

Dünnschicht-Dehnmessstreifen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Patrick Schwaller, Prof. Roland Hungerbühler

Experte: Benno Bitterli (CSL Behring)

Dehnmessstreifen (DMS) werden beispielsweise zur Überwachung von wirkenden Kräften bei Antriebswellen verwendet. Bei sehr kleinen oder runden Bauteilen stösst die Methode mit aufklebbaren Folien-DMS an seine Grenzen. Ein Ansatz zum Herstellen von DMS ist das Aufbringen von dünnen strukturierten Schichten auf das Bauteil mittels Aufdampfen über laserstrukturierte Masken. Dieses Herstellungsverfahren wurde in der Thesis auf seine Realisierbarkeit untersucht.

Ausgangslage

Bei einer mechanischen Belastung auf Zug, Biegung oder Torsion wird die Geometrie des Dehnmessstreifens verändert. Das heisst konkret, dass die Struktur gedehnt oder gestaucht wird. Dies hat zur Folge, dass sich der elektrische Widerstand des DMS verändert.

Es gibt zwei Möglichkeiten wie die Dünnschicht-Dehnmessstreifen hergestellt werden können. Es kann mittels Masken eine DMS-Struktur vorgegeben werden, welche dann auf das Bauteil aufgedampft wird. Bei der zweiten Variante werden die Dünnschichten vorgängig auf die Bauteile aufgedampft und mittels Ablatieren die gewünschte DMS-Struktur erzeugt. In dieser Thesis wurde die Herstellung über die Masken angewendet.

Ziel

Die Grundlagen zum Herstellen eines Dünnschicht-DMS-Prototyps auf einer planen Oberfläche, sowie die Konzeptionierung, Herstellung und Charakterisierung von ersten Prototypen sind zu erarbeiten.

Resultate

Die Herstellungsschritte des Maskenschneidens via Ultrakurzpuls-Laser wurden abgeklärt. Weiter wurden die einzelnen Schichtkomponenten für den Dünnschicht-DMS ausgewählt. Zuerst wird auf das Substrat (Bauteil) eine elektrische Isolationsschicht aus

Siliziumoxid von 200 nm aufgedampft. Die zweite Schicht, die DMS-Struktur aus Aluminium mit einer Dicke von 300 nm, wird durch eine Maske aus Stahlfolie auf das Substrat aufgedampft. Mit einer aufgedampften 150 nm-Goldschicht und einem Silberleitkleber wird der hergestellte DMS elektrisch kontaktiert.

Es wurden grundlegende Berechnungen angestellt, um die theoretischen Widerstandswerte mit den geometrischen Angaben der DMS-Struktur zu berechnen. Anhand dieser Berechnungen wurden erste DMS-Designs entwickelt. Durch die Erfahrung und das Auswerten der gewonnenen Resultate wurden diese ständig weiterentwickelt.

An verschiedenen Prototypenserien konnte das Herstellungsverfahren optimiert werden. Das Verfahren über eine Maske die DMS-Struktur aufzudampfen, hat sich als heikel erwiesen. Das anschmiegen der Maske auf das Substrat, sowie das exakte Ausrichten, wurde als Schwierigkeit erkannt. Mit einer ausgeklügelten Prozessanwendung konnte diese minimiert werden.

Bei der optimierten Prototypenserie wurden 10 DMS hergestellt. Die ausgemessenen DMS-Widerstände betragen im Mittel 268 Ω mit einer Standardabweichung von 13.4 Ω . Theoretisch wurde ein tieferer Widerstand von 162 Ω berechnet. Die Abweichungen sind auf den bedampften Querschnitt und den spezifischen Widerstand der Dünnschicht zurückzuführen. Es wurde festgestellt, dass die aufgedampften Schichten keinen rechteckigen Querschnitt aufweisen, sondern jeweils auf einer Seite etwas abfallen.

Um eine Widerstandsänderung bei mechanischer Belastung zu messen, hat der Nennwiderstand jedoch keine grosse Bedeutung, weil hier die Differenz des Widerstands massgebend ist. Mit den hergestellten DMS konnten Dehnungen gemessen werden. Mit diesen Ergebnissen ist eine gute Grundlage für weitere Forschungsprojekte zur Ausarbeitung der Dünnschicht-DMS geschaffen worden.



Roman Reto Maurer

+41 79 595 35 52

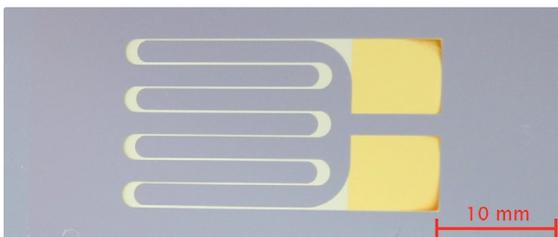
roman.maurer@bluewin.ch



Kilian Stefan Schürch

+41 79 697 36 67

kiliansch@hotmail.com



DMS-Prototyp auf Stahlsubstrat