



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2016 101 491.3**
(22) Anmeldetag: **17.03.2016**
(47) Eintragungstag: **04.04.2016**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **12.05.2016**

(51) Int Cl.: **G01L 9/12 (2006.01)**
G01J 5/04 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE**

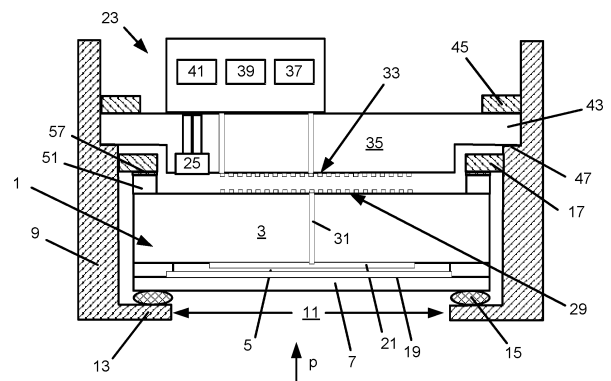
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Hahn, Christian, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 79576 Weil
am Rhein, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Druckmesseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Druckmesseinrichtung, mit

- einem keramischen Drucksensor (1),
- der einen Grundkörper (3) und eine unter Einschluss einer Druckkammer (5) auf dem Grundkörper (3) angeordnete, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck (p) verformbare Messmembran (7) aus Keramik umfasst, und
- der einen eine auf der Messmembran (7) angeordnete Elektrode (19) und eine auf dem Grundkörper (3) angeordnete Gegenelektrode (21) umfassenden Messkondensator (C) mit einer vom zu messenden Druck (p) und einer Temperatur des Drucksensors (1) abhängigen Kapazität aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass
- ein Infrarot-Temperatursensor (25) zur berührungslosen Messung einer Temperatur des Drucksensors (1) vorgesehen ist,
- ein induktiv zu Schwingungen anregbarer elektrischer Schwingkreis vorgesehen ist, der den Messkondensator (C) und eine als elektrisch leitfähige Beschichtung auf eine Oberfläche des Drucksensors (1) aufgebrachte, insb. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrachte Sensorinduktivität (L_S) umfasst, und
- eine Messelektronik (23) vorgesehen ist,
- die eine induktiv an den Schwingkreis gekoppelte Messeinrichtung (27) umfasst, die im Messbetrieb eine von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängige Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt, und
- die den zu messenden Druck (p) anhand einer mittels des Infrarot-Temperatursensors (25) gemessenen Temperatur des Drucksensors (1) und der von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängigen Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Druckmesseinrichtung, mit einem keramischen Drucksensor, der einen Grundkörper und eine unter Einschluss einer Druckkammer auf dem Grundkörper angeordnete, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck verformbare Messmembran aus Keramik umfasst, der einen eine auf der Messmembran angeordnete Elektrode und eine auf dem Grundkörper angeordnete Gegenelektrode umfassenden Messkondensator mit einer vom zu messenden Druck und einer Temperatur des Drucksensors abhängigen Kapazität aufweist.

[0002] Mit Drucksensoren ausgestattete Druckmesseinrichtungen werden in der Druckmesstechnik zur messtechnischen Erfassung von Drücken eingesetzt.

[0003] In Druckmesseinrichtungen können z.B. als Halbleiter-Chips ausgebildete kapazitive mikro-elektromechanische Drucksensoren eingesetzt werden, wie sie z.B. in der WO 03/106952 A2 beschrieben sind. Diese Drucksensoren umfassen einen Grundkörper und eine unter Einschluss einer Druckkammer auf dem Grundkörper angeordnete, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck verformbare Messmembran. Die Messmembran besteht aus Silizium und weist auf deren dem Grundkörper zugewandten Seite eine leitfähige Schicht auf, die zusammen mit einer auf dem Grundkörper angeordneten, starren Gegenelektrode einen Kondensator bildet, dessen Kapazität sich in Abhängigkeit von einer druckabhängigen Durchbiegung der Messmembran verändert.

[0004] Der Grundkörper der in der WO 03/106952 A2 beschriebenen Druckmesseinrichtung umfasst eine Induktivität, die mit der auf der Messmembran angeordneten leitfähigen Schicht und der starren Gegenelektrode verbunden ist. Hierzu ist der Grundkörper als mehrlagiges Substrat ausgebildet, das durch Isolationsschichten isolierte spiralförmige Leiterbahnen umfasst. Induktivität und Messkondensator bilden einen Schwingkreis, dessen vom zu messenden Druck abhängige Resonanzfrequenz drahtlos über ein eingekoppeltes elektromagnetisches Feld bestimmt werden kann.

[0005] Als Halbleiter-Chips ausgebildete kapazitive mikro-elektromechanische Drucksensoren sind jedoch nicht hitzebeständig und dürfen deshalb nur einem vergleichsweise geringen Temperaturbereich ausgesetzt werden. Darüber hinaus dürfen sie aufgrund deren mechanisch sehr empfindlichen Messmembran nicht unmittelbar einem unter dem zu messenden Druck stehenden Medium ausgesetzt werden. Stattdessen wird der zu messende Druck der Messmembran über vorgeschaltete mit einer Druck

übertragenden Flüssigkeit gefüllte Druckmittler zugeführt.

[0006] Dementsprechend weisen Druckmesseinrichtungen mit kapazitiven mikro-elektromechanischen Drucksensoren einen temperaturabhängigen Messfehler auf, der sich zusammensetzt aus einem temperaturabhängigen Messfehler des Drucksensors und einem durch das temperaturabhängige Druckübertragungsverhalten des Druckmittlers bedingten Messfehler.

[0007] Diese Nachteile können zumindest teilweise vermieden werden, indem keramische Drucksensoren eingesetzt werden, deren Messmembran und vorzugsweise auch deren Grundkörper aus Keramik bestehen. Dabei sind Messmembran und Grundkörper mittels einer einen äußeren Rand der Messmembran unter Einschluss einer Druckkammer mit dem Grundkörper verbindenden Fügung, z.B. einer Aktivhartlötung, verbunden.

[0008] Keramische Drucksensoren sind in hohem Maße temperaturbeständig. Darüber hinaus können sie aufgrund der chemischen und mechanischen Beständigkeit von Keramik unmittelbar einem unter dem zu messenden Druck stehenden Medium ausgesetzt werden. Hierzu werden sie regelmäßig derart in ein Gehäuse eingespannt, dass deren Messmembran über eine Öffnung im Gehäuse unmittelbar einem unter dem zu messenden Druck stehenden Medium ausgesetzt ist.

[0009] Eine solche Druckmesseinrichtung mit einem mittels einer auf einen äußeren Rand des Drucksensors einwirkenden Einspannvorrichtung in einem Gehäuse eingespannten keramischen Drucksensor ist z.B. in der EP 0 995 979 A1 beschrieben.

[0010] Keramische Drucksensoren sind relativ unempfindlich gegenüber in axialer Richtung, also senkrecht zur Messmembran, auf deren äußeren Rand einwirkenden Spannungen. Demgegenüber können sich jedoch durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Gehäuse und Sensor verursachte in radialer Richtung wirkende Spannungen auf die Druckempfindlichkeit der Messmembran auswirken, was wiederum zu einem temperaturabhängigen Messfehler führt. Dem wird bei der in der EP 0 995 979 A1 beschriebenen Druckmesseinrichtung entgegen gewirkt, indem auf einem äußeren Rand einer von der Messmembran abgewandte Rückseite des Grundkörpers ein vorzugsweise aus Keramik bestehender, in axialer Richtung eingespannter Entkopplungsring vorgesehen ist, der dazu dient durch thermomechanische Spannungen verursachte temperaturabhängige Hysterese-Effekte zu vermeiden.

[0011] Kapazitive keramische Drucksensoren umfassen einen kapazitiven elektromechanischen Wandler zur messtechnischen Erfassung einer von einem auf die Messmembran einwirkenden zu messenden Druck abhängigen Auslenkung der Messmembran. Dieser Wandler umfasst regelmäßig einen Messkondensator mit einer vom zu messenden Druck abhängigen Kapazität. Hierzu umfasst der Messkondensator eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnfläche des Grundkörpers angeordnete Messelektrode und eine auf einer dem Grundkörper zugewandten Seite der Messmembran angeordnete Membranelektrode. Die Messelektrode ist kreisscheibenförmig und überdeckt einen der Mitte der Messmembran gegenüber liegenden Bereich der Stirnseite des Grundkörpers.

[0012] Dabei weist die Kapazität des Messkondensators aufgrund der thermischen Ausdehnung der den Elektrodenabstand zwischen Messelektrode und Membranelektrode mitbestimmenden Höhe der Fügung zusätzlich zu der gewünschten Druckabhängigkeit auch eine Temperaturabhängigkeit auf.

[0013] Es ist bekannt, den aus dieser Temperaturabhängigkeit resultierenden Messfehler kapazitiver keramischer Drucksensoren zu kompensieren, indem zusätzlich zum Messkondensator ein Referenzkondensator vorgesehen wird, dessen Kapazität sich in vergleichbarer Weise in Abhängigkeit von der Temperatur verändert, jedoch keine oder nur eine deutlich geringere Druckabhängigkeit aufweist. Hierzu umfasst der Referenzkondensator eine auf einer der Messmembran zugewandten Stirnfläche des Grundkörpers angeordnete kreisringscheibenförmige, die Membranelektrode außenseitlich allseitig umgebende, von Messelektrode beabstandete Referenzelektrode und die beiden Kondensatoren gemeinsame Membranelektrode.

[0014] Mess- und Referenzkondensator sind an eine Messelektronik angeschlossen, die die Kapazitäten der beiden Kondensatoren bestimmt und den zu messenden Druck anhand einer differentiellen Änderung g der beiden Kapazitäten C_p , C_R bestimmt. Die differentielle Änderung kann z.B. anhand des Verhältnisses der Differenz $C_p - C_R$ der beiden Kapazitäten zur Messkapazität C_p gemäß: $g = (C_p - C_R)/C_p$ bestimmt wird. Hierüber wird eine Kompensation eines temperaturabhängigen Messfehlers bewirkt.

[0015] Bei kapazitiven keramischen Drucksensoren besteht das Problem, dass für die Kapazitätsmessungen aufgrund der Störempfindlichkeit unverstärkter Kapazitätssmesssignale regelmäßig eine in unmittelbarer Nähe der Kondensatoren angeordnete Vorortelektronik erforderlich ist, die in der Regel über durch Lötungen zu verbindende Anschlüsse oder Anschlussleitungen an die Kondensatoren angeschlossen werden muss.

[0016] Der Temperaturbereich, indem Lötungen zuverlässige elektrische und mechanische Verbindungen bewirken ist abhängig von der Schmelztemperatur des verwendeten Lots und somit regelmäßig deutlich geringer, als der Temperaturbereich, indem keramische Drucksensoren ansonsten ohne weiteres eingesetzt werden könnten.

[0017] Während die Kapazität eines nur einen Kondensator umfassenden Drucksensoren, auf die eingangs erwähnte, in der WO 03/106952 A2 beschriebene Weise berührungslos ausgelesen werden kann, ist dies bei mit einem Mess- und einem Referenzkondensator ausgestatteten Drucksensoren nicht ohne weiteres möglich. Der Grund hierfür besteht darin, dass zwischen Messkondensator und Referenzkondensator über die den beiden Kondensatoren gemeinsame Membranelektrode eine kapazitive Kopplung besteht. Die Kapazitäten von Mess- und Referenzkondensator können somit nicht ohne weiteres unabhängig voneinander drahtlos ausgelesen werden.

[0018] Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine Druckmesseinrichtung mit einem keramischen Drucksensor anzugeben, die in einem großen Temperaturbereich einsetzbar ist.

[0019] Hierzu umfasst die Erfindung eine Druckmesseinrichtung, mit

- einem keramischen Drucksensor,
- der einen Grundkörper und eine unter Einschluss einer Druckkammer auf dem Grundkörper angeordnete, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck verformbare Messmembran aus Keramik umfasst, und
- der einen eine auf der Messmembran angeordnete Elektrode und eine auf dem Grundkörper angeordnete Gegenelektrode umfassenden Messkondensator mit einer vom zu messenden Druck und einer Temperatur des Drucksensors abhängigen Kapazität aufweist,

der sich dadurch auszeichnet, dass

- ein Infrarot-Temperatursensor zur berührungslosen Messung einer Temperatur des Drucksensors vorgesehen ist,
- ein induktiv zu Schwingungen anregbarer elektrischer Schwingkreis vorgesehen ist, der den Messkondensator und eine als elektrisch leitfähige Beschichtung auf eine Oberfläche des Drucksensors aufgebrauchte, insb. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrauchte Sensorinduktivität umfasst, und
- eine Messelektronik vorgesehen ist,
- die eine induktiv an den Schwingkreis gekoppelte Messeinrichtung umfasst, die im Messbetrieb eine von der Kapazität des Messkondensators

tors abhängige Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt, und

– die den zu messenden Druck anhand einer mittels des Infrarot-Temperatursensors gemessenen Temperatur des Drucksensors und der von der Kapazität des Messkondensators abhängigen Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt.

[0020] Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass

– der Schwingkreis eine von der Kapazität des Messkondensators und der Sensorinduktivität abhängige Resonanzfrequenz aufweist, und

– die Messeinrichtung die von der Kapazität des Messkondensators abhängige Resonanzfrequenz des Schwingkreises bestimmt.

[0021] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass die Messeinrichtung

– eine induktiv an die Sensorinduktivität gekoppelte Messinduktivität umfasst,

– eine an die Messinduktivität angeschlossene Erregereinrichtung umfasst, die im Messbetrieb ein Erregersignal, insb. eine Wechselspannung mit zeitlich veränderlicher Frequenz erzeugt, durch das der Schwingkreis über die induktive Kopplung zu Schwingungen angeregt wird, und

– eine an die Messinduktivität angeschlossene Auswertelektronik umfasst, die anhand eines im Messbetrieb über die Messinduktivität fließenden Messsignals die von der Kapazität des Messkondensators abhängige Messgröße bestimmt.

[0022] Eine erste Weiterbildung sieht vor, dass

– die Messeinrichtung eine induktiv an die Sensorinduktivität gekoppelte Messinduktivität umfasst, und

– die Messinduktivität eine auf einer von der Messmembran abgewandten Seite des Grundkörpers angeordnete dreidimensionale Messspule, insb. eine Luftspule, umfasst.

[0023] Eine zweite Weiterbildung sieht vor, dass

– die Messeinrichtung eine induktiv an die Sensorinduktivität gekoppelte Messinduktivität umfasst, und

– die Messinduktivität eine auf einer dem Grundkörper zugewandten Stirnseite eines Trägers aus einem Isolator aufgebrachte Planarspule umfasst.

[0024] Eine dritte Weiterbildung sieht vor, dass

– der Drucksensor in einem Gehäuse eingespannt ist, und

– der Infrarot-Temperatursensor auf einem Träger montiert ist, insb. in den Träger eingesetzt ist, und

– der Träger auf einer von der Messmembran abgewandten Seite des Drucksensors in das Gehäuse eingesetzt ist.

[0025] Eine vierte Weiterbildung sieht vor, dass die Sensorinduktivität eine auf eine von der Messmembran abgewandte Rückseite des Grundkörpers aufgebrachte Planarspule umfasst.

[0026] Eine fünfte Weiterbildung sieht vor, dass

– die Sensorinduktivität über eine elektrisch leitfähige Verbindung, insb. eine sich beim Aufbringen Sensorinduktivität ausbildende elektrisch leitfähige Verbindung, mit einem durch den Grundkörper hindurch verlaufenden Kontaktstift verbunden ist, und

– der Kontaktstift über eine elektrisch leitfähige Verbindung, insb. eine sich beim Aufbringen Gegenelektrode ausbildende elektrisch leitfähige Verbindung, mit der Gegenelektrode verbunden ist.

[0027] Eine sechste Weiterbildung sieht vor, dass der Schwingkreis eine seriell mit der Sensorinduktivität verbundene Zusatzinduktivität, insb. eine dreidimensionale, auf eine Mantelfläche eines auf der von der Messmembran abgewandten Rückseite des Grundkörpers angeordneten Isolators, insb. eines Entkopplungsringes, aufgebrachte, insb. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrachte, dreidimensionale Spule, umfasst.

[0028] Eine Weiterbildung der sechsten Weiterbildung sieht vor, dass der Isolator mit einem Element, insb. einem Ferrit-Ring, aus einem Material mit hoher Permeabilität ausgestattet ist.

[0029] Eine weitere Weiterbildung der sechsten Weiterbildung sieht vor, dass

– die Sensorinduktivität mit einer auf der von der Messmembran abgewandten Rückseite des Grundkörpers aufgebrachten elektrisch leitfähigen Beschichtung, insb. einer durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrachten elektrisch leitfähigen Beschichtung, verbunden ist,

– die Zusatzinduktivität mit einer auf eine dem Grundkörper zugewandte Stirnseite des Isolators aufgebrachten Beschichtung, insb. einer durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrachten elektrisch leitfähigen Beschichtung, verbunden ist, und

– die auf den Grundkörper aufgebrachte Beschichtung in elektrisch leitendem Kontakt zu der auf den Isolator aufgebrachten Beschichtung steht.

[0030] Eine Weiterbildung der Erfindung oder der sechsten Weiterbildung sieht vor, dass

– der Drucksensor mittels einer Einspannvorrichtung in einem Gehäuse eingespannt ist,

– wobei die Einspannvorrichtung insb. derart ausgebildet ist, dass sie eine Einspannung, insb.

elastische Einspannung, eines äußeren Randes des Drucksensors oder eines äußeren Randes des Drucksensors und eines auf dessen von der Messmembran abgewandten Rückseite angeordneten Entkopplungsring, insb. eines mit der Zusatzinduktivität ausgestatteten Isolators, bewirkt.

[0031] Eine Weiterbildung der beiden letztgenannten Weiterbildungen sieht vor, dass

- die mit der Sensorinduktivität verbundene Beschichtung und die mit der Zusatzinduktivität verbundene Beschichtung aufeinander aufliegen, und
- die Einspannvorrichtung einen Einspanndruck auf die aufeinander aufliegenden Beschichtungen ausübt.

[0032] Eine weitere Weiterbildung sieht vor, dass Sensorinduktivität, die Elektrode und die Gegenelektrode jeweils aus einem elektrisch leitfähigen Material, insb. aus einem durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgetragenen Material, insb. aus Titan oder Tantal, bestehen.

[0033] Eine weitere Weiterbildung sieht vor, dass die Messelektronik und der Infrarot-Temperatursensor als Bestandteil eines Messmoduls ausgebildet sind, das mittels einer lösbaren mechanischen Befestigungsvorrichtung an einem auf der von der Messmembran abgewandten Seite des Drucksensors befindlichen Ort befestigbar ist.

[0034] Die Erfindung bietet den Vorteil, dass sowohl die druckabhängige Kapazität des Messkondensators als auch die Temperatur des Drucksensors drahtlos bestimmt wird. Dabei sind weder zur Messung der Temperatur noch zur Messung der Kapazität durch Lötungen mit auf dem Drucksensor angeordneten Anschlüssen zu verbindende Anschlussleitungen erforderlich. Die Druckmesseinrichtung kann somit in einem deutlich größeren Temperaturbereich eingesetzt werden.

[0035] Darüber hinaus bietet die Erfindung aufgrund der über die induktive Kopplung erfolgenden Kapazitätsmessung den Vorteil, dass die Messeinrichtung bei Bedarf ausgetauscht werden kann, ohne dass der Drucksensor hierzu aus seiner Einspannung gelöst werden muss. Da sich die Einspannverhältnisse des Drucksensors hierbei nicht ändern, kann die Druckmesseinrichtung nach einem Austausch der Messeinrichtung wieder in Betrieb genommen werden, ohne dass eine Neukalibration zur Bestimmung der von der Einspannung abhängigen Abhängigkeiten des zu messenden Druck von der Resonanzfrequenz erforderlich ist.

[0036] Die Erfindung und deren Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen zwei Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher erläu-

tert. Gleiche Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0037] Fig. 1 zeigt: eine erfindungsgemäße Druckmesseinrichtung;

[0038] Fig. 2 zeigt: eine Draufsicht auf eine von der Messmembran abgewandte Rückseite des Drucksensors von Fig. 1;

[0039] Fig. 3 zeigt: ein elektrisches Ersatzschaltbild der Druckmesseinrichtung von Fig. 1;

[0040] Fig. 4 zeigt: eine Schwingungsamplitude des Schwingkreises als Funktion der Frequenz;

[0041] Fig. 5 zeigt: eine Druckmesseinrichtung mit einer auf dem Drucksensor angeordnete Sensorinduktivität und einer seriell damit verbundenen Zusatzinduktivität; und

[0042] Fig. 6 zeigt: eine Draufsicht auf eine vom der Messmembran abgewandte Rückseite des Drucksensors von Fig. 5.

[0043] Um Komponenten sehr unterschiedlicher Baugröße darstellen zu können, wurde in allen Figuren eine nicht maßstabgetreue Darstellung gewählt.

[0044] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckmesseinrichtung. Die Druckmesseinrichtung umfasst einen keramischen Drucksensor **1** mit einem Grundkörper **3** und einer unter Einschluss einer Druckkammer **5** auf dem Grundkörper **3** angeordneten, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck p verformbare Messmembran **7**. Die Messmembran **7** besteht aus Keramik, z.B. aus Aluminiumoxid (Al_2O_3). Vorzugsweise besteht auch der Grundkörper **3** aus Keramik, z.B. aus Aluminiumoxid (Al_2O_3).

[0045] Der Drucksensor **1** kann unmittelbar einem Medium ausgesetzt werden, dessen Druck gemessen werden soll. Hierzu kann der Drucksensor **1** z.B. auf die in Fig. 1 dargestellte Weise mittels einer Einspannvorrichtung in einem Gehäuse **9** eingespannt werden, das eine Öffnung **11** aufweist, über die eine Außenseite der Messmembran **7** mit dem zu messenden Druck p beaufschlagbar ist. Die Einspannvorrichtung ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie eine elastische Einspannung eines äußeren Randes des Drucksensors **1** bewirkt. Als Einspannvorrichtung eignet sich z.B. eine die Öffnung **11** außenseitlich umgebende Schulter **13** des Gehäuses **9**, auf der ein äußerer Rand der Messmembran **7** unter Zwischenfügung einer Dichtung **15** aufliegt und ein in das Gehäuse **9** eingesetzter Druckring **17**, der den Drucksensor **1** gegen die Schulter **13** drückt. Alternativ können Drucksensoren **1** erfindungsgemäßer Druckmesseinrichtungen natürlich auch auf andere Weise als mit-

tels der hier beschriebenen Einspannvorrichtung an einem Einsatzort montiert und mit dem zu messenden Druck p beaufschlagt werden.

[0046] Der Drucksensor **1** kann, wie hier dargestellt, als Absolutdrucksensor, ausgebildet sein. In dem Fall ist die unter der Messmembran **7** eingeschlossene Druckkammer **5** evakuiert. Alternativ kann er als Relativ- oder Differenzdrucksensor ausgebildet sein, indem der Druckkammer **5** über eine durch den Grundkörper **3** hindurch verlaufende – hier nicht darstellte – Druckzuleitung ein Referenzdruck p_{ref} , z.B. ein Umgebungsdruck, oder ein zweiter Druck zugeführt wird.

[0047] Der Drucksensor **1** umfasst einen Messkondensator C , dessen Kapazität sich in Abhängigkeit von dem auf die Messmembran **7** einwirkenden Druck p verändert. Der Messkondensator C umfasst eine auf einer dem Grundkörper **3** zugewandten Innenseite der Messmembran **7** angeordnete Elektrode **19** und eine auf einer der Messmembran **7** zugewandten Stirnseite des Grundkörpers **3** angeordnete Gegenelektrode **21**. Elektrode **19** und Gegenelektrode **21** bestehen jeweils aus einem leitfähigen Metall, wie z.B. Titan oder Tantal, und sind vorzugsweise als Beschichtungen ausgebildet, die z.B. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, vorzugsweise durch Sputtern, aufgebracht wurden.

[0048] Erfindungsgemäß umfasst die Druckmesseinrichtungen eine Messelektronik **23**, die den zu messenden Druck p anhand einer mittels eines Infrarot-Temperatursensors **25** gemessenen Temperatur T des Drucksensors **1** und der Kapazität des Messkondensators C bestimmt. Hierzu umfasst die Druckmesseinrichtung einen induktiv zu Schwingungen anregbaren Schwingkreis, der den Messkondensator C und eine als elektrisch leitfähige Beschichtung auf eine Oberfläche des Drucksensors **1** aufgebrachte aufbrachte Sensorinduktivität L_S umfasst. Die Messelektronik **23** umfasst eine induktiv an den Schwingkreis gekoppelte Messeinrichtung **27**, die im Messbetrieb eine von der Kapazität des Messkondensators C abhängige Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt. Als von der Kapazität abhängige Eigenschaft eignet sich insb. eine von der Kapazität und der Induktivität der Sensorinduktivität L_S abhängige Resonanzfrequenz $\omega_{\text{Res}}(C, L_S)$, die bei konstanter Induktivität ein direktes Maß für die zu messende Kapazität darstellt.

[0049] Die Erfindung bietet den Vorteil, dass die messtechnische Erfassung der druckabhängigen Kapazität des Messkondensators C über die induktive Kopplung drahtlos erfolgt. Hierfür sind keine mit auf dem Drucksensor **1** angeordneten Kontakten oder Anschlüssen über Lötungen zu verbindende Anschlussleitungen erforderlich. Dabei ermöglicht es die mittels des Infrarot-Temperatursensors **25** ebenfalls berührungslos gemessene Temperatur des Drucksensors **1** eine Kompensation der Temperatur-

abhängigkeit der Kapazität des Messkondensators C vorzunehmen, ohne dass hierzu ein Referenzkondensator vorgesehen werden muss. Mangels Referenzkondensators besteht somit auch keine kapazitive Kopplung zwischen Referenz- und Messkondensator C , die Einfluss auf die drahtlose messtechnische Erfassung der druckabhängigen Kapazität des Messkondensators C hätte. Dabei bietet der Infrarot-Temperatursensor **25** aufgrund des zugrunde liegenden Messprinzips den Vorteil, dass er lediglich auf eine Oberfläche des Drucksensors **1** ausgerichtet werden muss und dabei ohne weiteres in größerem Abstand vom Drucksensor **1** angeordnet sein kann. Das bietet den Vorteil, dass der Infrarot-Temperatursensor **25** die Temperatur des Drucksensors **1** erfasst, ohne dass er selbst den möglicher Weise sehr hohen Temperaturen ausgesetzt ist, denen der Drucksensor **1** im Messbetrieb ausgesetzt ist.

[0050] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Sensorinduktivität L_S eine auf eine von der Messmembran **7** abgewandte Rückseite des Grundkörpers **3** aufgebrachte Planarspule **29**. **Fig. 2** zeigt hierzu eine Draufsicht auf die Rückseite des Grundkörpers **3** von **Fig. 1**. Dort ist die Planarspule **29** als Spirale ausgebildet.

[0051] Die Sensorinduktivität L_S besteht vorzugsweise aus einem elektrisch leitfähigen Material, wie zum Beispiel Titan oder Tantal, und wird vorzugsweise durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, vorzugsweise durch Sputtern, auf die Rückseite des Grundkörpers **3** aufgebracht.

[0052] Der elektrische Anschluss der Sensorinduktivität L_S an den Kondensator C erfolgt vorzugsweise über einen elektrisch leitfähigen, durch den Grundkörper **3** hindurch zur Gegenelektrode **21** verlaufenden Kontaktstift **31**, z.B. einen Tantalstift oder einen Titanstift. Dabei wird bei der Herstellung des Drucksensors **1** vorzugsweise derart verfahren, dass der Kontaktstift **31** in eine Bohrung im Grundkörper **3** eingesetzt wird. Im Anschluss daran werden die Gegenelektrode **21** und die Sensorinduktivität L_S jeweils als eines der beiden gegenüberliegenden Enden des Kontaktstifts **31** überdeckende Beschichtung auf die entsprechende Seite des Grundkörpers **3** aufgebracht. Dabei bieten das Aufbringen der Sensorinduktivität L_S und der Gegenelektrode **21** durch physikalische Gasphasenabscheidung den Vorteil, dass sich hierbei unmittelbar eine in hohem Maße temperaturbeständige, elektrisch leitfähige Verbindung zu dem jeweiligen Ende des Kontaktstifts **31** ausbildet.

[0053] **Fig. 3** zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer in erfindungsgemäßen Druckmesseinrichtungen einsetzbaren Messelektronik **23** zusammen mit dem daran angeschlossenen Infrarot-Temperatursensor **25** und dem induktiv daran gekoppelten Schwingkreis.

[0054] Die Messeinrichtung **27** umfasst eine in der Nähe der Sensorinduktivität L_S angeordnete Messinduktivität L_M , über die die induktive Kopplung zur Sensorinduktivität L_S des Schwingkreises besteht. Die Messinduktivität L_M kann z.B. eine Planarspule **33** umfassen, die auf eine der Rückseite des Grundkörpers **3** zugewandte Stirnseite eines in das Gehäuse **9** eingesetzten Trägers **35** aus einem Isolator aufgebracht ist. Dabei weist die Planarspule **33** vorzugsweise eine Formgebung und eine Anordnung auf, die der in **Fig. 2** dargestellten Formgebung und Anordnung der Sensorinduktivität L_S entspricht.

[0055] Alternativ kann die Messinduktivität L_M als dreidimensionale Messspule, z.B. als spiralförmige Luftspule, ausgebildet sein, die parallel zur Ebene der Sensorinduktivität L_S in geringem Abstand zur Rückseite des Grundkörpers **3** angeordnet ist. Auch die Luftspule wird vorzugsweise auf einer der Rückseite des Grundkörpers **3** zugewandten Stirnseite eines in das Gehäuse **9** eingesetzten Träger **35** montiert.

[0056] Unabhängig von der Ausgestaltung der Messinduktivität L_M wird der Träger **35** vorzugsweise zugleich auch zur Montage des Infrarot-Temperatursensors **25** genutzt. Hierzu wird der Infrarot-Temperatursensor **25** vorzugsweise derart in den Träger **35** eingesetzt, dass er auf eine Oberfläche des Drucksensors **1** ausgerichtet ist. Alternativ kann er auch auf einer vom Drucksensor **1** abgewandte Seite des Trägers **35** montiert werden. In dem Fall ist im Träger **35** eine hier nicht dargestellte Bohrung vorzusehen, durch die Infrarot-Strahlung hindurch treten kann.

[0057] Die Messeinrichtung **27** umfasst eine an die Messinduktivität L_M angeschlossene Erregereinrichtung **37**, die im Messbetrieb ein Erregersignal erzeugt, durch das der Schwingkreis über die durch die Messinduktivität L_M und Sensorinduktivität L_S gegebene induktive Kopplung zu Schwingungen angeregt wird. Dabei führt der Schwingkreis Schwingungen mit einer von der Frequenz der Schwingungen abhängigen Schwingungsamplitude $A(\omega)$ aus. **Fig. 4** zeigt einen typischen Verlauf der Schwingungsamplitude $A(\omega)$ als Funktion der Frequenz in einem eine Resonanzfrequenz ω_{res} des Schwingkreises umfassenden Frequenzbereich. Dabei bildet die Schwingungsamplitude $A(\omega)$ im Bereich der Resonanzfrequenz $\omega_{res}(C, L_S)$ des Schwingkreises einen Resonanzpeak aus. Die Resonanzfrequenz $\omega_{res}(C, L_S)$ ist abhängig von der vom zu messenden Druck p und der Temperatur des Drucksensors **1** abhängigen Kapazität C und der Sensorinduktivität L_S des Schwingkreises und stellt aufgrund der im Wesentlichen konstanten Sensorinduktivität L_S eine Eigenschaft des Schwingkreises dar, die ein direktes Maß für die Kapazität des Messkondensators C bildet, das mittels der Messeinrichtung **27** über die induktive Kopplung drahtlos bestimmt werden kann.

[0058] Hierzu ist die Erregereinrichtung **37** vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie eine Wechselspannung mit zeitlich veränderlicher Frequenz erzeugt, die über einen Vorwiderstand R an der Messinduktivität L_M anliegt. Als Wechselspannungsquelle eignet sich z.B. ein über einen Sägezahngenerator gesteuerter spannungsgesteuerter Oszillator. Darüber hinaus umfasst die Messeinrichtung **27** eine an die Messinduktivität L_M und die Erregereinrichtung **37** angeschlossene Auswertelektronik **39**, die anhand der Frequenzen und der Amplituden des dabei über dessen Messinduktivität L_M fließenden Messsignals die von der Messkapazität C des Schwingkreises abhängige Resonanzfrequenz $\omega_{res}(C, L_S)$ bestimmt.

[0059] Im Messbetrieb wird der zu messende Druck p anhand der vom Infrarot-Temperatursensor **25** berührungslos gemessenen Temperatur und der mittels der Messeinrichtung **27** drahtlos bestimmten von der Kapazität des Messkondensators C abhängigen Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt. Hierzu kann die Messelektronik **23** ein an den Infrarot-Temperatursensor **25** und die Messeinrichtung **27** angeschlossenes Druckbestimmungsmodul **41** umfassen. Das Druckbestimmungsmodul **41** kann als separate Einheit ausgebildet sein. Alternativ kann die Funktionalität dieses Moduls aber auch von anderen Komponenten der Messelektronik **23** mit übernommen werden. Die Druckbestimmung erfolgt vorzugsweise anhand von vorab in einem Kalibrationsverfahren aufgezeichneten und in der Messelektronik **23** abgespeicherten Sensorkennndaten, die die Abhängigkeit des zu messenden Drucks p von der Eigenschaft des Schwingkreises als Funktion der mit dem Infrarot-Temperatursensor **25** gemessenen Temperatur wieder geben.

[0060] Die Messelektronik **23** und der Infrarot-Temperatursensor **25** sind vorzugsweise als Bestandteil eines Messmoduls ausgebildet, das mittels einer lösbaren, in **Fig. 1** nur schematisch dargestellten, mechanischen Befestigungsvorrichtung an einem auf der von der Messmembran **7** abgewandten Seite des Drucksensors **1** befindlichen Ort montiert werden kann. Hierzu kann das Messmodul z.B. mit einem sich radial nach außen erstreckenden Absatz **43** ausgestattet sein, der mittels eines Druckrings **45** auf einem im Gehäuse **9** vorgesehenen Anschlag **47** montiert wird. Dabei ist über den Anschlag **47** eine definierte, reproduzierbare Positionierung der Messinduktivität L_M gewährleistet. Ein solches Messmodul bietet den Vorteil, dass es bei Bedarf ausgetauscht werden kann, ohne dass der Drucksensor **1** hierzu aus der Einspannvorrichtung gelöst werden muss. Da sich die Einspannverhältnisse des Drucksensors **1** beim Austausch des Messmoduls nicht verändern, kann die Druckmesseinrichtung nach einem Austausch wieder in Betrieb genommen werden, ohne dass eine Neukalibration zur Bestimmung der von der Einspannung abhängigen Abhängigkeit

ten des zu messenden Drucks p von der Resonanzfrequenz ω_{Res} des Schwingkreises erforderlich ist.

[0061] Bei den erfindungsgemäßen Druckmessenrichtungen erfolgen die mit der Messeinrichtung **27** ausgeführten Messungen in einem in Abhängigkeit von den Resonanzfrequenzen ω_{Res} des Schwingkreises festgelegten Frequenzbereich. Dabei ist die erzielbare Messgenauigkeit umso höher, je niedriger die Frequenzen sind, bei denen die Messungen erfolgen. Die Resonanzfrequenz ω_{Res} des Schwingkreises ist im Wesentlichen umgekehrt proportional zur Wurzel aus dem Produkt der Kapazität des Messkondensator C und der im Wesentlichen konstanten Größe der Sensorinduktivität L_S . Dabei ist die Kapazität des Messkondensator C abhängig vom Elektrodenabstand und von der Größe der Elektrodenflächen von Elektrode **19** und Gegenelektrode **21**. Beide Größen sind in der Regel aufgrund herstellungs- und/oder anwendungsbedingter Vorgaben nur innerhalb enger Grenzen variierbar. Kapazitive keramische Drucksensoren **1** weisen daher üblicher Weise Kapazitäten in der Größenordnung von 10 pF bis 50 pF auf. Genauso kann auch die von der Formgebung und den Abmessungen der Beschichtung abhängige Größe der Sensorinduktivität L_S aufgrund der begrenzten Oberfläche des Drucksensors **1** nur innerhalb enger variiert werden. So können auf die oben beschriebene Weise zum Beispiel Planarspulen **29** mit einer Induktivität in der Größenordnung von einigen 100 nH auf dem Drucksensor **1** erzeugt werden. Hierüber ergeben sich vom zu messenden Druck p abhängige Resonanzfrequenzen ω_{Res} von 10 MHz bis 100 MHz.

[0062] Die mit der erfindungsgemäßen Druckmessenrichtung erzielbare Messgenauigkeit kann weiter verbessert werden, indem die Druckmessenrichtung mit einer seriell mit der Sensorinduktivität L_S verbundenen Zusatzinduktivität L_Z ausgestattet wird. Die Zusatzinduktivität L_Z bietet den Vorteil, dass sie eine Erniedrigung der vom zu messenden Druck p abhängigen Resonanzfrequenz ω_{Res} bewirkt, die wiederum eine Erhöhung der erzielbaren Messgenauigkeit zur Folge hat. Dabei gilt es auch hier die Zusatzinduktivität L_Z ohne den Einsatz von Lötungen anzuschließen. Ein Ausführungsbeispiel hierzu ist in **Fig. 5** dargestellt. Aufgrund der großen Übereinstimmung mit dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel werden nachfolgend lediglich die bestehenden Unterschiede näher erläutert. Im Übrigen wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0063] Die in **Fig. 5** dargestellte Zusatzinduktivität L_Z umfasst eine dreidimensionale Spule **49**, die auf einer äußeren Mantelfläche eines auf der Rückseite des Grundkörpers **3** angeordneten Isolators **51** vorgesehen ist. Die Zusatzinduktivität L_Z ist vorzugsweise eine als Beschichtung auf den Isolator **51** aufgebraute Spule **49** ausgebildet. Sie besteht vorzugsweise aus dem Material der Sensorinduktivität L_S und

kann z.B. durch physikalische Gasphasenabscheidung, insb. durch Sputtern aufgebracht werden.

[0064] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Sensorinduktivität L_S mit einer auf der von der Messmembran **7** abgetragenen Rückseite des Grundkörpers **3** aufgetragenen, elektrisch leitfähigen Beschichtung **53** verbunden. Analog ist die Zusatzinduktivität L_Z mit einer auf einer dem Grundkörper **3** zugeordneten Stirnseite des Isolators **51** aufgetragenen Beschichtung **55** verbunden. Die beiden Beschichtungen **53**, **55** werden vorzugsweise zusammen mit der jeweils damit verbundenen Induktivität L_S , L_Z durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebracht. Die beiden Beschichtungen **53**, **55** sind derart bemessen, dass sie in elektrisch leitendem Kontakt zu einander stehen. Die Beschichtungen **53**, **55** können z.B. als formgleiche, z.B. ringscheibenförmige Beschichtungen **53**, **55** ausgebildet sein, die aufeinander aufliegen. **Fig. 6** zeigt hierzu eine Ansicht, die von der Messmembran **7** abgetragenen Rückseite des Drucksensors **1** von **Fig. 5**.

[0065] Der Isolator **51** wird vorzugsweise zugleich als Entkopplungsring zum Schutz der Messmembran **7** vor in radialer Richtung darauf wirkenden mechanischen Spannungen genutzt. In dem Fall ist der Isolator **51** vorzugsweise als auf einem äußeren Rand des Grundkörpers **3** angeordneter Ring ausgebildet, der mittels der Einspannvorrichtung in axialer, also parallel zur Flächennormale auf die Messmembran **7** verlaufender Richtung, gegen den äußeren Rand der Rückseite des Grundkörpers **3** gespannt ist. Dabei kann die durch den Isolator **51** bewirkte Reduktion von in radiale Richtung wirkenden thermomechanischen Spannungen zusätzlich durch eine zwischen dem Isolator **51** und dem Druckring **17** angeordnete Folie **57**, z.B. eine Flachdichtung aus Polytetrafluorethylen (PTFE) erhöht werden.

[0066] In seiner Funktion als Entkopplungsring ist der Isolator **51** vorzugsweise als separates Bauteil ausgebildet, das auf dem äußeren Rand des Grundkörpers **3** aufliegt. Dabei wird die elektrisch leitfähige Verbindung zwischen der Zusatzinduktivität L_Z und der Sensorinduktivität L_S über den von der Einspannvorrichtung auf die aufeinander aufliegenden Beschichtungen **53**, **55** ausgeübten Einspanndruck sichergestellt.

[0067] Der Entkopplungsring besteht vorzugsweise aus dem Material des Grundkörpers **3** und kann, in dem Fall ohne die Zusatzinduktivität L_Z , auch bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel eingesetzt werden.

[0068] Sofern dies im Hinblick auf die Schwingungseigenschaften der Schwingkreise gewünscht ist, kann der Isolator **51** mit einem Element **59** aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität ausgestattet

tet erden. Hierzu eignet sich insb. ein in den Isolator **51** eingesetzter Ferrit-Ring. Das Element **59** bewirkt eine Verschiebung des Resonanzpeaks zu niedrigeren Frequenzen hin, was wiederum eine Erhöhung der erzielbaren Messgenauigkeit zur Folge hat.

[0069] Bei Druckmessenrichtungen mit Zusatzinduktivität L_Z ist die Messinduktivität L_M der Messeinrichtung **23** vorzugsweise derart ausgebildet und angeordnet, dass über sie eine direkte induktive Kopplung zur Sensorinduktivität L_S und zur Zusatzinduktivität L_Z besteht. Das kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die in **Fig. 1** dargestellte Planarspule **29** um einen eiteren Spulenbereich erweitert wird, der als koaxial zur dreidimensionalen Zusatzinduktivität L_Z verlaufendes, dreidimensionales Spulensegment als Beschichtung auf eine zylindrische äußere Mantelfläche des Trägers **35** aufgebracht wird.

[0070] Alternativ kann die Messinduktivität L_M als dreidimensionale Messspule **61**, z.B. als spiralförmige Luftspule, ausgebildet sein. Diese Variante ist in **Fig. 5** schematisch dargestellt. In dem Fall ist die Messspule **61** vorzugsweise in geringem Abstand zur Rückseite des Grundkörpers **3** angeordnet und weist eine parallel zur Rückseite verlaufende Länge auf, die derart bemessen ist, dass sich deren gegenüberliegenden Enden jeweils in geringem Abstand zu dem die Zusatzinduktivität L_Z tragenden Isolator **51** befinden.

[0071] Der Infrarot-Temperatursensor **25** ist auch hier vorzugsweise am Träger **35** befestigt. Dabei ist er in einer Schnittebene anzuordnen, die gegenüber der in **Fig. 5** gezeigten Schnittebene derart parallel versetzt ist, dass ein vom Drucksensor **1** zum Infrarot-Temperatursensor **25** führender Strahlenpfad nicht durch die Messspule **61** verläuft. Diese Parallelversetzung ist in **Fig. 5** durch die gestrichelte Darstellung des Infrarot-Temperatursensors **25** angedeutet.

37	Erregereinrichtung
39	Ausertelektronik
41	Druckbestimmungsmodul
43	Absatz
45	Druckring
47	Anschlag
49	Spule
51	Isolator
53	Beschichtung
55	Beschichtung
57	Folie
59	Element
61	Messspule

Bezugszeichenliste

1	Drucksensor
3	Grundkörper
5	Druckkammer
7	Messmembran
9	Gehäuse
11	Öffnung
13	Schulter
15	Dichtung
17	Druckring
19	Elektrode
21	Gegenelektrode
23	Messelektronik
25	Infrarot-Temperatursensors
27	Messeinrichtung
29	Planarspule
31	Kontaktstift
33	Planarspule
35	Träger

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

- WO 03/106952 A2 [0003, 0004, 0017]
- EP 0995979 A1 [0009, 0010]

Schutzansprüche

1. Druckmesseinrichtung, mit
 - einem keramischen Drucksensor (1),
 - der einen Grundkörper (3) und eine unter Einschluss einer Druckkammer (5) auf dem Grundkörper (3) angeordnete, in Abhängigkeit von einem darauf einwirkenden zu messenden Druck (p) verformbare Messmembran (7) aus Keramik umfasst, und
 - der einen eine auf der Messmembran (7) angeordnete Elektrode (19) und eine auf dem Grundkörper (3) angeordnete Gegenelektrode (21) umfassenden Messkondensator (C) mit einer vom zu messenden Druck (p) und einer Temperatur des Drucksensors (1) abhängigen Kapazität aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - ein Infrarot-Temperatursensor (25) zur berührungslosen Messung einer Temperatur des Drucksensors (1) vorgesehen ist,
 - ein induktiv zu Schwingungen anregbarer elektrischer Schwingkreis vorgesehen ist, der den Messkondensator (C) und eine als elektrisch leitfähige Beschichtung auf eine Oberfläche des Drucksensors (1) aufgebrachte, insb. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebrachte Sensorinduktivität (L_S) umfasst, und
 - eine Messelektronik (23) vorgesehen ist,
 - die eine induktiv an den Schwingkreis gekoppelte Messeinrichtung (27) umfasst, die im Messbetrieb eine von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängige Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt, und
 - die den zu messenden Druck (p) anhand einer mittels des Infrarot-Temperatursensors (25) gemessenen Temperatur des Drucksensors (1) und der von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängigen Eigenschaft des Schwingkreises bestimmt.
2. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der Schwingkreis eine von der Kapazität des Messkondensators (C) und der Sensorinduktivität (L_S) abhängige Resonanzfrequenz ($\omega_{res}(C, L_S)$) aufweist, und
 - die Messeinrichtung (27) die von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängige Resonanzfrequenz ($\omega_{res}(C, L_S)$) des Schwingkreises bestimmt.
3. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung (27)
 - eine induktiv an die Sensorinduktivität (L_S) gekoppelte Messinduktivität (L_M) umfasst,
 - eine an die Messinduktivität (L_M) angeschlossene Erregereinrichtung (37) umfasst, die im Messbetrieb ein Erregersignal, insb. eine Wechselspannung mit zeitlich veränderlicher Frequenz erzeugt, durch das der Schwingkreis über die induktive Kopplung zu Schwingungen angeregt wird, und
 - eine an die Messinduktivität (L_M) angeschlossene Auswertelektronik (39) umfasst, die anhand eines im

Messbetrieb über die Messinduktivität (L_M) fließenden Messsignals die von der Kapazität des Messkondensators (C) abhängige Messgröße bestimmt.

4. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Messeinrichtung (27) eine induktiv an die Sensorinduktivität (L_S) gekoppelte Messinduktivität (L_M) umfasst, und
 - die Messinduktivität (L_M) eine auf einer von der Messmembran (7) abgewandten Seite des Grundkörpers (3) angeordnete dreidimensionale Messspule (61), insb. eine Luftspule, umfasst.
5. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Messeinrichtung (27) eine induktiv an die Sensorinduktivität (L_S) gekoppelte Messinduktivität (L_M) umfasst, und
 - die Messinduktivität (L_M) eine auf einer dem Grundkörper (3) zugewandten Stirnseite eines Trägers (35) aus einem Isolator aufgebrachte Planarspule (33) umfasst.
6. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der Drucksensor (1) in einem Gehäuse (9) eingespannt ist, und
 - der Infrarot-Temperatursensor (25) auf einem Träger (35) montiert ist, insb. in den Träger (35) eingesetzt ist, und
 - der Träger (35) auf einer von der Messmembran (7) abgewandten Seite des Drucksensors (1) in das Gehäuse (9) eingesetzt ist.
7. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorinduktivität (L_S) eine auf einer von der Messmembran (7) abgewandte Rückseite des Grundkörpers (3) aufgebrachte Planarspule (29) umfasst.
8. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Sensorinduktivität (L_S) über eine elektrisch leitfähige Verbindung, insb. eine sich beim Aufbringen Sensorinduktivität (L_S) ausbildende elektrisch leitfähige Verbindung, mit einem durch den Grundkörper (3) hindurch verlaufenden Kontaktstift (31) verbunden ist, und
 - der Kontaktstift (31) über eine elektrisch leitfähige Verbindung, insb. eine sich beim Aufbringen Gegenelektrode (21) ausbildende elektrisch leitfähige Verbindung, mit der Gegenelektrode (21) verbunden ist.
9. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schwingkreis eine seriell mit der Sensorinduktivität (L_S) verbundene Zusatzinduktivität (L_Z), insb. eine dreidimensionale, auf eine Mantelfläche eines auf der von der Messmembran (7) abgewandten Rückseite des Grundkör-

pers (3) angeordneten Isolators (51), insb. eines Entkopplungsringes, aufgebracht, insb. durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebracht, dreidimensionale Spule (49), umfasst.

10. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Isolator (51) mit einem Element (59), insb. einem Ferrit-Ring, aus einem Material mit hoher Permeabilität ausgestattet ist.

11. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Sensorinduktivität (L_S) mit einer auf der von der Messmembran (7) abgewandten Rückseite des Grundkörpers (3) aufgebracht, elektrisch leitfähigen Beschichtung (53), insb. einer durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebracht, elektrisch leitfähige Beschichtung (53), verbunden ist,
- die Zusatzinduktivität (L_Z) mit einer auf eine dem Grundkörper (3) zugewandte Stirnseite des Isolators (51) aufgebracht, Beschichtung (55), insb. einer durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebracht, elektrisch leitfähigen Beschichtung (55), verbunden ist, und
- die auf den Grundkörper (3) aufgebracht, Beschichtung (53) in elektrisch leitendem Kontakt zu der auf den Isolator (51) aufgebracht, Beschichtung (55) steht.

12. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Drucksensor (1) mittels einer Einspannvorrichtung in einem Gehäuse (9) eingespannt ist,
- wobei die Einspannvorrichtung insb. derart ausgebildet ist, dass sie eine Einspannung, insb. elastische Einspannung, eines äußeren Randes des Drucksensors (1) oder eines äußeren Randes des Drucksensors (1) und eines auf dessen von der Messmembran (7) abgewandten Rückseite angeordneten Entkopplungsringes, insb. eines mit der Zusatzinduktivität (L_Z) ausgestatteten Isolators (51), bewirkt.

13. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 11 und 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die mit der Sensorinduktivität (L_S) verbundene Beschichtung (53) und die mit der Zusatzinduktivität (L_Z) verbundene Beschichtung (55) aufeinander aufliegen, und
- die Einspannvorrichtung einen Einspanndruck auf die aufeinander aufliegenden Beschichtungen (53, 55) ausübt.

14. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Sensorinduktivität (L_S), die Elektrode (19) und die Gegenelektrode (21) jeweils aus einem elektrisch leitfähigen Material, insb. aus einem durch physikalische Abscheidung aus der

Gasphase, insb. durch Sputtern, aufgebracht, Material, insb. aus Titan oder Tantal, bestehen.

15. Druckmesseinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messelektronik (23) und der Infrarot-Temperatursensor (25) als Bestandteil eines Messmoduls ausgebildet sind, das mittels einer lösbaren mechanischen Befestigungsvorrichtung an einem auf der von der Messmembran (7) abgewandten Seite des Drucksensors (1) befindlichen Ort befestigbar ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

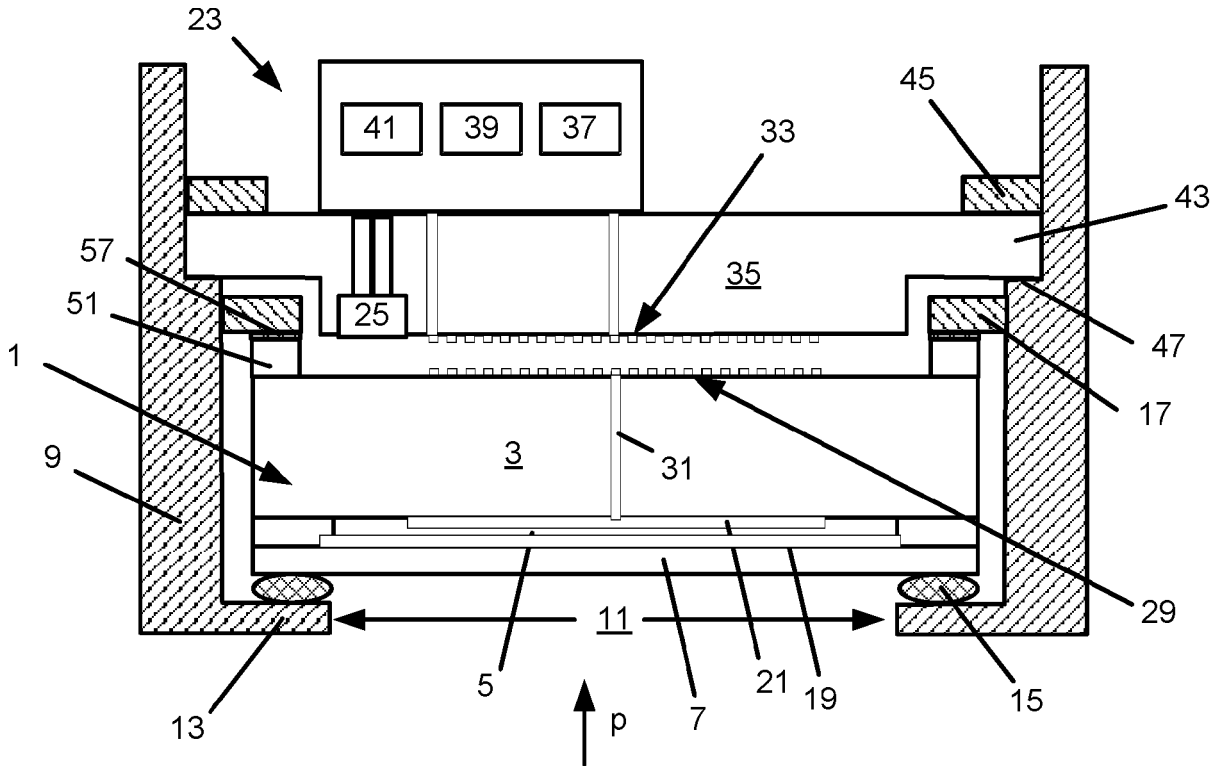


Fig. 1

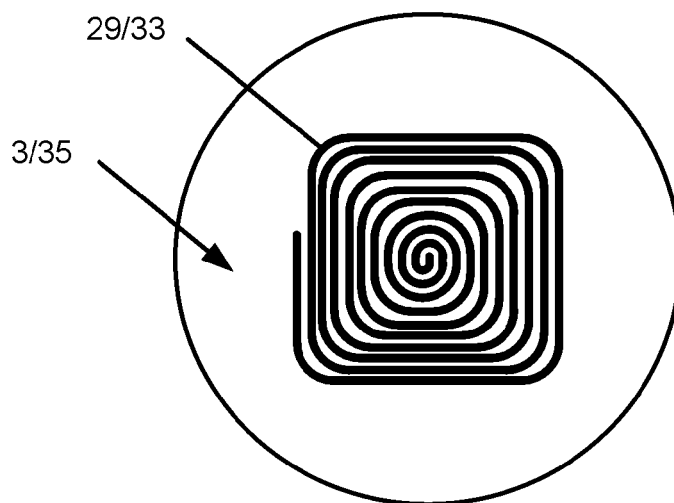


Fig. 2

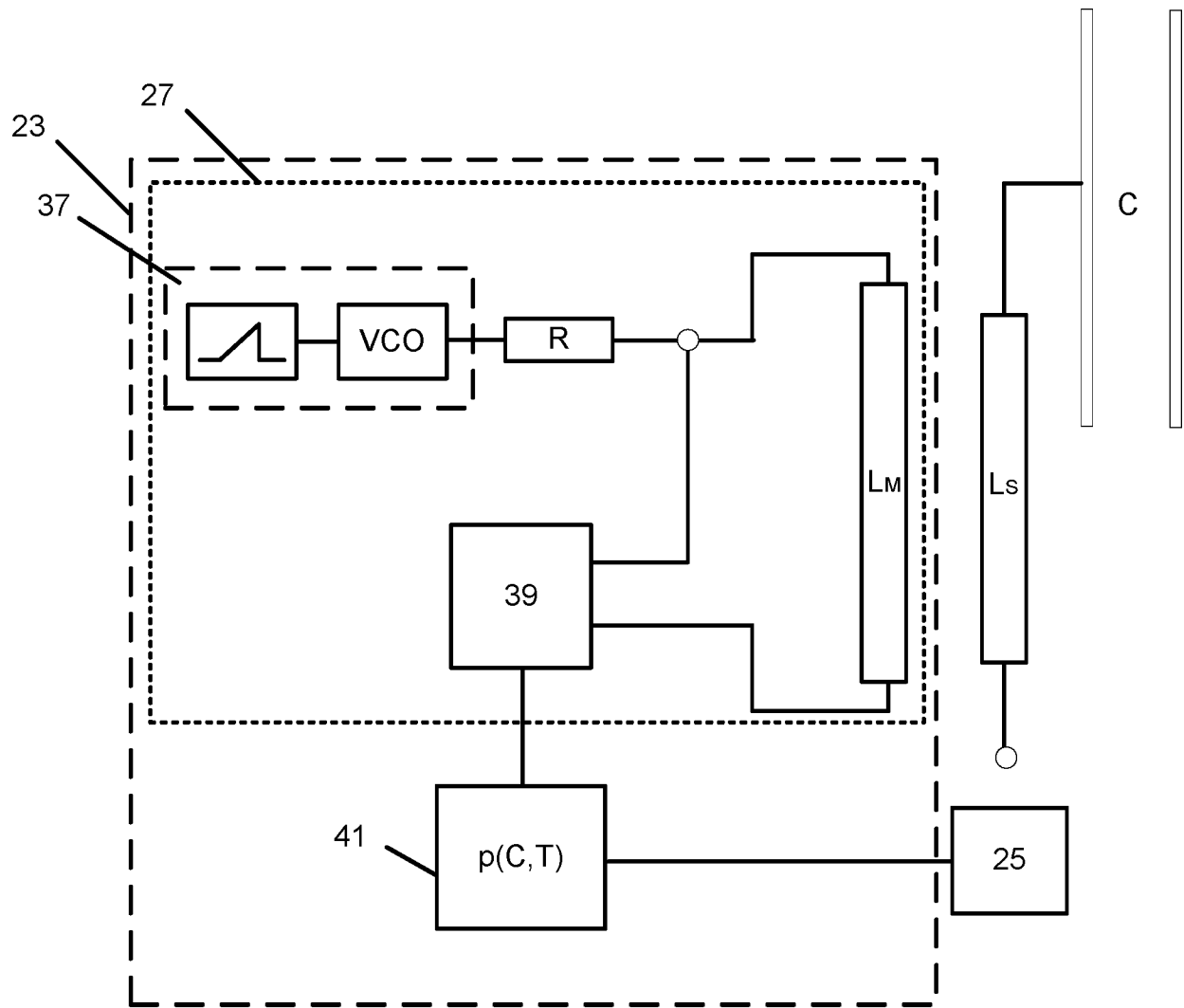


Fig. 3

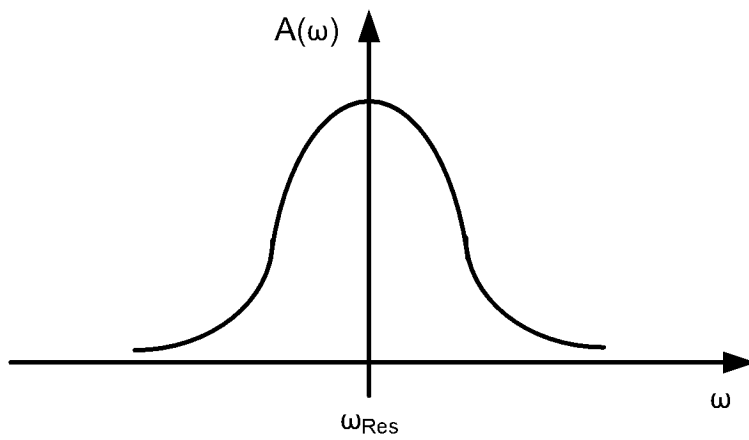


Fig. 4

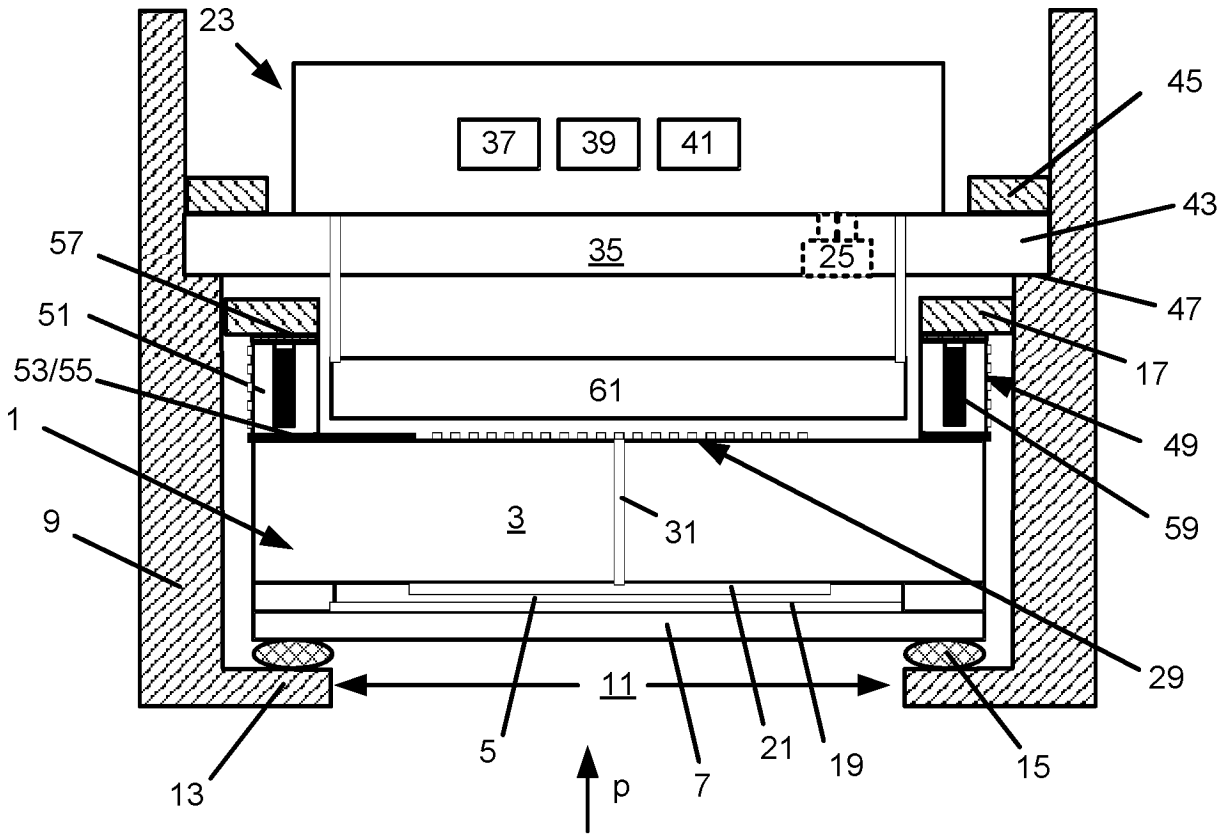


Fig. 5

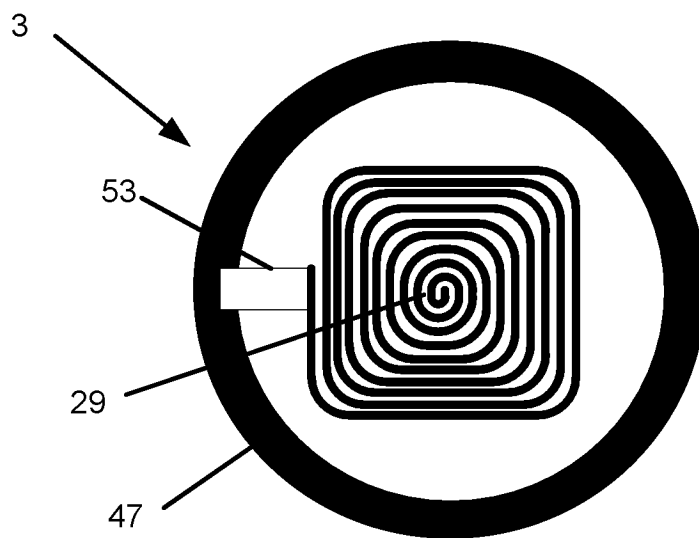


Fig. 6