

Höhen und Tiefen

Messung der 3D-Topographie von Sensoren in Mikrosystemtechnik

Dieser Bericht stellt zwei Mikrosensoren vor, deren Strukturelemente relativ große Bewegungen senkrecht zur Bauteilebene durchführen. Diese Auslenkungen konnten mithilfe der Weißlicht-Interferometer-einheit des MSA-500 Micro System Analyzer von Polytec charakterisiert werden. Es handelt sich um ein integriertes Magnetometer (magMEMS), das Magnetfelder über geometrische Änderungen in einem Schwingkreis detektiert, und um einen CMOS integrierten Mikro-Strömungssensor, der auf Luftströmungen mit der Auslenkung eines Cantilevers reagiert.

Bei diesen Mikrosystemen wird ausgehend von einem SOI (Silicon-on-Insulator)-Wafer in mehreren CMOS kompatiblen Verfahrensschritten eine senkrecht zur Bauteilebene bewegliche Teilstruktur erzeugt, die auf Luftströmungen oder magnetische Felder reagiert. Durch Integration mit den zugehörigen elektronischen Schaltkreisen auf demselben Chip werden solche Systeme auf einen extrem niedrigen Leistungsaufdehnungskoeffizienten gebracht. Die Auslenkung der Mikro-Cantilever wird beispielsweise gezielt durch die Steuerung des Prozesswärmehaushalts und der Schichtdicken eingestellt.

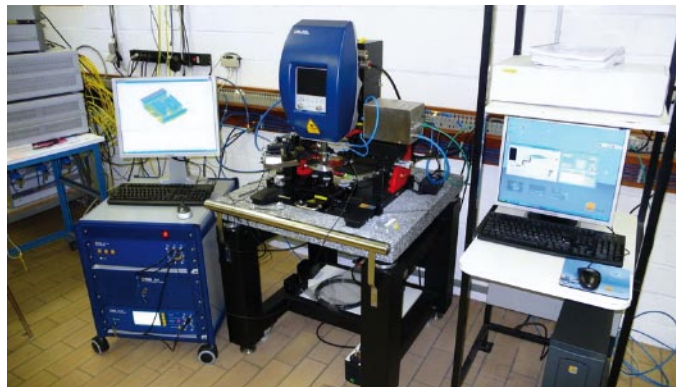


Abb. 1: MSA-500 und Drucklufteinheit (rechts: Nahansicht der Druckluftdüse)

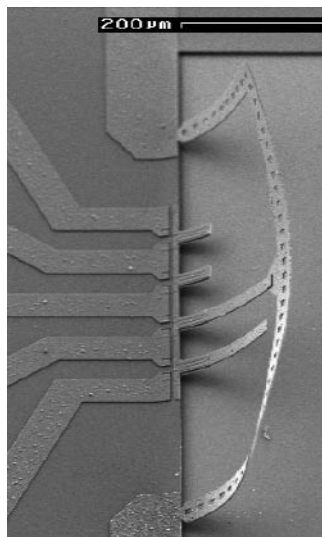
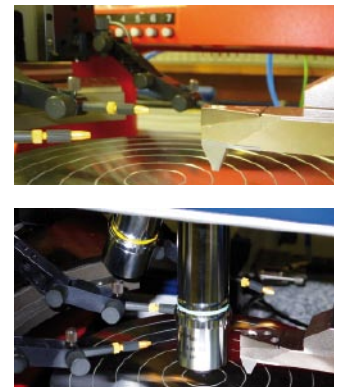
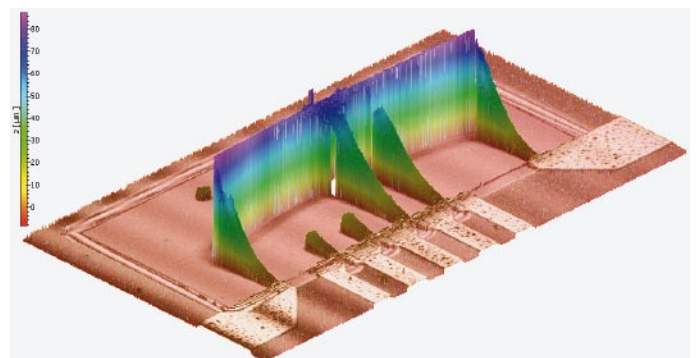
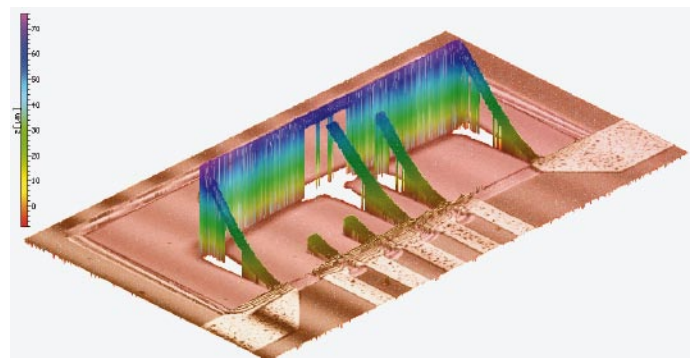


Abb. 2: REM-Aufnahme des magMEMS (links); resultierende Auslenkung mit (rechts oben) und ohne Magnetfeld (rechts unten)
Rechts neben rechts oben: off-state, deflection, = 78 µm
Rechts neben rechts unten: on-state, deflection, = 67 µm

Experimenteller Aufbau

Zur Charakterisierung dieser MEMS-Bauteile wurde ein Polytec



MSA-500 Micro System Analyzer in Verbindung mit einer SUSS PM5 Probe Station und einem schwingungs isolierten SUSS VIT800-Pro-

bentisch verwendet. Zum Gesamtaufbau gehören außerdem eine Druckluftzufuhr und ein Goniometer (Abb. 1).

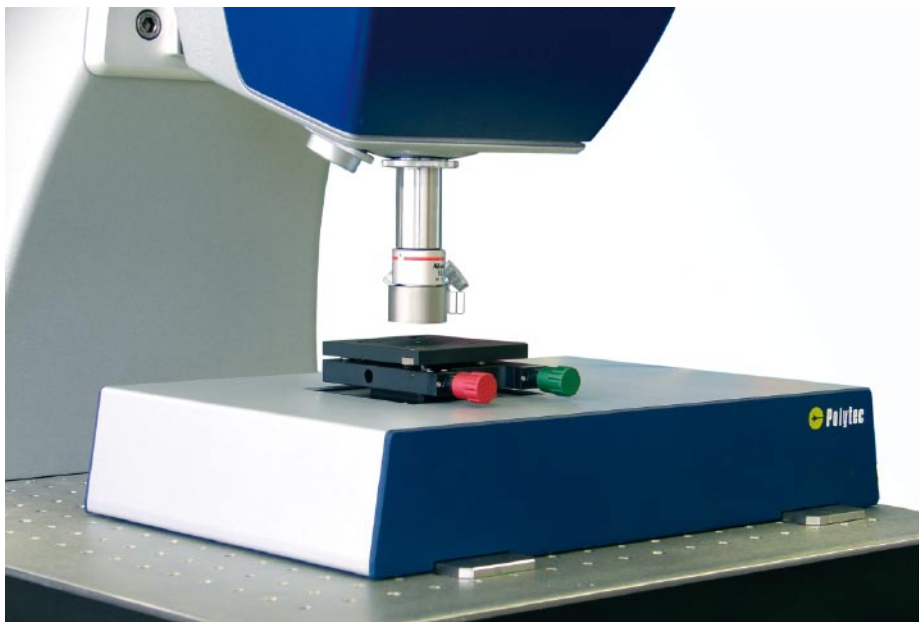


Abb. 3: MEMS-Sensor mit 3D-Kondensatorstrukturen, cointegriert mit CMOS-Schaltkreisen.
Links: REM-Aufnahme; rechts: 2D- und 3D-Profile.

Ergebnisse der Messungen

- 3D-Half-Loop-magMEMS
(integriertes Magnetometer)

Dieser CMOS-kompatible Magnetfeldsensor ist in Abbildung 2 wiedergegeben. In dieser Struktur erzeugt ein senkrecht zur Bauteilebene orientierter magnetischer Fluss eine Lorentzkraft, die das M-förmige Federelement auslenkt. Mithilfe einer integrierten Wheatstone'schen Brückenschaltung aus vier Piezo-Widerständen wird diese Bewegung gemessen. Die Falschfarbendarstellung in Abbildung 2 visualisiert die Auslenkung bei ein- bzw. ausgeschaltetem Magnetfeld.

- CMOS/MEMS-co-integrierter
Mikro-Strömungssensor

In Abbildung 3 ist der Mikro-Strömungssensor zu sehen. Durch die Luftströmung biegen sich die Federbalken (Cantilever) nach unten, wodurch sich die elektrische Kapazität erhöht. Die Resonanzfrequenz des integrierten Schwingkreises erniedrigt sich dadurch und kann messtechnisch erfasst werden. Parallel dazu ist ein Echtzeit-Monitoring der Oberflächentopographie möglich, wie sie sich unter Variation der Luftströmung, die durch das Druckluftmodul gesteuert wird, verändert. Diese Untersuchungen sind noch in Arbeit; Abbildung 3 rechts zeigt einen Topographie-Scan der Struktur in Ruheposition.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Mithilfe der Topographie-Einheit des MSA- 500 Micro System Analyzer von Polytec konnten verschiedene CMOS-kompatible Mikrosysteme untersucht werden, die als dreidimensionale Strukturen mittels Silicon-on-Insulator (SOI)-Technik aufgebaut sind. Ein Druckluftmodul ermöglichte es für die topographische Charakterisierung und Vermessung von Mikro-Strö-

mungssensoren einen konstanten Druck oder Luftstrom zu erzeugen. Für weitergehende Untersuchungen bietet das MSA-500 zusätzlich die Möglichkeit, Schwingungen in der Bauteilebene und senkrecht dazu zu messen.

MSA-500 Micro System Analyzer

Der neue MSA-500 Micro System Analyzer kombiniert in einzigartiger Weise mehrere leistungsstarke Messtechniken zur Charakterisierung statischer und dynamischer Eigenschaften von mikro-elektromechanischen Systemen (MEMS) und anderen Mikrostrukturen. Mikroskopische Scanning-Laservibrometrie und stroboskopische Videomikroskopie dienen zur schnellen und berührungsfreien Bestimmung von Bewegungen bis in den MHz-Bereich, während die Weißlicht-Interferometrie Topographiemessungen mit einer Auflösung bis unter 1 nm ermöglicht. Für die Schwingungsmessung bietet das MSA-500 auch eine direkte Erfassung von Geometriedaten mittels Geometrie-Scanner.

Autoren

Ing. Nicolas André
Stanislas Sobieski,
Prof. Laurent Francis,
Prof. Jean-Pierre Raskin
Département d'électricité,
Université catholique de Louvain,
Louvain-la-Neuve/Belgien
nicolas.andre@uclouvain.be
www.dice.ucl.ac.be

Kontakt

Polytec GmbH, Waldbronn
Tel.: 07243 604-0 · Fax: 07243 69944
info@polytec.de
www.polytec.de/microsystems