



Auszug aus dem Jahresbericht 2020
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

9 INDUSTRY, INNOVATION
AND INFRASTRUCTURE



INTELLIGENTE SCHRAUBVERBINDUNG – DÜNNSCHICHTSENSOR MELDET LOCKERE SCHRAUBEN

Schrauben an wichtigen Verbindungsstellen wie Brücken, Windkraftanlagen oder Maschinen in Produktionsstraßen, die sich mit der Zeit lockern, stellen ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Das Forschungszentrum IoT-COMMS – Teil des Fraunhofer-Clusters of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT – hat daher eine intelligente Schraubverbindung entwickelt, die eine drahtlose und energieautarke Überwachung ermöglicht. Dabei misst ein am Fraunhofer IST entwickelter Dünnschichtsensor die Kräfteinwirkungen auf die Schraubverbindung und Veränderungen der Umgebungstemperatur am Montageort. Ziel ist die Realisierung einer energieautarken Überwachung von Strukturen wie z. B. Brücken, Gerüsten oder Windkraftanlagen in einem permanenten Langzeit-Monitoring.

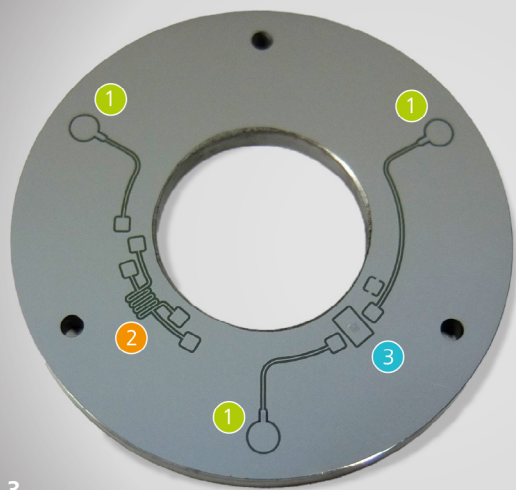
Dünnschichtsensorik

Die Integration der Sensorik in die Schraubverbindung erfolgt am Fraunhofer IST über das Aufbringen eines Dünnschichtsystems auf der Oberfläche von Unterlegscheiben. Dazu wird zunächst in einem PACVD-Prozess (plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung) die am Fraunhofer IST entwickelte piezoresistive DiaForce®-Schicht homogen auf der Scheibe abgeschieden. Anschließend werden einzelne Elektrodenstrukturen aus Chrom gefertigt, welche die Sensorflächen zur Belastungsmessung sowie eine Struktur zur Temperaturkompensation bilden (vgl. Abbildung 3). Auf einer darauffolgenden elektrisch isolierenden SiCON®-Zwischenschicht, eine mit Silizium und Sauerstoff modifizierte Kohlenwasserstoffschicht, die ebenfalls im PACVD-Verfahren abgeschieden wird, werden sowohl Leiterbahnen zu den Kontaktierungspunkten als auch eine temperaturmessende Mäanderstruktur aus Chrom strukturiert. Diese Strukturen werden mit einer zweiten abschließenden SiCON®-Schicht vor Verschleiß geschützt (vgl. nebenstehende Darstellung).

In Prüfständen am Fraunhofer IST können die temperaturabhängigen und belastungsabhängigen linearen Kennlinien jeder einzelnen Sensorstruktur gemessen werden.

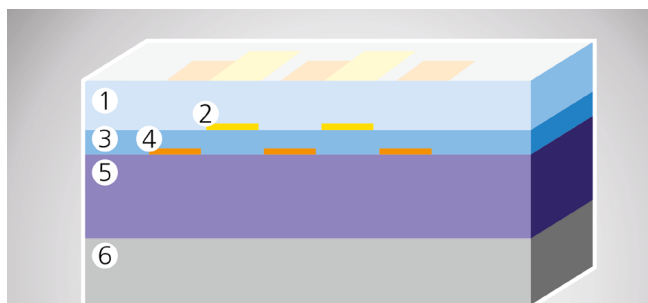
Eigenschaften der »Intelligenten Schraubverbindung«

Die intelligente Schraubverbindung ist ein vollintegriertes IoT-Device, das eine drahtlose und energieautarke Überwachung von Schraubverbindungen ermöglicht. Dazu ist das sensorische Unterlegscheibensystem mit einem Schraubenkörper verbunden, in dem Energieversorgung und Funkübertragung integriert sind (vgl. Abbildung 1). Mithilfe der drahtlosen Übertragungstechnologie mioty® werden vom Sensorsystem regelmäßig Messwerte an eine Cloud-gebundene Kontrollinstanz übertragen. Vor der Montage werden die Schrauben in der manipulations sicheren Programmierereinheit »FunkeyBox« konfiguriert und erhalten einen eigenen Schlüssel. Dadurch sind die Sensordaten bei der Übertragung an die Basisstation bzw. das Backend angriffssicher. Eine autarke Versorgung wird durch Energy Harvesting gewährleistet.



- 1 Bereiche zur Kraftmessung
- 2 Temperatursensor
- 3 Temperaturkompensierende Struktur

3



- 1 Isolations- und Verschleißschutzschicht (3 μm)
- 2 Temperaturmäanderstruktur (0,2 μm)
- 3 Isolations- und Verschleißschutzschicht (1 μm)
- 4 Elektrodenstruktur Cr (0,2 μm)
- 5 DiaForce® (6 μm)
- 6 Metallischer Grundkörper

Schematische Darstellung des multifunktionalen Schichtsystems.

- 1 Einsatz der intelligenten Schraubverbindung.
- 2 Drahtloses und energieautarkes Monitoring.
- 3 Sensorische Unterlegscheibe.

In der Schraube befindet sich ein Thermogenerator, der bei kleinsten Temperaturgradienten am Schraubgewinde elektrische Energie erzeugt und so den Sensor energieautark betreibt. Alternativ können Sensor und Funk durch eine Solarzelle oder Batterie betrieben werden (vgl. Abbildung 2).

Ausblick

Mit den erzielten Projektergebnissen sollen nach einer Marktstudie und Anwenderworkshops Schrauben für drei ausgewählte Zielanwendungen optimiert, realisiert und potenziellen Anwendern als Evaluation-Kits zur Verfügung gestellt werden.

Das Projekt

Diese Lösung wird im Rahmen des Fraunhofer-Forschungszentrums IoT-COMMs in Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute IST, IIS, LBF und AISEC entwickelt. Das FloT-COMMs ist ein Teil der Clusterinitiative CCIT (Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies) der Fraunhofer-Gesellschaft.

KONTAKT

Marcel Plogmeyer, M.Sc.
 Telefon +49 531 2155 661
 marcel.plogmeyer@ist.fraunhofer.de

Anna Schott, M.Sc.
 Telefon +49 531 2155 674
 anna.schott@ist.fraunhofer.de