

NEUE SENSORTECHNOLOGIE

Krumme Sensoren

Wissenschaftler in den USA haben es geschafft, halbkugelförmige Sensoren herzustellen, die weniger Verzeichnung und Aberration versprechen. **fotoMAGAZIN** hat mit dem Kopf der Entwickler, Dr. John A. Rogers, über die Schwierigkeiten der Konstruktion und die Chancen des neuen Bildwandlers gesprochen

Das menschliche Auge ist ein erstaunliches Instrument zur Bilderfassung, das durch seinen Aufbau überzeugt. Die halbkugelförmige Netzhaut ermöglicht ein weites Bildfeld und vermeidet Aberrationen, da die einfallenden Lichtstrahlen in einem Brennpunkt zusammentreffen und nicht – wie bei Sensoren, die plan liegen – in mehreren hintereinander liegenden Punkten. Die Korrektur der Bildfehler, wie sie ein plan liegendes Bilderfassungssystem produziert, erfordert komplexe optische Systeme mit mehreren Linsen. Davon sind auch digitale Kameras betroffen und deshalb sind Objektive aus so vielen Linsengruppen aufgebaut. Warum also baut kein Hersteller seine Sensoren nach dem Prinzip des menschlichen Auges halbkugelförmig?

Digitalkamerasensoren bauen auf einem Silizium-Wafer auf, der nicht biegsam ist.

Der Brechungsindex von Silizium ist so gering, dass an Verformungen der Fotodioden nicht zu denken ist. Ein halbkugelförmiger Sensor erfordert deshalb, dass die verbindenden Schaltkreise der Anordnung Deformationen absorbieren können ohne Bruchstellen davon zu tragen. Das Forschungsteam um Dr. John A. Rogers der US-Universitäten Illinois at Urbana-Champaign und der Northwestern University hat eine Methode entwickelt, mittels eines flexiblen Transferelements einen halbkugelförmigen Sensor zu konstruieren. Die ersten Schritte sind damit auch für zukünftige Weiterentwicklungen getan, denn die Ergebnisse der Forschungsgruppe haben grundlegende Erkenntnisse gebracht. Zukünftig wird es nicht mehr als ein unmögliches Ziel gelten, handelsübliche Digitalkameras mit Sensoren auszustatten, die objektivseitige Nachteile ausgleichen können.

Fotografie der Sensoreinheit, die in eine Platine integriert ist. Zur Ansicht wurde eine transparente Halbkugel aufgesetzt. In ihrer Mitte ist die einfache optische Linse eingelassen

Interview

fotoMAGAZIN: Was war der schwierigste Schritt in der Entwicklung Ihres Sensors?

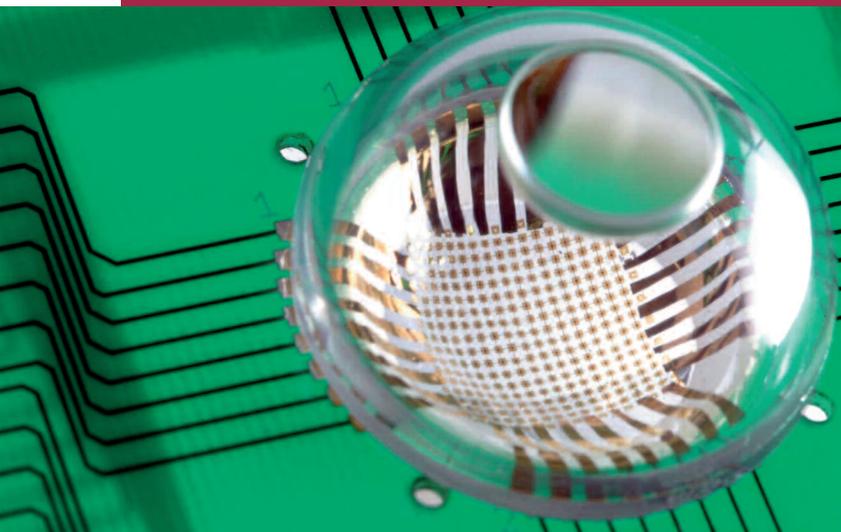
Dr. Rogers: Es gab zwei große Herausforderungen. Erstens: Wie bauen wir eine Sensormatrix, die Spannungen durch Verformung des Trägers aushält ohne Schädigungen davon zu tragen? Zweitens: Wie nutzen wir diese Dehnbarkeit, wenn wir die – auf einer planen Oberfläche hergestellte – Sensormatrix auf einen halbkugelförmigen Träger aufbringen? Ersteres haben wir dadurch lösen können, dass wir eine Anordnung winziger und starrer Fotodetektoren hergestellt haben, die durch ein Netz von extrem kleinen Kabeln auf Kunststoffoberfläche verbunden sind. Diese können verformt werden, ohne zu brechen. Für das gleichmäßige Verformen des Sensors haben wir eine dehnbare Präzisions-Halbkugel benutzt, die wir in eine Planfläche – ähnlich einem Trommelfell – ausgedehnt haben, um die flache Sensorkonstruktion aufzunehmen. Dann wurde das Transferelement wieder in seine ursprüngliche Form entspannt, wodurch die Fotodiodenanordnung ebenfalls die erwünschte Halbkugelform annahm, die der Sollvorgabe – des elektronischen Auges – entspricht.

fM: Welche Auflösung besitzt der Sensor?

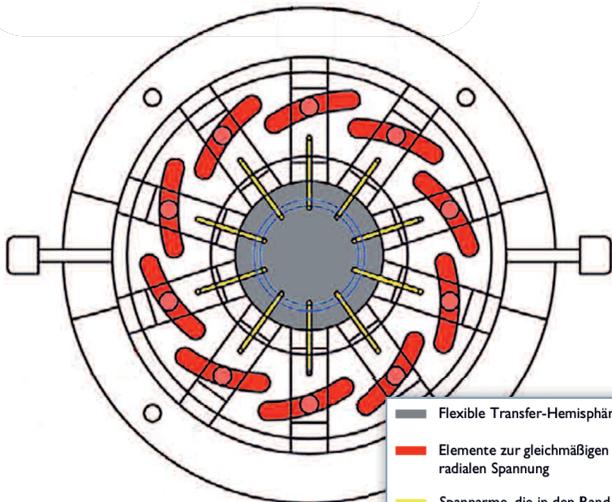
Dr. Rogers: Der Sensor hat bisher einige hundert Pixel, er erreicht aber eine ungefähr 100 mal höhere Auflösung, wenn wir eine biologisch inspirierte Methode der Bilderfassung nutzen: Dabei wird die Kamera bei der Bilderfassung leicht gedreht, sodass eine Sequenz des gleichen Bildes aus mehreren Bildern entsteht, die von einem Computer zusammengefasst eine höhere Auflösung ermöglicht.

fM: Wird es möglich sein, Ihren Sensor als künstliche Netzhaut zu etablieren, um Blinden das Sehen zu ermöglichen?

Dr. Rogers: Im Prinzip könnten die halbkugelförmigen Sensoren als Implantate genutzt werden. Sie könnten die herkömmlichen, flachen Sensoren ersetzen, die momentan noch für diese Forschungen eingesetzt werden. Allerdings gilt es dabei, neben den mechanischen und geometrischen Eigenschaften weitere Belange zu



AUFSPANNMECHANISMUS

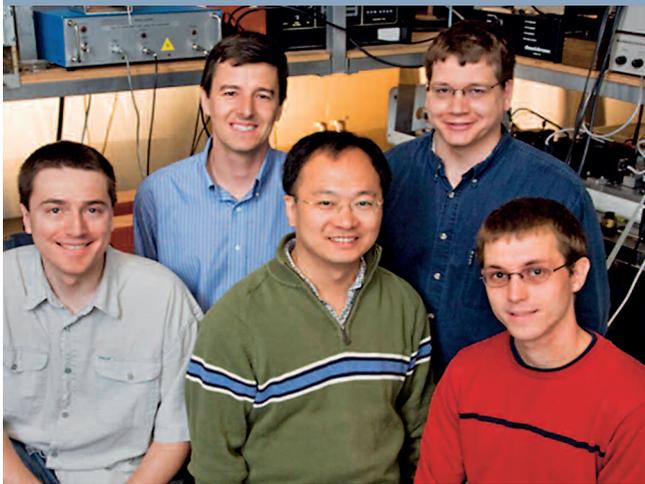


- Flexible Transfer-Hemisphäre
- Elemente zur gleichmäßigen radialen Spannung
- Spannarme, die in den Rand der Transfer-Hemisphäre greifen

■ **Präzisionsinstrument.** Schemazeichnung der Einrichtung zur radialen Spannung des flexiblen Transferelements, das in der Mitte der Spannvorrichtung eingesetzt und dann in eine plane Ebene gezogen wird, um die Sensormatrix aufzunehmen

ILLUSTRATION: © DR. ROGERS/TZS

FOTO: © L. BRIAN STAUFFER



oben: Dr. John A. Rogers (hintere Reihe links) mit seinem Forschungsteam an der University of Illinois

prüfen, z. B. die Biokompatibilität und das Zusammenspiel mit dem Sehnerv.

fM: Denken Sie, dass Sie in der Lage sein werden, mit dem Sensor ähnliche Bildqualitäten wie in aktuellen Digitalkameras zu erreichen oder wird der Einsatzbereich wegen der kleinen Pixel auf Geräte limitiert bleiben, die – wie Endoskope, Handykameras und ähnliches – lediglich kleine Halbleiter erfordern?

Dr. Rogers: Obwohl wir bereits einige Abbildungs-Charakteristika im Vergleich zu flachen Sensoren verbessert haben, lässt sich die Auflösung der Systeme, die wir in unseren Laboren herstellen können, noch nicht mit hochmodernen Digitalkameras vergleichen. Aufgrund theoretischer

Analysen der mechanischen Eigenschaften unserer dehnbaren Konstruktion und der bildgebenden Methode glauben wir aber, dass hohe Auflösungen möglich sein sollten. Daran arbeiten wir

KONTROLLIERT BIEGEN

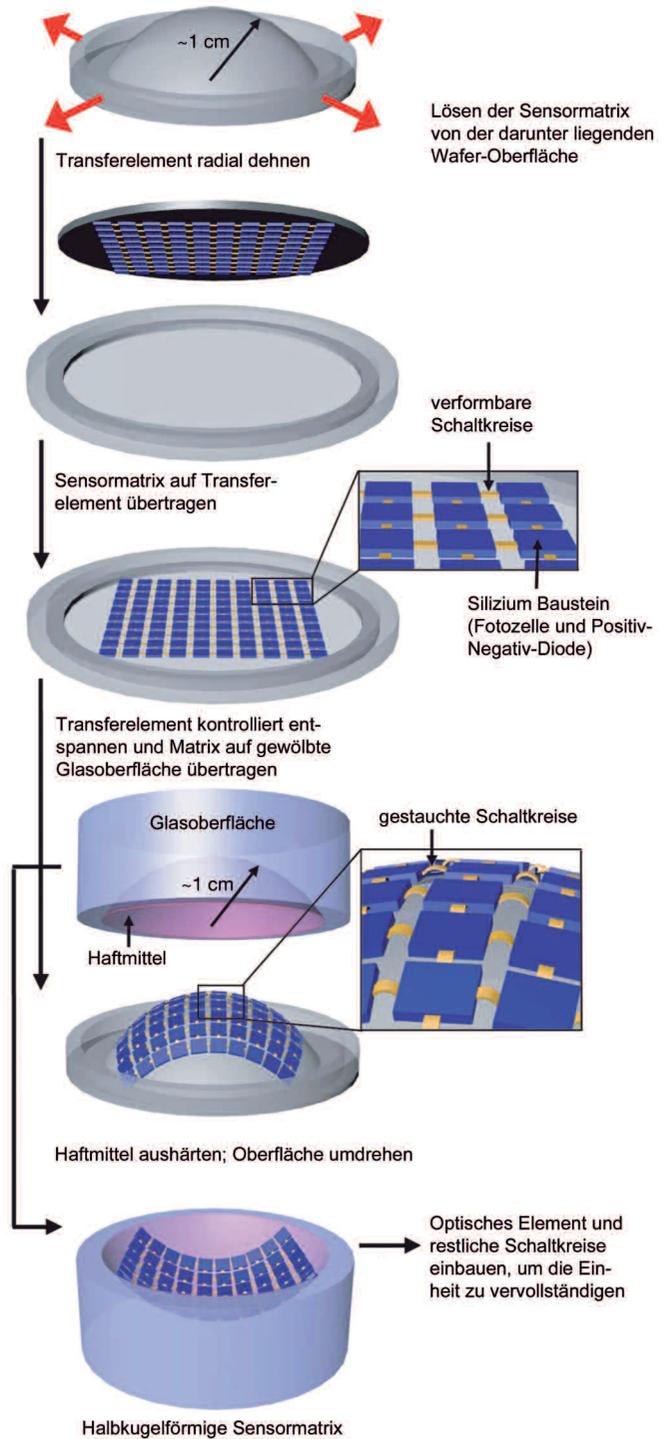


ILLUSTRATION: © DR. ROGERS, ÜBERSETZUNG: TZS

■ **Produktionskette.** Um die Sensormatrix, die auf einem Siliziumwafer basiert, in die sphärische Form zu bringen sind mehrere Arbeitsschritte nötig. Möglich ist die Halbkugelform nur durch die verformbaren Schaltkreise, die die einzelnen Fotodetektoren verbinden

auch gerade. Außerdem untersuchen wir die Möglichkeiten des Einsatzes unserer Sensoren in Pillen-Kameras und Endoskopie-Geräten.

Das Interview führte Tamar Z. Stern