

LASERKRISTALLISATION GEDRUCKTER PIEZOELEKTRISCHER AKTUATORSCHICHTEN

Aufgabenstellung

Im Zuge der Miniaturisierung und der zunehmenden Integration von elektrischen Schaltungen gewinnen mikroelektromechanische Systeme (MEMS) zunehmend an Bedeutung. Für Mikroaktuatoren, wie sie beispielsweise in Mikrolautsprechern oder Mikropumpen zum Einsatz kommen, werden piezoelektrische Dünnschichten verwendet, die sich bei Anlegen eines elektrischen Felds mechanisch verformen. Nach aktuellem Stand der Technik stellt PZT (Blei-Zirkonat-Titanat) die derzeit leistungsfähigste piezoelektrische Funktionskeramik dar. Mit konventionellen, meist vakuum- und maskenbasierten Verfahren wäre die Herstellung solcher piezoelektrischer Dünnschichten äußerst zeit- und kostenintensiv. Durch die Kombination von Tintenstrahldruck- und laserbasierten Funktionalisierungsverfahren ist es möglich, mit verhältnismäßig geringem Zeit- und Kostenaufwand hochfunktionale Dünnschicht-MEMS im industriellen Maßstab herzustellen.

Vorgehensweise

Speziell angepasste PZT-Tinten werden mit Hilfe von Tintenstrahldruckverfahren auf 8"-Wafer appliziert und anschließend mittels Laserstrahlung bei lokalen Temperaturen von ca. 700 °C kristallisiert. Durch die Applikation mehrerer je 10–20 nm dicker PZT-Schichten werden Aktuatoren mit Gesamtschichtdicken von 2–3 µm realisiert.

1 *Si-Wafer mit tintenstrahlgedruckten, laserkristallisierten PZT-Schichten.*

Ergebnis

Das Tintenstrahldruckverfahren erlaubt die definierte Deposition der Tinten mit minimal erreichbaren Strukturbreiten von ca. 100 µm. Die piezoelektrischen Eigenschaften von PZT-Schichten, die mittels Laserstrahlung hergestellt werden, sind im Vergleich zu konventionellen Verfahren (z. B. Ofenkristallisation) nahezu identisch. Die thermische Belastung des laserbearbeiteten Wafers ist jedoch geringer. Typische Auslenkungen einer ca. 1 µm dicken kristallisierten PZT-Schicht betragen ca. 100 pm pro Volt angelegter Spannung. Die erforderliche Bearbeitungszeit kann von konventionell mehreren Minuten je Schicht auf wenige Sekunden reduziert werden. Die Laserkristallisation erfolgt temperaturgeregt mit der Laserleistung als Stellgröße, sodass Temperaturschwankungen auf max. +10 °C begrenzt werden.

Anwendungsfelder

Die Anwendungsfelder von piezoelektrischen Schichten liegen in der Sensorik, z. B. zur Messung von Körperschall, oder in der Aktorik in Mikropumpen und -relais über Tintenstrahldrucker bis hin zum Einsatz in der Kommunikationstechnik. Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wird gemeinsam mit dem IWE2 der RWTH Aachen University und dem Fraunhofer ISIT im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03VPP02223 durchgeführt.

Ansprechpartner

Samuel Fink M. Sc.
Telefon +49 241 8906-624
samuel.fink@ilt.fraunhofer.de

Dr. Christian Vedder
Telefon +49 241 8906-378
christian.vedder@ilt.fraunhofer.de