

Klebeband als Produktschutz

Klebestreifen können Tausende von Bits als eingebrennte Hologramme speichern. Diese Technologie, die Wissenschaftler der Universität Mannheim 1998 entwickelten, mündet nun in einem ersten Produkt. Die Firma Tesa Scribos in Heidelberg, an der der Konzern Beiersdorf 75 und die Erfinder um Steffen Noehte 25 Prozent halten, nutzen diese Speichermethode für einen günstigen und sicheren Schutz vor



Die in dem tesa Holospot eingebrennten Daten lassen sich mit einem speziellen Lesegerät oder mit einem Laserpointer auslesen (Foto: tesa AG)

Produktfälschungen. Dazu brennt ein roter Festkörperlaser in einen rund vier Millimeter kleinen, runden Aufkleber rund ein Kilobyte Daten in Form eines zweidimensionalen, holografischen Punktrasters.

Der eigentliche Datenspeicher ist eine 35 Mikrometer dünne Polymerfolie aus Polyethylen, auf die die Entwickler eine etwa 100 Nanometer dicke Reflexionsschicht aus Aluminium und schließlich den mit einem blauen Farbstoff versetzten Klebstoff auftragen. Pharmaproduzenten oder Dokumentenhersteller geben die gewünschten Informationen zum Produkt in einen Computer ein. Dieser berechnet daraus ein Fourier-Hologramm, das einem feinen Raster aus etwa einem Mikrometer kleinen Bildpunkten entspricht.

Wie bei einem klassisch hergestellten Hologramm verbirgt sich hierin neben der flachen „Bildinformation“ auch die Phaseninformation des ursprünglichen „Datenbildes“. Mit dem Laser auf die Polymer-Datenschicht eingebrennt, lässt sich diese Information über ein spezielles, mobiles Handgerät mit einer entsprechenden Laseroptik wieder auslesen.

Die Fälschungssicherheit basiert in erster Linie auf der komplexen Herstellung des Hologramm-Musters und der auf 100 Nanometer exakten Position der eingebrennten Datenpunkte. Zusätzlich kann der Computer auch weitere Verschlüsselungsschritte durchführen, die nur das passende Lesegerät wieder dechiffrieren kann. Neben Produktdaten können auf den Holospot-Kleber auch beliebige weitere Informationen und sogar mikroskopische Klarschrift-Hinweise gebrannt werden. Steht kein Handlesegerät zur Verfügung, lassen sich die holografisch gespeicherten Daten auch über einen einfachen Laser-Pointer unter einem bestimmten Einfallswinkel herausprojizieren.

Da die Kosten pro Holospot-Aufkleber im Cent-Bereich liegen, sieht Noehte ein großes Marktpotenzial für dieses komplexe und dennoch günstige Datenlabel. Erste Produzenten im Pharmabereich oder Hersteller von möglichst fälschungssicheren Dokumenten zeigen bereits Interesse.¹⁾

Goldnitrid für die Mikroelektronik

Hervorragende Leitfähigkeit und chemische Stabilität: Diese hohen Anforderungen erfüllen in der Mikroelektronik feine Kontakte auf der Basis von Gold. Wird das weiche Edelmetall bisher mit Zusätzen von Nickel, Kobalt, Eisen oder Arsen gehärtet, so lässt sich dieses Ziel nun umweltfreundlicher und günstiger mit Stickstoff erreichen. Britische und schwedische Physiker entwickelten jüngst eine einfache Methode, gut leitende Goldnitrid-Schichten kostengünstig im Industriemaßstab herzustellen.²⁾

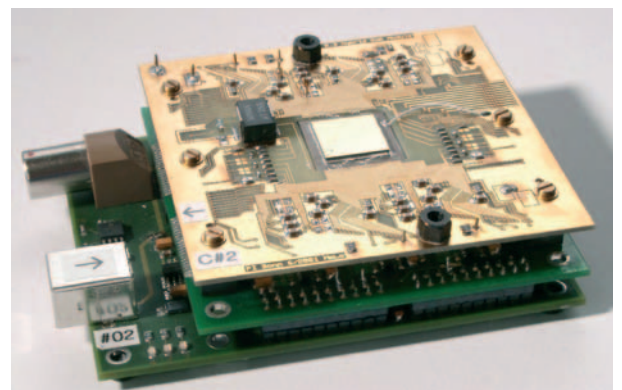
Mit Energien von 0,5–2 keV schossen Lidija Siller von der University of Newcastle und Kollegen von den Universitäten in Durhaund

Göteborg Stickstoffionen auf hochreine Goldkristalle und -folien. In diesem Ionenstrahl wurde reines Stickstoffgas mitgerissen. Trifft dieses Ionen-Molekül-Gemisch im Ultrahochvakuum auf die Goldprobe, gehen die reaktiven Stickstoffionen eine Bindung mit dem Edelmetall ein und bilden stabiles und hartes Goldnitrid. Photoemissionsspektren der Proben belegten den erfolgreichen Einbau von Stickstoff. Zusätzlich wird der neutrale, molekulare Stickstoff wahrscheinlich in winzigen Blasen unterhalb der Goldnitrid-Oberfläche eingeschlossen.

Die Grundlage für dieses harte und günstige Kontaktmaterial für die Mikroelektronik legten Siller und Kollegen bereits vor rund zwei Jahren. Erstmals nach jahrzehntelanger Forschung gelang ihnen damals die bis dato unerreichte Synthese von Goldnitrid mit dem Beschuss von Stickstoffionen auf reine Goldproben. Die neuen Experimente lassen die Forscher nun annehmen, dass ihr Verfahren leicht an industrielle Anwendungen angepasst werden könnte. So sicherten sie sich bereits ein Patent und sind optimistisch, dass damit Stickstoff bald die heute verwendeten, jedoch giftigen „Goldhärter“ wie Kobalt oder Arsen ersetzen könnten.

Röntgenchip zählt einzelne Photonen

Physiker der Universität Bonn entwickeln für den ATLAS-Detektor am LHC (Large Hadron Collider, CERN) hochempfindliche Halbleiter-Pixeldetektoren auf Siliziumbasis. Da diese bis zu einem Quadratzentimeter großen Chips neben exotischen Teilchen ausgesprochen empfindlich auf Röntgenphotonen ansprechen, stoßen diese Nachweismodule der rein Erkenntnis orientierten Grundlagenforscher auf großes Interesse bei den Produkt-



Von der Hochenergiephysik zur Medizintechnik: Dieser an der Universität Bonn entwickelte Pixel-Detektor ermöglicht kontrastreiche Röntgenbilder (Foto: N. Wermes, Uni Bonn).

1) Tesa Scribos:
www.tesa-scribos.de

2) S Krishnamurthy et al., erscheint in Phys. Rev. B; L. Siller et al., Surface Science 513, 78 (2002)

3) Arbeitsgruppe von Norbert Wermes:
<http://pixel.physik.uni-bonn.de/>

4) Mesophotonics:
www.mesophotonics.com/; Optoelectronics Research Centre:
www.orc.soton.ac.uk/

entwickeln in der Medizintechnik. Ihr Ziel: Röntgengeräte, die Innenaufnahmen von Patienten genauer, schneller und mit deutlich geringerer Strahlenbelastung liefern.

Innerhalb einer Sekunde wandelt der aktuelle Prototyp dieses Spin-Offs aus der Teilchenphysik je Pixel bis zu eine Million einfallende Röntgenphotonen in zählbare Pulse um und bildet ein Datenraster für ein kontrastreiches Röntgenbild. Dazu brauchten Norbert Wermes und seine Mitarbeiter ihr funktionsfähiges ATLAS-Modul nur geringfügig zu modifizieren. Treffen die energiereichen Photonen (20–120 keV) auf ein rund 40 Quadratmillimeter großes Areal mit 1024 Pixeln in der Halbleiterschicht (CdTe) auf, greift ein darunterliegendes Transistoren-Netzwerk die einzeln erzeugten elektrischen Pulse auf und leitet sie für die Bildberechnung an einen Computer weiter. Im Unterschied zum klassischen Röntgenfilm reagieren diese Pixel exakt linear auf die Energie der Photonen. Diese ideale Abhängigkeit von der Strahlendosis bildet die Grundlage für kontrastreiche Bilder mit Auflösungen im Mikrometerbereich. Probleme mit einer Über- oder Unterbelichtung gehören mit solchen Röntgenchips der Vergangenheit an.

Ohne aufwändigen Entwicklungsprozess steht so dem Arzt ein Röntgenbild quasi in Echtzeit zur Verfügung. Zusammen mit einem Partner aus der Medizintechnik-Industrie gilt es nun, größere Pixelmatrizen zu entwickeln. Seine Leistungsfähigkeit soll dieser Röntgenchip zuerst beim Durchleuchten von Zähnen zeigen. Wegen seiner Empfindlichkeit hegen die Entwickler große Hoffnungen, dabei die Strahlenbelastung von Patienten deutlich senken zu können. Sollte dies gelingen, könnten deutsche Patienten schon bald ihren nach den Japanern zweiten Platz auf der internationalen Skala der Röntgenexposition abgeben.³⁾

Stabile Lichtquelle für optische Tomografie

Schonend und schnell können Ärzte mit modernen Lichtsonden krankhafte Veränderungen am Augenhintergrund, auf der Haut oder im Darm erkennen. Bei dieser „Optischen Kohärenz Tomografie“ (OCT) wird eingestrahktes Licht zwischen 400 und 1100 Nanometer Wellen-

länge je nach Zustand der Zellen anders reflektiert. Dieses mit einem Echolot vergleichbare Verfahren erlaubt es Medizinern, Tumorzellen inmitten von gesundem Körpergewebe exakt räumlich darzustellen. So gelang es gerade Wissenschaftlern der Universität Wien, eine Retina innerhalb von nur rund einer Sekunde dreidimensional mit 15 Mikrometer Auflösung aufzunehmen.

Haltbarkeit und Bildqualität dieser OCT-Systeme könnten nun durch die Entwicklung der britischen Firma Mesophotonics, einer Ausgründung des Optoelectronics Research Centers der University of Southampton, gesteigert werden. Während das notwendige Lichtspektrum heute über mikrostrukturierte Glasfasern oder Saphirkristalle erzeugt und geleitet wird, vereinen die neuen „continuum-generating chips“ (CGC) die Vorteile dieser beiden Quellen. So reichen zum einen niederenergetische Femtosekunden-Pulse eines Ti-Saphirlasers (800 nm, 10 nJ) aus, um in dem Wellenleiter ein kontinuierliches Spektrum zwischen 600 und 1100 Nanometer zu erzeugen. Zum anderen zeigte sich dieser CGC sehr widerstandsfähig gegen Schäden, die blaues Licht mit einigen Watt Leistung in den sonst verwendeten Glasfaser-Leitern verursachen.

Das Kernstück dieses CGC bildet ein klassischer Silizium-Wafer, auf den die Entwickler eine rund ein Mikrometer schmale und zehn Millimeter lange Struktur eines hochbrechenden Materials deponierten. Mesophotonics verrät über diese Substanz mit hohem Brechungsindex nur so viel, dass es bei der Belichtung von Silizium-Rohlingen in der Chipindustrie Anwendung findet. In diesen Optiken finden sich beispielsweise Calciumfluorid oder hochreiner Quarz.

Das Lichtspektrum, das der rund einen Mikrometer flache und 50 Quadratmikrometer kleine Prototyp aussendet, ist zudem symmetrisch um die zentrale Wellenlänge und weist kein störendes, spektrales Rauschen auf. Auflösung und Kontrast der OCT-Aufnahmen könnten dadurch verbessert werden. Die Entwickler von Mesophotonics hoffen, bereits in wenigen Monaten ihre Lichtchips auf dem Markt für optische Module anbieten zu können, zu Preisen vergleichbar mit denen von mikrostrukturierten Fasermaterialien.⁴⁾

JAN OLIVER LÖFKEN