



(10) **DE 10 2013 113 843 A1** 2015.06.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 113 843.8**

(22) Anmeldetag: **11.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **11.06.2015**

(51) Int Cl.: **G01L 9/12 (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:
**Roßberg, Andreas, Dr., 79713 Bad Säckingen, DE;
Textor, Olaf, 79540 Lörrach, DE; Wosnitza, Elmar,
Dr., 79112 Freiburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

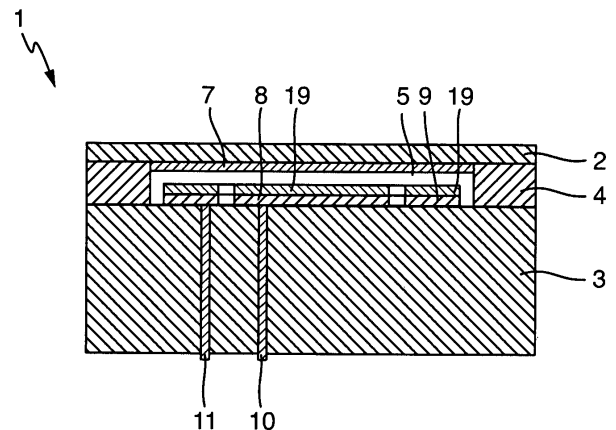
DE 10 2010 043 043 A1
US 6 041 659 A
WO 2008/ 151 972 A2

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Drucksensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksensor (1) umfasst eine druckabhängig verformbare Messmembran (2); und einen Gegenkörper (3), die druckdicht miteinander verbunden sind und eine Messkammer (5) bilden, in welcher ein Referenzdruck anliegt, wobei eine Außenseite der Messmembran (2) mit einem Druck beaufschlagbar ist, wobei der Drucksensor (1) einen kapazitiven Wandler mit mindestens einer Gegenkörperelektrode (8, 9) und mindestens einer Membranelektrode (7), wobei zumindest ein zentraler Flächenabschnitt der Messmembran (2) oberhalb eines Druckgrenzwerts für den Druck an dem Gegenkörper mit einer Anlagefläche (A(p)) anliegt, deren Größe druckabhängig ist, wobei der Drucksensor weiterhin einen resistiven Wandler aufweist zum Wandeln einer druckabhängigen Verformung der Messmembran bei Drücken in einem Wertebereich oberhalb des Druckgrenzwerts in ein elektrisches Signal anhand eines elektrischen Widerstands, der von der Anlagefläche der Messmembran (2) am Gegenkörper (3) abhängt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drucksensor, insbesondere einen Mehrbereichsdrucksensor. Kapazitive Drucksensoren umfassen gewöhnlich eine Messmembran und einen Gegenkörper, wobei die Messmembran entlang eines umlaufenden Randes druckdicht mit einem Gegenkörper verbunden ist, wobei zwischen dem Gegenkörper und der Messmembran eine Messkammer gebildet ist, in welcher ein Referenzdruck anliegt, wobei eine von der Messkammer abgewandte Außenseite der Messmembran mit einem zu messenden Druck beaufschlagbar ist, wobei die Messmembran druckabhängig verformbar ist, wobei der Drucksensor einen kapazitiven Wandler mit mindestens einer Gegenkörperelektrode und mindestens einer Membranelektrode aufweist, wobei die Kapazität zwischen der Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode von der druckabhängigen Verformung der Messmembran abhängt, wobei ein zentraler Flächenabschnitt der Messmembran im Falle einer Überlast an dem Gegenkörper mit einer Anlagefläche anliegt, deren Größe druckabhängig ist.

[0002] Durch das Anliegen am Gegenkörper ist die Messmembran über einen weiten Überlastdruckbereich abgestützt, wodurch das Erreichen der Berstspannung in der Messmembran verhindert wird. Damit ist der Sensor zwar einerseits vor Zerstörung geschützt, andererseits ist eine kapazitive Druckmessung in dem Bereich hoher Drücke nicht mehr möglich.

[0003] Um dies dennoch zu ermöglichen, besteht die Möglichkeit den Abstand zwischen Messmembran und Gegenkörper zu vergrößern, wodurch die Messmembran erst bei höheren Drücken auf dem Gegenkörper aufsetzt. Dies ist jedoch aus zwei Gründen nachteilig. Erstens nimmt mit größerem Abstand zwischen den Elektroden die Dynamik dC/dp ab, und zweitens wird das Erreichen der Berstspannung und damit die Zerstörung des Drucksensors wahrscheinlicher. Andererseits kann man steifere Messmembranen verwenden, was wiederum zu Einbußen bei der Dynamik dC/dp führt.

[0004] Es sind aber Messaufgaben bekannt, bei denen während eines Vakuumprozesses niedrige Drücke mit hoher Genauigkeit zu messen sind, wobei in anschließenden Sattedampfersterilisationen der Prozessanlage, der vorherrschende Dampfdruck zu erfassen ist. Letzteres darf ggf. mit geringerer Messgenauigkeit erfolgen.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch den Drucksensor gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1.

[0006] Der erfindungsgemäße Drucksensor umfasst eine Messmembran und einen Gegenkörper, wobei die Messmembran entlang eines umlaufenden Randes druckdicht mit dem Gegenkörper verbunden ist, wobei zwischen dem Gegenkörper und der Messmembran eine Messkammer gebildet ist, in welcher ein Referenzdruck anliegt, wobei eine von der Messkammer abgewandte Außenseite der Messmembran mit einem zu messenden Druck beaufschlagbar ist, wobei die Messmembran druckabhängig verformbar ist, wobei der Drucksensor einen kapazitiven Wandler mit mindestens einer Gegenkörperelektrode und mindestens einer Membranelektrode aufweist, wobei die Kapazität zwischen der Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode von der druckabhängigen Verformung der Messmembran abhängt, wobei zumindest ein zentraler Flächenabschnitt der Membranelektrode oberhalb eines Druckgrenzwerts für den Druck an dem Gegenkörper mit einer Anlagefläche anliegt, deren Größe druckabhängig ist, wobei der Drucksensor weiterhin einen resistiven Wandler aufweist zum Wandeln einer druckabhängigen Verformung der Messmembran bei Drücken oberhalb des Druckgrenzwerts in ein elektrisches Signal anhand eines elektrischen Widerstands der von der Anlagefläche der Messmembran am Gegenkörper abhängt.

[0007] Der Referenzdruck kann bei Absolutdrucksensoren ein Vakuumdruck von beispielsweise weniger als 10^{-3} mbar bzw. bei einem Relativdrucksensor der umgebende Atmosphärendruck sein.

[0008] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der resistive Wandler mindestens zwei Elektroden auf, wobei der elektrische Widerstand, anhand dessen der resistive Wandler das elektrische Signal bereitstellt, zwischen den mindestens zwei Elektroden zu bestimmen ist.

[0009] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der resistive Wandler mindestens eine Widerstandsschicht auf, mit welcher mindestens eine der Elektroden des resistiven Wandlers beschichtet ist, wobei die Widerstandsschicht einer ersten Elektrode des resistiven Wandlers bei Drücken oberhalb des Druckgrenzwerts eine Kontaktfläche zu einer zweiten Elektrode bzw. zu einer Widerstandsschicht der zweiten Elektrode aufweist, welche von der Anlagefläche der Messmembran am Gegenkörper abhängt. In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Kontaktfläche im wesentlichen gleich der Anlagefläche.

[0010] In einer Weiterbildung der Erfindung bildet die Membranelektrode des kapazitiven Wandlers eine erste der Elektroden des resistiven Wandlers, und wobei die Gegenkörperelektrode des kapazitiven Wandlers eine zweite Elektrode des resistiven Wandlers bildet.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst der kapazitive Wandler mindestens zwei Gegenkörperelektroden, wobei eine erste der Gegenkörperelektroden in einem ersten radialen Bereich angeordnet ist und eine zweite der gegen Gegenkörperelektroden in einem zweiten radialen Bereich angeordnet ist, wobei der erste radiale Bereich kleinere Radien umfasst als der zweite radiale Bereich, wobei für einen ersten Druckbereich oberhalb des Druckgrenzwerts die Anlagefläche nur in dem ersten radialen Bereich ausgebildet ist, wobei der resistive Wandler dazu eingerichtet ist, ein Signal bereitzustellen, welches vom Widerstand zwischen der ersten Gegenkörperelektrode und der Membranelektrode abhängt.

[0012] Die beiden Gegenkörperelektroden können gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung als Differentialkondensator beschaltet sein, wobei die Kapazitäten gegenüber der Membranelektrode in der Ruhelage der Messmembran gleich sind. Ein häufig verwendete Übertragungsfunktion für diese Differentialkondensatoren hat die Form $p = p((c_p - c_r)/c_r)$.

[0013] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst der Drucksensor weiterhin eine Auswerteschaltung, welche dazu eingerichtet ist, bei Drücken unterhalb des Druckgrenzwerts einen kapazitätsabhängigen Druckmesswert bereitzustellen, wobei in einem Wertebereich oberhalb des Druckgrenzwerts das Signal des resistiven Wandlers in die Bestimmung des Druckmesswerts eingeht.

[0014] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Auswerteschaltung dazu eingerichtet, zumindest für einen Teilbereich des ersten Druckbereichs, welcher unmittelbar an den Druckgrenzwert anschließt, einen Druckmesswert in Abhängigkeit von einer Kapazität zwischen der Membranelektrode und der zweiten Gegenkörperelektrode zu bestimmen.

[0015] In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Auswerteschaltung dazu eingerichtet, einen Druckmesswert in Abhängigkeit des Signals des resistiven Wandlers zu bestimmen, wenn der Widerstand einen Widerstandsgrenzwert unterschreitet.

[0016] In einer Weiterbildung der Erfindung wird auch in einem zweiten Druckbereich, der an den ersten Druckbereich zu geringeren Drücken hin anschließt, ein Druckmesswert der Kapazität zwischen der Membranelektrode und der zweiten Gegenkörperelektrode bestimmt, wobei der zweite Druckbereich eine Untergrenze aufweist, die beispielsweise nicht weniger als 75%, vorzugsweise nicht weniger als 90% des Druckgrenzwerts beträgt.

[0017] Die Bestimmung des Drucks im zweiten Bereich unterhalb des Druckgrenzwerts ausschließlich anhand der Kapazität der äußeren Gegenelektrode ermöglicht eine stetige Druckmessung in einem Be-

reich, in dem die Kapazität der inneren Gegenkörperelektrode mit steigendem Druck divergiert, so dass eine zuverlässige Wandlung in ein kapazitätsabhängiges Signal erschwert ist. Gleichermäßen ist bei Drücken unmittelbar oberhalb des Druckgrenzwerts die Kontaktfläche noch so gering, dass das Signal des resistiven Wandlers ebenfalls starken Schwankungen unterworfen ist. Hier bietet die Kapazität der äußeren Elektrode einen Ansatz zur Bereitstellung eines stetigen Signals mit dem der kritische Übergangsbereich um den Druckgrenzwert gut abgedeckt werden kann, wenngleich die Dynamik dc_r/dp der Kapazität der äußeren Gegenkörperelektrode naturgemäß begrenzt ist.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die Widerstandsschicht SiC oder TiO₂. In einer Weiterbildung der Erfindung weisen die Messmembran und der Gegenkörper einen keramischen Werkstoff auf, insbesondere Korund, wobei die Elektroden des kapazitiven Wandlers Metall aufweisen.

[0019] In einer Weiterbildung der Erfindung weist die Messmembran einen Halbleiter auf, insbesondere Silizium.

[0020] Die Erfindung wird nun anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1: einen schematischen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Drucksensors;

[0022] Fig. 2: ein Diagramm der Kapazitäten eines Ausführungsbeispiels eines kapazitiven Drucksensors mit einem Differentialkondensator in einem rein kapazitiv auszuwertenden Druckbereich;

[0023] Fig. 3: ein Diagramm einer Übertragungsfunktion, welche anhand der Kapazitäten des Differentialkondensators aus Fig. 2 zu bestimmen ist; und

[0024] Fig. 4: eine Darstellung der Kapazitäten des Differentialkondensators und der Kontaktfläche zwischen der inneren Elektrode des Differentialkondensators und der Membranelektrode in einem Druckbereich um den Druckgrenzwert

[0025] Der in Fig. 1 dargestellte Drucksensor **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 oder Glas, aufweisen.

[0026] Die Messmembran weist auf ihrer gegenkörperseitigen Oberfläche eine vollflächige Membranelektrode **7** auf, die beispielsweise eine Metallschicht, insbesondere eine Ta-Schicht 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** umgeben 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 **4** auf Schaltungsmasse gelegt sein.

[0027] Die Messelektrode **8** ist mit einer elektrischen Widerstandsschicht **18** bedeckt, die beispielsweise SiC in einer Stärke von beispielsweise $10\text{--}100\ \mu\text{m}$. Der spezifische Widerstand der Schicht beträgt beispielsweise etwa $1\ \text{k}\Omega\cdot\text{m}$ bis $10\ \text{k}\Omega\cdot\text{m}$.

[0028] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung weist die Widerstandsschicht TiO_2 tandioxyd oder dotiertes TiO_2 auf, wobei mit dem TiO_2 angrenzend an die Fügestelle ein Lötstopp präpariert ist, welcher beim Fügen der Messmembran mit dem Grundkörper ein Einlaufen des Aktivhartlots in die Messkammer **5** verhindert. Da ein galvanischer Kontakt zwischen der Fügestelle und dem Lötstopp entsteht, ist der Lötstopp von der äußeren Gegenkörperelektrode zu isolieren. Dazu ist die Widerstandsschicht am einfachsten auf der Membranelektrode aufzutragen. Wenn eine TiO_2 -Widerstandsschicht mit Lötstopffunktion auf dem Gegenkörper präpariert werden soll, ist sie entsprechend zu strukturieren, so dass die Gegenkörperelektroden und die Fügestelle gegeneinander isoliert sind.

[0029] Wenn die Messmembran **2** oberhalb eines Druckgrenzwerts in einem solchen Maße ausgelenkt ist, dass sich ihr Zentrum an dem Gegenkörper **3** abstützt, kommt es zu einem elektrischen Kontakt zwischen der Membranelektrode **7** und der Messelektrode **8**, bzw. bei noch höheren Drücken und einem hinreichend geringen Gleichgewichtsabstand zwischen Messmembran und Gegenkörper ggf. auch zwischen der Membranelektrode **7** und der Referenzelektrode **9**. Aufgrund der Widerstandsschichten **18**, **19**, auf den Elektroden kommt es jedoch nicht zu einem Kurzschluss, sondern zu einem definierten Widerstand, dessen Wert mit zunehmender Kontaktfläche abnimmt. Der Widerstand ist hierbei beispielsweise zwischen Schaltungsmasse, auf welcher die

Membranelektrode **7** liegt, und den Durchführungen **10** bzw. **11** der Messelektrode **8** bzw. Referenzelektrode **9** zu erfassen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel liegt die Membranelektrode **7** über die über elektrisch leitende Fügestelle **4**, welche ein Aktivhartlot aufweist, auf Schaltungsmasse. Soll die Messmembran mittels eines Glaslots mit dem Gegenkörper gefügt sein, so kann die Membranelektrode beispielsweise mit einer (hier nicht gezeigten) elektrischen Durchföhrung durch den Gegenkörper und durch die Fügestelle kontaktiert sein.

[0030] Wie in **Fig. 2** dargestellt, haben die Kapazitäten des zuvor beschriebenen Differentialkondensators im wesentlichen den folgenden druckabhängigen Verlauf. In der Ruhelage der Messmembran, die bei einem Druck $p = 0$ auftritt ist die Messelektrodenkapazität gleich der Referenzelektrodenkapazität. Mit zunehmendem Druck steigt die mit einer kontinuierlichen Linie dargestellte Messelektrodenkapazität c_p stärker an als die mit einer punktierten Linie dargestellte Referenzelektrodenkapazität c_r . **Fig. 3** zeigt nun eine typische Übertragungsfunktion $(c_p - c_r)/c_r$ auf Basis der in **Fig. 2** dargestellten Kapazitäten, wobei der kapazitive Wandler ein Signal ausgibt, welches eine Funktion von der Übertragungsfunktion ist. Der übliche Anwendungsbereich einer solchen Übertragungsfunktion erstreckt sich beispielsweise über einen Druckbereich von $p = -0,3$ bis $p = 0,3$ bzw. $p = -0,5$ bis $p = 0,5$, wobei $p = 1$ der Druck ist, bei dem das Zentrum der Messmembran am Gegenkörper zur Anlage kommt. Wie in **Fig. 2** ersichtlich, ist die Messelektrodenkapazität c_p für $p > 0,5$ stark ansteigend, was zur Folge hat, dass beispielweise ein relativ großer Wertebereich eines AD-Wandlers für einen kleinen Druckbereich zu verwenden ist, der zudem häufig am Rande des hauptsächlich interessierenden Messbereichs liegt. Wenn der Druck noch weiter gegen $p = 1$ steigt, geht die Messelektrodenkapazität theoretisch gegen unendlich, weshalb sie bzw. die daraus abgeleitete Übertragungsfunktion zur Bestimmung eines Druckmesswerts dann nicht mehr geeignet ist. In **Fig. 4** sind zur Erläuterung dieser Problematik nochmals die Messelektrodenkapazität c_p (mit durchgezogener Linie) und die Referenzelektrodenkapazität c_r (mit punktierter Linie) für einen Druckbereich zwischen $p = 0,5$ und $p = 2$ dargestellt. Zudem ist die Kontaktfläche zwischen der Messelektrode und der Membranelektrode (mit gestrichelter Linie) dargestellt. Für $p > 0,8$ bzw. $0,9$ steigt die Messelektrodenkapazität so stark an, dass eine Auswertung eines entsprechenden Signals nur mit großem Aufwand durchführbar ist. Zudem bricht die Messelektrodenkapazität bei $p = 1$ zusammen, da es zu einem Kontakt zwischen den beteiligten Elektroden kommt. Andererseits ist die vom resistiven Wandler zu erfassende Kontaktfläche bei $p = 1$ noch sehr gering, so dass relative geringe Druckschwankungen zu einem instabilen Widerstandssignal führen können. Daher ist der resistive Wandler, welcher den Widerstand er-

fasst erst ab beispielsweise $p > 1,05$ bzw. $p > 1,1$ zuverlässig zur Bestimmung der Kontaktfläche bzw. des Drucks heranzuziehen. Für den Druckbereich Übergangsbereich um $p = 1$, beispielsweise $0,9 < p < 1,05$ bzw. $0,8 < p < 1,1$ bietet sich eine Druckbestimmung anhand der Referenzelektrodenkapazität an, die in diesem Übergangsbereich zwar nur ein Mindestmaß an Dynamik $dc/dp > 0$ aufweist, aber im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen elektrischen Größen einen stabilen und stetigen Verlauf hat, anhand dessen dem eine Druckmessung in dem Übergangsbereich durchgeführt bzw. unterstützt werden kann.

Patentansprüche

1. Drucksensor (1), umfassend eine Messmembran (2); und einen Gegenkörper (3), wobei die Messmembran (2) entlang eines umlaufenden Randes druckdicht mit dem Gegenkörper (3) verbunden ist, wobei zwischen dem Gegenkörper(3) und der Messmembran (2) eine Messkammer (5) gebildet ist, in welcher ein Referenzdruck anliegt, wobei eine von der Messkammer (5) abgewandte Außenseite der Messmembran (2) mit einem zu messenden Druck beaufschlagbar ist, wobei die Messmembran (2) druckabhängig verformbar ist, wobei der Drucksensor (1) einen kapazitiven Wandler mit mindestens einer Gegenkörperelektrode (8, 9) und mindestens einer Membranelektrode (7) aufweist, wobei die Kapazität zwischen der mindestens einen Gegenkörperelektrode (8, 9) und der Membranelektrode (7) von der druckabhängigen Verformung der Messmembran (2) abhängt, wobei zumindest ein zentraler Flächenabschnitt der Messmembran (2) oberhalb eines Druckgrenzwerts für den Druck an dem Gegenkörper mit einer Anlagefläche (A(p)) anliegt, deren Größe druckabhängig ist, wobei der Drucksensor weiterhin einen resistiven Wandler aufweist zum Wandeln einer druckabhängigen Verformung der Messmembran bei Drücken in einem Wertebereich oberhalb des Druckgrenzwerts in ein elektrisches Signal anhand eines elektrischen Widerstands, der von der Anlagefläche der Messmembran (2) am Gegenkörper (3) abhängt.

2. Drucksensor nach Anspruch 1 wobei der resistive Wandler mindestens zwei Elektroden (7, 8, 9) aufweist, wobei der elektrische Widerstand, anhand dessen der resistive Wandler das elektrische Signal bereitstellt, zwischen den mindestens zwei Elektroden zu bestimmen ist.

3. Drucksensor nach Anspruch 2, wobei der resistive Wandler mindestens eine Widerstandsschicht (18, 19) aufweist, mit welcher mindestens eine der Elektroden (7, 8, 9) des resistiven Wandlers beschichtet ist, wobei die Widerstandsschicht einer ersten Elektrode (7) des resistiven Wandlers bei Drücken ober-

halb des Druckgrenzwerts eine Kontaktfläche (A(p)) zu einer zweiten Elektrode (8) bzw. zu einer Widerstandsschicht (18), (19) der zweiten Elektrode (8, 9) aufweist, welche von der Anlagefläche der Messmembran (2) am Gegenkörper (3) abhängt.

4. Drucksensor nach Anspruch 3, wobei die Kontaktfläche (A(p)) im wesentlichen gleich der Anlagefläche ist.

5. Drucksensor nach Anspruch 2 oder einem von Anspruch 2 abhängigen Anspruch, wobei die Membranelektrode (7) des kapazitiven Wandlers eine erste der Elektroden des resistiven Wandlers bildet, und wobei die mindestens eine Gegenkörperelektrode (8, 9) des kapazitiven Wandlers eine zweite Elektrode des resistiven Wandlers bildet.

6. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der kapazitive Wandler mindestens zwei Gegenkörperelektroden (8, 9) umfasst, wobei eine erste der Gegenkörperelektroden (8) in einem ersten radialen Bereich angeordnet ist und eine zweite der gegen Gegenkörperelektroden (9) in einem zweiten radialen Bereich angeordnet ist, wobei der erste radiale Bereich kleinere Radien umfasst als der zweite radiale Bereich, wobei für einen ersten Druckbereich oberhalb des Druckgrenzwerts die Anlagefläche nur in dem ersten radialen Bereich ausgebildet ist, wobei der resistive Wandler dazu eingerichtet ist, ein Signal bereitzustellen, welches vom Widerstand zwischen der ersten Gegenkörperelektrode (8) und der Membranelektrode (7) abhängt.

7. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend eine Auswerteschaltung, welche dazu eingerichtet ist bei Drücken unterhalb des Druckgrenzwerts einen kapazitätsabhängigen Druckmesswert bereitzustellen, wobei oberhalb des Druckgrenzwerts das Signal des resistiven Wandlers in die Bestimmung des Druckmesswerts eingeht.

8. Drucksensor nach Anspruch 6 und 7, wobei die Auswerteschaltung dazu eingerichtet ist, zumindest für einen Teilbereich des ersten Druckbereichs, welcher unmittelbar an den Druckgrenzwert anschließt, einen Druckmesswert in Abhängigkeit von einer Kapazität zwischen der Membranelektrode und der zweiten Gegenkörperelektrode zu bestimmen.

9. Drucksensor nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Auswerteschaltung dazu eingerichtet ist, einen Druckmesswert in Abhängigkeit des Signals des resistiven Wandlers zu bestimmen, wenn der Widerstand einen Widerstandsgrenzwert unterschreitet.

10. Drucksensor nach Anspruch 3, oder einem von Anspruch 3 abhängigen Anspruch, wobei die Widerstandsschicht SiC oder TiO₂ aufweist.

11. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messmembran und der Gegenkörper einen keramischen Werkstoff, insbesondere Korund aufweisen, wobei die Elektroden des kapazitiven Wandlers Metall aufweisen.

12. Drucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messmembran einen Halbleiter aufweist, insbesondere Silizium.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

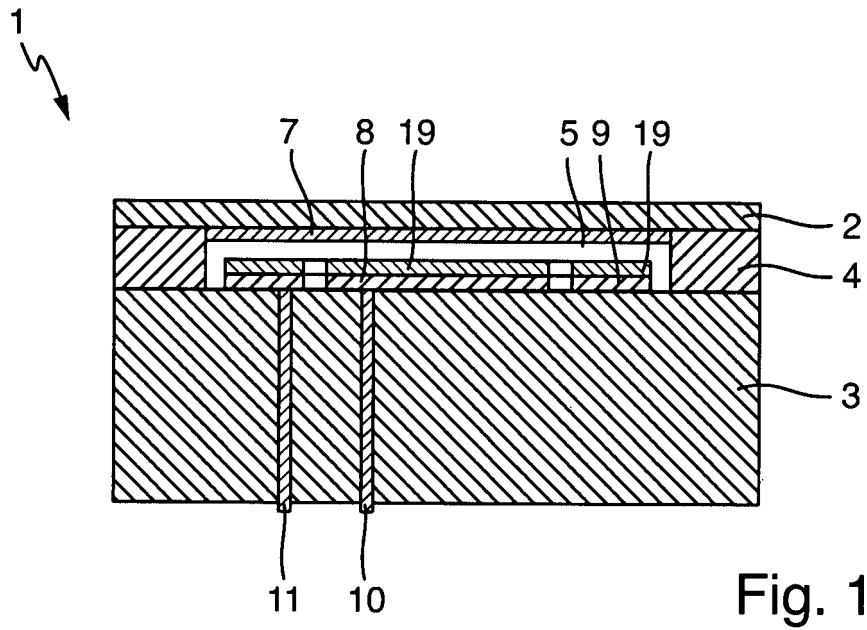


Fig. 1

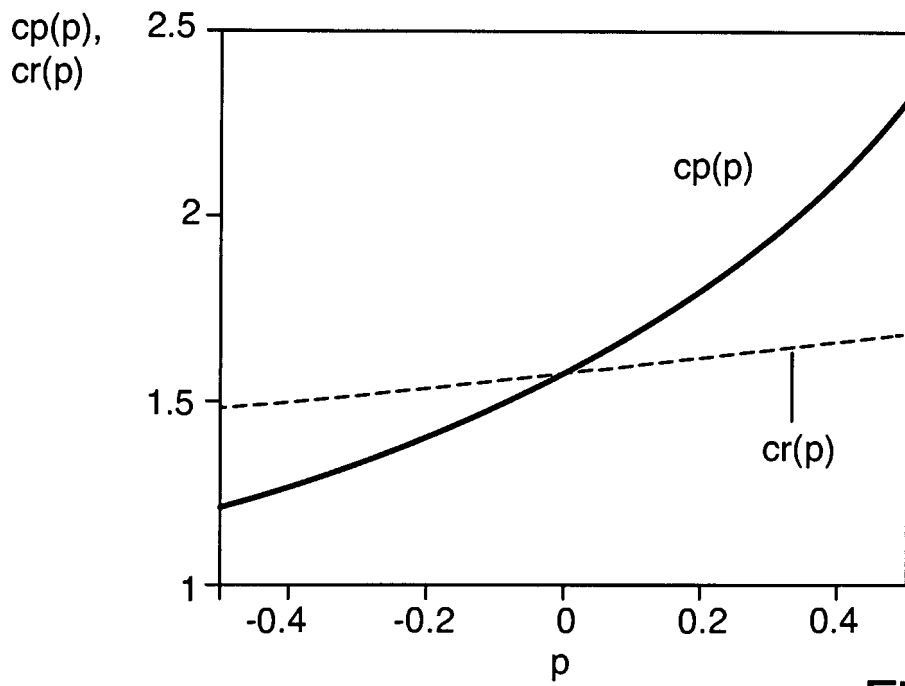


Fig. 2

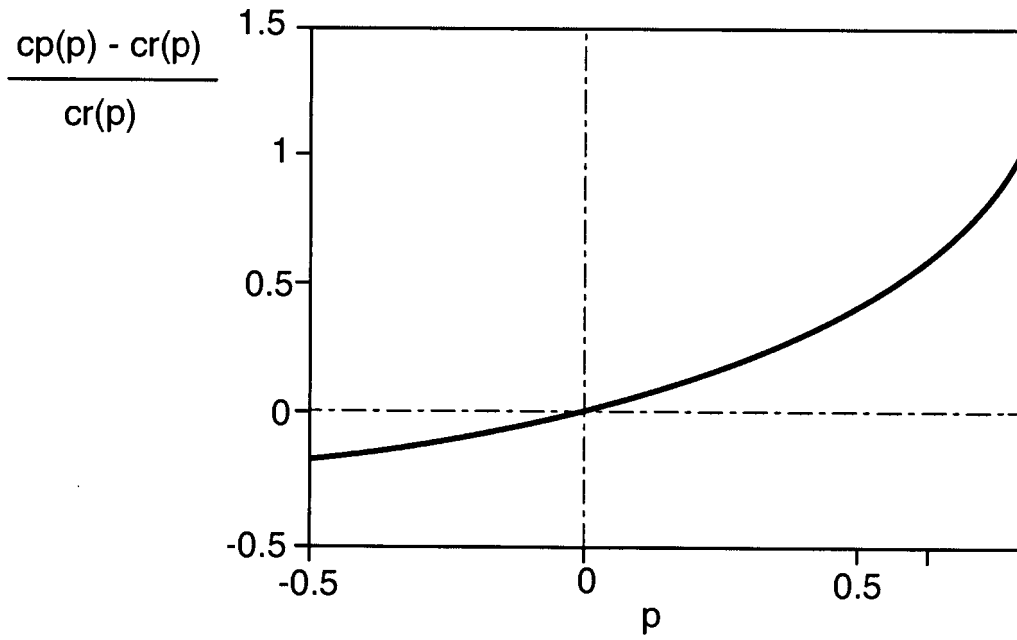


Fig. 3

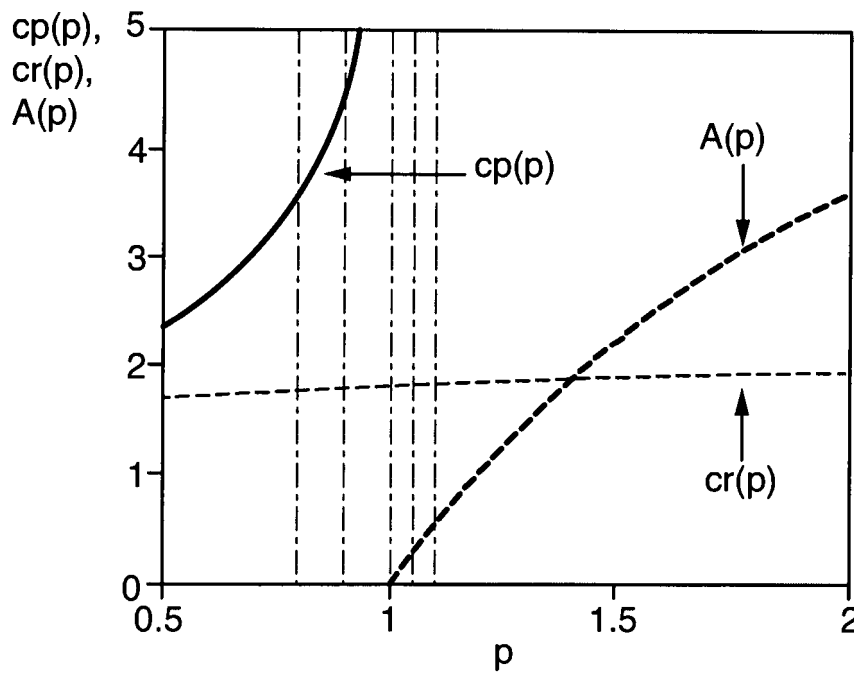


Fig. 4