

ZWISCHENBERICHT

Skalierbarer low-cost Drucksensor mit galvanisch hergestellter Sensormembran und hochdruckfester Füge­technik

Anwendungsfelder für die Druckmesstechnik sind allgegenwärtig und durch eine sehr große Bandbreite an Anforderungen gekennzeichnet – sowohl was die zu messenden Drücke und Medien, als auch die Umgebungsbedingungen der Messungen betrifft.

Um mit einem Messprinzip in möglichst vielen Anwendungsfeldern erfolgreich zu sein, ist die Skalierbarkeit des Sensors eine Grundvoraussetzung. Ebenso wichtig ist die flexible Adaptierbarkeit der Sensorzelle in unterschiedlichen Aufbauten und Messumgebungen.

Die Forschungen und Entwicklungen von Hahn Schickard zur Messung von Drücken und Füllständen mittels kapazitiver, leiterplattenbasierter Druckmesstechnik zeigen das Potenzial einer hochgenauen und kostengünstigen Messtechnik, die zudem sehr einfach in kundenspezifische Anwendungen integriert werden kann. Im Vergleich mit MEMS-Drucksensoren kann die Aufbautechnologie massiv vereinfacht werden, da der Sensor durch das Fügen einer Membran auf eine Leiterplatte im gleichen Prozessablauf wie die übrige Systemelektronik entsteht (Standard SMD-Prozesse). Dies ermöglicht es Firmen, die über keine eigene kostspielige MEMS-Fertigung verfügen, einen wichtigen Teil der Wertschöpfung bei der Produktion von Drucksensoren mit vorhandenen In-house-Technologien zu erreichen.

Ziel des geplanten Projekts ist es, die kapazitiven, leiterplattenbasierten Drucksensoren mit einem Druckbereich von derzeit ca. 30 mbar bis 1 bar zu einer skalierbaren Sensorfamilie für den Druckbereich von 1 mbar bis über 100 bar zu erweitern.

Hierzu sollen folgende technologische Neuheiten untersucht werden:

- > Einsatz von galvanogeformten Federwerkstoffen mit funktional angepassten Schichtdicken zur schnellen und flexiblen Verfügbarkeit unterschiedlichster und hochpräziser Membraneometrien.
- > Implementierung kriechfester Fügeverfahren für die Sensormembran zur Verbesserung der Langzeitstabilität bei hohen Einsatzdrücken.

Bisher wurden im Projekt CuSn-Legierungen in Folienform für die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften abgeschlossen. Nach Optimierung des Abscheidungsprozesses können für Foliendicken bis etwa 80 µm homogene Legierungszusammensetzungen im Bereich von etwa 10% Sn erzielt werden.

Weiter wurden in Abstimmung mit dem Projektbegleitenden Ausschuss Korrosionsversuche an den Folien durchgeführt mit folgenden Prüflösungen: Simulated Body Fluid (SBF), Waschmaschinenlauge und Schwefelhaltiges Getriebeöl. Die mit SBF bzw. Waschmaschinenlauge beaufschlagten Proben zeigten Korrosionsangriff, wogegen die Folien in schwefelhaltigem Getriebeöl mind. 96 h beständig waren. Zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit kann eine Weiterbeschichtung mit Ni bzw. mit NiP erfolgen.

Die mechanischen Eigenschaften von galvanogeformten CuSn-Folien sind vergleichbar mit gewalzten CuSn-Blechen bzw. Folien (Tabelle 1). Als Nachteil ist zu werten, dass die galvanisch hergestellten Proben bereits bei nied-

Probenbezeichnung	Sn Gehalt wt %	E-Modul GPa	Dehngrenze MPa	Zugfestigkeit MPa	Gleichmaßdehnung %	Bruchfestigkeit MPa	Bruchdehnung %	Härte HV
Galvanisch CuSn (Mittelwerte)	10,00	89,18	573,8	730,8	3,2	688	5,8	254,0
Galvanisch CuSn (Instr. Eindringprüfung)	10,04	79,00	-	-	-	-	-	230,6
CuSn8 (Blech)	8,00	109,00	360–710	370–750	-	-	3–20	90–240
CuSn10 (Guss)	10,00	110,00	200–780	400–830	-	-	2–55	70–85 (70–80 Brinell)
CuBe2	2% Be	125,00	190–380	410–540	-	-	35–60	125 (125 Brinell)

Tab. 1: Zusammenstellung von mechanischen Eigenschaften von galvanisch CuSn im Vergleich zu gewalzten bzw. gegossenen CuSn-Qualitäten

rigeren Temperaturen und Dehnungen als die gewalzten CuSn-Folien zur Relaxation neigen. Es sind Versuche geplant, die Relaxationseigenschaften zu verbessern, beispielsweise durch entsprechende Wärmebehandlungsmaßnahmen.

Unter Verwendung der beiden Simulationstools COMSOL® und CellDesign® wurden Berechnungen zur lokalen Stromdichte, Schichtdickenverteilung bzw. Legierungszusammensetzung an Folienproben durchgeführt (Abb.2). Weitere Arbeiten zur Optimierung der Membrangeometrie sind geplant.

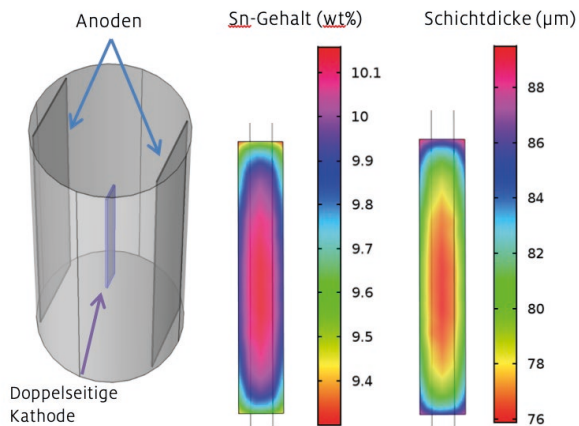


Abb.2: COMSOL®-Simulationen einer beidseitigen Cu-Sn-Folienabscheidung im Becherglas: Betrachtung von Sn-Gehalt (wt%) und Schichtdicke (µm)

Auf metallisierten Kunststoffträgern (DLP-, PMMA- bzw. thermogeformte Substrate) wurden bereits Versuche zur Herstellung von CuSn-Membranen durchgeführt (Abb. 3). Eine Verringerung der Stufenhöhe bei den Kunststoffsubstraten soll künftig Schwachstellen wie Lunker, Risse, etc. reduzieren.

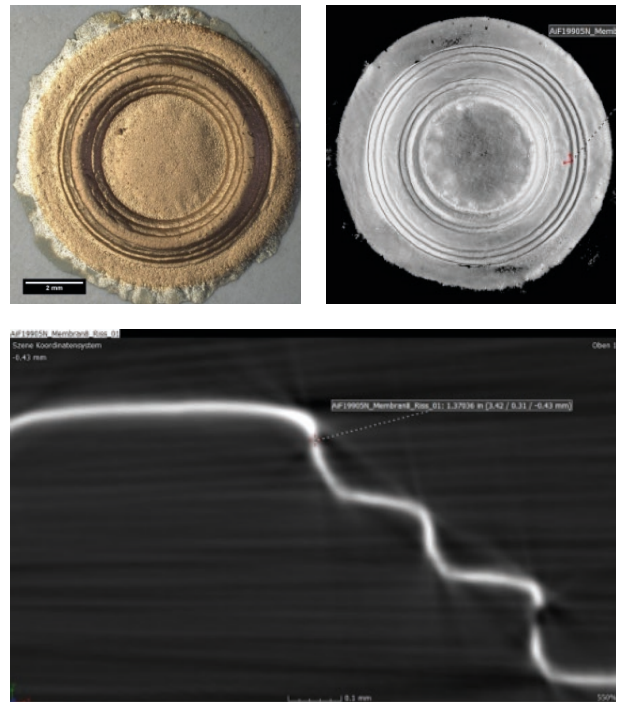


Abb.3: Erste Muster von galvanogeformten CuSn-Drucksensormembranen

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 19905 N der Forschungsvereinigung Edelmetalle + Metallchemie wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: IGF 19905 N

Laufzeit: 1.1.2018 – 30.6.2020

Industriepartner

AMAC ASIC- und Mikrosensoranwendung Chemnitz GmbH | ams AG | Binder Elektronik GmbH | Festo AG & Co. KG
GFS Gesellschaft für Sensorik mbH | Gruner AG | Hetronic GmbH | i2S Intelligente Sensorsysteme Dresden GmbH
Inovan GmbH & Co. KG | IS-Line GmbH | Microchip Technology Inc. | Moosbach & Kanne GmbH | Osypka AG
Robert Bosch GmbH | Schweizer Electronix AG | Sera ProDos GmbH | Seuffer GmbH & Co. KG | Ulrich Bingel Ingenieurbüro
Umicore Galvanotechnik GmbH

Forschungspartner

Hahn-Schickard, Stuttgart | Dipl. Ing. Adrian Schwenck, adrian.schwenck@hahn-schickard.de
Hahn-Schickard, Villingen-Schwenningen | Dr. Axel Schumacher, axel.schumacher@hahn-schickard.de

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dipl.-Ing. Heidi Willing, willing@fem-online.de | M. Sc. Kayla Johnson, johnson@fem-online.de