



Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren



Differenzdrucksensoren kommen in der Lüftungstechnik in verschiedenen Anwendungen zum Einsatz, z.B. bei der Messung von Volumenströmen, aber auch in der Filterüberwachung. Hier hat der Anwender das Problem, dass die Eingangsluft des Filters oft stark verschmutzt ist. In Ausnahmefällen kommt es sogar zu Kondensation, was bei vielen Drucksensoren zum Ausfall führt. Dabei hilft ein einseitig wasserresistenter Drucksensor mit Rückseitenbeaufschlagung, bei dem die verschmutzte Luft über die medienresistentere Seite zugeführt wird.

Durch die immer höheren Anforderungen an die Effizienz der Lüftungsanlagen werden die Blenden, die den für eine Volumenstrommessung notwendigen Druckabfall verursachen immer kleiner. Die Folge: Die zu messenden Druckdifferenzen werden immer geringer, was immer höhere Anforderungen an die Sensorik stellt.

In diesem Artikel beschreibt AMSYS, Mainz den Aufbau und die Eigenschaften geeigneter Niederdrucksensoren wie z.B. des SM9336. Dabei wird die bidirektionale Differenzdruckmessung erläutert und anschließend auf die Möglichkeit der Rückseitenbeaufschlagung eingegangen.

Im Wesentlichen besteht der OEM-Sensor nur aus zwei Halbleiterbausteinen: einem MEMS (Mikro-ElektroMechanischerSensor) und einem ASIC (AnwendungsSpezifisches IC). Die Messzelle und die gesamte Auswerteelektronik mit den gespeicherten Abgleichkoeffizienten sind in einem 16 Pin SOIC-Gehäuse untergebracht.

Die Miniaturisierung wurde durch den Einsatz von Niederdruckmesszellen ermöglicht, die mit neuen Herstellverfahren (Plasma-Ätzen) erheblich kleinere Abmessungen aufweisen. Zudem konnte erreicht werden, dass auch die Spezifikationen der Druckmesszelle in einigen Punkten verbessert werden können.



Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren

Differenzdruckmessung

In der Differenzmessung vergleicht man zwei Drücke P_1 und P_2 , die von außen über entsprechende Zuführungen (Sensorgehäuse) an der Unter- und Oberseite einer druckempfindlichen Silizium-Messzelle (MEMS) anliegen (*Abbildung 1*).

Allgemein gilt: $P_1 \leq P_2$ oder umgekehrt $P_1 \geq P_2$. Bei den meisten Sensoren gilt die Forderung, dass nur ein Druckverhältnis, also $P_1/P_2 \geq 1$ oder $P_1/P_2 \leq 1$ erfasst und ausgewertet werden kann. Druckmessungen mit dieser Richtungseinschränkung werden als Differenzdruckmessung bezeichnet.

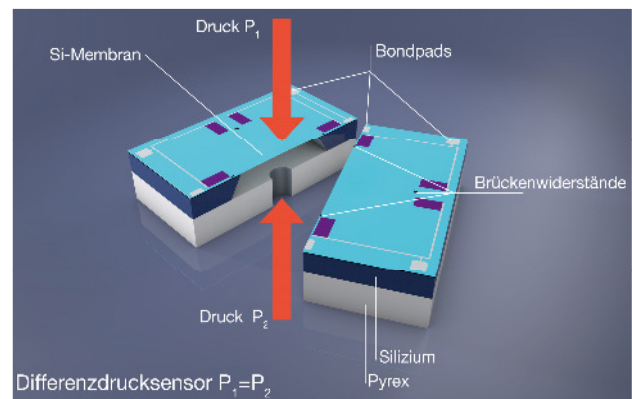
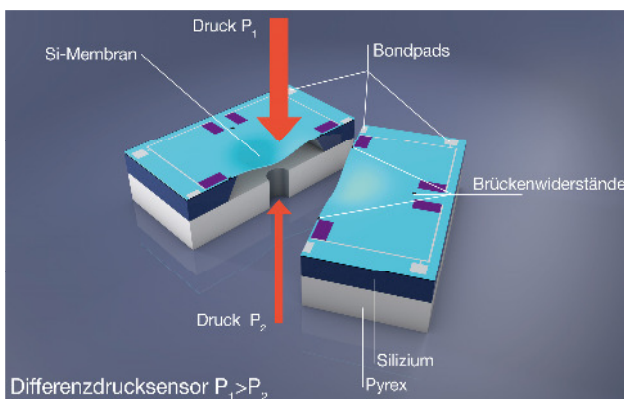


Abbildung 1: Membranverhalten einer piezoresistiven Messzelle unter einem Differenzdruck mit $P_1 \geq P_2$

Im Unterschied zu dieser Differenzmessung ist die bidirektionale Differenzdruckmessung als eine beiderseitige Erweiterung zu sehen.

Bidirektional differentielle Sensoren

Über die beschriebenen Differenzmessung hinaus gibt es Anwendungen, bei denen die beiden Messbedingungen $P_1 \leq P_2$ als auch $P_1 \geq P_2$ gefordert sind. (z.B. Be- und Entlüften, Unter- und/oder Überschreiten eines Flüssigkeitsniveaus, Ein- und Ausatmen usw.) Da es für diesen Fall der Differenzdruckmessung keine allgemein anerkannte Bezeichnung gibt, nennen AMSYS und einige weitere Anbieter die Sensoren, die diese Art von Differenzdruck messen können, bidirektional differentielle Drucksensoren [4]. Sie haben also die Eigenschaft Unter- und Überdruck messen zu können und es gilt: $P_1/P_2 \geq 1$ und $P_1/P_2 \leq 1$.

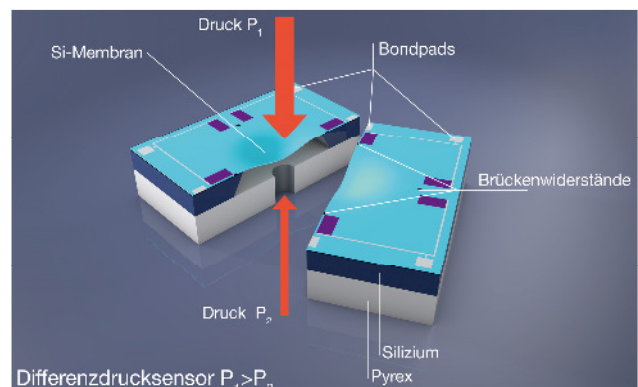
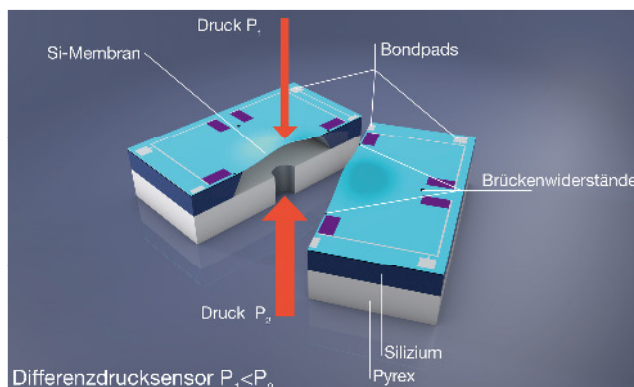


Abbildung 2: Siliziummesszelle bei der Messung eines Differenzdruckes unter den Bedingungen: $P_1 < P_2$ und $P_1 > P_2$

In *Abbildung 2* wird schematisch gezeigt, wie man sich die Membranauslenkung der Differenzdruckmesszellen bei der bidirektionalen Messung vorzustellen hat. Die Richtungsumkehrung der



Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren

Membranauslenkung bewirkt ein Vorzeichenwechsel im Ausgangssignal der Messzelle, das von der nachfolgenden bipolaren Elektronik entsprechend verarbeitet werden muss.

Der zu messende Differenzdruck kann bei den Messzellen dieser Sensoren sowohl ein positives als auch ein negatives Vorzeichen haben. Das heißt: der Druck P_1 an der Messzellenoberseite kann sowohl größer als auch kleiner sein als der Druck P_2 an der Messzellenunterseite und das Druckverhältnis steht nicht mehr im Vordergrund. Bei dem hier beschriebenen OEM-Drucksensor SM9336 handelt es sich um einen solchen bidirektional differentiellen Sensor.

Aufbau des SOIC-Sensors SM9336

Der SM9336 besteht aus einer Silizium-Niederdruckmesszelle [3] und einem komplexen ASIC, das den elektronischen Abgleich des Sensors (Kalibration, Kompensation und Linearisierung) während der Herstellung ermöglicht (*Abbildung 3*). Dazu werden im internen EEPROM Korrekturkoeffizienten abgelegt, die durch einen gespeicherten Algorithmus mit den jeweiligen Messwerten verrechnet werden, so dass nach jedem Zyklus (0,5 ms) ein aktualisierter Druckwert am Ausgang im I²C Format bereitsteht.

Bei dem ASIC handelt es sich um ein CMOS-IC, das aus einem Instrumentenverstärker, einem 16 bit AD-Wandler, einem EEPROM, dem Prozessor und einer Ausgangsstufe besteht (DSP).

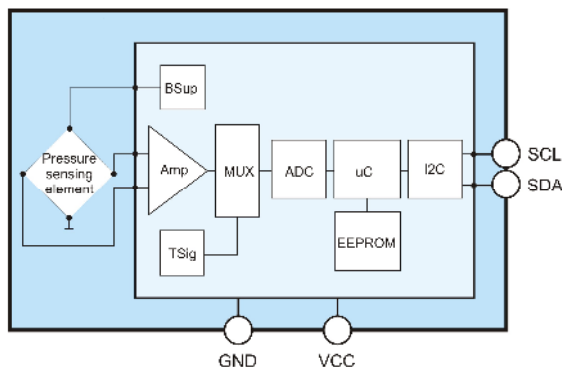


Abbildung 3: Blockschaltbild des SM9336

genüberliegenden Schmalseiten oder wie in *Abbildung 4* auf der Gehäuseoberseite. Da es sich um einen bidirektionalen Differenzdrucksensor handelt, muss im Gegensatz zu einem Differenzdrucksensor nicht auf die Druckverhältnisse geachtet werden. Diese Eigenschaft kann man sich bei der Rückseitenbeaufschlagung zu Nutze machen.

Rückseitenbeaufschlagung

Auf der Oberseite der Silizium-Messzelle (Druck P_1) befinden sich die Kontakte sowie die piezoresistiven Messwiderstände zur Bestimmung der Verbiegung der Membran. Beide sind jedoch bestenfalls durch eine dünne Schicht Silikongel abgedeckt, meist jedoch ungeschützt vor Feuchtigkeit und Korrosion. Die Unterseite der Membran (Druck P_2) dagegen bietet Wasser keine Angriffsfläche, da nur das Kunststoffgehäuse, ein Keramikträger mit einer dünnen Schicht Silikonklebstoff und die Siliziummesszelle selbst in Kontakt mit dem Medium stehen. Daher sind die SOIC-Sensoren SM9336 einseitig wasserresistent!

Bei der Anwendung von einseitig medienresistenten Sensoren ist jedoch auf den korrekten Einbau zu achten: Wo liegt der Überdruck an, wo der Unterdruck? Oft sind unidirektionale Sensoren nur in einer Druckvariante erhältlich und passen daher nicht zu jeder Anwendung. Eine Beratung Ihres

Die Niederdruckmesszelle und das ASIC sind in einem 16 Pin SOIC-Gehäuse montiert, das in seinen Abmessungen der bekannten JEDEC-Norm MS-O12 entspricht (siehe *Abbildung 4*). Das Gehäuse besteht aus Thermoplast und ist damit weitgehend gegen Chemikalien resistent. So kann der SM9336 wie ein IC im Leiterplattenentwurf eingeplant und im Reflow-Verfahren verarbeitet werden. Die Stutzen zum Druckanschluss befinden sich je nach Bauform an den ge-

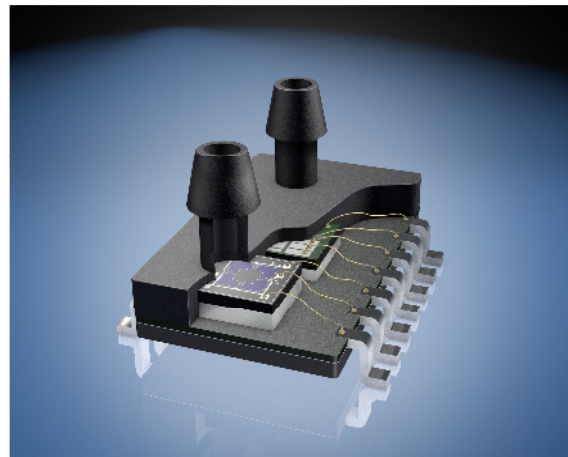


Abbildung 4: Schnittbild des SM9336



Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren

Drucksensorspezialisten, der sich mit dem Aufbau des Sensors und dessen Eigenschaften auskennt kann hier Abhilfe schaffen.

Eine Alternative für medienrelevante Anwendungen ist ein bidirektionaler Differenzdrucksensor wie der SM9336: Werden die Druckanschlüsse vertauscht, wechselt nur das Vorzeichen des ausgegebenen Drucks, was leicht per Software korrigiert werden kann. Damit kann aber immer die optimale, weil robuste Anschlussvariante gewählt werden. Für spezielle Fälle stehen andere unidirektionale Drucksensoren mit Rückseitenbeaufschlagung zur Verfügung, deren Aufbau speziell auf mehr Medienresistenz ausgelegt ist. Auch hier lohnt es sich den Rat eines Experten einzuholen, um Fehler beim Einbau zu vermeiden.

Eigenschaften des SM9336

Der SM9336 ist ein bidirektionaler Differenzdrucksensor für ± 250 Pa (2,5 mbar) mit kompletter Auswerteelektronik. Er hat einen 16 bit-Ausgang und eine Signalauflösung von 14 bit, so dass man unter Berücksichtigung des LSB mit einer Auflösung von 0,1 Pa rechnen kann. Die mögliche Auflösung ist nicht zu verwechseln mit dem totalen Fehler, der mit typischerweise $\pm 0,3$ %FS, also bezogen auf den kompletten Messbereich von 500 Pa angegeben wird. Unter diesem Wert werden alle Fehler also Hysterese, Kalibrations-, Temperatur- und stochastische Fehler zusammengefasst. Es handelt sich also um den maximal möglichen Fehler, auch Total Error Band (TEB) genannt.

Der Temperaturbereich der Kalibration und damit der Arbeitstemperaturbereich erstreckt sich von -20 bis 85 °C. Das heißt, der Sensor wird in diesem Temperaturbereich bei verschiedenen Drücken gemessen und kalibriert, kompensiert und linearisiert. Die Versorgungsspannung beträgt 3,3 V bei einer Stromaufnahme von 3,3 mA. Die Kommunikation mit dem Sensor erfolgt über eine standardisierte I²C-Schnittstelle und ist somit für den Einbau in mikrocontrollerbasierte Systeme bestens geeignet.

Neben industriellen Anwendungen wie zum Beispiel in der Klima- oder Haustechnik kann der OEM-Sensor natürlich auch in anderen Bereichen wie z.B. in der Medizintechnik zur Atmungskontrolle eingesetzt werden. Mit dem SM9336 kommt man der Grenze der Möglichkeiten der heutigen Aufbau- und Verbindungstechnik schon sehr nah. Nicht zuletzt aus Gründen des Handlings (Schlauchmontage) wird man eine weitergehende Miniaturisierung der Differenzdrucksensoren in Frage stellen müssen.

Zusammenfassung

Mit den bidirektionalen Differenzdrucksensoren der Serie SM9336 in den miniaturisierten SOIC-Gehäusen bieten sich für medienempfindliche Anwendungen neue Möglichkeiten. Durch eine Druckbeaufschlagung auf der medienresistenten Seite kann man auf Silizium-MEMS basierte Drucksensoren zurückgreifen und kostensparende Lösungen zur Differenzdruckmessung finden.

Die bei einigen dieser Sensoren mögliche Rückseitenbeaufschlagung erlaubt die Verwendung in Szenarien mit Staub und Feuchte, die lange Zeit ein Tabu für moderne MEMS-Sensoren waren, aber eine hervorragende Auflösung, Genauigkeit und Stabilität auf kleinstem Raum bieten. Zu einer für Sie passenden Auswahl an Drucksensoren berät Sie Ihr Spezialist für Drucksensorik, die Amsys GmbH & Co KG aus Mainz gerne!



Abbildung 5: SM9336 mit horizontalen Druckanschlüssen



Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren

Literatur:

- [1] Homepage AMSYS: <https://www.amsys.de>
- [2] SM9336, SOIC-Niederdrucksensor:
<https://www.amsys.de/produkte/drucksensoren/sm9333-sm9336-digitaler-niedrigstdrucksensor-im-soic-gehaeuse/>
- [3] Differenzdrucksensoren, Aufbau und Funktionsweise (PDF):
<https://www.amsys.de/downloads/whitepaper/Wie-funktioniert-Differenzdruck-mit-piezoresistiven-Drucksensoren-AMSYS-WP03.pdf>
- [4] Rückseitenbeaufschlagungsmessung (PDF):
<https://www.amsys.de/downloads/notes/AMS4711-Medienkompatibler-Drucktransmitter-im-Streichholzschachtelformat-AMSYS-515d.pdf>

Metadaten:

Titel: Erhöhte Medienverträglichkeit für HVAC-Anwendungen mit bidirektionalen Drucksensoren

Alternativer Titel: Mehr Medienresistenz bei Niederdrucksensoren zur Unter- oder Überdruckmessung