

Dehnbare Sensoren für smarte Textilien

Intelligente Materialien und integrierte Elektronik schaffen Voraussetzungen für innovatives Design und neue Anwendungen in den Bereichen intelligente Textilien, elektronische Verbindungen, Steuerungen und Anzeigen. Das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC mit seinem Center Smart Materials arbeitet an siliconbasierten Materialien, angepassten Druckpasten und effizienten Produktionstechnologien. Damit kann das Anwendungspotenzial von dehnbaren Sensoren und Leiterbahnen für neue Produktideen erschlossen und die Implementierung beschleunigt werden.

Bernhard Brunner, Marie-Luise Righi

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC,
Würzburg

Für die Textilindustrie bieten intelligente Textilien ein neues attraktives Marktsegment. Sie können in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, z.B. zur Überwachung der Körperhaltung, zur Verbesserung der Ergonomie am Arbeitsplatz, für Ambient Assisted Living, um ein selbstbestimmtes

Leben im gewohnten Umfeld im Alter oder bei chronischen Erkrankungen zu erleichtern, für die Automobilbranche und für den Sport. Voraussetzungen für die Integration intelligenter Funktionen in Textilien sind entsprechend flexible und belastbare Funktionselemente. Das Fraunhofer ISC entwickelt Dehnung- und Drucksensoren auf der Basis extrem elastischer dielektrischer Elastomere (DES) speziell für den Einsatz in Textilien. DES sind eine neue Klasse mechanischer Sensoren

zur Messung von Verformungen, Kräften und Drücken. Sie eignen sich aufgrund ihrer hohen Elastizität, Weichheit und Flexibilität besonders gut für die Integration in Gewebe oder Gewirke. Potenziale für die Anwendungen dieser Elastomersensoren bestehen in der medizinischen Versorgung, z.B. zur Verhinderung von Dekubitus oder zur Lokalisierung der Druckverteilung in Schuhen. Sie können auch das individuelle Training unterstützen, indem sie die Körperhaltung und -belastung mit entsprechend ausgerüsteten Kleidungsstücken oder Trainingsmatten messen. In Kollisionserfassungssystemen können DES die Implementierung automatisierter Prozesse unterstützen und z.B. Mensch-Maschine-Schnittstellen sicherer machen.

Sensorkomponenten und Integration in Textilien

DES bestehen aus dünnen Elastomerfolien, die eine Stärke von nur 0,5 mm haben, und hochelastischen Elektrodenflächen auf bei-

Abb. 1
 Shirt mit DES zur Überwachung der Körperhaltung – kann bei kritischer Haltung oder Belastung warnen (© Fraunhofer ISC)



Abb. 3
 Strumpf mit DES-Array – kann kritische Druckbelastungen erkennen und so zur Vermeidung von Druckstellen beitragen (© Fraunhofer ISC)



den Seiten der Folie. Dadurch entsteht ein elastischer Kondensator. Diese speziellen Flächenelektroden bestehen aus elektrisch leitfähigen Partikeln, die in eine elastische Matrix integriert sind. Bei Zugbelastung oder Verformung vergrößert sich die Oberfläche, während gleichzeitig die Dicke der Sensorfolie abnimmt. Die damit verbundene Kapazitätserhöhung wird als Messsignal weiterverarbeitet und lässt sich mit der Verformung korrelieren.

Silikon bietet durch chemische Modifikation große Variationsmöglichkeiten für die Festig-

keit. Dadurch kann das Material des Sensors an spezifische Anforderungen in Bezug auf die jeweilige Anwendung bzw. die verwendeten Textilien angepasst werden. Die Textilintegration wird durch Verkleben in das Textil erreicht. Das Messsignal wird über ebenfalls integrierte leitfähige Garne weitergeleitet.

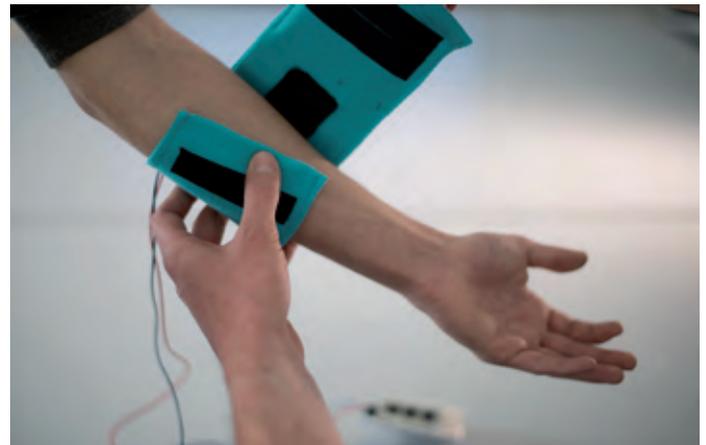
Sensortypen

DES können eingesetzt werden, um Verformungen und Dehnungen um bis zu 100 % zu messen, selbst auf gekrümmten Oberflächen. Lineare Deformationen, z.B. die Haltung des menschlichen Rückens, können detektiert werden. Druckbelastungen können durch spezielle Profile hoch empfindlich (ab 10 kPa) gemessen werden. Darüber hinaus lassen sich sogar Sensorarrays durch das Strukturieren der Elektroden auf dem Elastomerfilm aufbauen. Zu diesem Zweck werden die Elektroden ein- oder zweidimensional in Segmente unterteilt und elektrisch separat aktiviert. Dadurch kann die auf den Film wirkende Kraft genau lokalisiert oder eine Druckverteilung erfasst werden.

Einsatzgebiete

Flexible, elastische und hochintegrierbare Sensoren eröffnen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Beginnend mit der dreidimensionalen Fußdruckmessung in einem Strumpf, um Druckgeschwüren vorzubeugen, entwickelte das Fraunhofer ISC Sensor-konzepte für die Druckmessung in Handschuhen, tragbare Druckmessmatten für eine transportable Belastungsmessung oder für die Steuerung von Spielen und die Kontrolle beim Fitnessstraining, Kollisionserkennung in Mensch-Maschine-Schnittstellen, integrierte Schalter in Textilien und gekrümmten Oberflächen, Sitzbezüge zur Belastungsmessung sowie Sensoren zur Erkennung von

Abb. 2
 Elektrodenmanschette für Reizstromanwendungen (© Fraunhofer ISC)



Dielektrische Elastomersensoren – technische Daten

Druckmessbereich 1-100 N/cm² (10 kPa – 1 MPa)
 Auflösung 0,1 N/cm², Hysterese ca. 7 %
 Messfrequenz mindestens 50 Hz
 Betriebstemperaturbereich von -40 bis +180 °C
 Sehr dünn (0,5 mm), flexibel und elastisch (bis zu 100 % Dehnung)
 Beständig gegen Wasser, Wasch- und Desinfektionsmittel
 Festigkeit/Weichheit an die jeweilige Verwendung anpassbar
 Textile Integration durch Kleben

Haltungsfehlern des menschlichen Rückens. Nachdem der Machbarkeitsnachweis erbracht wurde, sind DES gut vorbereitet zur weiteren Entwicklung kundenspezifischer Anwendungen. ■