



AMS 4711 - medienkompatibler Drucktransmitter im Streichholzschachtelformat

Bei piezoresitiven Drucksensoren besteht die Meinung, dass diese prinzipiell nicht zur Messung von Druck in Flüssigkeiten z.B. für Füllstandsmessung geeignet seien.

Am Beispiel des Drucktransmitters AMS 4711 zeigt AMSYS, dass man dieses Problem mit modernen Materialien und Rückseitenbeaufschlagung für einseitige Medienanbindung lösen kann.



Abbildung 1: AMS 4711 im Streichholzschachtelformat

Problemstellung: Medienverträglichkeit

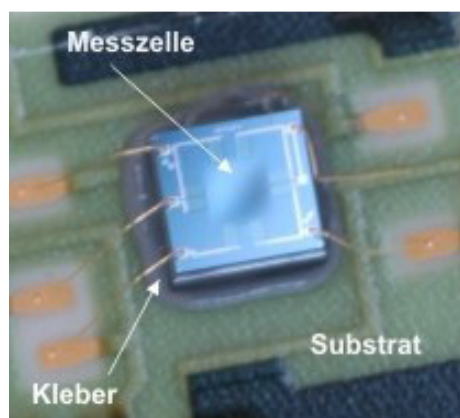


Abbildung 2: Siliziummesszelle für Absolutdruck auf Keramiksubstrat geklebt und mit Golddraht gebondet

Bei herkömmlichen piezoresitiven Siliziumdrucksensoren kann der Druck nur in trockener und nicht aggressiven Gasen gemessen werden. Dadurch wird der Anwendungsbereich stark eingrenzt. Um zu verstehen, dass die Siliziumsensoren auch für Messungen in Flüssigkeiten und gasförmig/feuchten Medien eingesetzt werden können, muss man tiefer in die Sensorkonstruktion einsteigen.

Normalerweise klebt man die Siliziummesszellen (Abbildungen 3 und 4) auf ein Keramiksubstrat und appliziert den Druck auf die Oberseite der Messzelle damit unterstützt man die Klebung der Messzelle auf das Substrat (Abbildung 2).

Unter dieser Voraussetzung gilt für differentielle und relative Sensoren: $P_1/P_2 \geq 1$ (Abbildung 3).



AMS 4711 - medienkompatibler Drucktransmitter im Streichholzschachtelformat

Die Messzelle besteht in den meisten Fällen aus einem Silizium-Chip und einem Glas-(Pyrex)sockel, die anodisch (elektrochemisch) zusammengefügt werden. Hierbei handelt es sich um eine stabile und medienunabhängige Molekularbindung.

Die Oberseite der Siliziummesszelle hat zur Kontaktierung mit dem Substrat kleine Metallflächen (Bondpads = helle Quadrate am Rand der Chipoberfläche in *Abbildung 2 und 3*) aus hochreinem Aluminium, die jedoch nicht korrosionsbeständig sind. Auf Ihnen werden feine Golddrähte angebracht (Bonding), die die Messzelle mit den Kontakten auf dem Keramiksubstrat verbinden (*Abbildung 2*).

Zum Schutz gegen Korrosion (Medieneinflüsse), Staub und Berührung wird die Messzelle normalerweise mit einer Schicht aus weichem Silikongel abgedeckt.

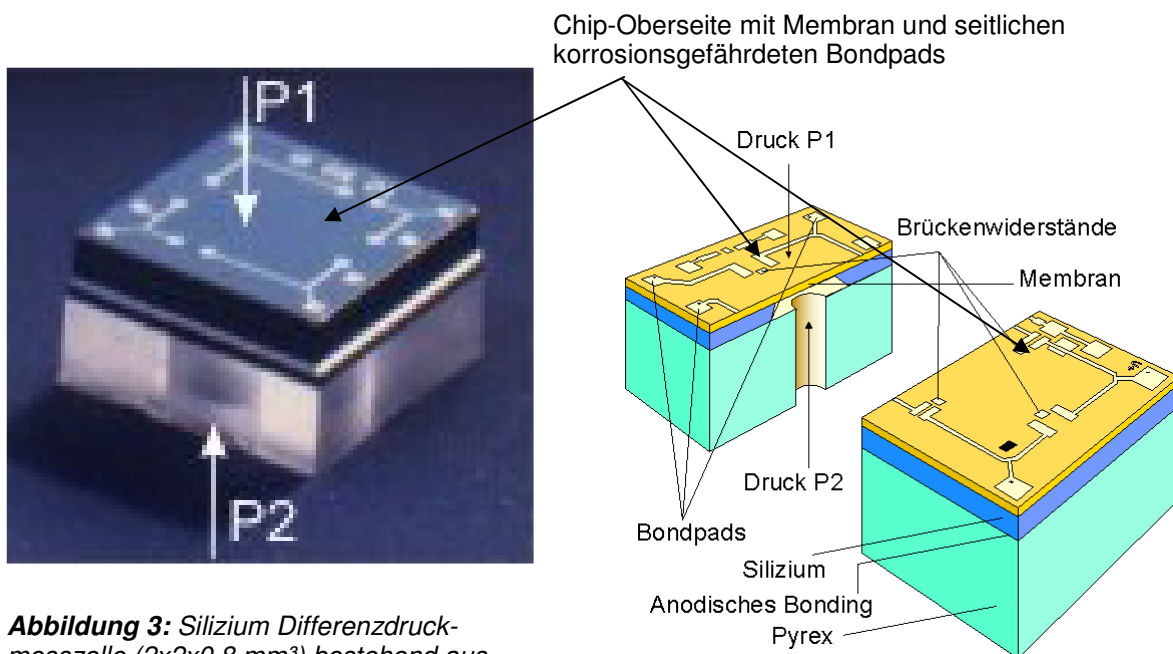


Abbildung 3: Silizium Differenzdruckmesszelle ($2 \times 2 \times 0,8 \text{ mm}^3$) bestehend aus einem Silizium-Chip und einem Pyrexsockel mit implantierten Widerständen (nicht sichtbar)

Abbildung 4: Querschnitt: Silizium Differenzdruckmesszelle mit Widerstandsbrückenschaltung

Es gibt Silicongele, die z.B. gut gegen wässrige Lösungen, Öle oder Alkohole also substanzspezifisch schützen und Korrosion oder Unterkriechen durch die Medien weitgehend verhindern. Aber es gibt kein Gel, das einen universellen Schutz gegen beliebige Medien gewährleistet. Der Schutzüberzug muss also an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Trotzdem ist damit nicht gewährleistet, dass insbesondere bei mehrkomponentigen Medien über die Lebensdauer des Sensors ein dauerhafter Medienschutz besteht.

Neben dem Unterkriechen kann das hygroskopische Verhalten* der Gelmaterialien für die Siliziumsensoren von Nachteil sein. In den Gelen werden durch direkten Kontakt mit Flüssigkeiten Partikel eingelagert, die im Laufe der Zeit bis auf die Siliziumschicht diffundieren können. Dies gilt insbesondere für Anwendungen im höheren Druckbereich.

*hygroskopische Verhalten besteht bei gewissen Chemikalien, die geneigt sind Wasser zu absorbieren



AMS 4711 - medienkompatibler Drucktransmitter im Streichholzschachtelformat

Die Flüssigkeitspartikel können neben der erwähnten Korrosion auf der Sensoroberfläche hochohmige Verbindungen zwischen den Bondpads, die auf verschiedenen Potentialen liegen, verursachen, wodurch die Messwerte verfälscht werden können.

Generell gilt daher: Messzellen ohne Gel-Überzug können bei der klassischen Montage aus den erwähnten Gründen nur zur Messung von trockenen, nicht aggressiven Gasen wie z.B. sauberer Luft benutzt werden.

Problemlösung: Rückseitenbeaufschlagung

Diese offensichtlichen Nachteile der Siliziumsensoren können für die geforderte Medienkompatibilität umgangen werden. Eine Möglichkeit ist, die Messzelle in eine ölgefüllte Kapsel einzubauen und mit einer Edelstahlmembran gegen die Medien zu schützen, was aber erhebliche Mehrkosten verursacht.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, den medienbehafteten Druck auf die unempfindlichere Rückseite der Messzelle zu applizieren (Rückseitenbeaufschlagung).

Die Rückseite der Siliziummesszellen (Unterseite in *Abbildung 3*) ist wegen der fehlenden Alu-Bondpads gegenüber der Oberseite wesentlich weniger medienempfindlich, also prinzipiell besser geschützt. Bei Druckbeaufschlagung von dieser Seite kommen nur die Materialien: Siliziumoxid, Pyrex-Glas, Keramik und in einem schmalen Fügspalt Silikonkleber für die Pyrex-Keramik-Klebung mit den Messmedien in Berührung. Bei der Rückseitenbeaufschlagung mit kritischen Medien gibt es also weder Probleme mit der Korrosion noch mit den elektrischen Kurzschlüssen.

Rückseitenbeaufschlagung bedeutet für eine Differenzmesszelle, dass der höhere Druck P_2 (*Abbildung 3*) von der Unterseite wirkt. Damit ändert sich die Bedingung $P_1/P_2 \geq 1$ in $P_2/P_1 \geq 1$, was die

Umkehrung der Membranauslenkung und damit einen Vorzeichenwechsel des Brückensignals (= Ausgangssignal der Messzelle) zur Folge hat. Polt man aber den Eingang des Instrumentenverstärkers um, so sieht dieser unter der Bedingung $P_2/P_1 \geq 1$ ein positives Signal und verstärkt das Signal in vorgegebener korrekter Weise.

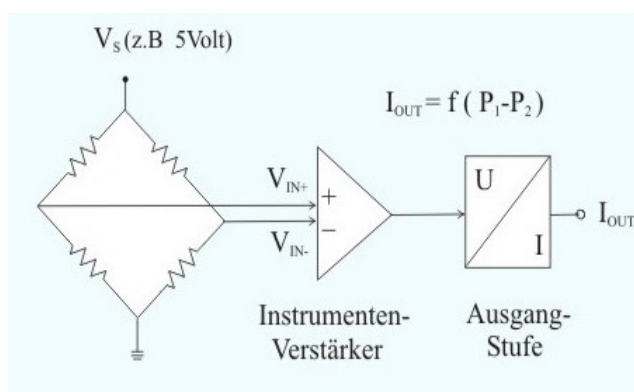


Abbildung 5: Schaltungsanordnung eines piezoresistiven Drucksensors

Mit der Rückseitenbeaufschlagung und der Umpolung des Instrumentenverstärkers kann der Druck in Flüssigkeiten und Gasen auf den Sensor appliziert und gemessen werden, was mit einer herkömmlichen Vorderseitenbeaufschlagung aus erwähnten Gründen nicht ratsam ist.

Nachteil der geschilderten Methode ist die Tatsache, dass der höhere Druck P_2 gegen die Materialverbindungen wirkt. Da die anodische Bondung (Silizium-Pyrex) weitgehend druckfest ist, muss insbesondere die Materialverbindung Pyrex-Keramiksubstrat (*Abbildung 2*) unter dem Aspekt der Klebefestigkeit auch bei Überdruck gut beherrscht sein. Bei den modernen Sensoren ist dies eine Frage der Materialien und der Klebetechnik.



AMS 4711 - medienkompatibler Drucktransmitter im Streichholzschachtelformat

Medienresistenz des AMS 4711

Bei dem Drucktransmitter AMS 4711 [1] wird für die relativen und differentiellen Versionen die Rückseitenbeaufschlagung als Medienschutz angewendet. Dabei hat das zu messende Medium nur Kontakt mit dem Keramiksubstrat, mit dem Pyrexsockel, der Siliziummesszelle und dem Kleber zwischen Pyrexsockel und Keramiksubstrat. Neben diesen Materialien im Bereich der Messzelle sind das Gehäuse und die Druckzuleitungen den Medien ausgesetzt.

Bei den AMS 4711 bestehen die medienführenden Anschlussstutzen und das Gehäuse aus widerstandsfähigem PA6.6*. Alle eingesetzten Materialien sind weitgehend gegen die meisten Medien chemisch widerstandsfähig. Alleine die Klebungen des Gehäuses könnten bei verschiedenen Medien Probleme bereiten. Abhilfe schafft in diesen Fällen die Verbindungen mit ausgesuchten qualifizierten Klebern, die medienresistent sind und die auch die Festigkeitsbedingung (Überdruck) bei der Rückseitenbeaufschlagung erfüllen.

Beschreibung des AMS 4711

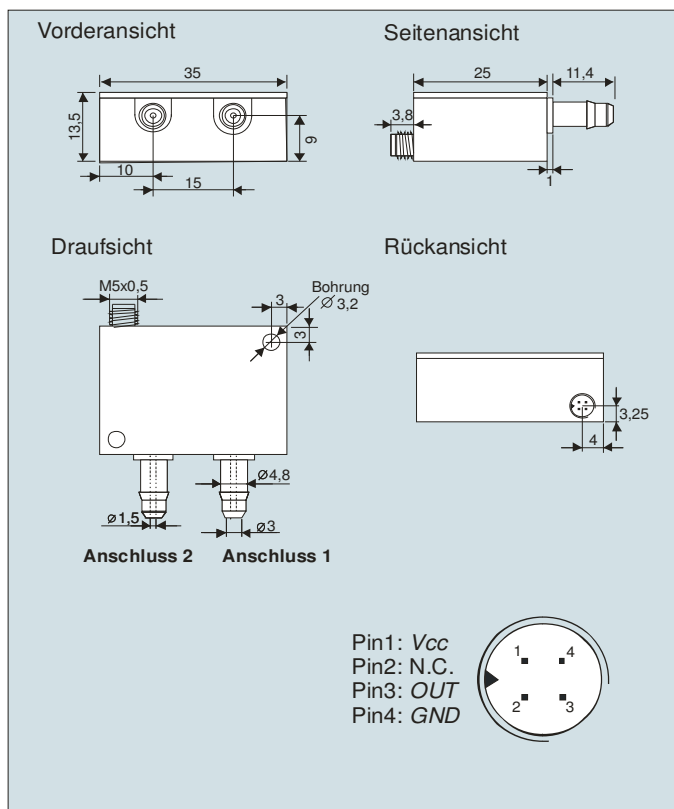


Abbildung 6: Ansicht AMS 4711 (Angaben in mm)

Die miniaturisierten Drucktransmitter der Serie AMS 4711 sind einbaufertige hochgenaue Drucksensoren, die für alle Druckarten geeignet sind.

Die Serie ist mit einem 0...5 V Spannungsausgang ausgestattet, bzw. $2,5 \text{ V} \pm 2,5 \text{ V}$ für die bidirektional-differentiellen Varianten.

Die Sensoren sind kalibriert, linearisiert und im industriellen Temperaturbereich von $-25...85^\circ\text{C}$ kompensiert. Der Versorgungsspannungsbereich erstreckt sich von 7 bis 36 V.

Die AMS 4711 haben bei der differentiellen Version zwei seitliche Schlauchstutzen ($\text{Ø} 4,8\text{mm}$). Der elektrische Anschluss erfolgt über eine Sensor-Steckverbindung M5 zur schnellen Schraubmontage im Innen- und Außenraum.

Die Sensoren genügen den Schutzanforderungen IP67 und sind für die Außenmontage geeignet

*PA6.6 ist z.B. beständig gegen: aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkalien, Bremsflüssigkeiten, Esther, Fette, Ketone, Kraftstoff und Kühflüssigkeiten, Lösungs- Reinigungs- und Waschmittel, Öle, Fette, Alkohole, Wasser und viele andere.



AMS 4711 - medienkompatibler Drucktransmitter im Streichholzschachtelformat

Die Sensoren sind in den Druckbereichen von 0-5 mbar bis 0-350 mbar für differentielle / relative sowie in den Bereichen 0-1 bar und 0-2 bar für absolute oder differentielle / relative Messungen erhältlich. Außerdem wird eine bidirektional differentielle Version in den Bereichen ± 5 , ± 10 , ± 20 , ± 50 und ± 100 mbar angeboten. Damit ist es möglich, Unter- und Überdruck zu messen. Letztlich kann mit der Varianten im Bereich von 700 – 1200 mbar der barometrische Druck gemessen werden.

Der AMS 4711 hat für die Relativ- und Differenzdruck-Varianten standardmäßige Rückseitenbeaufschlagung und eignet sich damit für die Druckmessung bei einseitiger Medienbeaufschlagung für die Füllstandmessung in einer Vielzahl von Flüssigkeiten und reaktiven Gasen.

Anwendungen

Der AMS 4711 eignet sich in der Relativausführung zur Füllstandmessung in offenen Behältern. Als Differenzsensor kann er zur Füllstandkontrolle in Drucktanks verwendet werden. Aufgrund seiner hohen Empfindlichkeit sind Ab- und Zulaufkontrollen bereits für kleine Flüssigkeitsmengen möglich [\[2\]](#).

Zusammenfassung

Mit der Rückseitenbeaufschlagung wird der eingeschränkte Einsatz piezoresistiver Siliziumdrucksensoren in ausschließlich trockenen und nicht aggressiven Gasen aufgehoben. Weil die Rückseite der Messzelle des Sensors wesentlich weniger mediensensibel als die Vorderseite ist, können Drucktransmitter wie der AMS 4711 durch Druckbeaufschlagung der Rückseite und Umpolung des Instrumentenverstärkers bis zu einem gewissen Überdruck auch in Flüssigkeiten eingesetzt werden.

Weiterführende Informationen

- [1] Übersicht der Varianten des AMS 4711 und Datenblatt unter: <http://www.amsys.de/produkte/drucksensoren/ams-4711-drucksensor-mit-spannungsausgang/>
- [2] Füllstandmessung mit dem AMS 4711: <http://www.amsys.de/downloads/notes/AMS4711-Präzise-Füllstandmessung-mit-einem-Niederdrucktransmitter-AMSYS-522d.pdf>

Kontakt

AMSYS GmbH & Co. KG
An der Fahrt 4
55124 Mainz
Deutschland

Telefon: +49 (0) 6131/469875 0
Telefax: +49 (0) 6131/469875 66
E-Mail: info@amsys.de
Internet: <http://www.amsys.de>