

Auszug aus dem Jahresbericht 2011

Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

PIEZORESISTIVE DÜNNSCHICHTSENSORIK IN DIREKTEM WÄLZKONTAKT VON LAGERN

Moderne Plasmatechniken ermöglichen die Herstellung von multifunktionalen Oberflächen, die tribologisch optimiert sind und gleichzeitig über sensorische Fähigkeiten verfügen. In Zusammenarbeit mit dem Lagerhersteller Schaeffler Technologies AG & Co. KG wurden Lager mit Dünnschichtsensorik ähnlich einer »Haut für Maschinen« realisiert, mit denen Online-Messungen möglich sind.

Die Detektion von Lastverteilungen in der Laufbahn von Lagern ist eine der größten Herausforderungen im Bereich Sensorik, da die Wälzkörper dort Hertz'sche Pressungen ausüben, die im GPa liegen können. Am Fraunhofer IST wird seit vielen Jahren an einem Schichtsystem geforscht, das unter extrem hoher Belastung orts aufgelöst die Kraft, die jeder einzelne Wälzkörper ausübt, detektiert.

Sensorische Dünnschichtsysteme

Die sensorische Kohlenstoffwasserstoffschicht Diaforce® ist unter Normkrafteinwirkung piezoresistiv und zeigt sehr gute tribologische Eigenschaften. Diese High-Tech-Schicht wird direkt auf den Lagerring im PACVD Prozess beschichtet. Auf diese Sensorschicht ($d=6\ \mu\text{m}$) werden dann Chrom-Elektroden ($d=200\ \text{nm}$) im Lift-off-Prozess abgeschieden. Sie bestimmen den lokalen Messfleck, der später von der Lagerkugel überrollt werden wird. Auf diese Weise können die einzelnen Kugelkontakte gemessen, und die Lastverteilung im Lager detektiert werden. Die Elektroden werden im Kontaktbereich mit Gold beschichtet (Bild 2 und 3), so dass Messdrähte angelötet werden können. Zum Abschluss wird eine elektrische Isolations- und Verschleißschutzschicht SiCON® ($d=3-4\ \mu\text{m}$) abgeschieden. Das vollständig aufgebaute Sensorlager mit Dünnschichtsystem auf dem Innenlagerring ist in Bild 1 dargestellt.

Statische Charakterisierung des Dünnschichtsystems

In einem am Fraunhofer IST entwickelten Prüfstand wurden die Kraftsensoren statisch getestet, wobei sich eine lineare Widerstandsabhängigkeit von der Belastung an jeder Sensorstruktur ergab. Das Ergebnis: Mit zunehmender Belastung wird eine lineare Widerstandsabnahme von 20–40 Ohm/N gemessen, abhängig von der Sensorstrukturgröße. Dieses Verhalten ist reversibel, so dass bei Entlastung der Ausgangswiderstand wieder erreicht wird (obere Grafik).

Sensorische Eigenschaften des Dünnschichtsystems

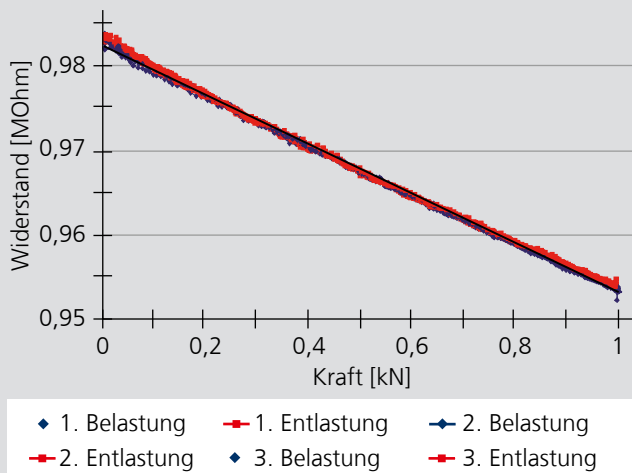
FAG Lager (6206.C4) mit integriertem piezoresistiven Schichtsystem DiaForce®-Cr-SiCON® wurden in einem Prüfstand bei der Schaeffler Technologies AG & Co. KG dynamisch getestet. Ziel dieser Untersuchungen war es, durch Widerstands- bzw. Spannungsänderungen der Kraftsensoren, das Überrollen der Lagerkugeln zu detektieren und die Lastverteilung in der Laufbahn aufzunehmen.

Ausblick

Die Verschleißfestigkeit piezoresistiver Dünnschichtsysteme, die direkt in der Laufbahn von Lagern messen, muss in einem nächsten Schritt für einen langzeitstabilen Einsatz bei hohen Belastungen und Drehgeschwindigkeiten optimiert werden.

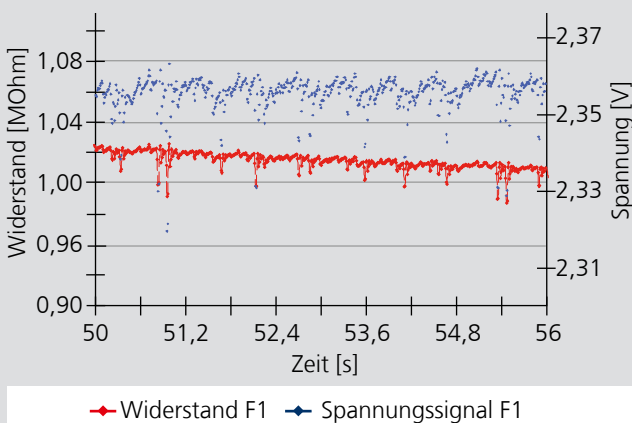


Linearer Kennlinienverlauf des Sensorwiderstandes in Abhängigkeit von der Belastung.



- 1 Lager mit integrierter Dünnschichtsensorik.
- 2 Zwei Innenlagerringe mit piezoresistivem Schichtsystem in der Laufbahn der Wälzkörper.
- 3 Innenlagerring mit der piezoresistiven Sensorschicht DiaForce® und darauf strukturierten Chromelektroden mit Goldkontakten.

Test der Kraftsensorik im Prüfstand bei Schaeffler Technologies AG & Co. KG. Der Widerstandsverlauf spiegelt die Kugelkontakte wider. (Käfig mit 13 Kugeln; Drehgeschwindigkeit: 100 rpm; Normalbelastung: 1500 N).



KONTAKT

Dr.-Ing. Saskia Biehl
 Telefon +49 531 2155-604
 saskia.biehl@ist.fraunhofer.de