

■ Es werde Licht

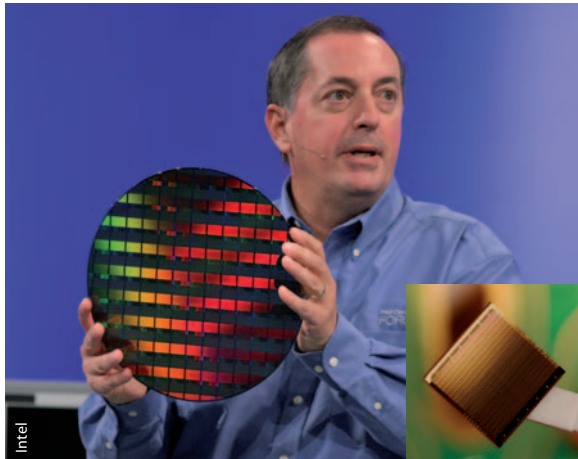
Ein Hybrid-Silizium-Laser ermöglicht künftig die optische Datenübertragung für gewöhnliche PCs; Intel präsentiert den Prototyp eines Multi-Kern-Prozessors.

Silizium ist das ideale Ausgangsmaterial der heutigen CMOS-Elektronik. Es ist relativ billig, einfach zu verarbeiten, und seine Eigenschaften sind gut verstanden. Für künftige, noch schnellere Computer müssen die Halbleiterhersteller allerdings nicht nur die Prozessoren

Stege verlaufen, die als Wellenleiter fungieren. Auf diese brachten sie eine Schicht aus Indium-Phosphid auf, einem guten Lichtemitter. Die dauerhafte Verbindung zwischen beiden Halbleitern erreichten sie mithilfe eines Sauerstoffplasmas, in dem eine nur 25 Atomlagen dünne Oxidschicht auf den beiden Oberflächen entstand. Unter Hitze und Druck lassen sich die oxidierten Oberflächen der Silizium- und der InP-Schicht dann zu einer Komponente zusammenfügen.

Bei einer äußeren Spannung fällt das vom Indiumphosphid erzeugte Licht ungehindert durch die Oxidschichten und gelangt in den Siliziumwellenleiter. Nach Angaben der Forscher wäre bei 25 solcher Hybrid-Silizium-Laser pro Chip in Multiplexern eine Signaleinspeisung von einem Terabit/s denkbar. Ein weiterer wichtiger Vorteil: Alle Komponenten bis zur Glasfaser wären auf demselben Chip integriert.

So hohe Bandbreiten sind für Prozessoren nötig, die in einigen Jahren gängig sein sollen. Intel hat kürzlich einen leistungsstarken Prototyp mit 80 Kernen vorgestellt. Seine Rechenleistung von 1 Teraflops, also 10^{12} Fließkommaoperationen pro Sekunde, war noch vor zehn Jahren den schnellsten Supercomputern vorbehalten. Damals waren dazu fast 5000 zusammengeschaltete Pentium-II-Prozessoren notwendig. Bei mehrkernigen Prozessoren umgehen die Hersteller das Dogma der immer schnelleren Taktraten, indem sie die Rechenlogik auf mehrere Prozessoreinheiten verteilen, die miteinander kommunizieren. Bei Intels Prototyp arbeitet jeder Kern beispielsweise mit „nur“ 3,1 Gigahertz, eine schon heute bei klassischen Prozessoren marktübliche Taktfrequenz. Zweikernige Prozessoren sind bereits marktgängig, vierkernige sollen in wenigen Monaten folgen. Der 80-Kern-Prototyp könnte laut Intel in fünf Jahren marktreif sein.



Intel-Chef Paul Otellini stellt einen Wafer mit Prototypen der 80-Kern-Prozessoren vor. Ein Hybrid-Silizium-Laser mit parallelen Wellenleitern – hier ein Labormuster (Inset) – könnte eine leistungsfähigere, optische Datenübertragung ermöglichen.

leistungsfähiger machen, sondern auch die Bandbreiten beim Datenaustausch steigern. Glasfasern erlauben zwar deutlich höhere Bandbreiten als Leitungen aus Kupfer, dem gängigen Material, wenn Kosten eine große Rolle spielen. Aber die Komponenten für die optische Datenübertragung sind in der Fertigung teuer und bislang für gewöhnliche Computer unrentabel.

Ideal wäre ein integriertes Bauteil, das Rechenlogik und optische Datenübertragung ohne weitere teure Komponenten verbindet. Bislang scheiterte dies am Silizium: Zwar ist der Halbleiter sehr gut beim Leiten, Modulieren und Verstärken, dafür hapert es aber bei der Lichtemission. Intel und die University of California haben dieses Problem nun gelöst und den ersten elektrisch gepumpten Hybrid-Silizium-Laser entwickelt.

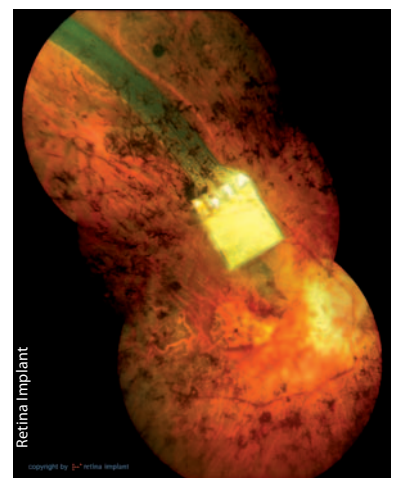
Die Forscher nutzen Silizium, auf dessen Oberseite parallele

■ Alternative zum Blindenhund

Ein Siliziumchip könnte manchem Blinden Teile seiner Sehkraft zurückgeben.

Erkrankungen der Augen wie Retin pigmentosa oder altersbedingte Makuladegeneration führen zum Absterben der Sehzellen auf der Netzhaut und schließlich zum Erblinden. Wissenschaftler und Ärzte der Universitätsaugenkliniken Tübingen und Regensburg testeten nun gemeinsam mit der Reutlinger Firmenausgründung Retina Implant ein Netzhautimplantat an Patienten und kamen zu ermutigenden Ergebnissen: Zwei zuvor erblindete Menschen können dank des Implantats zumindest undeutlich wieder Licht erkennen und Bewegungen verfolgen.

Bei dem Implantat handelt es sich um einen drei Millimeter großen Siliziumchip mit 1500 Pixelfeldern, der die ausgefallenen Sehzellen überbrückt. Er ist mit einer Schicht aus Polyimid überzogen, einem körperverträglichen Kunststoff, der als Korrosionsschutz dient. Jedes Pixelfeld des Chips trägt zwei Mikrophotozellen und ist mit einer Verstärkerschaltung und einer Stimulationselektrode ausgestattet. Die Stimulationselektrode stellt die Verbindung zu den Nervenzellen der Netzhaut, den Ganglienzellen, her. Fällt Licht ins Auge, wandeln die Photozellen es in Strom um. Damit die Ganglienzellen ansprechen, muss dieser Photo-



Ein Chip auf der Netzhaut soll Blinde wieder zu Sehenden machen. Der grüne Streifen ist das Stromkabel.

strom jedoch zunächst verstärkt werden. Der Chip benötigt derzeit eine externe Stromversorgung, deren Kabel unter der Haut vom Auge hinter das Ohr geführt wird. Dort mündet das Kabel in einen auf der Haut liegenden Stecker, an den sich eine Batterie anschließen lässt.

Bislang experimentierten die Forscher nur mit 16 Elektroden im Auge ihrer Patienten, über die sie die Ganglienzellen direkt von außen stimulierten. Das reichte bereits, um den Patienten das Sehen einzelner Lichtpunkte oder leuchtender Linien bzw. deren Bewegungen zu ermöglichen. Nun stehen Tests mit den 1500 Pixelflächen an. Sollten diese positiv verlaufen, werden die Patienten zumindest schemenhaft in Schwarzweiß sehen können – zu wenig zum Lesen, aber ausreichend, um sich in einem Zimmer zu orientieren.

Retina Implant will den Chip innerhalb von zwei bis drei Jahren zur Marktreife bringen. Die geschätzten Kosten von 25 000 bis 30 000 Euro liegen in derselben Größenordnung wie die eines Blindenhundes.

■ Plastikelektronik im Druck

Funketiketten aus der Druckmaschine stehen vor der Marktreife. Erste Prototypen arbeiten nun im MHz-Bereich.

Gedruckte Elektronik gilt als ein Zukunftsmarkt, da sie neue Anwendungen ermöglicht, die mit der teureren Siliziumelektronik unwirtschaftlich sind oder die an technischen Hürden scheitern. Die Protagonisten drucken dabei elektronische Bauelemente mit modifizierten Druckmaschinen. Als „Farbe“ dienen so genannte funktionale Polymere, die sich als Halbleiter strukturieren lassen.

Das Fürther Unternehmen PolyIC entwickelt solche polymer-elektronischen Bauteile und hat nun einen Prototypen vorgestellt, aus dem später funktionsfähige Funketiketten hervorgehen sollen. Solche RFID-Tags (Radio Frequency Identification) bestehen heute aus klassischer Siliziumelektronik



Elektronische Massendrucksache: Künftig sollen auch Funketiketten von der Rolle kommen.

und dienen der eindeutigen Identifizierung von Produkten in der Logistik. Auch als Diebstahl- und Fälschungssicherung sind sie gefragt. Die einfachsten Funketiketten arbeiten ohne eigene Stromversorgung und beziehen ihre Energie aus dem anregenden Schwingkreis des Leseegeräts. Der künftige Jahresbedarf an RFID-Etiketten geht in die Milliarden.

PolyIC hat nun den ersten Prototypen eines solchen Etiketts vorgestellt, das sich mit einer Frequenz von 13 MHz anregen lässt, bisherige Bauteile arbeiteten nur im kHz-Bereich. Die Frequenz von 13,56 MHz ist durch Standardisierungsgremien für bestimmte RFID-Etiketten vorgegeben. Den Kondensator des Schwingkreises erzeugen die Fürther zusammen mit den erforderlichen Leiterbahnen in einem Massendruckverfahren auf einer handelsüblichen Kunststoffolie. Anschließend kleben sie die Antennen maschinell auf die Folie. Für die induktive Kopplung bei 13 MHz ist eine metallische Antenne wegen ihrer hohen Leitfähigkeit noch unumgänglich.

Auf dem Weg zu einem – bis auf die Antenne – vollständigen, in einem Massenverfahren gedruckten RFID-Etikett bleibt jedoch noch einiges zu tun: Derzeit kann PolyIC zwar alle für den Transponderchip notwendigen Elemente wie Kondensatoren oder Ringoszillatoren bereits in kontinuierlichen Druckverfahren herstellen. Am Fertigungsprozess, bei dem alle Bauteile auf einen Rutsch gedruckt werden, arbeiten die Fürther allerdings noch. Im kommenden Jahr wollen sie ihr Ziel mit ersten Produkten erreichen.

Michael Vogel