

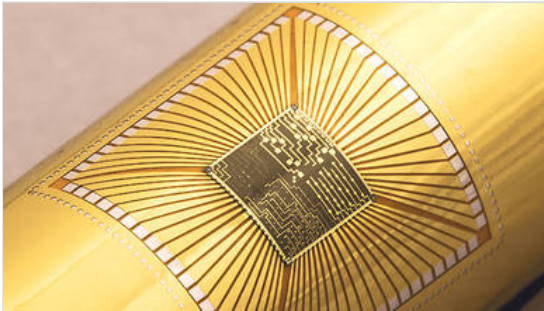
Sensorische Folien

Das Forschungsprojekt KoSiF

10.03.2014

Prof. Dr. Joachim Burghartz

Sensoren benötigen in aller Regel eine über Kabel angeschlossene Signalverarbeitung sowie Energieversorgung und sind somit mechanisch starr. Das Verbundforschungsprojekt KoSiF arbeitet an einer sensorischen Folie ähnlich einer empfindlichen nachgiebigen Haut, die beispielsweise Verformungen misst, dies an andere Einheiten des Systems weitermeldet und dabei ohne Versorgungskabel arbeiten kann.



© Universität Stuttgart

Die Integration ultradünner Siliziumchips und Sensoren in flexible Schaltungsträger bildet die Plattform für flexible Systeme mit vielfältigen Funktionen. Mit Drucktechniken werden auf diese Substrate Komponenten für die Energieversorgung, Antennen und Dehnungssensoren aufgebracht. Schaltungen, die aus organischen Dünnschichttransistoren aufgebaut sind, übernehmen die Auswertung flächig verteilter Signale. Im Projekt KoSiF werden die einzelnen Techniken weiterentwickelt, für die Anwendung angepasst und integriert. Das Kürzel KoSiF steht für „Komplexe Systeme in Folie“ und bezeichnet ein im Jahr 2013 begonnenes und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Verbundforschungsprojekt. Das Konsortium aus zehn Forschergruppen und Entwicklern von Unternehmen aus dem Raum Stuttgart arbeitet gemeinsam an zwei Anwendungsdemonstratoren, die von den Industriepartnern definiert und koordiniert werden. Konkret erforschen die beteiligten Unternehmen Festo, Pilz und Würth Elektronik, die Universität Stuttgart mit den Instituten IGM, INES, IHF und INT, die Hochschule der Medien, die Hahn-Schickard-Gesellschaft mit dem Institut Imat, das Max-Planck-Institut für Festkörperforschung mit der Gruppe Organische Elektronik und das Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS Chips) gemeinsam die grundsätzlichen Möglichkeiten der flexiblen Foliensysteme. Im Verbundprojekt sollen die Basis sowie die notwendigen Technologien für zusätzliche Funktionalität erforscht, bewertet und technologisch aufeinander abgestimmt werden, die für die Herstellung zukünftiger SiF-Produkte notwendig sind.

Teil 1 von 5

1. Das Forschungsprojekt KoSiF
2. Ultradünne Siliziumchips
3. Biege- und Stress-Sensoren
4. Die Anwendungsdemonstratoren
5. Die Projektbeteiligten

Sensorische Folien

Das Forschungsprojekt KoSiF

10.03.2014

Prof. Dr. Joachim Burghartz

Fortsetzung des Artikels von Teil 1.

Ultradünne Siliziumchips

Die Herstellung dünner Chips mit integrierten Schaltungen kann mit Hilfe des Wafer-Rückschleifens bis zu Chip-Dicken von $20\ \mu\text{m}$ erfolgen. Für Dicken unter $20\ \mu\text{m}$ eignet sich das Chipfilm-Verfahren des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart (IMS Chips), da die dünne Siliziumschicht, die die aktive Schaltung trägt, in einem additiven Prozess mit Hilfe eines Schichtwachstums (Epitaxie) entsteht.

Dazu werden vor der CMOS-Fertigung in einem Vorprozess im Wafer vergrabene Kavitäten und Haltestrukturen erzeugt. Die anschließend aufgewachsene Epitaxieschicht definiert die Chipdicke. Ein Trockenätzverfahren (Trench-Prozess) nach Fertigung und Test der integrierten Schaltungen liefert separierte Chips, die nur noch durch die Haltestrukturen mit dem Wafer verbunden sind. Mit Vakuumbreifern werden anschließend die einzelnen Chips aus dem Waferverbund herausgelöst und auf einem Träger platziert.

Für die Weiterverarbeitung der ultradünnen Chips in der Aufbautechnik ist eine geringe Verwölbung eine Voraussetzung. Maßnahmen zur Stress-Minimierung der flexiblen Chips müssen deshalb bereits beim Chipdesign ergriffen werden. Metallische Zusatzstrukturen in den oberen Ebenen bewirken eine Verringerung der Chipwölbung.

Siliziumchips mit einer Dicke von etwa $20\ \mu\text{m}$ lassen sich mit Techniken des Partners Würth Elektronik in flexible Schaltungsträger einbetten und zuverlässig kontaktieren. Bei dieser Technik erfolgt der Anschluss der Metallkontakte der eingebetteten Chips über laserstrukturierte Micro-Vias. Ein anderes Verfahren, die Chipfilm-Patch-Technologie, arbeitet mit Prozessen aus der Halbleiterfertigung. Das Projekt KoSiF untersucht und vergleicht verschiedene Einbett-Techniken.



Teil 2 von 5

1. Das Forschungsprojekt KoSiF
2. Ultradünne Siliziumchips
3. Biege- und Stress-Sensoren
4. Die Anwendungsdemonstratoren
5. Die Projektbeteiligten

© 2014 WEKA FACHMEDIEN GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Sensorische Folien

Das Forschungsprojekt KoSiF

10.03.2014

Prof. Dr. Joachim Burghartz

Fortsetzung des Artikels von Teil 2.

Biege- und Stress-Sensoren

Biegestress verändert die elektrischen Eigenschaften von Siliziumbausteinen, so dass Paare von Transistoren, die im rechten Winkel angeordnet und gegen die Kristallachsen verdreht sind, als Biegesensoren verwendbar werden. Ultradünne CMOS-Chips mit Stromspiegeln an verschiedenen Positionen dienen als Stress-Sensor und messen die Durchbiegung einer Fläche.

Gleichzeitig enthalten diese ICs die Auswerteschaltung und Steuerfunktionen für das Foliensystem. Zusätzlich kommen Dehnungs-Mess-Strukturen zum Einsatz, die der Partner HSG-Imat mit Aerosol- oder Inkjet-Verfahren auf das flexible Substrat aufbringt. Für die Signalauswertung dieser Sensoren soll organische Elektronik genutzt werden, die sich für die Anwendung in großflächigen Strukturen am besten eignet. Die Gruppe Organische Elektronik am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung Stuttgart konnte mit der bei IMS Chips entwickelten Stencil-Maskentechnik organische Dünnschichttransistoren (OTFT) mit Kanal-längen kleiner $1\ \mu\text{m}$ herstellen und damit Schaltungen realisieren. Mit dieser Technik wird eine Lösung für eine Demonstrator-Anwendung entwickelt.



© Universität Stuttgart

Greifelemente des bionischen Handlungsassistenten mit Biegesensor.

Teil 3 von 5

1. Das Forschungsprojekt KoSiF
2. Ultradünne Siliziumchips
3. Biege- und Stress-Sensoren
4. Die Anwendungsdemonstratoren
5. Die Projektbeteiligten

© 2014 WEKA FACHMEDIEN GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Sensorische Folien

Das Forschungsprojekt KoSiF

10.03.2014

Prof. Dr. Joachim Burghartz

Fortsetzung des Artikels von Teil 3.

Die Anwendungsdemonstratoren

Das KoSiF-Projekt arbeitet an zwei Funktionsdemonstratoren: Zum einen wird ein formanpassbares und dünnes Foliensystem, das mühelos in einem Türfalz zu verbergen ist, am Beispiel einer intelligenten Türsicherung der Firma Pilz für zukünftige Produktionsgeräte erprobt. Der zweite Funktionsdemonstrator soll ein Biege- und Dehnungssensorsystem sein, das die Bewegungen eines bionischen Handlungsassistenten der Firma Festo überwacht. Mit Hilfe des flexiblen Systems wird die Biegung der Greifer-Elemente gemessen; anschließend geht es darum, den Greifvorgang zu optimieren, die Arbeitsabläufe zu beobachten und den Verschleiß zu dokumentieren.

Im ersten Schritt gilt es, zunächst drahtgebundene Foliensysteme aufzubauen, um die Sensorfunktionen sowie die Integrationstechnologien zu erproben. Die zweite Generation der Demonstratoren sind als autonome Systeme mit eigener Energieversorgung konzipiert. Dazu entwickelt die Hochschule der Medien Dünnpilzbatterien und druckbare Akkumulatoren für die Anwendung in flexiblen Systemen. Eine der Herausforderungen bei dieser Anwendung ist die Balance zwischen dem Energiebedarf der Komponenten und dem verfügbaren Platz.

Ein möglichst geringer Energiebedarf und eine optimale Nutzung der verfügbaren Fläche bestimmen auch die Entwicklungsarbeiten zur drahtlosen Kommunikation des flexiblen Systems. Hier bringen die Institute INT, IHF und INES ihre Vorerfahrungen ein und erstellen gemeinsam ein Systemkonzept.

Die KoSiF-Demonstratoren werden Anzeige-Elemente enthalten, die ebenfalls besonders energiesparend arbeiten müssen. Das IGM der Universität Stuttgart erforscht geeignete Technologien wie zum Beispiel elektrophoretische (e-Ink) oder elektrochrome Anzeigen und erprobt sie für die Applikation.

Autor: Prof. Dr. Joachim Burghartz ist Direktor und Vorsitzender des Vorstands des Instituts für Mikroelektronik Stuttgart und Professor an der Universität Stuttgart.



© Universität Stuttgart

*Eingebetter Chip (20 µm) in
LCP-Substrat mit
Kupferleitungen.*

Teil 4 von 5

1. Das Forschungsprojekt KoSiF
2. Ultradünne Siliziumchips
3. Biege- und Stress-Sensoren
4. Die Anwendungsdemonstratoren
5. Die Projektbeteiligten

© 2014 WEKA FACHMEDIEN GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Sensorische Folien

Das Forschungsprojekt KoSiF

10.03.2014

Prof. Dr. Joachim Burghartz

Fortsetzung des Artikels von Teil 4.

Die Projektbeteiligten

- Festo
- Pilz
- Würth Elektronik
- Hochschule der Medien (HDM)
- HSG-Imat
- Institut für Großflächige Mikroelektronik (IGM) der Uni Stuttgart
- Institut für Nano- und Mikroelektronische Systeme (INES) der Uni Stuttgart
- Institut für Elektrische und Optische Nachrichtentechnik (INT) der Uni Stuttgart
- Forschungsgruppe Organische Elektronik im Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (MPI FKF)
- Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS Chips) der Max-Planck-Gesellschaft

ik

Teil 5 von 5

1. Das Forschungsprojekt KoSiF
2. Ultradünne Siliziumchips
3. Biege- und Stress-Sensoren
4. Die Anwendungsdemonstratoren
5. Die Projektbeteiligten

© 2014 WEKA FACHMEDIEN GmbH. Alle Rechte vorbehalten.