

Chip in Oil: Die Miniaturisierung geht weiter

Bereits vor etwa zehn Jahren integrierte die KELLER AG für Druckmesstechnik Messverstärker-Chips in die ölgefüllten Gehäuse von Druckaufnehmern. Nun folgte mit einem neuen Signalkonditionierer mit ratiometrischem Signalausgang der nächste Miniaturisierungsschritt, der eine externe Beschaltung praktisch überflüssig macht. Damit gelang es Keller, vollständige Messtransmitter in der Größe bisheriger Messaufnehmer zu realisieren. Zudem hebt die mathematische Temperaturkompensation die Genauigkeit auf ein bislang unerreichtes Niveau.



Autoren: Luzia Haunschmidt,
Ing. Peter Kemptner / x-technik

In der Wahrnehmung der meisten Menschen ist die Schweiz nicht in erster Linie für Elektronikprodukte bekannt, sondern für Schokolade, Käse und für qualitativ hochwertige mechanische Uhren, die auch unter widrigen Umständen ihre hochpräzise Funktion erfüllen.

Die dadurch erlangte Meisterschaft der Schweizer auf dem Gebiet der Feinwerktechnik war es auch, was Dipl. Phys. ETH Hanes W. Keller 1971 in die Schweiz zurückkehren ließ. Er hatte Ende der 60er-Jahre am Honeywell-Forschungszentrum in Minneapolis/USA die integrierte Silizium-Messzelle mitentwickelt und suchte einen Weg, diese in Gehäuse zu packen, mit denen sie auch direkt in den aggressiven Medien in Hydraulikzylindern, Ventilen, Filtern und Pumpen einsetzbar wären.

Das gelang mit der Montage des eigentlichen Sensors auf einer soliden Stahlplatte

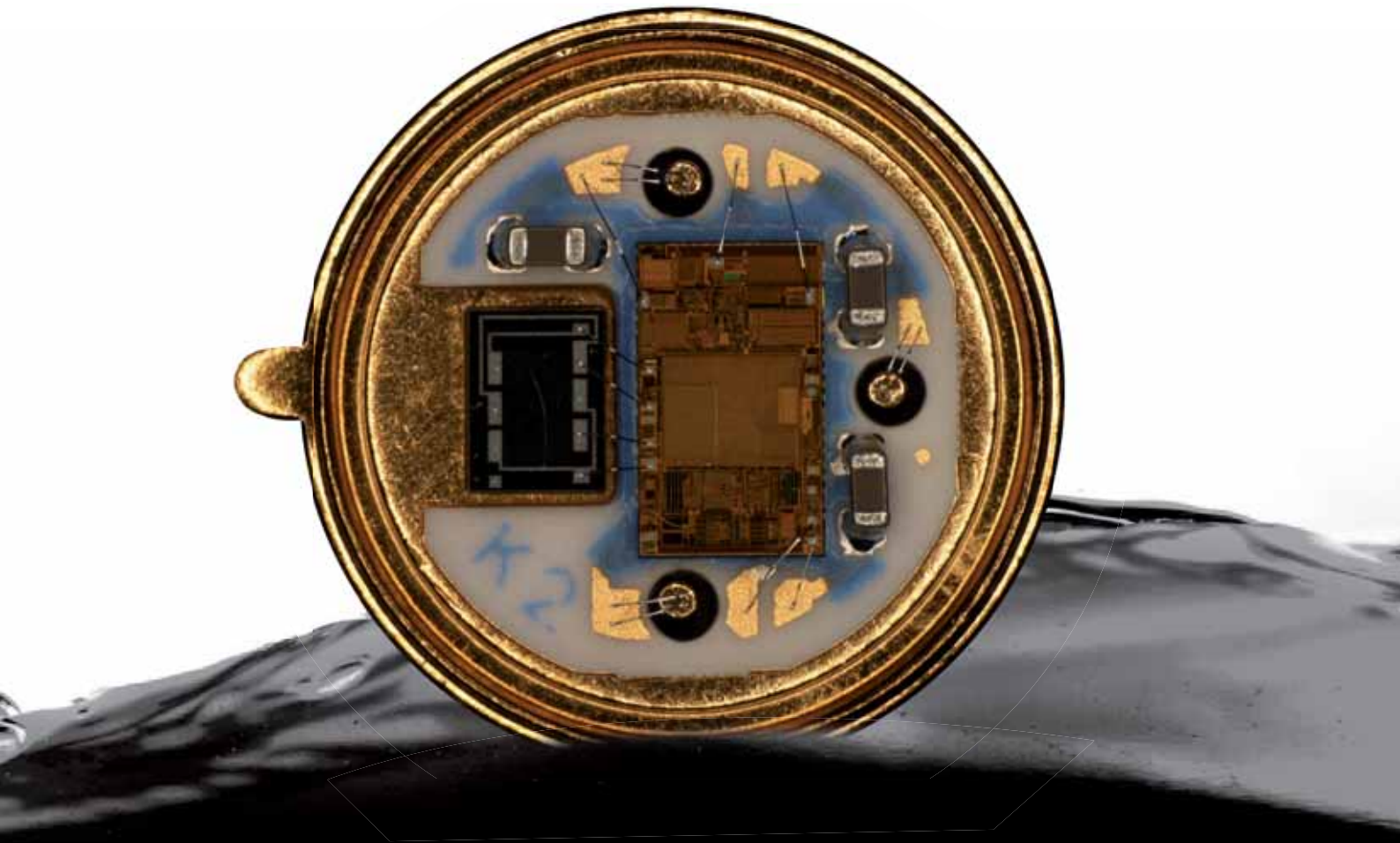
mit dichten Durchführungen aus Glas für die Kontakte, eingeschweißt in ein ölgefülltes Stahlgehäuse mit einer Metallmembran, die den Druck über die Ölfüllung auf den Sensor überträgt. Die 1974 gegründete Firma KELLER AG für Druckmesstechnik hat sich seitdem zum bedeutendsten europäischen Hersteller von Industrie-Drucktransmittern entwickelt. Allein im Jahr 2008 fertigte das nach ISO 9001 / EN 29001 zertifizierte Unternehmen mit 400 Mitarbeitern über 1,1 Millionen solche isolierten Druckmesszellen.

Revolutionärer Miniaturisierungsschritt

Die konsequente Weiterführung der Integration und Miniaturisierung in der Drucksensorik ist die Integration nicht nur des eigentlichen Drucksensors, sondern auch der Elektronik des Messverstärkers im Sensorgehäuse. Da dieser in Form eines programmierbaren integrierten Schaltkreises als nackter Silizium-Chip verbaut wird, erhielt diese Technologie die Bezeichnung „Chip in Oil“. Der Nutzen dieser Technologie ist augenfällig: Neben

einer deutlichen Verkleinerung der Gesamteinheit wird durch die Integration im gemeinsamen Gehäuse die Störanfälligkeit verringert und somit die Betriebssicherheit erhöht. Theoretisch könnte man sogar Drucksensor und Verstärker auf einem gemeinsamen Chip realisieren. Da dies die Flexibilität der Umsetzung verschiedener Messbereiche und der kundenspezifischen Anpassung der Messaufnehmer einschränken würde, hält Keller jedoch an einer Zweichip-Lösung fest. Durch die Integration der Verstärkerschaltung steht direkt an den Anschlüssen der robusten Drucktransmitter ein universell auswertbares, normiertes Signal zur Verfügung. Die notorisch hohen Toleranzen und temperaturabhängigen Schwankungen des eigentlichen Sensors sind bereits durch die Verstärkerschaltung kompensiert.

Erstmals auf den Markt gebracht wurde die Chip in Oil-Technologie von Keller bereits um die Jahrtausendwende. Allerdings war der Miniaturisierungsgrad damaliger Halbleiter nicht mit dem heutigen vergleichbar. Deshalb



konnte im beschränkten Raum innerhalb des Sensorgehäuses zwar der Verstärker selbst untergebracht werden, es war jedoch nötig, diesen durch externe Beschaltung vor elektrischen Störeinflüssen wie Verpolung, ESD oder Überspannung zu schützen.

Umfassender elektrischer Schutz

Mit der aktuellen Generation von Chip in Oil-Drucktransmitter gelang Keller ein revolutionärer weiterer Miniaturisierungsschritt. Der Schutz gegen elektrische Störgrößen ist für Geräte dieser Größe enorm. Der verwendete Signalprozessor weist die nötige elektrische Robustheit auf, denn Anschlüsse sind bis 33 Volt überspannungs- und verpolsicher, die Ausgänge sind kurzschlussfest. Die ESD-Festigkeit beträgt 8 kV, Bursts bis 4 kV sind kein Problem. Die Surge-Protection reicht bei der Industry-Serie 21C 1 kV bei 42 Ohm, und auch die Isolationsspannung zwischen Gehäuse und Masse beeindruckt mit über 500 Volt. Auch hochfrequente Störungen können diesem Drucktransmitter nichts an-

haben, da das Gehäuse als Faradayscher Käfig wirkt. Selbst Feldstärken von 200 V/m bei Frequenzen bis 3 GHz können den Transmitter nicht stören.

DI HTL Bernhard Vetterli, zuständig für Elektronik- und Softwareentwicklung bei Keller, führt dazu aus: „Die Sensoren werden nicht immer schwimmend eingebaut. Oft schweißen wir diese auch ein, damit die interne Dichtung entfällt. Das hängt mit der Medienverträglichkeit zusammen. Die gesamte Elektronik ist jedoch stets hermetisch so dicht abgeschlossen, dass keine Einflüsse durch Feuchtigkeit, Schmutz etc. möglich sind“.

Höher als bisher gewohnt ist auch die Temperaturbeständigkeit der Elektronik, die von -40°C bis $+150^{\circ}\text{C}$ reicht. Dieser Arbeitstemperaturbereich macht die neuen Transmitter nicht nur für die Automotive-Branche interessant (hier gibt es bereits einen namhaften Kunden in Österreich), sondern auch für den Anlagen- oder Maschinenbau, da nunmehr Drücke an Stellen gemessen wer-

den können, an denen bisher die Elektronik keine Überlebenschance gehabt hätte. Interessant ist bei solchen Anwendungen die überaus hohe realisierbare Messgenauigkeit bis hinunter auf 0,5 % über den gesamten Temperaturbereich, die durch mathematische Kompensation erreicht werden kann.

Mathematische Kompensation

Bei diesem Verfahren sorgt ein Mikroprozessor mit integriertem 14 Bit A/D-Wandler für die Aufbereitung des Signals in Abhängigkeit von der Temperatur und damit für einen Ausgleich thermisch verursachter Schwankungen und der Korrektur der Nichtlinearität. Dazu werden die Drucktransmitter beim Kalibrationsprozess über den gesamten Temperatur- und Druckbereich ausgemessen. Das so gewonnene Kennlinienfeld fließt in ein mathematisches Modell zur Kompensation ein, mit dem der Mikroprozessor gegensteuert. Die dabei auftretende geringfügige Signalverzögerung ist für die weitaus meisten Anwendungen unerheblich. Diese 2008 →



Dipl. Phys. ETH Hannes W. Keller gründete 1974 die Firma KELLER AG für Druckmesstechnik, die sich seitdem zum bedeutendsten europäischen Hersteller von Industrie-Drucktransmittern entwickelt hat.



Neu sind auch die OEM Druckaufnehmer von Keller der Serie 3 L bis 10 L mit lasergeschweißter Trennmembrane für Druckbereiche von -1 bis 1.000 bar (absolut und relativ).



von Bernhard Vetterli bei Keller entwickelte Methode garantiert außergewöhnliche Präzision im ganzen Arbeitsbereich. Mit dieser mathematischen Modellierung der Sensorcharakteristik und digitaler Kompensation wurden kürzlich die piezoresistiven Chip-in-Oil-Drucktransmitter für industrielle Anwendungen mit 0,5 - 4,5 V ratiometrischem Ausgang der Serie 21 C für Druckbereiche von 2 bis 100 bar neu vorgestellt. Neben dem sehr geringen Temperaturfehler von maximal $\pm 1,0$ % FS über den Temperaturbereich von 0 bis 50° C bestechen die Drucktransmitter mit einer Genauigkeit unter $\pm 0,25$ % FS. Dazu werden die Transmitter über die gesamte Bandbreite von Druck und Temperatur ausgemessen, programmiert und im selben Testaufbau nach der Kalibration zu 100 % kontrolliert. Durch hohe Modularität und eine breite Standard-Palette an Steckern und Druckanschlüssen erlaubt die Serie 21 C eine hohe Flexibilität, sowohl zur Berücksichtigung von Kundenwünschen auch bei hochvolumigen Serien, als auch für die kundenspezifische Kommissionierung von Lagerware bei kleineren Stückzahlen.

Auch Druckaufnehmer werden weiterentwickelt

Ebenfalls neu sind die OEM Druckaufnehmer der Serie 3 L bis 10 L mit lasergeschweißter Trennmembrane für Druckbereiche von -1 bis 1.000 bar (absolut und relativ). Dabei handelt es sich um eine neue Reihe piezoresistiver Druckaufnehmer mit einer Bauhöhe von nur etwas über 4 mm und einer enormen Vielfalt verschiedener Größen bis hinunter zu einem Außendurchmesser von 9,5 mm. Die Weiterentwicklung bereits erprobter Laserschweißverfahren ermöglicht das absolut spaltfreie Verschweißen der nur 0,02 mm dicken Edelstahlmembrane mit dem Gehäusekörper. Neben der Beständigkeit gegen Spaltkorrosion hebt die verbesserte Methode auch die bereits bisher hohe Stabilität der Keller-Sensoren noch weiter an. Auch diese Druckaufnehmer werden in automatisierten Testanlagen Druck- und Temperaturzyklen unterworfen und mit einem vollständigen Kalibrierschein mit allen relevanten Werten ausgeliefert. Mit der vorgesehenen schwimmenden Montage mit O-

Ring werden Verspannungen vermieden. Dadurch kann der Erhalt der in den Prüfanlagen gemessenen Werte garantiert werden. Auch diese Aufnehmer weisen eine sehr hohe typische Genauigkeit von 0,25 % FS auf. „Erste Rückmeldungen von Kunden bestätigen, dass sich die umfangreiche Entwicklungsarbeit gelohnt hat“, sagt Bernhard Vetterli von der Abteilung Elektronik bei der Keller AG. „Die Integration der Druckmessung hat sich wesentlich vereinfacht, und das bei einem bisher nicht gekannten Grad an Präzision und Miniaturisierung.“

Vetrieb Österreich
Tech Trade technische Produkte,
Produktions- u HandelsgmbH
 Güntherstr. 8, A-4040 Linz
 Tel. +43 732-733311-0
www.techtrade.co.at

KELLER AG für Druckmesstechnik
 St. Gallerstrasse 119, CH-8404 Winterthur
 Tel. +41 52235-2525
www.keller-druck.com