

- 1 Im Aluminium-Druckguss hergestelltes Bauteil mit eingegossenem piezoresistiven DiaForce®-Sensor.
- 2 Schematischer Aufbau des Sensorsystem zum Eingießen in Aluminium.

CAST^{TRONICS}®

EINGIESSEN VON SENSOREN AUF BASIS VON DIAFORCE® IN GUSSTEILE AUS ALUMINIUM

Die CAST^{TRONICS}®-Technologie ermöglicht das direkte Eingießen elektronischer Sensoren und adaptronischer Funktionselemente im Druckgussverfahren.

In das Bauteil eingegossene Sensoren ermöglichen die Erkennung, Messung und Beurteilung mechanischer Belastungen im Bauteil wie Druck- und Zugkräfte, Verformung oder Schwingungen. Aufgrund der fertigungstechnischen Integration während des Gießprozesses können die Sensoren direkt am Ort der Wirkung in das Bauteil eingebettet werden, um vor Überbelastung oder Schädigung des Bauteils zu warnen. Dadurch wird eine **Zustandsüberwachung** ermöglicht (Structural Health Monitoring), insbesondere für Sicherheitsbauteile ein entscheidender Vorteil. Das Schwingungsverhalten von Bauteilen sowie deren Akustik kann darüber hinaus durch

integrierte Piezo-Aktoren aktiv beeinflusst werden (Structural Health Control).

Konventionelle Sensoren zur Überwachung des Belastungszustandes von Bauteilen und ihrer Verformungen – beispielsweise Dehnungsmessstreifen (DMS) – müssen auf die Oberfläche eines Bauteils appliziert werden.

Eingegossene, im Bauteil integrierte Sensoren bieten den Vorteil, dass sie nach dem Eingießprozess vor Verschmutzung, Beschädigung oder Verlust geschützt sind – sowohl für weitere mechanische Bearbeitungsprozesse am Gussteil, bei der Montage als auch im betrieblichen Einsatz. Weiterhin wird durch die gießtechnische Integration eine optimale Anbindung der Sensorelemente an die Materialstruktur möglich. Zusätzliche Bearbeitungs- sowie Fügeprozesse zur Applikation der Sensoren können entfallen.

**Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM**
Formgebung und Funktionswerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse
Wiener Straße 12
28359 Bremen

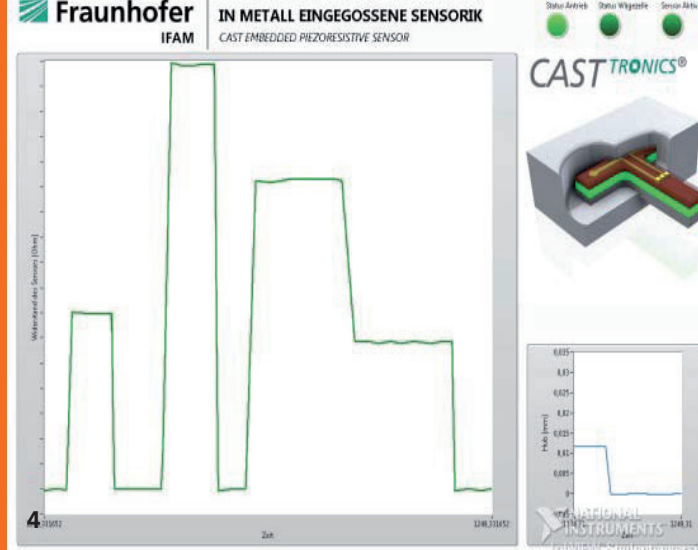
Kontakt
Dipl.-Wi.-Ing. Christoph Pille

Telefon +49 421 2246-227
Telefax +49 421 2246-77227
casting@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de



3



4

Am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST wurde eine piezoresistive Dünnschichtsensorik entwickelt, die sich in ihrer Sensoreigenschaft dadurch auszeichnet, dass sie sowohl dynamische als auch statische Belastungen detektieren kann, ohne hierfür selbst elastisch deformiert werden zu müssen. Herkömmliche piezoelektrische Sensoren ermöglichen keine Messung statischer Belastungen und erlauben außerdem keine Vorlasteinstellung. Die Verwendung von Kraftsensoren auf Basis von Dehnungsmessstreifen (DMS) oder piezoelektrischen Materialien impliziert darüber hinaus eine zusätzliche Masse und Elastizität, sowie hohe Kosten.

Die kraftsensorische Schicht DiaForce® auf Basis einer diamantähnlichen Kohlenwasserstoffschicht ermöglicht hingegen sowohl eine statische als auch eine dynamische Messung von Kräften. Bei der DiaForce®-Sensorschicht handelt es sich um eine tribologisch belastbare Schicht (Härte 20 GPa), die im eingegossenen Zustand ohne elastische Deformation direkt in den Hauptbelastungszonen des Bauteils misst. Die Schichtdicke des Sensors liegt bei nur 6 µm. Der Aufbau des gesamten Dünnschichtsensor-systems ist in Bild 3 dargestellt.

Am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM ist es gelungen, piezoresistive Sensoren mit DiaForce®-Technologie in Bauteil aus Aluminium zu integrieren – direkt während ihrer gießtechnischen Herstellung im Druckguss- und Kokillengussverfahren (Bild 1).

Die spezielle Zusammensetzung der Sensorschicht widersteht den direkten Kontakt mit der 700 °C heißen Aluminiumschmelze. Auf eine thermische Isolation des Sensors zum Schutz vor thermischer Belastung oder Zerstörung kann mit der Technologieentwicklung der Fraunhofer-Institute IST und IFAM verzichtet werden. Der im Aluminium eingebettete Sensor ändert bei Einleitung einer mechanischen Kraft in linearer Abhängigkeit seinen elektrischen Widerstand (Bild 2 + 4). Das Messprinzip zur Auswertung der Sensorsignale basiert hingegen auf konventionellen Messverfahren zur Widerstandsbestimmung

- 3 Demonstrator zur Messung dynamischer Belastungen und statischer Verformung des Gussteils.
- 4 Belastungsabhängige Widerstands-Kennlinie des in Aluminium eingegossenen piezoresistiven Dünnschichtsensor-Systems.