ME707 - Frontbündige, medienresitive Druckmesszelle mit Auswerteelektronik

Mit dem ME707 stellt AMSYS, Mainz, eine Sensor-Einbaueinheit vor, die aus einer frontbündigen, keramischen Druckmesszelle und der dazugehörigen elektronischen Signalverarbeitung besteht. Die Einbaueinheit erlaubt den Einsatz in aseptischen Anwendungen und ist gegen die meisten chemischen Stoffe dauerhaft resistent. Sie ermöglicht dem OEM-Kunden, ohne zusätzliche Komponenten oder Abgleichprozeduren, einen Sensor mit einem 0,5…4,5Volt-Ausgang in einem weiten Druckbereich (1 bis 400 bar) für Absolut-, Sealed Gage- oder Relativdruck aufzubauen.

Der ME707 besteht aus einer keramischen Druckmesszelle und einer aufgesetzten Platine mit einer hoch integrierten Auswerte-Elektronik. Messzelle und Elektronik sind bereits werkseitig abgeglichen, so daß die aufwendige Kompensation und Kalibration für den Anwender entfällt. Das bedeutet, daß weder an der Messzelle noch an der Elektronik irgendwelche zusätzlichen Einstellungen vorzunehmen sind. Die notwendigen Tätigkeiten des Anwenders reduzieren sich lediglich auf den Einbau in ein spezielles Gehäuse, wofür vom Hersteller ausführliche Konstruktionshinweise gegeben werden.

Grund genug, um die eingesetzten Technologien zu erläutern und das Produkt ME707 näher zu beschreiben.

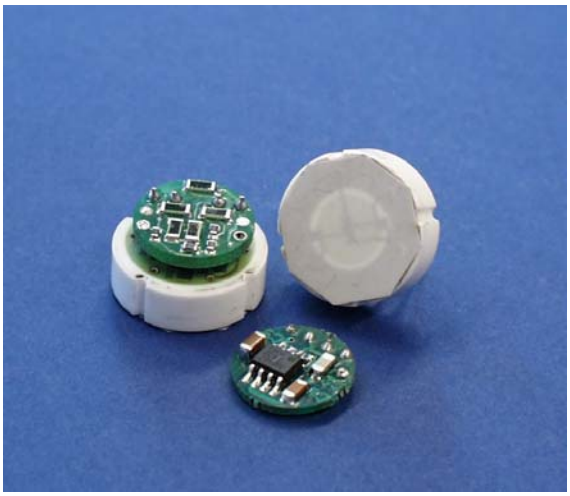


***Abbildung 1: - Einbaueinheit ME707*, keramische Messzelle und Platine mit Auswerte-Elektronik-**

Keramik als Basismaterial für Druckaufnehmer wurde erstmals Mitte der siebziger Jahre in der Drucksensorik eingesetzt. Ein Grund für die Entwicklung war der Wunsch, die teuren mediengetrennten Druckaufnehmer (Sensoren mit Ölvorlage und Stahlmembran) durch kostengünstigere und ebenso medienresistente Messzellen zu ersetzen.

Die Fortschritte in der Keramiktechnologie führten zu leistungsfähigen Druckmesszellen, die heute in großen Stückzahlen und für viele Anwendungen hergestellt werden. Typische Applikationen sind in der Automobiltechnik und in der industriellen Automatisierung überall da zu finden, wo Medienresistenz (Chemische Widerstandsfähigkeit) gefordert ist. Als Beispiele dienen Anwendungen in Bremssystemen (Pneumatik), Benzinpumpen, Getriebeüberwachungen, Hebevorrichtungen (Hydraulik), Kompressoren und Füllstandsüberwachung.

ME707 - Frontbündige, medienresitive Druckmesszelle mit Auswerteelektronik

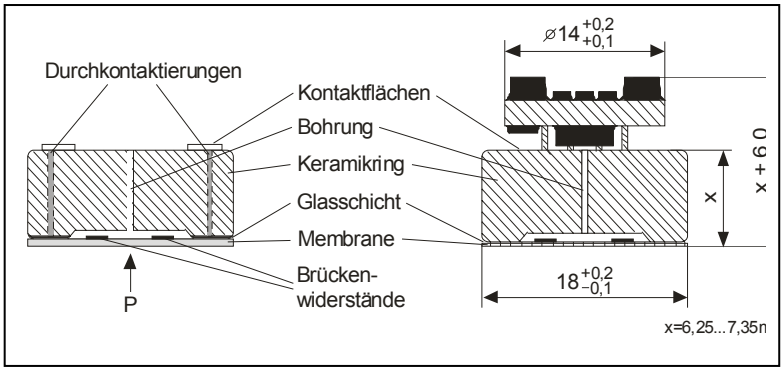


***Abbildung 2*: - Prinzip- und Maßzeichnung ME707-**

Resistive keramische Messzelle

Keramik-Druckmesszellen werden prinzipiell wie konventionelle Dick- oder Dünnschicht-Hybridschaltungen hergestellt. Als Grundmaterial dient Aluminiumoxid (Al_2O_3), das entsprechend dem physikalischen Wirkprinzip strukturiert wird. Hier unterscheidet man kapazitive und resistive Messzellen, wobei sich dieser Artikel ausschließlich mit den kostengünstigeren resistiven Keramikelementen beschäftigt.
Die resistive keramische Messzelle des Sensors ME707 (*Abbildung 2*) besteht aus zwei Teilen; einem scheibenförmigen Keramikkörper mit kreisförmiger Aussparung und einer dünnen Keramikmembrane (druckempfindliches Element). Die Keramikmembrane wird mit Glaslot über der Aussparung auf dem Keramikkörper aufgeglast, so dass ein runder Hohlraum entsteht. Auf der Innenseite der Membrane befinden sich gesinterte Widerstände (Abbildung 1), die eine Wheatstone-Messbrücke bilden. Wenn Druck auf die Membrane wirkt und sie sich dadurch deformiert, werden zwei diagonal liegende Widerstände gestreckt, wohingegen die beiden anderen gestaucht werden. Die entsprechenden molekularen Verschiebungen in den leitenden Bestandteilen der gesinterten Pasten bewirken eine Änderung der Widerstandswerte. Diese ist proportional zur Membranbiegung und somit auch proportional zum Druck. Man erhält letztlich ein druckabhängiges Ausgangssignal, das im Bereich von 10…25 mV bei 5 VDC Versorgungsspannung liegt. Die elektrischen Anschlüsse der Widerstände werden mit Hilfe von Durchkontaktierungen durch den Keramikkörper bis auf die Rückseite der Messzelle geführt. Hier werden Sie mit Abgleichwiderständen verbunden

Meßbereiche (Pnom.)	0 bis 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 400 bar Absolut, Relativ- Sealed Gage Versionen
Berstdruck	2,5 x Pnom., für P < 100 bar, 400 bar für Meßbereich 0…200bar 650 bar für Meßbereich 0…400 bar
Speisespannung	5VDC
Ausgangssignal	0,5 bis 4,5V, 3 Leiter, ratiometrisch
Abgleichgenauigkeit (Nullpkt. und Spanne)	≤ ± 1%FS(max.), ≤ ± 0,5%FS (typ.)
Lastwiderstand	> 10KΩ
Max. Stromaufnahme	< 4mA
Linearität	≤ ± 0,4 %FS
Hysterese und Wiederholbarkeit	≤ ± 0,2 %FS
Thermische Empfindlichkeitsänderung (TCS)	typ.≤ ± 0,5%FS/K
Thermische Nullpunktsänderung (TCO)	≤ ± 0,04%FS/K , typ ≤ ± 0,5%FS für Bereich -25 bis 85°C
Betriebstemperaturbereich	-25 bis 125°C

***Tabelle 1:* - Auszug aus Datenblatt des ME707-**

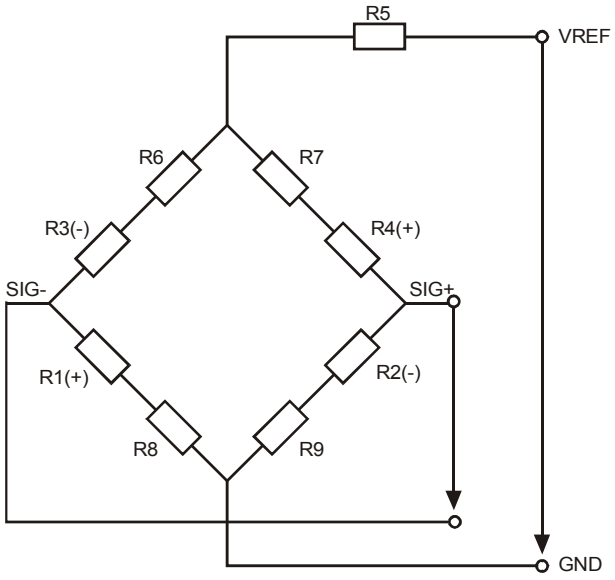
Für die Absolut-Druckversion des Sensors muss der Hohlraum unter der Membrane bis zu einem Vakuum ausgepumpt werden, das den Nullpunkt des zu messenden Druckbereiches festlegt. Dazu wird der Hohlraum durch eine Bohrung in der Mitte des Keramikkörpers evakuiert. Anschließend wird der Hohlraum versiegelt.

Bei der Relativdruck-Version ist der Hohlraum mit dem Umgebungsdruck als Referenzwert durch die offene Bohrung verbunden.

Wird der Hohlraum unter Umgebungsdruck versiegelt (sealed), so entsteht die sogenannte Sealed Gage-Druckversion.

Kalibration und Kompensation

Die Messzelle hat auf der Rückseite des Keramikkörpers Widerstände, die die Wheatstonesche Widerstandsbrücke auf der Membrane zu einem Abgleichnetzwerk erweitern (Abbildung 3).
Der Offset der Messzelle wird bereits im Werk nahezu auf Null kalibriert (± 0,5 mV bei 5 VDC und 25°C). Nach der Messung des Offset als Funktion der Temperatur wird der Temperaturkoeffizient TCO (thermische Nullpunktverschiebung) durch Abgleich von PTC-Widerständen innerhalb der Brückenschaltung kompensiert. Bei einem Messbereich von z.B. 0…10 bar(FS) ist eine Abweichung von max. ≤ ± 0,04 % FS / K möglich, was ± 4 mbar / K entspricht.Der Messzellenabgleich geschieht heute ausschließlich mit Laservorrichtungen, die in die Widerstände einschneiden und durch Einengung des elektrischen Feldverlaufes die Widerstandswerte auf den gewünschten Wert erhöhen.
Der Temperaturkoeffizient der Spanne TCS (therm. Empfindlichkeitsänderung) liegt im industriellen Temperaturbereich bei typisch ≤ - 0,012 % FS / K und im erweiterten Temperaturbereich von –40°C bis 135°C bei ≤ -0,014 % FS / K.



R1 … R4	Brückenwiderstände	10 kOhm +/- 20%
R5	Empfindlichkeitsabgleich	600 Ohm … 13 kOhm
R6, R7	Offsetabgleich	570 Ohm … 13 kOhm
R8, R9	TK-Offset Kompensation	2 … 40 Ohm
VREF	+ Versorgungsspannung	5 … 30 VDC
GND	- Versorgungsspannung	
SIG+	+ Ausgangssignal	
SIG-	- Ausgangssignal	

Abbildung 3: **- Abgleichnetzwerk der keramischen Messzelle des ME707-**

ME707 - Frontbündige, medienresitive Druckmesszelle mit Auswerteelektronik

Auswerte-Elektronik

Da das druckabhängige Ausgangssignal der Messzelle bei 5VDC Versorgungsspannung im Bereich von nur 10…25mV liegt, muss auf eine rauscharme und störungsfreie Verstärkung durch die Auswerte-Elektronik geachtet werden. Im ME707 erfolgt die Signalverarbeitung durch eine integrierte Schaltung vom Typ AM457 der Analog Microelectronics GmbH, Mainz (www.analogmicro.de).
Das eingesetzte IC zeichnet sich in einem weiten Temperaturbereich (-40 bis 125°C) durch einen geringen Offset (0,1 mV) und eine geringe Offsetdrift (typ. 0,5 µV / K) aus und erzeugt damit praktisch keine zusätzlichen Fehler.
Da der ME707 für KFZ-Anwendungen konzipiert ist, muß die druckabhängige Ausgangsspannung in einem Bereich von 0,5…4,5V liegen und ratiometrisch sein, d.h. das Ausgangssignal muß sich proportional zu den Schwankungen der Versorgungsspannung verhalten.

Nullpunkt (Offset) und Verstärkungsfaktor (Spanne) werden durch Lasertrimmung von Chipwiderständen entsprechend den geforderten Werten des Ausgangssignals eingestellt. Diese Abgleichwiderstände befinden sich zusammen mit dem Auswerte-IC AM457 auf einer runden Platine (Ø 14 mm) in geringer Distanz zum Keramikkörper (Abbildung 2). Diese Anordnung bietet den Vorteil einer hohen Störfestigkeit gegen EM-Einstrahlungen. Der kleine Durchmesser der Platine ist zudem Voraussetzung für eine problemlose Montage des ME707 in ein Sensor-Gehäuse.

Einbau des Keramiksensors

Der Einbau des Keramiksensors in ein Gehäuse muß stressfrei erfolgen und darf keine Veränderung der eingestellten Ausgangswerte zu Folge haben. Dies gilt insbesondere für den kalibrierten Nullpunktwerts (Offset). Eine zu hohe Belastung durch die Halterung der Meßzelle führt zu einer mechanischen Verspannung, was eine Nullpunktverschiebung mit sich bringt. Eine Einbauempfehlung für Keramikmesszellen unterstützt den Anwender bei einer Montage.

Zur Prototypenerprobung bietet AMSYS, Mainz Schraubgehäuse aus Edelstahl mit einem G1/4“ und G1/2“ Außengewinde. Der ME707 oder andere Keramiksensoren mit Ø 18 mm können ohne Schwierigkeiten eingebaut werden (*Abbildung 4*). Für die Fertigung eines eigenen Gehäuses erhalten Kunden auf Wunsch ausführliche Informationen zum Nachbau.

***Abbildung 4*: - Prototypengehäuse für keramische Messzellen-**

Frontbündige Montage für medienresitive Anwendungen

Neben der physikalischen Belastung der Messzelle durch Druck in einem weiten Messbereich (1 bis 400 bar) müssen auch die chemischen Anforderungen durch die Benutzung in aggressive Medien berücksichtigt werden. Dank der hervorragenden chemischen Beständigkeit der Keramik ist der ME707 gegen die meisten Medien resistent. Dies gilt insbesondere für Lösungsmittel, Basen und Säuren. (Übersicht über chemische Beständigkeit: www.amsys.de/products/ceramic.html) Damit eignet sich der ME707 auch für Messaufgaben in der chemischen und der Lebensmittel-Industrie. Dabei gelten insbesondere in der Lebensmittelfertigung hohe Hygienemaßstäbe. Rückstände an der Sensormembrane dürfen nach einer Durchspülung mit Reini-

gungsmitteln nicht mehr vorhanden sein (Aseptische Anwendungen). Der frontbündige Aufbau des ME707 kommt dieser Forderung entgegen und ist mit einem geeigneten O-Ring gegen die meisten Reinigungsmittel unempfindlich.

Zusammenfassung

Neben den keramischen Meßzellen werden kompensierte und kalibrierte Einbaueinheiten angeboten, die auf ein Ausgangssignal von 0,5…4,5V verstärkt sind. Die Teile sind einbaufertig und ersparen den Aufwand eines nachträglichen Abgleichs. Sie sind durch die Wahl des Materials gegenüber den meisten Messmedien resistent und insbesondere durch ihren Aufbau für aseptische Anforderungen geeignet.

Weitere Informationen: www.amsys.de und www.analogmicro.de