



Ob Silizium, Keramik oder Metall, das Material ist das Hauptunterscheidungsmerkmal der Drucksensoren und gibt meist schon die Einsatzmöglichkeiten vor

Druckmessung für industrielle Anwendungen

Quo vadis Drucksensor?

Betrachtet man den Markt für industrielle Druckmesstechnik, so findet man je nach Hersteller, Anwendungsbereich und Preisniveau eine Reihe von unterschiedlichen Sensoren. Für die Wandlung des Druckes in ein elektrisches Signal werden verschiedene physikalische Effekte genutzt. Darüber hinaus kommen unterschiedliche Sensormaterialien, wie Silizium, Keramik und Metall, zum Einsatz. Nur wer sich bei den Messprinzipien und deren spezifischen Eigenschaften auskennt, kann den für seine Anwendung geeignetsten Sensor auswählen.

Während in der Vergangenheit Drucksensoren bestenfalls zur Überwachung eines einzigen Betriebsdruckes eingesetzt wurden, so nutzen heute immer mehr Anwender zusätzliche Informationen, die aus dem elektrischen Signal gewonnen werden können. Günstigere Preise eröffnen den

Zutritt zu neuen Märkten, die bislang mit mechanischen Lösungen bedient wurden. Das reine Fertigungs-Know-how reicht heute deshalb längst nicht mehr aus, um erfolgreich Drucksensorik zu vertreiben. Vielmehr ist der Drucksensor zum Problemlöser für kundenspezifische Aufgabenstellungen geworden. Al-



Vor allem wenn es um hohe Drücke geht, geht kein Weg an metallischen Dünnsfilmsensoren vorbei



Michèle Beyer gehört zum Team Industry Transmitters der Wika GmbH in Klingenberg



all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



lerdings steht dabei immer noch das Messprinzip im Vordergrund.

Alles eine Frage des Prinzips

Ihre Anfänge fand die elektrische Druckmesstechnik in den 30er Jahren. Damals setzte man geklebte Dehnungsmessstreifen ein, die später von den so genannten Folien-DMS mit Vollbrückenschaltungen vom Markt verdrängt wurden. Der Vorteil der sehr einfachen Anbringung an jegliche Art von verformbaren Körpern steht bis heute die mangelnde Stabilität des Messprinzips gegenüber. Deswegen findet man geklebte DMS vornehmlich noch in Höchstdruckanwendungen. Rund 30 Jahre später kamen die ersten metallischen Dünnsfilmsensoren auf den Markt, bei denen vier Widerstände in Form einer Wheatstone-Brücke auf einer kreisförmigen Membran aufgedampft bzw. aufgesputtert sind. Sie stellten zwar einen gewaltigen Fortschritt hinsichtlich der Stabilität dar, konnten sich jedoch lange Zeit nicht durchsetzen. Grund dafür ist das komplizierte und somit aufwändige Herstellungsverfahren. Obwohl in den folgenden Jahren noch andere Sensorarten entwickelt wurden, reicht keiner an den Dünnsfilmsensor heran, wenn es um die Messung hoher Drücke geht.

Notwendigkeit einer nachgeschalteten Temperaturkompensation.

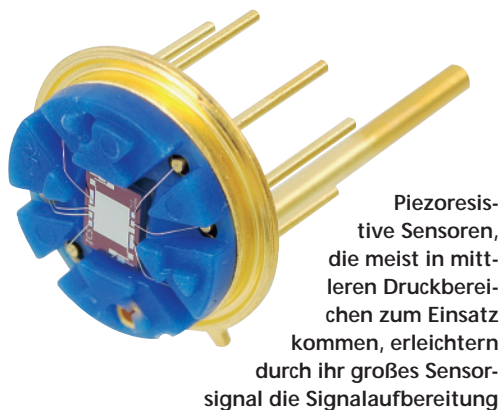
In den frühen 70er Jahren suchte man also immer noch nach einem für die Prozessindustrie geeigneten und in Großserien herstellbaren Drucksensor. Dies war die Geburtsstunde des kapazitiven Keramiksensors, der bis heute in der Prozessindustrie am weitesten verbreitet ist. Seine Stärken liegen in der Messung kleinster Drücke bei extrem hoher Überlastsicherheit. Allerdings bedeutet die unvermeidbare interne O-Ring-Abdichtung eine begrenzte Stabilität, die unmittelbar mit der Gefahr von Undichtigkeiten einhergeht.

Schließlich darf der keramische Dickschichtsensor nicht unerwähnt bleiben. Er wurde ursprünglich als low-cost-Sensor für die Automobilindustrie entwickelt, findet jedoch heute auch immer mehr Einsatz in industriellen Anwendungen. Er hat eine ähnliche Funktionsweise wie der metallische Dünnsfilmsensor, ist jedoch wesentlich günstiger herzustellen, da die Widerstandsstruktur aufgedruckt wird. Allerdings muss der Dickschichtsensor wie der keramisch-kapazitive Sensor mittels O-Ring abgedichtet werden.

Potenziale ausschöpfen

Bis weit in die 90er Jahre hinein konzentrierten sich die Hersteller von elektrischer Druckmesstechnik auf eine oder bestenfalls zwei Sensorarten. Man hatte die Hoffnung, dass das eigene Prinzip eines Tages die übrigen vom Markt verdrängen würde. Dabei wurde beharrlich ignoriert, dass – bedingt durch die spezifischen Vor- und Nachteile – jede einzelne Drucksensorik ihre Daseins-Berechtigung hat. Mittlerweile fand ein Umdenken statt, so dass flexible Anbieter heute zur optimalen Anpassung ihrer Druckmessgeräte an die Kundenbedürfnisse auf bis zu vier verschiedene Technologien zurückgreifen.

Ein Bereich, der für Drucksensoren viel Potenzial bietet, sind neue großvolumige Märkte, die bislang mit rein mechanischen Druckmessgeräten bedient wurden und nun günstigere Lösungen fordern. Da die heute vorrangig eingesetzten Drucksensoren nur ein geringfügiges Einsparpotenzial bieten, wird intensiv nach alternativen, kostenoptimierten Messmethoden gesucht. Viele der Ansätze beschäftigen sich mit halb mechanischen Lösungen, d. h. die Druckänderung wird zunächst mittels federelastischem Messelement in eine Wegänderung gewandelt, die wiederum zur Änderung eines elektrischen Signals führt. Dabei kommen neben dem so genannten Hall-Effekt auch induktive



Die rasante Entwicklung in der Automobilindustrie brachte kurze Zeit später das piezoresistive Sensorelement hervor. Durch seine mangelnde Kompatibilität zu Flüssigkeiten oder aggressiven Gasen fand der Piezosensor allerdings erst mit Einführung der Ölkapselung in den frühen 80er Jahren Zugang zu industriellen Anwendungen. Heute kommen piezoresistive Sensoren, die eine Messmembran auf Siliziumbasis haben, vorrangig in den mittleren Messbereichen zum Einsatz. Sie bieten im Vergleich zum Dünnsfilmsensor den Vorteil eines wesentlich größeren Sensorsignals (Faktor 20 bis 50), was die Signalaufbereitung wesentlich vereinfacht. Was bleibt, ist die aufwändige metallische Kapselung und die

Sensortyp	hoher Druckbereich	niedriger Druckbereich	Genauigkeit $\leq 0,1\%$	trockene Messzelle	schock- und vibrationsfest	druckspitzenfest	langzeitstabil
Dünnschichtsensoren	ja	bedingt	ja	ja	ja	ja	ja
Piezoresistive Drucksensoren	nein	ja	ja	nein	bedingt	bedingt	ja
Keramische Dickschichtsensoren	nein	bedingt	nein	ja	bedingt	bedingt	bedingt

und kapazitive Verfahren zum Einsatz. Parallel dazu findet selbstverständlich auch eine Weiterentwicklung der verbreiteten und gängigen Sensoren statt. Größtes Einsparpotenzial bietet hier sicherlich die piezoresistive Sensortechnologie, wo man seit jeher an Lösungen arbeitet, um die aufwändige und damit teure Ölkapselung zu vermeiden bzw. effizienter zu gestalten. Ein Trend, der sich sicherlich durchsetzen wird, ist der Verzicht auf die interne O-Ring-Abdichtung bei keramischen Drucksensoren. Seit geraumer Zeit findet man bereits erste Lösungen auf dem Markt.

Entwicklung unter Hochdruck

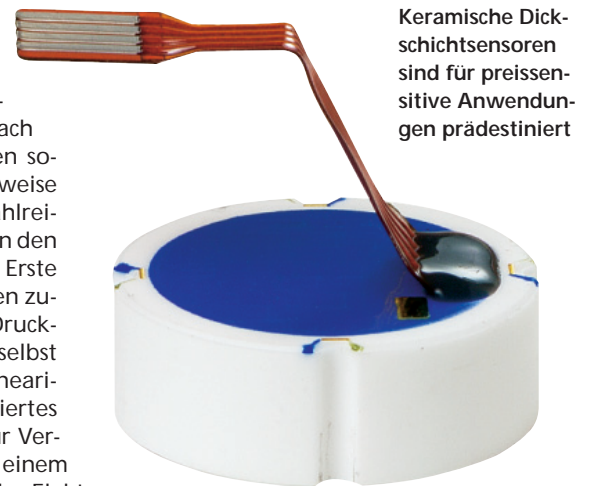
In zahlreichen Anwendungen müssen heute Drücke von 1000 bar und mehr erfasst werden. Dabei zeigt die Entwicklung deutlich, dass immer höhere Wirkungsgrade, strengere Sicherheitsvorschriften und neue Prozesse die Drücke stetig in die Höhe steigen lassen. Es gibt heute bereits erste Anwendungen, in denen Drücke bis 14000 bar zuverlässig und genau zu messen sind. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis noch höhere Druckbereiche nachgefragt werden. Von allen am Markt erhältlichen Sensorprinzipien hat sich hier die Dünnschichtsensorik am meisten bewährt. Im Gegensatz zu den üblicherweise verschweißten Dünnschichtsensoren übertrifft der mit dem Druckanschluss verspannte Sensor alle anderen Prinzipien in seiner Langzeitstabilität und Lebensdauer um Längen.

Eines haben jedoch alle Messprinzipien gemein, sie benötigen ausnahmslos eine nachgeschaltete Elektronik. Um der Forderung nach immer günstigeren Lösungen sowie einer kompakteren Bauweise nachzukommen, gibt es zahlreiche Versuche die Elektronik in den Drucksensor zu integrieren. Erste verfügbare Lösungen besitzen zusätzliche Schaltungen im Drucksensor. Die Sensoreinheit selbst stellt auf diese Weise ein linearisiertes, temperaturkompensiertes und vorverstärktes Signal zur Verfügung, dass sich von einem A/D-Wandler ohne zusätzliche Elektronik weiterverarbeiten lässt.

Unter Temperatureinfluss

Der schöne alte Spruch, es gibt kaum eine Anwendung, in der Temperatur nicht gemessen werden muss, und sei es, weil es sich um eine Störgröße handelt, hat nichts an seiner Aktualität verloren. Neben der Kosteneinsparung am eigentlichen Messgerät sind integrierte Temperaturmessungen nicht nur Platz sparend, sondern ermöglichen es dem Anwender die Anzahl der Eingriffe in seinen Prozess zu reduzieren.

Im Gegensatz zu den vergangenen Jahrzehnten spielt die Genauigkeit bei Raumtemperatur immer weniger eine Rolle. Vielmehr ist der Gesamtfehler einer Messeinheit entscheidend für die Einsatzmöglichkeiten des Sensors. Dabei



Keramische Dickschichtsensoren sind für preissen-sitive Anwendungen prädestiniert

stecken in dem Sensorelement als einem der Hauptverursacher von Temperaturfehlern noch enorme Verbesserungspotenziale. Optimierte Herstellungsverfahren der Brückenschaltungen bei Dünnschichtsensoren und keramischen Dickschichtsensoren sind hier ein möglicher Lösungsansatz.

Dies war nur ein kleiner Ausblick auf die Zukunft der Drucksensorik; es gibt zweifelsohne noch zahlreiche Trends, die hier ungenannt geblieben sind. Außer Frage steht, dass stetig neue Anforderungen hinzukommen werden, so dass die Frage – Quo vadis Drucksensor? – ewig neu gestellt werden muss. (no)

Prinzipien der Drucksensorik