

# Bauteile mit Dehnungssensor

**OBERFLÄCHENSENSORIK** – Ein am Laser Zentrum Hannover entwickeltes Verfahren ermöglicht die Herstellung von Dünnschichtsensoren auf 3D-Bauteiloberflächen und wird nun an Werkzeugmaschinenkomponenten getestet.

**D**er Faktor Information gewinnt in der heutigen Produktionstechnik zunehmend an Bedeutung, nicht zuletzt auch wegen der rasanten Fortschritte in der modernen Datenverarbeitung. So werden zunehmend Produktionssysteme oder sogar einzelne Bauteile mit Sensorik und Kommunikationsschnittstellen ausgestattet, um autonom Informationen aus ihrer Umwelt zu sammeln, zu verarbeiten und Entscheidungen treffen zu können.

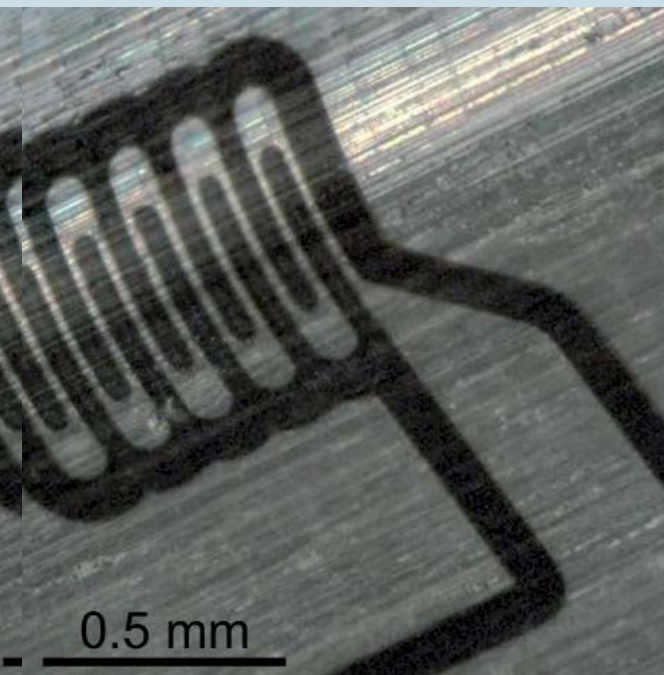
Die Mikrostrukturierung von gesputterten Dünnschichten mit ultrakurzen Laserpuls ermöglicht nun die Herstellung von robusten Dünnschichtsensoren, die direkt auf ge-

krümmte Oberflächen von Bauteilen aufgebracht werden können. So sollen laserstrukturierte Dehnungsmesssensoren zukünftig eine exakte Kräfteermittlung auch an kritischen Messorten, wie hochbelasteten Werkzeugmaschinen oder komplexen 3D-Bauteilen ermöglichen.

Kräfte, Dehnungen oder Drücke mit Dehnungssensoren zu messen ist ein bekanntes und bewährtes Prinzip. Verformt sich ein Bauteil aufgrund einer Krafteinwirkung, ändert sich der elektrische Widerstand im oft mäanderförmig ausgeführten Dehnungswiderstand. Die Widerstandsänderung ist dabei proportional zur Kraft und kann mit einer

Messelektronik ausgewertet werden. Werden hohe Ansprüche an die Dehnungssensorik gestellt, eignen sich einfach Folien- oder Draht-Dehnungsmessstreifen nur bedingt für einen dauerhaften Einsatz in rauer Umgebung. Klebeverbindungen zwischen Messstreifen und Bauteil können altern oder driften und beschränken den Einsatzbereich.

Werden die Sensoren durch Dünnschichttechnologien hergestellt, erweitert sich der Einsatzbereich von Dehnungssensoren und es ergeben sich neue Möglichkeiten zur weiteren Miniaturisierung. Die Sensoren werden dabei schichtweise direkt auf der Bau-



**1 + 2** Dünnschicht-Dehnungssensoren auf komplexen Bauteiloberflächen. Ein Laserstrahl trägt die obere Schicht entlang der Sensorkontur ab (dunkle Bereiche) und isoliert so den Sensor vom Rest der Fläche. Die eigentlichen Dehnungswiderstände sind nur 30 µm breit.

teilerfläche aufgebracht, zum Beispiel durch Sputter-Beschichtung, und der gesamte Dehnungssensor samt Isolations-, Kontakt- und Schutzschichten ist dann nur wenige Mikrometer dick.

Die Strukturierung der filigranen Sensorgeometrie erfolgt üblicherweise durch fotolithographische Ätzverfahren. Dies schreckt jedoch viele mögliche Anwender ab: Die Anlagentechnik ist aufwendig und die Prozessketten lang. Die fotolithographische Strukturierung ist somit häufig nur bei großen Stückzahlen rentabel. Zudem sind Sensorstrukturen auf ebene Flächen begrenzt. Hier setzen die Ingenieure am Laser Zentrum Hannover e.V. an.

Die komplette Strukturierung der Sensoren erfolgt durch Laserabtrag in nur einem Arbeitsschritt. Durch den Einsatz von ultrakurz gepulsten Lasern gelingt es, einzelne Schichten selektiv abzutragen. Der Prozess kommt ohne Masken aus, und der Sensor wird direkt auf Basis eines CAD-Modells auf das Werkstück geschrieben. Hierdurch können bereits kleine Losgrößen kosteneffizient strukturiert werden. Die Bearbeitungsauflösung wird durch die verwendeten Laseroptiken bestimmt. Sie liegt typischerweise bei etwa 10 bis 20 µm.

Erst kürzlich wurde gezeigt, dass sich der Bearbeitungsprozess problemlos auf dreidimensionale Oberflächen übertragen

lässt. Die Abbildungen zeigen Sensoren auf komplexen Oberflächen. Die laserstrukturierten Bereiche erscheinen dunkel, hier wird die darunterliegende Isolationschicht sichtbar. Für eine isolierte Struktur muss lediglich ein schmaler Streifen entlang der Sensorkontur abgetragen werden.

Die gezeigten Dehnungsleiter bestehen aus elf mäanderförmig angeordneten Einzelstreifen, jeweils 300 µm lang und 30 µm breit. Sie befinden sich im Radius einer Nut. Kontaktpads zur späteren Anbindung an die Messelektronik sind auf den Flanken angeordnet. Wird ein schneller Laserscanner verwendet, lassen sich die gezeigten Strukturen innerhalb weniger Sekunden herstellen. Die Sensoren sind nach elektrischer Kontaktierung funktionstüchtig.

Das Strukturierungsverfahren, das im Rahmen des hannoveraner Sonderforschungsbereichs 653 ›Gentelligente Bauteile im Lebenszyklus‹ entwickelt wurde, wird nun an Maschinenkomponenten einer Werkzeugmaschine getestet. Die integrierten Sensoren sollen – so die Vision der Ingenieure – der Maschine das Fühlen beibringen.

Auf diese Weise lassen sich Informationen schon während des Fertigungsprozesses aufzeichnen und es eröffnen sich so neue Konzepte für eine intelligente Fertigungsüberwachung und -steuerung.

www.sfb653.uni-hannover.de  
www.lzh.de

**REGO-FIX®**



**Eines für alle!**

**powRgrip® System.  
Jetzt auch PG 6.**

Für kleinste  
Spanndurchmesser  
0.2 bis 3.175 mm.



**METAV**

28.02. - 03.03.2012  
Halle 14 Stand B3

www.rego-fix.com