



(10) **DE 10 2013 114 734 A1** 2015.07.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 114 734.8**

(22) Anmeldetag: **20.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **09.07.2015**

(51) Int Cl.: **G01L 9/12 (2006.01)**
G01L 19/04 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE**

(74) Vertreter:

**Hahn, Christian, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 79576 Weil
am Rhein, DE**

(72) Erfinder:

**Burgard, Martin, 79650 Schopfheim, DE; Drewes,
Ulfert, 79379 Müllheim, DE; Ponath, Nils, 79102
Freiburg, DE; Roßberg, Andreas, Dr., 79713
Bad Säckingen, DE; Uehlin, Thomas, 79650
Schopfheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	40 11 901	A1
DE	41 11 118	A1
DE	100 44 078	A1
DE	10 2005 008 959	A1
DE	10 2009 002 662	A1

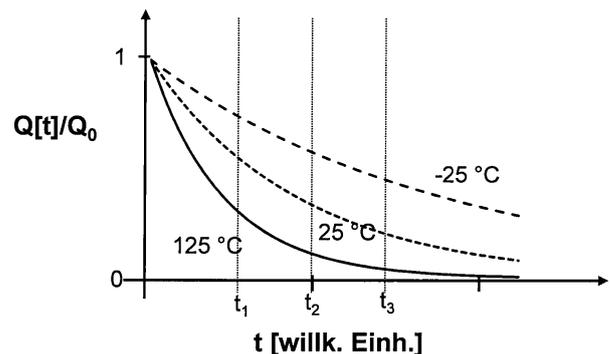
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Kapazitive Druckmesszelle mit mindestens einem Temperatursensor und Druckmessverfahren**

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksensor umfasst eine Betriebsschaltung; und eine Druckmesszelle mit einem Gegenkörper (1); einer an dem Gegenkörper (1) angeordneten, durch einen zu messenden Druck verformbaren Messmembran (2); und einem kapazitiven Wandler welcher mindestens eine an der Messmembran angeordnete Membranelektrode (7) und mindestens eine am Gegenkörper (2) angeordnete Gegenkörperelektrode (8, 9) aufweist, wobei die Kapazität zwischen der Membranelektrode (7) und der Gegenkörperelektrode (8, 9) von einer druckabhängigen Verformung der Messmembran abhängt, wobei zumindest die Membranelektrode (7) eine temperaturabhängige Impedanz aufweist; wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, mindestens eine Kapazität zwischen der mindestens einen Gegenkörperelektrode und der mindestens einen Membranelektrode zu erfassen, und in Abhängigkeit von der mindestens einen Kapazität einen Druckmesswert bereitzustellen, sowie die Impedanz der Membranelektrode, insbesondere den ohmschen Anteil der Impedanz der Membranelektrode, zu bestimmen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine kapazitive Druckmesszelle mit einem Gegenkörper, einer mit dem Gegenkörper verbunden, durch einen zu messenden Druck verformbaren Messmembran, und mit mindestens einem Temperatursensor.

[0002] Temperatursensoren sind häufig in Druckmesszellen integriert, um den statischen Temperaturfehler bei der Druckmessung zu kompensieren. Bei gattungsgemäßen Druckmesszellen ist dieser Temperatursensor meistens auf der Rückseite der Keramik angeordnet, er kann aber auch in einer anschließenden Auswerteelektronik enthalten sein. Wenn sich eine Druckmesszelle in thermischem Gleichgewicht mit ihrer Umgebung befindet, kann die Temperaturabhängigkeit der Druckmessung mit Hilfe eines solchen Temperatursensors und einer geeigneten Aufbereitung des Messsignals gut kompensiert werden. Temperatursprünge können jedoch zu erheblichen Messfehlern führen, die mit den bekannten Verfahren kaum zu kompensieren sind. Insbesondere bei keramischen Druckmesszellen mit einer dünnen Messmembran mit einer Stärke von beispielsweise wenigen 100 µm, bei einer medienberührenden Oberfläche von etwa 1 cm² bis 10 cm² folgt die Temperatur der Messmembran beliebig schnell der Temperatur eines an der Messmembran anstehenden Mediums, während der Wärmeübertrag zwischen der Rückseite des Gegenkörpers und der Messmembran nur sehr langsam verläuft, nämlich durch ein ringförmig umlaufende Fügestelle zwischen Gegenkörper und Fügestelle am äußeren Rand der Messmembran und dann durch das Volumen des Gegenkörpers zu dessen Rückseite. Damit erfolgt eine Temperaturmessung an der Rückseite des Grundkörpers im Zweifel immer verzögert.

[0003] Die Offenlegungsschrift DE 100 44 078 A1 offenbart eine Druckmesszelle mit zwei Temperatursensoren, die in Richtung erwarteten Temperaturgradienten beabstandet anzuordnen sind. Deshalb ist der erste Temperatursensor an der die Vorderseite der Druckmesszelle bildenden Messmembran, wo er Temperaturänderungen des Mediums schnell zu folgen vermag, und der zweite ist an der von der Messmembran abgewandten Rückseite des Gegenkörpers der Druckmesszelle angeordnet. Der erste Temperatursensor ist an der Frontseite des Gegenkörpers angeordnet, in die Fügestelle eingebettet und über elektrische Durchführungen durch den Grundkörper kontaktiert.

[0004] Ein Vergleich der Temperatursignale der beiden Temperatursensoren ermöglicht dann die Detektion eines Temperaturgradienten und eine genauere Kompensation der durch den Temperaturgradienten bedingten Effekte, wie eine Wölbung von Messmembran und/oder Gegenkörper, oder veränderte Stei-

figkeiten. Die genannte Offenlegungsschrift erwähnt weiterhin, dass die Feststellung von Temperaturgradienten anhand der zeitlichen Ableitung des Signals vom ersten Temperatursensor erfolgen kann.

[0005] Wie Eingangs erwähnt, stellt jedoch gerade die Fügestelle zwischen Messmembran und Gegenkörper einen großen thermischen Widerstand dar, so dass ein zusätzlicher Temperatursensor an der Frontseite des Gegenkörpers zwar einerseits eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik ist, andererseits steht dieser Temperatursensor aber auch unter dem thermischen Einfluss des Volumens des Gegenkörpers, so dass bei schnellen Temperatursprüngen, noch eine Verfälschung zu erwarten ist. Wenn im Bereich der Fügestelle ein Dichtring auf die Frontseite der Messmembran einwirkt, kann dieser ebenfalls den Temperaturmesswert des ersten Temperatursensors beeinflussen, was die Temperaturkompensation beeinträchtigen kann.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Druckmesszelle und ein Betriebsverfahren dafür bereitzustellen, wobei die Druckmesszelle eine weiter verbesserte Temperaturkompensation aufweist.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Druckmesszelle gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und das Verfahren gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 10.

[0008] Der erfindungsgemäße Drucksensor umfasst eine Betriebsschaltung; und eine Druckmesszelle mit einem Gegenkörper; einer an dem Gegenkörper angeordneten, durch einen zu messenden Druck verformbaren Messmembran; und einem kapazitiven Wandler welcher mindestens eine an der Messmembran angeordnete Membranelektrode und mindestens eine am Gegenkörper angeordnete Gegenkörperelektrode aufweist, wobei die Kapazität zwischen der Membranelektrode und der Gegenkörperelektrode von einer druckabhängigen Verformung der Messmembran abhängt, wobei zumindest die Membranelektrode eine temperaturabhängige Impedanz aufweist; wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet, mindestens eine Kapazität zwischen der mindestens einen Gegenkörperelektrode und der mindestens einen Membranelektrode zu erfassen, und in Abhängigkeit von der mindestens einen Kapazität einen Druckmesswert bereitzustellen, sowie einen Impedanzwert der Membranelektrode, insbesondere den ohmschen Anteil der Impedanz der Membranelektrode, zu bestimmen.

[0009] Die Temperaturabhängigkeit der Impedanz ist insbesondere durch einen temperaturabhängigen ohmschen Widerstand des Materials der Membranelektrode gegeben.

[0010] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Betriebsschaltung dazu eingerichtet, in Abhängigkeit von dem Impedanzwert der Membranelektrode einen Temperaturwert für die Messmembran zu bestimmen.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Betriebsschaltung dazu eingerichtet, in Abhängigkeit von der Impedanz der Membranelektrode, eine Temperaturkompensation und/oder Temperaturgradientenkompensation durchzuführen um einen kompensierten Druckmesswert bereitzustellen.

[0012] Der erfindungsgemäße Drucksensor ermöglicht eine Bestimmung der Temperatur der Messmembran, die im Wesentlichen durch die gesamte Fläche der Messmembran beeinflusst ist und nicht nur durch den Randbereich, in dem die Messmembran mit anderen Wärmequellen oder Wärmesenken gekoppelt ist, welche die Temperaturmessung verfälschen, und damit eine ungenügende Basis für eine Temperaturkompensation geben.

[0013] Zudem benötigt der erfindungsgemäße Drucksensor – anders als im Stand der Technik – keine zusätzlichen Anschlüsse bzw. Durchführungen durch den Gegenkörper um eine Temperatur der Messmembran zu bestimmen. Damit ist Bestimmung der Membrantemperatur in konstruktiver Hinsicht kostenneutral.

[0014] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Betriebsschaltung dazu eingerichtet, die Impedanz der Membranelektrode anhand einer Zeitkonstanten eines Lade- und/oder Entladevorgangs der Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode zu bestimmen.

[0015] In einer Weiterbildung der Erfindung bildet die Betriebsschaltung zusammen mit der Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode einen Schwingkreis, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, die Impedanz der Membranelektrode anhand einer charakteristischen Größe des Schwingkreises zu bestimmen, beispielsweise anhand eines Phasenwinkels zwischen einer Ladespannung und einem Ladestrom in dem Schwingkreis, oder anhand der Güte bzw. der Dämpfung des Schwingkreises.

[0016] In einer Weiterbildung der Erfindung hängt die Impedanz der Membranelektrode außer von der Temperatur auch von einer Verformung der Messmembran ab, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der mindestens einen Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode den Verformungseinfluss auf die Impedanz der Membranelektrode zu ermitteln, und bei der Ermittlung eines Temperaturwerts der Messmembran zu kompensie-

ren, wobei der solchermaßen ermittelte Temperaturwert zur Durchführung einer Temperaturkompensation und/oder Temperaturgradientenkompensation bei der Bestimmung des Druckmesswerts heranzuziehen ist.

[0017] In einer Weiterbildung der Erfindung weist die Membranelektrode einen Halbleiter auf, insbesondere ein Metalloxid, insbesondere ein Titanoxid.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst der Drucksensor weiterhin einen zweiten Temperatursensor, welcher auf einer der Messmembran abgewandten Rückseite des Gegenkörpers angeordnet ist, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, eine Temperaturkompensation bzw. Temperaturgradientenkompenstion in Abhängigkeit von einer anhand der Impedanz der Messmembran ermittelten Temperatur der Messmembran und anhand eines Temperaturmesswerts des zweiten Temperatursensors durchzuführen.

[0019] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Messmembran mit dem Gegenkörper mittels einer umlaufenden elektrisch leitenden Fügestelle druckdicht gefügt, wobei die Fügestelle insbesondere ein Aktivhartlot aufweist, und wobei die Membranelektrode elektrisch leitend mit der Fügestelle verbunden ist.

[0020] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der kapazitive Wandler einen Differentialkondensator mit einer ersten Gegenkörperelektrode und einer zweiten Gegenkörperelektrode auf, wobei die erste Gegenkörperelektrode von der zweiten Gegenkörperelektrode ringförmig umgeben ist, und wobei eine erste Kapazität zwischen der ersten Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode gleich einer zweiten Kapazität zwischen der zweiten Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode ist, wenn sich die Messmembran und der Gegenkörper in ihrer Ruhelage befinden.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ermitteln eines Druckmesswerts mittels eines Drucksensors, insbesondere mittels eines Drucksensors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher Drucksensor einen kapazitiven Wandler zum Wandeln einer druckabhängigen Verformung einer Messmembran in ein elektrisches Signal aufweist, wobei der Drucksensor Querempfindlichkeiten zur Temperatur der Messmembran und/oder zu Temperaturgradienten zwischen der Messmembran und weiteren Komponenten des Drucksensors aufweist, wobei der kapazitive Wandler eine Membranelektrode mit temperaturabhängiger Impedanz aufweist, ist ein Verfahren, welches die folgende Schritte aufweist: Ermitteln eines verformungsabhängigen Kapazitätsmesswerts des kapazitiven Wandlers; Ermitteln eines temperaturabhängigen Impedanzmesswerts der Membranelektrode; und Bestimmen eines temperaturkompen-

sierten und/oder temperaturgradientenkompensierten Druckmesswertes in Abhängigkeit von dem Kapazitätsmesswert und dem Impedanzmesswert. Die Erfindung wird nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

[0022] Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckmesszelle;

[0023] Fig. 2: ein Diagramm, welches den Verlustwinkel $\tan(\delta)$ als Funktion für verschiedene Temperaturen über den Druck darstellt; und

[0024] Fig. 3. ein Diagramm, welches Entladekurven eines Kondensators für verschiedene Elektrodentemperaturen darstellt.

[0025] Die in Fig. 1 dargestellte Druckmesszelle **1** umfasst eine kreisscheibenförmige, keramische Messmembran **2**, die mit einem erheblich steiferen kreisplattenförmigen, keramischen Gegenkörper **3** entlang einer umlaufenden Fügestelle **4** unter Bildung einer Messkammer **5** zwischen dem Gegenkörper **3** und der Messmembran **2** druckdicht gefügt ist. Die Messmembran und der Gegenkörper können insbesondere Korund aufweisen. Die Fügestelle kann insbesondere ein Aktivhartlot, beispielsweise ein Zr-Ni-Ti-Aktivhartlot, aufweisen.

[0026] Die Messmembran **2** weist auf ihrer gegenkörperseitigen Oberfläche eine vollflächige Membranelektrode **7** auf, die ein Metalloxid, insbesondere ein dotiertes Metalloxid, beispielsweise mit Nb oder W dotiertes Titanoxid umfasst, wobei die Elektrode einen Durchmesser von $2R$ aufweist, wobei R der Radius des auslenkbaren Bereichs der Messmembran ist, der dem Innenradius der Fügestelle entspricht. Auf der messmembranseitigen Oberfläche des Gegenkörpers ist eine zentrale, kreisflächenförmige Messelektrode **8** angeordnet, die von einer bezüglich der Membranelektrode **7** in der Ruhelage der Messmembran **2** im wesentlichen kapazitätsgleichen kreisringförmigen Referenzelektrode **9** kontaktiert ist. Der Abstand der Referenzelektrode **9** zur Messelektrode **8** und zur Fügestelle **4** beträgt jeweils etwa $0,1R$. Die Referenzelektrode **9** und die Messelektrode **8** sind über metallische Durchführungen **10**, **11** durch den Grundkörper elektrisch kontaktiert. Die Membranelektrode **7** kann beispielsweise über die Fügestelle auf Schaltungsmasse gelegt sein. Zum Bestimmen eines Druckmesswertes werden die Kapazitäten zwischen der Messelektrode **8** und der Membranelektrode **7** einerseits, sowie der Referenzelektrode **9** und der Membranelektrode **7** andererseits erfasst. Die Bestimmung eines Druckmesswertes anhand dieser Kapazitäten ist an sich bekannt und beispielsweise der Offenlegungsschrift DE 10 2011 078 557 A1 beschrieben.

[0027] Das Elektrodenmaterial der Membranelektrode **7** weist einen temperaturabhängigen Widerstand auf, aus dem sich die Möglichkeit ergibt, die Temperatur der Messmembran **2** zu bestimmen, und auf dieser Basis eine Temperaturkompensation oder Temperaturgradienten Kompensation durchzuführen. Hierzu sind im folgenden verschiedene Ansätze beschrieben.

[0028] Prinzipiell können die Kapazitäten zwischen den Gegenkörperlektrode und der Membranelektrode der Druckmesszelle als Kapazitäten eines schwingt Kreises betrachtet werden, wobei sich die ohmschen Widerstände in einem solchen Schwingkreis anhand des Tangens des Verlustwinkels $\tan(\delta)$ bestimmen lassen, wobei der Verlustwinkel δ der Differenz zwischen 90° und dem Phasenwinkel φ zwischen Strom und Spannung entspricht. Der bestimmende ohmsche Widerstand ist bei der Druckmesszelle des erfindungsgemäßen Drucksensors durch die Membranelektrode **7** gegeben und beträgt über einen typischen Temperatureinsatzbereich, je nach Dotierung, zwischen beispielsweise zwischen 1 und $8\text{ k}\Omega$. Wie in Fig. 2 dargestellt, weisen die Werte für den Tangens des Verlustwinkels eine gut messbare Temperaturabhängigkeit auf, so dass nach einer Bestimmung des Verlustwinkels, dessen Druckabhängigkeit noch anhand der gemessenen Kapazitäten zu korrigieren ist, die Temperatur der Messmembranen **2** hinreichend genau bestimmt werden kann, um damit eine Temperaturkompensation durchzuführen. Zur Bestimmung des Verlustwinkels ist ein Schwingkreis, welcher die Messkapazität enthält vorzugsweise auf seiner Resonanzfrequenz zu betreiben, die beispielsweise über einen Frequenzsuchlauf mit einer gegebenen Erregerspannung zu identifizieren ist.

[0029] In der Praxis werden kapazitive Druckmesszellen häufig mit Ladungspumpen oder so genannten switched Capacitor-Schaltungen betrieben, bei denen beispielsweise ein Messkondensator, dessen Kapazität zu bestimmen ist mit einer definierten Spannung geladen wird, wobei anschließend der Messkondensator in einen Auswertungskondensator entladen wird, wobei die resultierende Spannung des Auswertungskondensators ein Maß für die gesuchte Kapazität ist. Dies gilt natürlich nur, wenn ausreichend Zeit für die Lade- und Entladevorgänge gelassen wird. Tatsächlich sind aktuelle Betriebsschaltungen so eingerichtet, dass sie den Kapazitäten hinreichend Zeit zum Laden und Entladen einräumen, was bei kleinen Kapazitäten oft nicht mehr als wenige Mikrosekunden oder selber weniger als $1\text{ }\mu\text{s}$ erfordert.

[0030] Wie nun in Fig. 3 dargestellt, wirkt sich der temperaturabhängige Widerstand der Membranelektrode auch auf die Entladezeit eines Kondensators aus, welche die Membranelektrode enthält. Damit ergibt sich die Möglichkeit, durch eine Folge von Lade- und Entladevorgängen, bei denen die Kapazitäten

ten der Membranelektrode jeweils aufgeladen und über unterschiedliche Zeiten t_1 , t_2 und t_3 entladen wird, die Zeitkonstante für die Einladung zu bestimmen und anhand dieser einen Temperaturwert für die Messmembranen zu ermitteln. Auf dieser Basis kann dann eine Temperaturkompensation oder Temperaturgradienten Kompensation bei der Ermittlung eines Druckmesswerts durchgeführt werden.

[0031] Für eine Temperaturkompensation kann einerseits nur ein Temperaturwert für die Temperatur der Messmembran verwendet werden, die anhand der soeben beschriebenen Verfahren bestimmt wurde, andererseits kann zusätzlich ein (in **Fig. 1** nicht dargestellter) zweiter Temperatursensor verwendet werden, der auf der Rückseite des Gegenkörpers der Druckmesszelle angeordnet ist. Durch Vergleich der Temperaturwerte für die Messmembran und für die Rückseite des Gegenkörpers ist zudem einer Gradientenkompensation möglich. Ein wesentliches Indiz für einen Temperaturgradienten kann ebenfalls aus der zeitlichen Ableitung der Temperatur der Messmembranen gewonnen werden.

[0032] Die Betriebsschaltung kann insbesondere in Form eines ASIC realisiert sein, welcher auf der Rückseite der Druckmesszelle angeordnet ist. Weiterhin kann ein solcher ASIC nur eine Teilkomponente der Betriebsleitung sein, welche insbesondere mit einem Hauptprozessor kommuniziert, welcher von dem ASIC bereitgestellte Signale zur Durchführung einer Temperaturkompensation oder Temperaturgradienten Kompensation bei der Ermittlung eines Druckmesswerts auswertet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10044078 A1 [0003]
- DE 102011078557 A1 [0026]

Patentansprüche

1. Drucksensor, umfassend:

eine Betriebsschaltung; und
eine Druckmesszelle mit einem Gegenkörper (1); einer an dem Gegenkörper (1) angeordneten, durch einen zu messenden Druck verformbaren Messmembran (2); und einem kapazitiven Wandler welcher mindestens eine an der Messmembran angeordnete Membranelektrode (7) und mindestens eine am Gegenkörper (2) angeordnete Gegenkörperelektrode (8, 9) aufweist, wobei die Kapazität zwischen der Membranelektrode (7) und der Gegenkörperelektrode (8, 9) von einer druckabhängigen Verformung der Messmembran abhängt, wobei zumindest die Membranelektrode (7) eine temperaturabhängige Impedanz aufweist;

wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, mindestens eine Kapazität zwischen der mindestens einen Gegenkörperelektrode und der mindestens einen Membranelektrode zu erfassen, und in Abhängigkeit von der mindestens einen Kapazität einen Druckmesswert bereitzustellen, sowie die Impedanz der Membranelektrode, insbesondere den ohmschen Anteil der Impedanz der Membranelektrode, zu bestimmen.

2. Drucksensor nach Anspruch 1, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von der Impedanz der Membranelektrode eine Temperaturkompensation und/oder Temperaturgradientenkompensation durchzuführen, um einen kompensierten Druckmesswert bereitzustellen.

3. Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, die Impedanz der Membranelektrode anhand einer Zeitkonstanten eines Lade- und/oder Entladevorgangs der Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode zu bestimmen.

4. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Betriebsschaltung zusammen mit der Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode einen Schwingkreis bildet, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, die Impedanz der Membranelektrode anhand einer charakteristischen Größe des Schwingkreises zu bestimmen, beispielsweise anhand eines Phasenwinkels zwischen einer Ladenspannung und einem Ladestrom in dem Schwingkreis, oder anhand der Güte bzw. der Dämpfung des Schwingkreises.

5. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Impedanz der Membranelektrode außer von der Temperatur auch von einer Verformung der Messmembran abhängt, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, in Abhängig-

keit von der mindestens einen Kapazität zwischen der Membranelektrode und der mindestens einen Gegenkörperelektrode den Verformungseinfluss auf die Impedanz der Membranelektrode zu ermitteln, und bei der Ermittlung eines Temperaturwerts der Messmembran zu kompensieren, wobei der solchermaßen ermittelte Temperaturwert zur Durchführung einer Temperaturkompensation und/oder Temperaturgradientenkompensation bei der Bestimmung des Druckmesswerts heranzuziehen ist.

6. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Membranelektrode einen Halbleiter aufweist, insbesondere ein Metalloxid, insbesondere ein Titanoxid oder dotiertes Titanoxid, beispielsweise mit Nb oder W dotiertes Titanoxid.

7. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen zweiten Temperatursensor, welcher auf einer der Messmembran abgewandten Rückseite des Gegenkörpers angeordnet ist, wobei die Betriebsschaltung dazu eingerichtet ist, eine Temperaturkompensation bzw. Temperaturgradientenkompenstion in Abhängigkeit von einer anhand der Impedanz der Messmembran ermittelten Temperatur der Messmembran und anhand eines Temperaturmesswerts des zweiten Temperatursensors durchzuführen.

8. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche wobei die Messmembran mit dem Gegenkörper mittels einer umlaufenden elektrisch leitenden Fügestelle druckdicht gefügt ist, wobei die Fügestelle insbesondere ein Aktivhartlot aufweist, und wobei die Membranelektrode elektrisch leitend mit der Fügestelle verbunden ist.

9. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der kapazitive Wandler einen Differentialkondensator mit einer ersten Gegenkörperelektrode und einer zweiten Gegenkörperelektrode aufweist, wobei die erste Gegenkörperelektrode von der zweiten Gegenkörperelektrode ringförmig umgeben ist, und wobei eine erste Kapazität zwischen der ersten Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode gleich einer zweiten Kapazität zwischen der zweiten Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode ist, wenn sich die Messmembran und der Gegenkörper in ihrer Ruhelage befinden.

10. Verfahren zum Ermitteln eines Druckmesswerts mittels eines Drucksensors, insbesondere mittels eines Drucksensors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher Drucksensor einen kapazitiven Wandler zum Wandeln einer druckabhängigen Verformung einer Messmembran in ein elektrisches Signal aufweist, wobei der Drucksensor Querempfindlichkeiten zur Temperatur der Messmembran und/oder zu Temperaturgradienten zwischen der Messmembran und weiteren Komponenten des

Drucksensors aufweist, wobei der kapazitive Wandler eine Membranelektrode mit temperaturabhängiger Impedanz aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Ermitteln eines verformungsabhängigen Kapazitätswerts des kapazitiven Wandlers;

Ermitteln eines temperaturabhängigen Impedanzwerts der Membranelektrode;

und Bestimmen eines temperaturkompensierten und/oder temperaturgradientenkompensierten Druckmesswertes in Abhängigkeit von dem Kapazitätswert und dem Impedanzmesswert.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

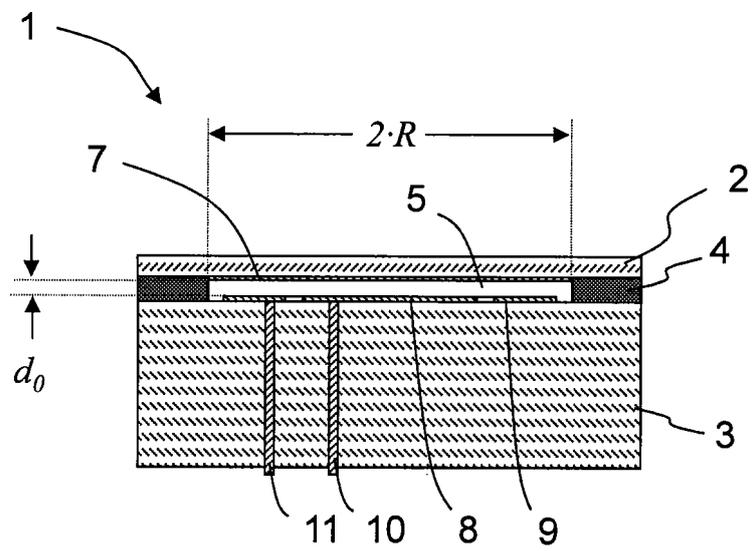


Fig. 1

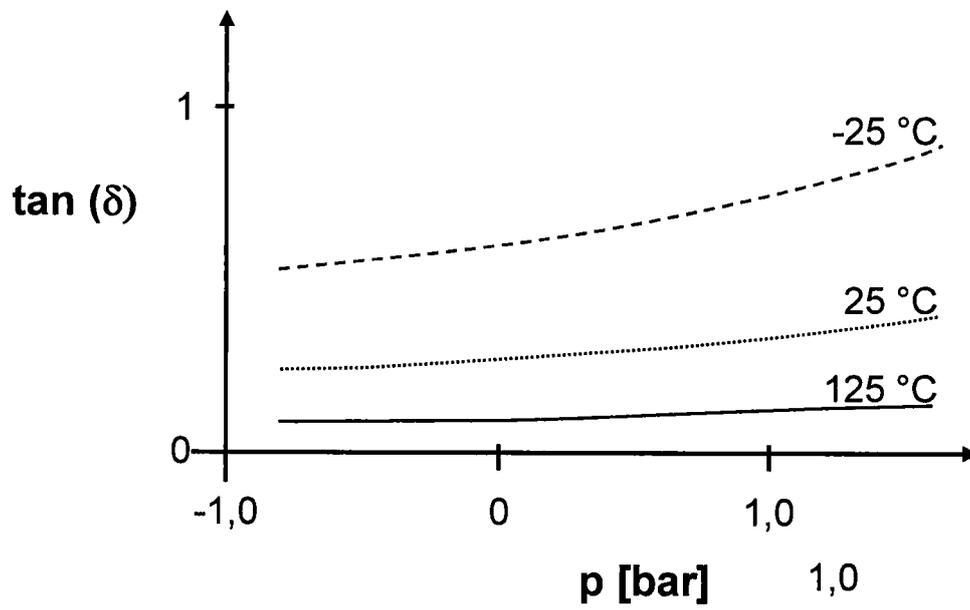


Fig. 2

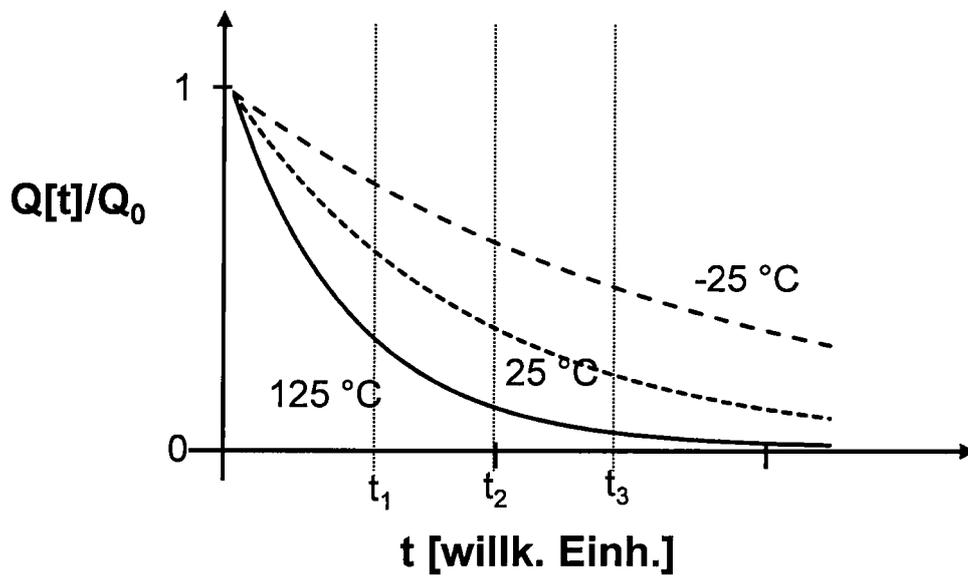


Fig. 3