

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 641/2006 (51) Int. Cl.⁸: **G01L 9/08** (2006.01)
G01L 19/04 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2006-04-13 **G01L 23/10** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 2007-12-15

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0745835A2 EP 0430445A2
EP 0637736A2 EP 0702784B1
DE 4319196A1

(73) Patentanmelder:
PIEZOCRYST ADVANCED SENSORICS
GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
FRIEDL ALEXANDER DR.
GRAZ (AT)

(54) **PIEZOELEKTRISCHER DRUCKSENSOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Drucksensor (1) mit in einem Gehäuse (2) angeordneten piezoelektrischen Messelementen (3), welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse (2) angeordneten Membran (4) und einer Gehäusebasis (5) vorgespannt sind. Erfindungsgemäß sind die piezoelektrischen Messelemente (3) radial außerhalb eines im Wesentlichen entlang der Sensorlängsachse (1') vorliegenden Vorspannelementes (8) angeordnet.

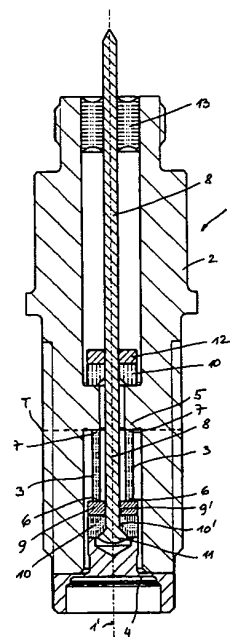


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Drucksensor mit in einem Gehäuse angeordneten piezoelektrischen Messelementen, welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse angeordneten Membran und einer Gehäusebasis vorgespannt sind.

5 Piezoelektrische Drucksensoren - insbesondere Sensoren mit integrierter Masseisolation - benötigen für eine hohe Linearität des Messsignals eine mechanische Vorspannung der piezoelektrischen Messelemente. Bei wassergekühlten Sensoren wird diese Vorspannung meist durch eine sogenannte Rohrfeder aufgebracht, welche die Messelemente umfasst, d.h. im Wesentlichen in einen zylindrischen Innenraum einschließt. Wie beispielsweise in Fig. 1 der
10 EP 0 745 835 A2 dargestellt, dient die Rohrfeder für das sichere Aufeinanderpressen der piezoelektrischen Elemente, wobei diese möglichst massearm und elastisch als dünner Zylinder ausgeführt ist. Innerhalb der Rohrfeder ist allerdings bei der Herstellung der Drucksensoren das Positionieren der Kristallelemente ohne Hilfsmittel unmöglich. So müssen bei der Herstellung zur Positionierung und sicheren Isolierung der Messelemente Kunststoffteile eingesetzt werden,
15 welche jedoch bei Hochtemperaturanwendungen altern bzw. beschädigt werden, sodass Isolationsverluste auftreten können.

Bei ungekühlten Drucksensoren kann zumindest im Niedertemperaturbereich die Vorspannung durch die Membran aufgebracht werden, welche allerdings durch die bei Hochtemperatursensoren (Temperaturen über 400°C) auftretenden Temperaturbelastungen Spannungsverluste erleidet, die zu einer Veränderung der Sensorempfindlichkeit und zu einer Verschlechterung der Linearität führen.

Ein Drucksensor, bei welchem die Vorspannung für das piezoelektrische Messelement durch die Membran aufgebracht wird, ist beispielsweise aus der EP 0 430 445 A2 bekannt. Bei diesem Konstruktionsprinzip ist zwischen der Sensormembran und dem piezoelektrischen Messelement ein mit Druckspannung beaufschlagter Druckübertragungstempel angeordnet, welcher das Messelement gegen ein Widerlager im Sensorgehäuse drückt. Im Ruhezustand wirkt auf das Sensorelement die geringe Vorspannung der Membran, wobei die Kraftflusslinie über
25 das Gehäuse die Membran den Druckübertragungstempel, das Messelement und das Widerlager verläuft. Die Sensormembran ist somit bei diesem Konstruktionsprinzip in den Kraftfluss eingebunden und der Druckübertragungstempel und das Messelement sind im Hinblick auf den Kraftfluss hintereinander angeordnet. Eine ähnliche Sensorkonstruktion wird in der DE 43 19 196 A1 und in der EP 0 702 784 B1 beschrieben.

35 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen piezoelektrischen Drucksensor der eingangs erwähnten Art derart zu verbessern, dass die Nachteile bei der Positionierung der Kristallelemente entfallen und insbesondere kunststofffreie, langzeitstabile Hochtemperatur-Drucksensoren realisiert werden können, die auch bei großer Temperaturbelastung ein Sensorsignal hoher Linearität gewährleisten.

40 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die piezoelektrischen Messelemente radial außerhalb eines im Wesentlichen entlang der Sensorlängsachse vorliegenden Vorspannelementes angeordnet sind. Durch die Anordnung des Vorspannelementes entlang der Sensorlängsachse kann das Vorspannelement derart ausgeführt werden kann, dass ein ausreichender Federweg zur Verfügung steht und Spannungsverluste wirksam vermieden werden können. Weiters können die radial außerhalb des Vorspannelementes angeordneten piezoelektrischen Messelemente ohne die Verwendung sonst üblicher Kunststoffteile positioniert werden. Beim erfindungsgemäßen Sensor ist somit eine kunststofffreie Vormontage durch
50 Verspannen aller Einzelteile möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die piezoelektrischen Messelemente als im Wesentlichen rechteckförmige Plättchen ausgebildet sind, deren gegenüberliegenden Schmalseiten unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes mit dem Druck des Vorspannelementes beaufschlagt sind. Beispielsweise kann das Vorspannele-
55

ment äquidistant zwischen zwei oder drei Messelementplättchen angeordnet sein.

Eine weitere Variante der Erfindung sieht vor, dass das Gehäuse ein die piezoelektrischen Messelemente aufnehmendes Innengehäuse aufweist, welches mit Spiel von einem Außengehäuse umfasst und an diesem im Bereich der Membran, vorzugsweise durch Schweißen, befestigt ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das zentrale Vorspannelement gleichzeitig zur Signalableitung dient.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Drucksensors in einem Axialschnitt, Fig. 2 eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Drucksensors ebenfalls in einem Axialschnitt, Fig. 3 die Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 in einer Schnittdarstellung gemäß Linie III-III in Fig. 2, sowie Fig. 4 eine dritte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Drucksensors in einem Axialschnitt.

Der in Fig. 1 dargestellte piezoelektrische Drucksensor 1, weist in einem Gehäuse 2 angeordnete piezoelektrische Messelemente 3 auf, welche zwischen einer Membran 4 und einer Gehäusebasis 5 vorgespannt sind. Die Membran 4 kann beliebig geformt sein und ist in nicht dargestellter Weise mit dem druckseitigen Ende des Gehäuses 2 verschweißt. Die beiden piezoelektrischen Messelemente 3 bilden im Wesentlichen rechteckförmige Plättchen mit ebenen oder leicht gekrümmten Seitenflächen, deren gegenüberliegende Schmalseiten 6, 7 unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes mit Druck beaufschlagt werden. Die beiden piezoelektrischen Messelemente 3 liegen radial außerhalb eines im Wesentlichen entlang der Sensorlängsachse 1' angeordneten Vorspannelementes 8, welches die piezoelektrischen Messelemente 3 gegen die Gehäusebasis 5 vorspannt. In gleicher Weise wie im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei parallel stehende Messelementplättchen angeordnet sind, können in anderen (hier nicht dargestellten) Ausführungsvarianten auch mehrere, beispielsweise drei Messelementplättchen in Form eines Dreiecks äquidistant zum Vorspannelement 8 angeordnet sein.

Das Gehäuse 2 weist beispielsweise entlang der Linie T eine Teilung auf, an welcher die Gehäuseteile nach der Montage der Messelemente 3 miteinander verschweißt werden.

Die piezoelektrischen Messelemente 3 weisen an deren Schmalseiten 6 eine kreisringförmige Ableitelektrode 9 sowie in Richtung der Membran 4 ein elektrisches Isolierelement 10 auf, wobei in der dargestellten Ausführungsvariante eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Vorspannelement 8 und der Ableitelektrode 9 hergestellt ist, sodass das zentrale Vorspannelement 8 gleichzeitig zur Signalableitung dient. Die Messung erfolgt dabei im Bezug auf die Gehäusemasse.

Das Vorspannelement 8 durchsetzt die Ableitelektrode 9 und das Isolierelement 10 jeweils durch Durchtrittsöffnungen 9', 10', wobei das Vorspannelement 8 mit einer konischen Erweiterung 11 im Isolierelement 10 verankert ist und gegen ein weiteres Isolierelement 10 an der der Gehäusebasis 5 gegenüberliegenden Seite des Sensorgehäuses 2 vorgespannt ist. Das Vorspannelement 8 wird durch ein Fixierelement 12 in der vorgespannten Stellung gehalten, wobei das Fixierelement 12 mit dem zentralen Vorspannelement 8 verschraubt oder verschweißt sein kann.

Das Vorspannelement 8, welches gleichzeitig der Signalableitung dient, tritt an der der Membran 4 gegenüberliegenden Seite des Sensorgehäuses 2 durch ein Isolierelement 13 aus, welches wie die Isolierelemente 10 aus Keramik bestehen kann. Es entsteht dadurch ein kostengünstiger, ungekühlter Hochtemperatur-Drucksensor, welcher auch für kleine Bohrungsdurchmesser im Bereich von 5 mm hergestellt werden kann, ohne Kunststoffteile für die Zentrierung der Messelemente 3 zu verwenden.

Bei der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsvariante handelt es sich um einen piezoelektrischen Hochtemperatur-Drucksensor mit Masseisolation. Das Vorspannelement 8 ist auch hier äquidistant zwischen zwei piezoelektrischen Messelementen 3 angeordnet, wobei die plättchenförmigen Messelemente 3 an beiden Schmalseiten 6 und 7 in Richtung der Krafterleitung jeweils eine Ableitelektrode 9 sowie ein Isolierelement 10 aufweisen. Das Vorspannelement 8 ist bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 und 3 in einem zentralen Mittelteil 18 der Membran 4 verankert (beispielsweise eingeschweißt oder eingeschraubt), durchsetzt die Durchtrittsöffnungen 9' und 10' der Ableitelektroden 9 und der Isolierelemente 10 und ist an der Gehäusebasis 5 gegenüberliegenden Seite des Gehäuses 2 mit Hilfe eines Fixierelementes 12 vorgespannt. Dieses kann wie in der Ausführungsvariante gemäß Fig. 1 mit dem Vorspannelement 8 verschweißt oder verschraubt sein.

Das Gehäuse 2 ist in der dargestellten Variante mehrteilig ausgeführt und besteht aus einem zylindrischen Mantel 19, einem scheibenförmigen Mittelteil 20 mit der Gehäusebasis 5 und einem Gehäusedeckel 21 mit einem Außensechskant 22 und einer Steckeraufnahme 23. Die einzelnen Teile des Gehäuses werden miteinander verschweißt. Der Drucksensor 1 kann in eine (hier nicht dargestellte) Messbohrung eingesteckt oder mit Hilfe eines Außengewindes 24 am zylindrischen Mantel 19 eingeschraubt sein.

Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich erfolgt hier die Signalleitung nicht über das Vorspannelement 8 sondern über separate Signalleiter 14 und 15 welche - wie strichpunktiert angedeutet - mit den entsprechenden kreisringförmigen Ableitelektroden 9 an den Schmalseiten 6 und 7 der piezoelektrischen Elemente 3 leitend verbunden sind.

Fig. 4 zeigt als weitere beispielhafte Ausführung der Erfindung eine Variante des Drucksensors gemäß Fig. 3. Erfindungsgemäß weist das Gehäuse 2 ein die piezoelektrischen Messelemente 3 aufnehmendes Innengehäuse 2' auf, welches mit Spiel 16 von einem Außengehäuse 17 umfasst und an diesem im Bereich der Membran 4, vorzugsweise durch Schweißen, befestigt ist. Durch diese Bauweise wird der Einfluss einer temperaturbedingten Verformung des Gehäuses auf die Messelemente 3 minimiert.

Patentansprüche:

1. Piezoelektrischer Drucksensor (1) mit in einem Gehäuse (2, 2') angeordneten piezoelektrischen Messelementen (3), welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse (2, 2') angeordneten Membran (4) und einer Gehäusebasis (5) vorgespannt sind, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (3) radial außerhalb eines im Wesentlichen entlang der Sensorlängsachse (1') vorliegenden Vorspannelementes (8) angeordnet sind.
2. Drucksensor (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (3) als beispielsweise rechteckförmige Plättchen ausgebildet sind, deren gegenüberliegende Schmalseiten (6, 7) unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes mit dem Druck des Vorspannelementes (8) beaufschlagt sind.
3. Drucksensor (1) nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vorspannelement (8) äquidistant zwischen zwei, drei oder mehreren Messelementplättchen (3) angeordnet ist.
4. Drucksensors (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (3) an zumindest einer ihrer Schmalseiten (6, 7) in Richtung der Krafterleitung eine Ableitelektrode (9) sowie ein elektrisches Isolierelement (10) aufweisen.
5. Drucksensor (1) nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ableitelektrode (9)

und das Isolierelement (10) jeweils eine Durchtrittsöffnung (9', 10') für das Vorspannelement (8) aufweisen.

- 5 6. Drucksensor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass das zentrale Vorspannelement (8) zur Signalableitung dient.
- 10 7. Drucksensors (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Gehäuse (2) ein die piezoelektrischen Messelemente (3) aufnehmendes Innengehäuse (2') aufweist, welches mit Spiel (16) von einem Außengehäuse (17) umfasst und an diesem im Bereich der Membran (4), vorzugsweise durch Schweißen, befestigt ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

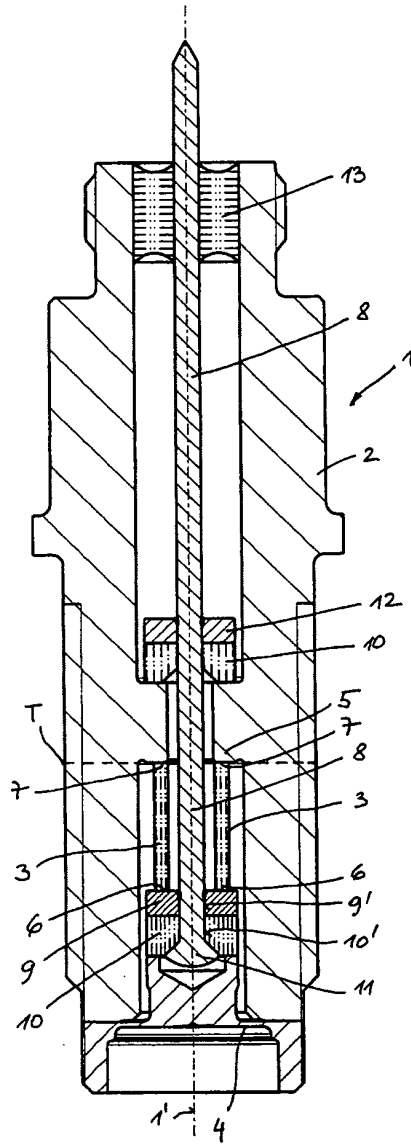
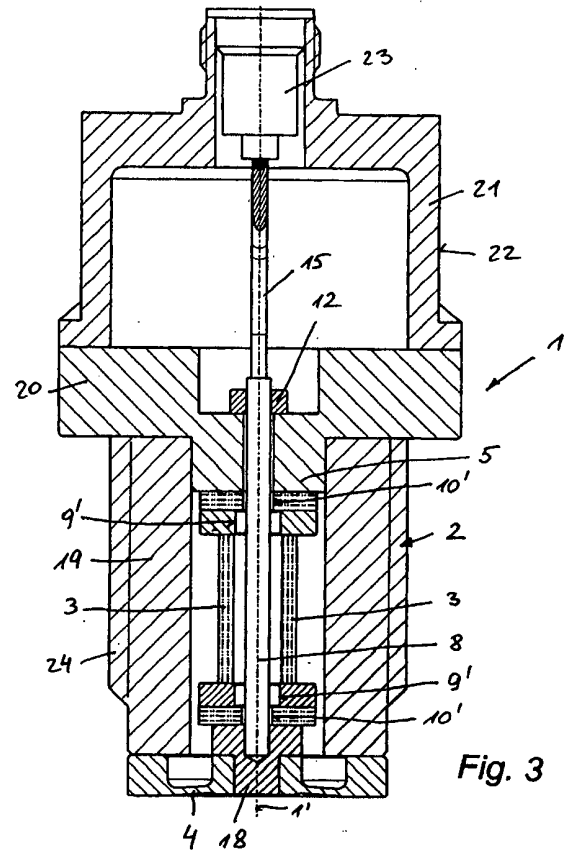
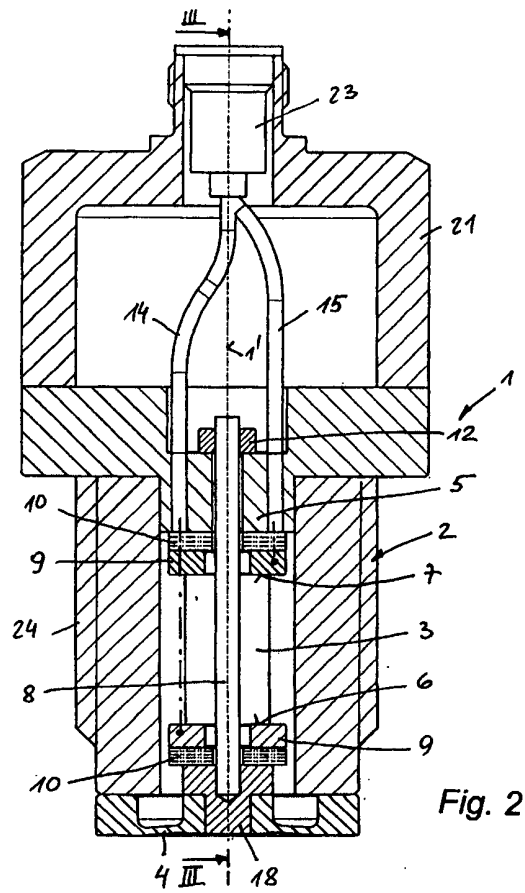


Fig. 1



Int. Cl.⁸: G01L 9/08 (2006.01)
G01L 19/04 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)



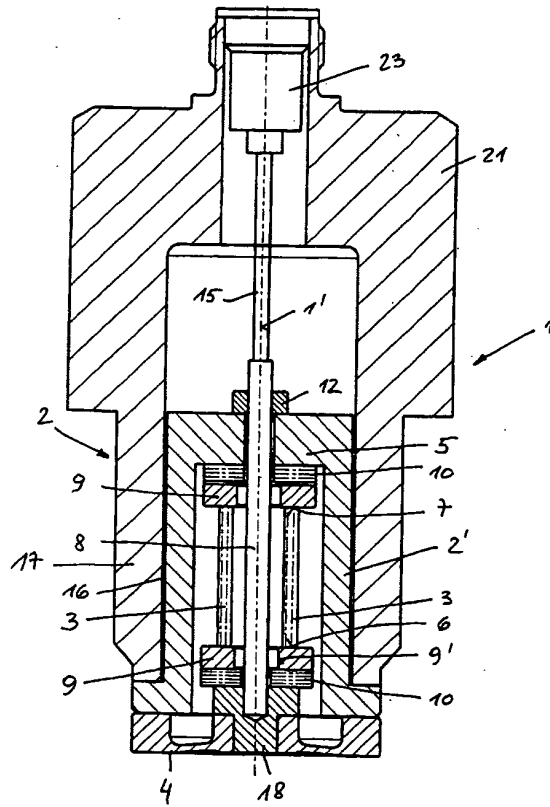


Fig. 4