Halbleiterlaserdioden, sogenannten VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser), die besondere Eigenschaften als Lichtemitter aufweisen. Mit ihrer Hilfe können elektrisch gespeicherte Informationen in optische Signale umgewandelt werden. Dies macht es möglich, große Datenmengen in Form von Licht effektiv und schnell über Glasfasern zu transportieren. „Die Daten werden in die Glasfaser eingeschleust, indem man einen Laser an- und abschaltet. Diese ‚Glühbirnen‘ stellen wir her“, erklärt Dr. Burghard Schneider, Geschäftsführer der U.L.M. photonics GmbH in Ulm. Bei diesem Start-up-Unternehmen ist die SCHOTT Optovance, Inc. (vormals Schott Communications Technologies, Inc.) mit Sitz in Southbridge (Massachusetts, USA) der größte Investor.

U.L.M. photonics entwickelt und produziert die jüngste Generation der VCSELS. Diese oberflächenemittierenden Laserdioden haben gegenüber den bisher dominierenden Streifenlasern, die ihr Licht seitlich über die Kante aussenden, erhebliche Vorteile. So kann man sie einfacher prüfen und montieren, zudem verfügen sie über bessere opti-



Über eine Multi-Amino-Silan-Beschichtung im Nanometerbereich – aufgebracht auf ein spezielles Borosilicatglas – verfügen Microarrays, die zur Analyse von DNA-Aktivität in der Biotechnologie eingesetzt werden.

sche Eigenschaften zur Einkopplung des Lichts in die Leiter. Mit dem Verfahren der Molekularstrahlepitaxie wird auf einen Träger aus Gallium-Arsenid ein ausgeklügelter Aufbau von zahlreichen hauchdünnen Schichten aufgebracht, die bis zu nur wenigen Atomlagen stark sind, also nur einige Nanometer messen. Die meisten von ihnen dienen als Spiegel, einige aber auch als aktive Verstärker des Lichts. Auf einen Wafer



SCHOTT/Thomas Ernsting

Mit dem Verfahren der Molekularepithaxie werden Träger aus Gallium-Arsenid mit zahlreichen aufkristallisierten Schichten versehen. Diese fungieren bei Laserdioden als Spiegel sowie als aktiver Verstärker des Lichts.



SCHOTT/Carsten Costard

Bei organischen Leuchtdioden für Beleuchtungszwecke werden organische Nanoschichten großflächig auf Substrate aufgetragen. Durch das Anlegen von Spannung werden die Bauteile zum Leuchten gebracht.

von rund acht Zentimeter Durchmesser passt die kaum glaubliche Anzahl von etwa 90.000 Dioden, die nach dem Epitaxie-Prozess noch etliche klassische Lithographie-Schritte bis zu ihrer Fertigstellung durchlaufen. Mit Datenübertragungsraten von 10 Gigabit pro Kanal hält U.L.M. photonics eine Spitzenposition bei diesen Bauteilen weltweit. Kanäle in diesem Zusammenhang meint, dass durch das Ein- und Auskoppeln von mehreren Lichtstrahlen in ein und dieselbe Glasfaser die Übertragungskapazität erhöht wird (Dense Wavelength-Division Multiplexing).

Nachdem die großen Erwartungen bei der Datenübertragung zunächst nicht aufgegangen sind, weil es noch keine Notwendigkeit für große Bandbreiten gibt, sind die Ulmer jetzt dabei, zusätzliche Anwendungsfelder zu erschließen: „Möglichkeiten sehen wir unter anderem bei Sensoren in der Drucktechnik oder zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts in Feuerungsanlagen“, so Schneider.

Beschichtungsverfahren haben eine Schlüsselrolle

Eines der spannendsten Forschungsthemen weltweit sind organische Leuchtdioden, sogenannte OLEDs (Organic Light Emitting Diodes), die bisher vor allem für neuartige Displayanwendungen Furore gemacht haben. Sie sind nicht nur superdünn und leicht, sondern auch flexibel, hell und Energie sparend. Doch auch für hochwertige Beleuchtungselemente stellen sie eine Alternative zu konventionellen Glühlampen und Leuchtstoffröhren dar. Als eines der ersten Unternehmen hat der Mainzer Technologiekonzern das Potential dieses Forschungsgebiets erkannt und konsequent angepackt: „Für uns sind OLEDs für Beleuchtungszwecke ein wichtiges Innovationsprojekt“, bestätigt SCHOTT Vorstand Dr. Udo Ungeheuer.

Bei der Herstellung dieser Beleuchtungselemente müssen organische Schichten mit Dicken im Nanometerbereich großflächig

auf Substrate aufgetragen werden. Beschichtungsverfahren nehmen deshalb eine Schlüsselrolle ein. So sind weitreichende Kenntnisse über Substrate, ihre Strukturierung und Reinigung erforderlich. Zudem werden Verfahren zur Verkapselung der Flächen, Analyse- und Testprozesse benötigt. SCHOTT besitzt hierbei eine gute Ausgangsposition, weil im Unternehmen bereits verschiedene Techniken, wie beispielsweise Tauchprozesse, Spincoating oder Siebdruck sowie unterschiedlichste PVD- und CVD-Lösungen (Physical bzw. Chemical Vapour Deposition = physikalische bzw. chemische Abscheidung aus der Gasphase) etabliert sind.

Die genannten Beispiele zeigen, dass die „Zwerge“ häufig im Verborgenen arbeiten, dass vielfach ihr Anteil an neuen Technologien nicht gleich erkennbar sind. Sie machen aber auch deutlich, dass Nanotechnologie in vielen neuartigen Entwicklungen und Produkten steckt. Hier zeigt sich die große Querschnittsfunktion. Deshalb ist auch für SCHOTT klar, dass weitere Wege in die Zwerge Welt führen werden. ◀