

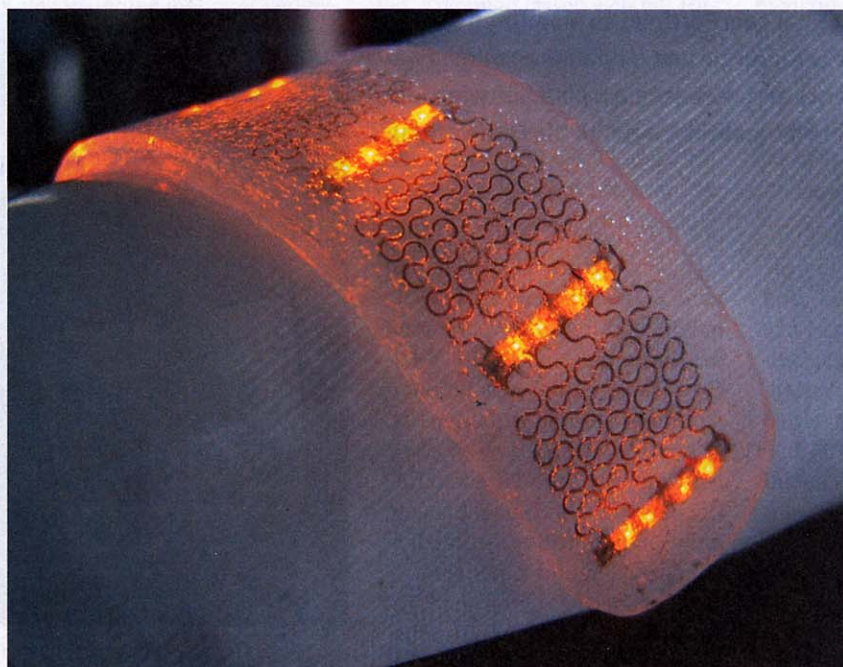
Forschungsarbeiten über elastische Elektronik

Dehnbare Schaltungen: Zukunft oder Vision?

Elektronik, die sich wie die menschliche Haut dehnen kann, könnte im Medizinbereich für vollkommen neue Anwendungen sorgen. Erste Entwicklungen versprechen großes Potenzial, auch wenn sich die Arbeiten noch im Forschungsstadium befinden.

Die meisten elektronischen Geräte sind heute starr aufgebaut oder bestenfalls mechanisch flexibel gestaltet. Künftige Anwendungen werden allerdings eine Aufbautechnik erfordern, die sowohl biegsam als auch dehnbar ist.

Im Labor für Mikrosysteme TFCG, das mit dem Forschungszentrum IMEC eng verbunden ist, arbeiten Wissenschaftler in mehreren langfristigen Projekten an der Realisierung dehnbare Schaltungen. »Die Forscher konnten bereits elastische Verbindungen realisieren, die sich auf die doppelte Länge ziehen lassen, ohne dabei ihre Leistungsfähigkeit zu verlieren«, erklärt Jan Vanfleteren, der für die Forschung von flexibler und dehnbare (»ambienter«) Elektronik am Labor für Mikrosysteme TFCG verantwortlich ist. Verbunden mit flexiblen Komponenten,



Dehnbare LED-Anordnung, eingebettet in PDMS und auf Gewebe fixiert, nach wiederholtem Waschen in einer normalen Haushaltswaschmaschine.

ermöglichen es diese Verbindungen, neue und anwenderfreundliche Applikationen zu realisieren.

In einer nicht allzu fernen Zukunft, etwa ab 2010, könnte sich laut den Wissenschaftlern intelligente, ambiente Elektronik durchsetzen. »Diese wird aus eingebetteten, unauffälligen Bauteilen bestehen, die es den Trägern ermöglicht, sein normales Leben auf ungehinderte, natürliche Weise zu führen«, führt Vanfleteren aus. Zu den möglichen

neuen Anwendungen gehören beispielsweise in die Kleidung integrierte Sensoren, die unauffällig über der Haut des Trägers getragen oder sogar implantiert werden. Komponenten dieser Umgebung müssen jedoch sehr kompakt und leichtgewichtig sein. Weitere wichtige Voraussetzungen für den angenehmen Tragekomfort in der Kleidung oder auf der Haut sind, dass die Komponenten flexibel, dehnbar, biokompatibel, luftdurchlässig, wasserfest und waschbar sind.

Künftige Anwendungsgebiete wären beispielsweise Puls-Monitore in der Sportkleidung, Bandagen für die Sturzerkennung bei älteren Menschen sowie dehnbare Thermometer. Daneben haben die Forscher auch komplexere medizinische Anwendungen im Visier, wie intelligente Pflaster, implantierte Hirnelektroden, die eine Behandlung von Epilepsie oder Depressionen unterstützen, und Blasen-Implantate zur Überwindung von Inkontinenz.

»Viele dieser Anwendungen gibt es bereits in der einen oder anderen Form« sagt Jan Vanfleteren, »allerdings basieren sie auf starren Konstruktionen«. Die Geräte können sich nicht unter der Kleidung oder auf der Haut deh-

nen. Außerdem sind sie vor dem Waschen zu entfernen.

Maximaler Tragekomfort

»Alle Lösungen zur Integration komplexer Elektronik in Kleidung oder Haut mit maximalem Tragekomfort befinden sich im Forschungsstadium oder noch in einer visionären Phase«, beschreibt Vanfleteren den derzeitigen Stand der Entwicklungsarbeiten. Abgesehen von allen anderen Anforderungen, wie der Biokompatibilität, sind flexible und dehnbare Schaltungen für Elektronik und Sensoren unbedingte Voraussetzung für ambiente Elektronik. Die menschliche Haut oder das Gewebe kann sich schließlich bis zu 10 Prozent dehnen. Für maximalen Tragekomfort sollte eingebettete Elektronik in der Lage sein, dieser Bewegung zu folgen und dennoch weiter zu funktionieren.

Derzeit sind Forschungsgruppen bei IMEC und dem verbundenen Labor für Mikrosysteme TFCG an der Universität von Gent in einige Forschungsprojekte involviert, die auf die Schaffung derartiger flexibler und dehnbare Elektronik und Sensorschaltungen

Anzeige

BE-POWER
Battery and Energy Modules

Neueste Lithium/Ionen-Technologien für anspruchsvolle Anforderungen

- ▶ Hohe Strombelastbarkeit
- ▶ Lange Betriebszeiten
- ▶ Höchste Produktsicherheit

Tel.: (064 06) 83 48-0 • Info@BE-Power.de

! Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme !
BE-Power GmbH • Rabenauer Straße 7 und 11 • D-35457 Lollar

gen hinarbeiten. Dazu gehören Bio-Flex (Biocompatible Flexible Electronic Circuits), gefördert vom IWT (Institut für die Förderung von Innovationen durch Wissenschaft und Technologie in Flandern), das EU-geförderte Projekt STELLA (Stretchable Electronics for Large Area Applications) und SWEET (Stretchable and Washable Electronics for Embedding in Textiles) im Auftrag der belgischen Regierung.

»Ausgeführte dehnbare Geräte werden hybrid sein«, beschreibt Jan Vanfleteren: »Sie werden starre oder flexible Komponenten enthalten, die über eine dehnbare Verschaltung verbunden sind. Die wird sich wie Gummi oder Haut biegen und strecken, dabei aber ihre Leitfähigkeit behalten. In unserem Labor wollen wir unsere dehnbare Verbindungstechnologie mit flexiblen Schaltungstechnologien, wie sie im EU-Projekt SHIFT (Smart High Integration Flex Technologies) entwickelt werden, vorteilhaft kombinieren.« Als ein Beispiel nennt er das extrem flache Chip-Gehäuse UTCP (Ultra-Thin Chip Package), das nur 100 µm dick ist.

Der Aufbau der elastischen Verbindungen

Vor kurzem präsentierten Vanfleteren und seine Kollegen eine neue Methode zum Entwurf und der Herstellung derartiger elastischer Verbindungen für dehnbare elektronische Schaltungen. Sie beteten Verbindungsdrähte in einem zweidimensionalen Mäandermuster in einen elastischen Silikon-Film ein. Design und Optimierung dieses 2D-Musters erfolgte in Zusammenarbeit mit der IPSI/REMO-Gruppe von IMEC, die auf eine Modellierung mechanischer Systeme und deren Zuverlässigkeits-Prädiktion spezialisiert ist. Ihr Ansatz unterscheidet sich von vergleichbaren Designs durch die folgenden Optimierungen: Zunächst folgten die TFCG-Forscher auf Basis der FEM-Untersuchungen, dass ein periodisch fortgesetztes Hufeisenmuster die ideale Form der Verbindungsdrähte darstellt. Es verteilt die Dehn- und Biegebelastung besser als vergleichbare elliptische Muster. Zweitens verbesserten sie die Be-



Jan Vanfleteren,
Labor für Mikrosysteme TFCG

» Mit unseren Forschungsarbeiten haben wir auch komplexe medizinische Anwendungen im Visier, wie intelligente Pflaster und implantierte Gehirnelektroden. «

lastbarkeit der Verbindungen zusätzlich durch Aufteilung jedes Verbindungsdrahtes auf vier parallele Drähte mit geringerer Breite. Und schließlich entschieden sie sich schon in der ersten Technologieentwicklungsphase für Gold als Drahtmaterial: Dessen hohe Leitfähigkeit verstärkt die Stress-Resistenz noch weiter.

Die resultierenden Verbindungsdrähte bestehen aus vier parallelen Leiterbahnen, die 15 µm breit sind und aus einer 4 µm starken Goldschicht bestehen. Diese Bahnen sind mit einer 2 µm dicken Nickelaufgabe für das Anlöten von Komponenten beschichtet. In regelmäßigen Abständen werden benachbarte Bahnen überkreuzt, und zwar an den Stellen, an denen die verformenden Kräfte ein Minimum aufweisen dürften. Das erlaubt einen ausfallsicheren Betrieb für den Fall von Fertigungsfehlern oder mechanischen Ausfällen.

Die Verbindungsdrähte werden in ein Silikonpolymer-Substrat PDMS (Polydimethylsiloxan) eingebettet. PDMS ist ein elektrischer Isolator, kann aber durch Einlagerung von z.B. Silberpartikeln leitfähig gemacht werden. Obwohl kein guter Leiter wie etwa Kupfer oder Gold, kann dieses modifizierte Polymer Signale über sehr kurze Entfernungen leiten. Sollte also ein eingelagerter Draht durch Überstreckung

einen Haarriss erleiden, dann wird das umgebende Polymer die Spalte überbrücken und den Signalstrom weiter fließen lassen.

Das Team bei TFCG stellte Verbindungen mit unterschiedlichen Winkeln und Radien der Hufeisenform her. Sie prüften die Schaltung durch Strecken in longitudinaler Richtung bis zum Ausfall der Verbindung, die durch den Bruch der Gold-Leiterbahnen hervorgerufen wurde. Dabei ließ sich die beste Verbindung von 3 auf 6 cm ohne Ausfall dehnen. Darüber hinaus erlangten alle Verbindungen wieder ihre Leitfähigkeit, wenn sie zu ihrer ursprünglichen Länge zurückfanden.

Die Assemblierung der dehnbaren Verbindungen mit den starrereren Elektronikkomponenten erfolgte mit üblichen Assemblierungs- und Lötverfahren der Elektronik. Dann wurde die gesamte Anordnung mit Silikonpolymer umspritzt, wobei es darauf ankam, einen blasenfreien Verguss zu bekommen. Jeder Aufbau bekommt eine maßgeschneiderte Umhüllung. Damit werden die Stellen berücksichtigt, an denen sich die starren Teile befinden. Hier sollte der Silikon-Überzug nämlich stärker sein, so dass die Schaltung hier weniger dehnbar ist.

Derzeit untersuchen die Forscher andere Leitungsmaterialien als Gold. Hier hat Kupfer, das Standardmaterial für die Platinenfertigung, offensichtlich gute Chancen: Eine Verdrahtung mit Kupfer ist wesentlich kosteneffektiver als mit Gold. Noch wichtiger ist jedoch, dass die Technologie mit bestehenden industriellen Platinen- und Assemblierungstechniken kompatibel ist.

Ausgehend von den derzeit erreichten Forschungsergebnissen, erwartet das Labor für Mikrosysteme TFCG, in drei Jahren eine Technologie und einen Demonstrator vorweisen zu können, die sich kommerzialisieren lassen. Dazu bemerkt Jan Vanfleteren: »Die ersten flexiblen und dehnbaren Geräte werden sich höchstwahrscheinlich in intelligenter Kleidung finden, später folgen medizinische Anwendungen.« Als erstes kommerzielles Produkt kann sich Vanfleteren Kleidung mit Signalgebung vorstellen, mit LEDs und Sensoren, die der Bewegungsverfolgung dienen könnten. (cp)