

Schnelle RFID-Funkchips aus Plastik

Auf hochwertigen Produkten wie Designer-Textilien oder Rasierklingen kleben schon heute die ersten Funkchips. Bevor jedoch auf jedem Joghurtbecher der Strichcode durch ein briefmarkengroßes, passives RFID-Modul (Radio-Frequenz-Identifikation) ersetzt wird, müssen die Stückpreise von derzeit rund 30 Cent noch deutlich fallen. Gedruckte Schaltkreise auf der Basis organischer Halbleiter, die von dem Unternehmen PolyIC in Erlangen entwickelt wurden, können schon bald dieses Ziel erreichen.



Chips von der Rolle: Die RFID-Chips von PolyIC sind mit 600 kHz die weltweit schnellsten organischen integrierten Schaltungen. (Foto: Siemens)

Dazu deponierten die Entwickler des Joint-Venture der Siemens Automatisierungssparte mit der Leonard Kurz GmbH & Co. KG insgesamt vier Schichten auf eine Polyethylen-Folie (PET). Als Halbleiter wählten sie den organischen Kunststoff Polythiophen, für die Leiterbahnen und das Antennen-Modul experimentieren sie mit dünn aufgetragenen Metallen. Während für einfache Identifikationschips wenige Speicherbits ausreichen, sollen mit den Plastikschatkreisen bis zu 128 Bit Speicherkapazität möglich sein. In Testläufen zeigten sich die mit 600 Kilohertz weltweit schnellsten integrierten Schaltungen aus organischem Material stabil bis zu Temperaturen von 120 Grad Celsius. Mit Strom versorgt und ausgelesen werden diese intelligenten Etiketten über Radiowellen mit einer Frequenz von 1356 Megahertz. Die Reichweite bewegt sich bei maximal einem halben Meter. Dabei kann eine Spannung zwischen 5 und 60 Volt bei einigen Milliampere in das Modul induziert werden.

Für den schnellen und kostengünstigen Druckprozess setzen die Ingenieure testweise auf ein Tiefdruckverfahren, um sowohl halbleitende Polymere als auch die Leiterbahnen in Abständen unter 50 Mikrometern auf die PET-Unterlage zu bannen. Aufwändigere Funkchips auf Siliziumbasis stellen diese Plastik-Module mit bis zu 64 Kilobit Speicherkapazität und Reichweiten von mehreren Metern zwar weit in den Schatten, aber für einfache Ein- und Ausgangskontrollen von Produkten sowie zur Identifikation wird dieses Potenzial nicht benötigt. Der größte Vorteil der Plastik-Module liegt dagegen bei den Stückpreisen, die bereits für den geplanten Marktgang 2006 in den unteren Centbereich fallen können.

Erster Silizium-Laser auf einem Chip

Kürzere Schaltzeiten und höhere Datenraten versprechen sich Chipbauer mit der Nutzung von Photonen statt Elektronen. Dagegen sind die Produktionsprozesse von elektronischen Siliziumchips ausgefeilt, massentauglich und günstig. Entwickeln der Intel-Forschungszentrums in Santa Clara gelang nun ein wesentlicher Schritt, diese Vorteile aus Photonik und Elektronik zu kombinieren.¹⁾ Erstmals bannten sie einen rein aus Silizium aufgebauten Laser als Photonenquelle auf einem Chip. Dazu nutzten sie die klassischen Methoden für Photolithographie und Ätzprozesse.

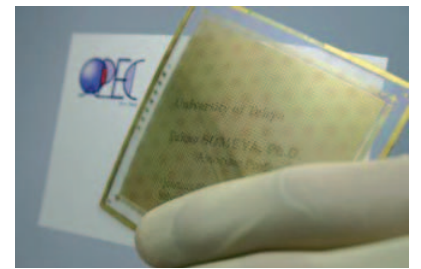
Bisher konzentrierten sich Physiker auf Nanokristalle und komplexe Gitterstrukturen, um Silizium zum Aussenden von Photonen anzuregen. Erst vergangenes Jahr schafften es Forscher der University of California in Los Angeles, eine planare Silizium-Struktur als Kernstück eines Lasers zu verwenden. Sie machten sich dabei den Raman-Effekt zunutze, um Elektronen auf virtuelle Übergänge anzuregen, benötigten allerdings eine acht Meter lange Glasfaser als optischen Hohlraumresonator (Kavität). Die Intel-Forscher reduzierten nun die Größe dieses Wellenleiters auf knapp fünf Zentimeter und konnten diesen in S-förmigen Windungen auf einer Fläche von nur 1,6 Quadratmikrometer in einen speziellen Chip integrieren. Ihr Trick: Um den einfallenden Pumpstrahl in dieser Kavität zu speichern, beschichteten sie ein

Ende des Wellenleiters mit einem hochreflektiven Material (90 %).

Angeregt mit infrarotem Licht bei 1536 Nanometer Wellenlänge und 0,4 Mikrowatt Pumpleistung konnten die Forscher die ebene Silizium-Struktur zur Aussendung von Laserlicht bei 1669,5 Nanometer anregen. Allerdings lief dieser Prozess in dem ersten Prototyp lediglich für etwa 100 Nanosekunden; viel zu kurz für eine photonische Anwendung. Das Problem liegt in einer Zwei-Photonen-Absorption, bei der zu viele freie, relativ langlebige Ladungsträger entstehen, die die optische Leistung signifikant reduzieren. Genau diesen Effekt wollen die Forscher nun in den Griff bekommen, um eine kontinuierliche Laserquelle rein auf Silizium-Basis herstellen zu können. Erst dann lockt ein leistungsfähiges Photonik-Modul, das sich mit herkömmlicher Chipstechnik herstellen lassen könnte.

Scanner für die Hosentasche

Wie ein Blatt Papier lässt sich ein neuartiger Scanner aus Japan auflegen, um Bilder einzuscannen. Dabei sind keine bewegten Teile oder aufwändige Optiken wie in klassischen Flachbettscannern nötig. Takao Someya und seine Kollegen von der Universität Tokio setzten dazu auf eine dünne Polymerfolie ein Feld aus 72 mal 72 lichtemp-



Ohne Optik und bewegliche Teile kommt dieser Scanner aus, der aus einer Polymerfolie mit organischen Photodioden und Transistoren besteht. (Foto: Universität Tokyo)

findlichen Kunststoffsensoren. Jede dieser organischen Photodioden ist gekoppelt mit einem Transistor, der das aufgefangene Lichtsignal als digitalisierten Bildpunkt an die angeschlossene Ausleseelektronik weiterleitet. Zusätzliche Beleuchtung ist überflüssig, da das Umgebungslicht durch die Kunststoffolie hindurch aufs Objekt gelangt. Lediglich die Photodioden selbst sind durch die Transistoren von stören-

1) Haisheng Rong et al., Nature, doi:10.1038/nature03275

den Lichteinfällen aus der Nachbarschaft abgeschattet.

Bisher erlauben die im Abstand von 700 Mikrometern voneinander entfernten Photodioden nur eine grobe Auflösung von 36 Bildpunkten pro Zoll (36 dpi). Mithilfe von Silberpaste sind sie mit dem Feld organischer Transistoren verbunden, die in einer zweiten Folie direkt über der Photodioden-Schicht liegt. Je nach Reflexion der zu scannenden Oberfläche erzeugen die Dioden einen schwachen Strom, den der zugehörige Transistor als Ladung speichert. Diese Hell-Dunkel-Informationen in diversen Graustufen lassen sich auslesen und zu Bildern umwandeln, künftig auch von einem angeschlossenen Mobiltelefon, das zugleich den Strom für den Scanner liefert. Someyas Team präsentierte seine Entwicklung kürzlich auf dem IEEE International Electron Devices Meeting in San Francisco.

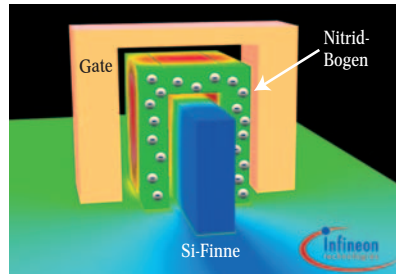
Heute liefert der nur 0,4 Millimeter dicke Prototyp ausschließlich schwarz-weiße Scans. Doch in wenigen Jahren, so die Entwickler, sollten solche Folienscanner bis A4-Größe, mit hoher Auflösung und farbempfindlichen Sensoren möglich sein. So könnten die ersten flexiblen Scanner in etwa drei Jahren auf den Markt kommen. Eine Folie von sieben mal sieben Zentimetern könnte dank Massenproduktion dann rund zehn Euro kosten. Für die Produktion kommen sowohl klassische photolithographische Methoden als auch ausgeklügelte Druckprozesse in Frage.

100 Elektronen für ein Bit

Ob Texte, Fotos oder Musik, ohne dauernde Stromzufuhr speichern kleine Flash-Karten heute bis zu acht Gigabit schnell und sicher. Gleich die achtfache Datenmenge bei gleicher Speichergröße peilen Infineon-Forscher mit ihrem Prototyp der weltweit kleinsten, nichtflüchtigen Speicherzelle an. „Fin-Flash“ taufte die Entwickler diese rekordverdächtige Basiseinheit einer Speicherkarte und stellten sie auf der Fachtagung IEDM (IEEE International Electron Devices Meeting) in San Francisco vor, auf der alle namhaften Chipentwickler ihre neuen, spruchreifen Fortschritte präsentieren.

Nur rund 100 Elektronen seien nach Aussage der Firma nötig, um

ein Bit sicher für mehrere Jahre zu speichern. Rund zehnmal weniger Ladungsträger als die modernsten heute verfügbaren Speicherkarten. Das Labormuster, das die Münchener Forscher um Michael Specht entwickelt haben, misst dabei nur 20 Nanometer. Möglich wurde dieser Schritt durch den pfiffigen, dreidimensionalen Aufbau des winzigen Feldeffekt-Transistors (FET). Er



Nur 100 Elektronen reichen aus, um mit diesem dreidimensionalen Feldeffekt-Transistor ein Bit zu speichern. (Quelle: Infineon)

weist eine winzige, acht Nanometer feine Finne (FinFET-Konzept) aus Silizium auf, die wie eine Zunge durch ein Tor aus einem Nitrid hindurchreicht. Auf diesem Nitrid-Bogen sammeln sich die Elektronen für das zu speichernde Bit an. Das zum Schalten dieses Transistors wichtige Gate aus Polysilizium umgibt wiederum diesen Nitrid-Bogen. Diese Form verbessert die Kontrolle der Elektrostatik wesentlich gegenüber den heute üblichen flachen Transistoren.

Für diesen Prototyp nutzten die Entwickler die so genannte Elektronenstrahl-Lithographie. Stark fokussierte Elektronen übernehmen hierbei die „Belichtung“ eines reaktiven Fotolacks und unterstützen die exakte Dotierung des Siliziums. Doch für eine denkbare Massenproduktion eines solchen Flash-Speichers wird man wahrscheinlich wegen kürzerer Produktionszeiten auf ein Verfahren basierend auf optischer Lithographie zurückgreifen müssen. Infineon rechnet mit einer weiteren Entwicklungszeit von wenigen Jahren.

JAN OLIVER LÖFKEN