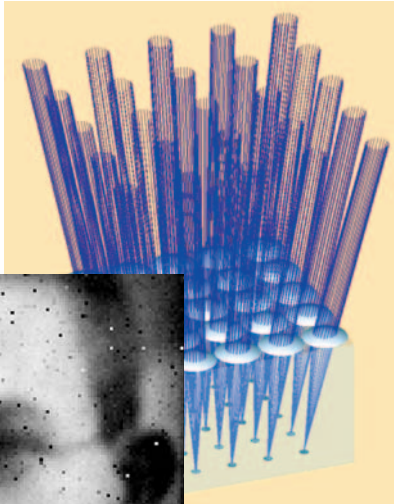


Objektiv im Chipformat

Selbst James-Bond-Ausstatter „Q“ wäre beim Anblick der extrem flachen Kamera vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF)¹⁾ in Jena vor Neid erblasst. Mit einer Dicke von weniger als 400 Mikrometern ließe

Ein Strahlengang wie im Insektenauge: Das Facettenobjektiv erzeugt Bilder mit 64000 Pixeln. (Fotos: IOF)



sich der aktuelle Prototyp nahezu unsichtbar in einer Tapete oder einem Kleidungsstück

verstecken. Über 16 000 einzelne Mikrolinsen verteilen sich wie die einzelnen Facetten in einem Insektenauge auf einer winzigen Fläche (9 × 9 mm) und fokussieren das eingefangene Licht auf die Pixel eines integrierten Bildchips.

Unter die lithographisch strukturierten Mikrolinsen mit einem Krümmungsradius von 75 Mikrometern setzten die Forscher um Jacques Duparré ein nur 200 Mikrometer dünnes Borsilikatglas, entsprechend der Brennweite dieser Mikroobjektive. Eine tausendfach durchbohrte Titanschicht dient als Lochblende und hinter jeder Öffnung wird der Lichtstrahl von je einem Pixel eines leistungsfähigen CMOS-Bildchips aufgefangen. Überlagerungseffekte begrenzen die Auflösung dieser Facettenkamera zwar auf rund 60 mal 60 Bildpunkte, doch kann dieses grobe Bild zur Personenerkennung ausreichen. Mit einer überzeugenden Lichtstärke (Blendenzahl 2,2) deckt das Facettenobjektiv einen schmalen, quadratischen Raumbereich mit einem Öffnungswinkel von etwa 10 Grad ab.

Aktuell arbeiten Duparré und Kollegen an verbesserten Modellen, bei denen wie beim Insektenauge

die einzelnen Lichtkanäle optisch voneinander isoliert sind. Damit sollen „Geisterbilder“ verhindert werden. Interesse an dieser Technik zeigten bisher Automobilusstatter, die diese ultraplatten Kameras beispielsweise in der Innenausstattung verstecken wollen. Mit den gewonnenen Bildern könnten Fahrerassistenzsysteme aus Augenbeobachtungen folgern, wann ein Fahrer müde wird, und rechtzeitig zur Pause auffordern. Doch auch die Körpermaße eines Fahrers könnten erfasst werden, um im Falle eines Unfalls das Aufblasen des Airbags optimal an die Körpergröße anzupassen. Da sich dieses flache Kameraauge sogar in eine Chipkarte integrieren ließe, wäre eine schnelle Identifikation des wahren Kartenbesitzers möglich. Fremden bliebe damit der Griff in den Geldautomaten verwehrt. Doch auch zur unbemerkten Überwachung von Räumen und in der Sicherheitstechnik könnte dieses Kamerasystem eingesetzt werden.

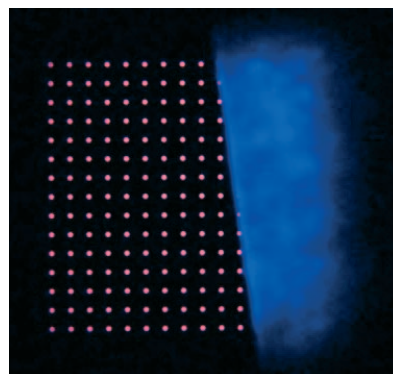
1) www.iof.fraunhofer.de

Ein Strahlengang wie im Insektenauge: Das Facettenobjektiv erzeugt Bilder mit 64000 Pixeln. (Fotos: IOF)

Silizium leuchtet ultraviolett

Zum ersten Mal konnten Wissenschaftler aus Dresden Silizium zum Aussenden von ultraviolett Licht anregen. Damit lassen sich mit Hilfe von Lithographieverfahren optische und elektronische Bauelemente aus dem gleichen Material kombinieren, um kompakte Analyse-Module beispielsweise für eine Wasserkontrolle oder zum Aufspüren medizinischer Wirkstoffe zu entwickeln.

Für solche winzigen „Lab-on-Chip“-Systeme ist das UV-Licht mit einer Wellenlänge von 316 Nanometern ideal geeignet, um an Moleküle



UV-Licht aus winzigen Siliziumlampen lässt Papier blau fluoreszieren. (Foto: FZR)

angedockte Fluoreszenz-Marker zum Leuchten anzuregen. Die Wissenschaftler vom Forschungszentrum Rossendorf²⁾ und von der 2000 gegründeten Firma nanoparc GmbH schossen dazu mit einigen zehn Kilovolt Beschleunigungsspannung Ionen von Seltene Erden-Elementen in eine wenige 100 Nanometer dünne Schicht aus Siliziumdioxid. Ihre UV-Weltpremiere gelang ihnen mit Gadolinium-Atomen, die sich in etwa zwei bis drei Nanometer kleinen Störstellen in das amorphe SiO₂ einlagerten. Die „Schusskanäle“ in dem Material konnten durch eine Hitzebehandlung bei rund 1000 Grad Celsius ausgeheilt werden.

Die Siliziumdioxidschicht wurde auf einem reinen Silizium-Wafer deponiert und mit einer transparenten Leiterschicht aus Indiumzinnoxid (ITO) abgedeckt. Daraufhin erzeugten die Forscher mit elektrischen Spannungen von etwa 100 Volt ballistische Elektronen, die ausgehend von der Si-Schicht auf die Gadolinium-Zentren trafen. Durch Stoßeffekte wurden hier Elektronen in einen angeregten Zustand gebracht, aus dem die Ladungsträger über einen UV-strahlenden Übergang wieder auf ihr Ursprungsniveau zurückfallen.

In ihrem Prototypen mit 15 mal 15 Lichtquellen von je 30 Mikrometer Durchmesser erreichten die Forscher eine Quantenausbeute von rund einem Prozent. Derzeit arbeiten die Dresdner Wissenschaftler auch mit anderen Elementen wie Erbium oder Terbium, um das Silizium auch bei weiteren bisher unerreichten Wellenlängen zum Leuchten anzuregen. Parallel dazu bemühen sie sich, ein Herstellungsverfahren zu entwickeln, um die klassische Silizium-Elektronik und die neuen UV-Lichtquellen in einem integrierten Modul für die Minilabore der Biosensorik zu vereinen.

2) www.fz-rossendorf.de

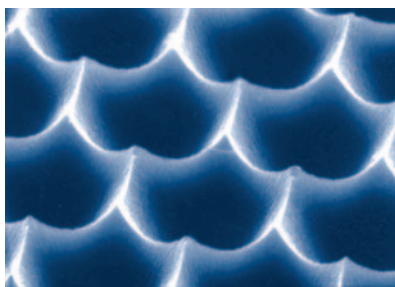
UV-Licht aus winzigen Siliziumlampen lässt Papier blau fluoreszieren. (Foto: FZR)

Weltspitze beim Wirkungsgrad

Mit 20,3 Prozent Wirkungsgrad haben die Sonnenstrom-Forscher vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg (ISE)³⁾ einen neuen Weltrekord für multikristalline Solarzellen aufgestellt. Diese psychologisch wichtige 20-Prozent

Hürde nahm die Arbeitsgruppe um Stefan Glunz mit einem verbesserten Herstellungsprozess, durch den das Material deutlich weniger Störstellen ausbildete, an denen einmal erzeugte Elektronen-Loch-Paare ungenutzt rekombinierten.

Im Unterschied zu den teureren monokristallinen Solarzellen weist das multikristalline Material aus hunderten bis tausenden Kristallen deutlich mehr Korngrenzen und strukturelle Versetzungen auf. An diesen Stellen sammeln sich bevorzugt Fremdatome wie beispielsweise Eisen an. Einfallendes Sonnenlicht erzeugt Elektron-Loch-Paare, die die Grundlage für den photovoltaischen Strom bilden, sofern sie sich nicht schon im Material selbst wieder



Die Oberfläche der Rekord-Solarzelle verbessert den Lichteinfang. (Foto: ISE)

vereinigen. Bei Solarzellen, die üblicherweise bei 1050 Grad Celsius mit einer schützenden Siliziumdioxid-schicht passiviert werden, können die Fremdatome von den Korngrenzen aus in das vormals reine Halbleiter-Material diffundieren und zusätzliche Rekombinationszentren bilden, die den Wirkungsgrad herabsetzen. Genau diesen störenden Effekt analysierten die Fraunhofer-Forscher und bekamen ihn mit geringeren Beschichtungs-Temperaturen von 800 bis 850 Grad in den Griff.

Zusätzlich griffen Glunz und Kollegen auf ein elegantes und bereits patentiertes Laser-Verfahren zurück, um die elektrischen Kontakte an der Rückseite der Solarzelle anzuschließen. Durch diese so genannte „Laser-Fired Contacts“-Methode (LFC) kann bei der Produktion auf die bisher notwendigen teuren und langsamen Photolithographieschritte verzichtet werden. Das LFC-Verfahren, das allein Wirkungsgradsteigerungen um ein bis zwei Prozent ermöglicht, ist bereits heute in die industrielle Fertigung übertragbar. Mehrere deutsche Hersteller für Solarmodule haben bereits großes Interesse an dieser Technik gezeigt.

3) www.ise.fraunhofer.de

Die Oberfläche der Rekord-Solarzelle verbessert den Lichteinfang. (Foto: ISE)

16 Megabit: Rekord für MRAM-Speicher

Den weltweit ersten 16 Megabit-MRAM mit der derzeit höchsten Speicherdichte haben jetzt Infineon und IBM vorgestellt. Die nichtflüchtigen MRAM-Speicher (Magnetoresistive Random Access Memory) nutzen im Unterschied zum klassischen Arbeitsspeicher die Magnetisierung eines Materials und nicht die elektrische Ladungen zur Speicherung der digitalen Daten. Bei Stromausfall könnten sich dadurch zukünftige MRAM-Rechner ihre letzten Einstellungen merken und wären ohne langwieriges Booten von der Festplatte direkt arbeitsbereit.

Zwar speichern Flash-Datenkarten in Digitalkameras und PDAs schon heute mehrere Gigabyte ohne permanente Stromzufuhr, doch MRAM-Chips lassen sich mit einer mehrere tausendmal größeren Geschwindigkeit beschreiben. Auch das Auslesen der Bits erfordert nur den Bruchteil der Zeit, die Flash-Karten benötigen. Der aktuelle Chip arbeitet mit Zugriffs- und Zykluszeiten von 30 bis 40 Nanosekunden. Für seine Herstellung nutzten die Forscher von IBM und Infineon einen Lithographie-Prozess, bei dem bis zu 180 Nanometer kleine Strukturen gebildet werden können. Wie in einem Sandwich werden dabei ferromagnetische, antiferromagnetische und Isolationschichten zwischen zwei Elektroden eingeklemmt. Zum Beschreiben werden über einen kleinen Strompuls die magnetischen Spins der Elektronen je nach digitalem Wert ausgerichtet. Ausgelesen werden diese dauerhaft gespeicherten Bits über die Messung eines spin-abhängigen Tunnelstroms von der obersten Magnetschicht in die darunter liegende.

Mit geschickter Chip-Architektur gelang es nun den Forschern, die mit nur 1,4 Quadratmikrometern nach eigenen Angaben kleinste MRAM-Zelle überhaupt herzustellen. Der Rekordchip selbst setzt sich dabei aus 64 128-Kilobit-Blöcken zusammen, die jeweils über ein kompaktes, zusammenhängendes Verdrahtungsarray Bit für Bit kontrolliert werden. Zwei solcher 8-Mbit-Module bilden darauf die 16-Mbit-Einheit. Die Vermarktung von MRAM-Chips, die mit solchen Modulen langsam in den Leistungsbereich klassischer DRAM

(dynamic RAM) und SRAM (static RAM) vorstoßen können, übernimmt das IBM-Infineon Joint-Venture Altis Semiconductor in Paris. So sinnvoll MRAM-Chips vor allem für mobile Geräte mit beschränkter Stromversorgung sind, so bleibt doch offen, wann MRAMs im Hinblick auf die Herstellungskosten und die Speicherkapazität mit DRAMs werden mithalten können.

JAN OLIVER LÖFKEN