

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 971/2006

(22) Anmeldetag: 2006-06-06

(43) Veröffentlicht am: 2008-01-15

(51) Int. Cl.⁸: **G01L 9/06** (2006.01)
G01L 9/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

WO 2005/026678A EP 1283552A2
GB 2022261A CH 394637A
DE 4009377A1 DE2208023A1
DE 1245171A AT 382968B

(73) Patentanmelder:

PIEZOCRYST ADVANCED SENSORICS
GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:

KRÖGER DIETMAR
GRAZ (AT)
HIRSCHLER MICHAEL
GRAZ (AT)
FRIEDL ALEXANDER
GRAZ (AT)
SCHRICKER ALEXANDER
GRAZ (AT)
KRISPEL FERDINAND
WUNDSCHUH (AT)
MICHELITSCH WOLFGANG
GRAZ (AT)

(54) PIEZOELEKTRISCHER SENSOR

(57) Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischer Sensor, vorzugsweise Drucksensor, mit zumindest zwei in einem Gehäuse (4) angeordneten piezoelektrischen Messelementen (1), welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse (4) angeordneten Membran (10) und einer zum Gehäuse (4) elektrisch isolierten Ableitelektrode (2) eingespannt sind. Erfindungsgemäß sind die piezoelektrischen Messelemente (1) durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode (2) fixiert und bilden mit dieser einen kompakten Messelementstapel (6), wodurch die Montage des Sensors wesentlich vereinfacht wird.

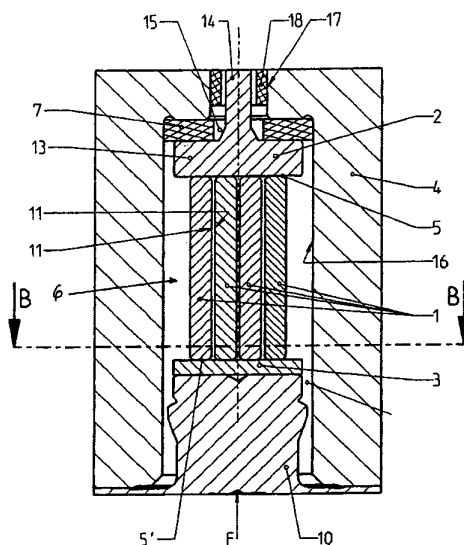


Fig. 3

Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen Sensor, vorzugsweise Drucksensor, mit zumindest zwei in einem Gehäuse angeordneten piezoelektrischen Messelementen, welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse angeordneten Membran und einer zum Gehäuse elektrisch isolierten Ableitelektrode eingespannt sind.

Piezoelektrische Messelemente dienen beispielsweise zum Messen von Kräften, Drücken, Beschleunigungen, Dehnungen und Momenten und werden in die für den entsprechenden Anwendungszweck optimierten Sensoren eingesetzt. Bei der Nutzung des transversalen Piezoeffektes werden Messelemente aus dünnen Platten oder Stäben verwendet, über deren Stirnflächen, bzw. Schmalseiten der zu messende Druck, bzw. die zu messende Kraft eingeleitet wird. Da die Empfindlichkeit des piezoelektrischen Messelementes proportional zum Verhältnis der Ladungssammelungsfläche (Seitenfläche) zur Druckfläche (Schmalseite) ist, sind die Kristallelemente relativ dünn, so dass mehrere derartige Kristallplättchen parallel zueinander eingesetzt werden, um die nötigen Druckkräfte aufnehmen zu können und die Empfindlichkeit zu steigern. Dadurch wird die Handhabung, speziell das Positionieren und Ausrichten der einzelnen Messelemente im Sensor schwierig und aufwändig. Häufig werden daher Zentrierhilfen mit in den Sensor eingebaut, welche die Kristallelemente in ihrer Position halten sollten. Beispielsweise ist es bekannt, mehrere blättchenförmige Messelemente mit Hilfe von Distanzfolien relativ zu einander zu positionieren, wobei die Distanzfolien so geformt sind, dass sie eine Federwirkung auf die Kristallelemente ausüben und diese gegen die Innenwand des Gehäuses drücken, welche mit einem elektrisch isolierenden Kunststoff ausgekleidet ist. Bei manchen Drucksensoren, welche in Indizierbohrungen eingesetzt werden, weist das Sensorgehäuse einen Innendurchmesser von nur ca. 2 mm auf, so dass sehr kleine Strukturen entstehen, die den Manipulationsaufwand bei der Sensorfertigung erhöhen.

Ein weiterer Nachteil bei der Verwendung von Positionierhilfen aus Kunststoff besteht darin, dass deren Leitfähigkeit bei hohen Temperaturen zunimmt, was zum Ausfall des Sensors führen kann. Weiters verändert sich der Kunststoff bei sehr hohen Temperaturen (ca. 400°C) irreversibel, wodurch sich dessen Leitfähigkeit erheblich erhöht und elektrische Kurzschlüsse entstehen können.

In diesem Zusammenhang ist aus der WO 2005/026678 A ein mehrschichtiges piezoelektrisches Messelement bekannt geworden, welches in einen Druck- oder Kraftsensor eingebaut werden kann. Der in diesem Dokument beschriebene Sensor weist zumindest zwei direkt nebeneinander angeordnete, piezoelektrische Kristallelemente auf, welche unter Nutzung des transversalen Piezoeffektes eingesetzt werden. Die Kristallelemente sind blättchenförmig ausgebildet und weisen eine Dicke $< 0,5$ mm auf. Die einzelnen Kristallelemente sind jeweils mit entgegengesetzter Polarisierung direkt aneinander gereiht und über deren Elektrodenflächen fest miteinander verbunden. Die Verbindung erfolgt durch Bonden, Löten oder Thermokompression. Der Vorteil eines derartigen Stapels von einzelnen miteinander verbundenen Kristallelementen besteht einerseits darin, dass er sich durch eine hohe Belastbarkeit und eine hohe Empfindlichkeit auszeichnet. Andererseits wird das Einsetzen in einen Sensor zumindest zum Teil vereinfacht, da nicht mehr die einzelnen Kristallelemente, sondern ein Block aus mehreren Kristallelementen entsprechend positioniert und zu den Innenwänden des Sensorgehäuses elektrisch isoliert werden muss.

Aus der EP 1 283 552 A2 ist weiters ein piezoelektrischer Kristall mit Transversaleffekt bekannt, der ohne Zentrieraufwand und ohne Einsatz von weiteren Mitteln in einen Sensor eingebaut werden kann. Zu diesem Zweck verfügt der piezoelektrische Kristall über einen einstückig hergestellten Sockel mit einzelnen runden Segmenten, wobei der Sockel in eine dafür vorgesehene Bohrung in einer Haltevorrichtung des Sensors eingesetzt werden kann. Weiters wird in der EP 1 283 552 A2 eine Ausführungsvariante beschrieben, bei welcher zwei spiegelgleiche Kristalle aneinander gereiht werden können, wodurch die Empfindlichkeit des Sensors verdoppelt wird. Sowohl der einfache Kristall samt Sockel, als auch der Doppelkristall mit geteiltem Sockel aus zwei spiegelbildlichen Hälften verlangt allerdings eine relativ komplizierte Herstellung,

wobei auch der verbleibende Manipulationsaufwand beim Zusammenbau eines derartigen Sensors beträchtlich ist.

Aus der GB 2 022 261 A ist ein piezoelektrischer Drucksensor bekannt, der in einem zweiteiligen Gehäuse eine zum oberen Gehäuseteil elektrisch isolierte, stempelförmige Ableitelektrode aufweist, wobei das einzige piezoelektrische Messelement an dessen Rückseite an der Ableitelektrode und an dessen Vorderseite an einer Druckplatte durch Kleben befestigt ist. Beim fertigen, einsatzbereiten Drucksensor fehlt durch die Klebung eine gewisse Beweglichkeit zwischen dem Messelement und dessen Auflageflächen an den Elektroden, die notwendig ist, um die Messeigenschaften nicht zu beeinträchtigen, bzw. um das Messelement bei starker Temperaturbelastung aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Messelementes und der Ableitelektroden nicht zu zerstören. Eine Klebung, wie in der GB 2 022 261 A beschrieben, hat weitere Nachteile, da bei höheren Temperaturen ein Ausdampfen von Klebstoffresten zu einer Verschlechterung der Isolationswerte führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen piezoelektrischen Sensor, beispielsweise einen Drucksensor, mit mehreren piezoelektrischen Messelementen derart zu verbessern, dass die Positionierung der Messelemente weiter vereinfacht wird, wobei trotzdem für eine ausreichende elektrische Isolierung der Messelemente zur Gehäuseinnenwand - insbesondere auch bei hohen Temperaturen - gesorgt sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die piezoelektrischen Messelemente durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode fixiert sind und mit dieser einen kompakten Messelementstapel bilden. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme können die einzelnen Messelemente bereits außerhalb des Sensors bzw. des Sensorgehäuses an der Ableitelektrode fixiert werden, sodass dann während der Montage ein Verrutschen oder Verschieben der Messelemente vermieden werden kann. Im fertigen Sensor wird trotzdem eine durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten bedingte Beweglichkeit der Messelemente in Bezug auf die Kontaktfläche der Elektrode zugelassen, da sich bei höheren Temperaturen die duktilen Schichten bzw. das Lot zwischen den Messelementen und den Ableitelektroden erweichen, und dadurch ein geringfügiges Gleiten zwischen Messelementen und Auflagepunkten erlauben.

Gemäß einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung sind die piezoelektrischen Messelemente vorzugsweise blättchenförmig ausgebildet und zur Nutzung des transversalen Piezoeffektes jeweils mit einer Schmalseite Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode fixiert. Zur besseren Beweglichkeit bei hoher Temperaturbelastung können die stapelförmige angeordneten piezoelektrischen Messelementen zwischen benachbarten Seitenflächen einen Luftspalt aufweisen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die piezoelektrischen Messelemente jeweils mit einer Schmalseite an der zum Gehäuse isolierten Ableitelektrode sowie mit einer gegenüberliegenden Schmalseite an einer membranseitig angeordneten Ableitelektrode durch Thermokompression oder Löten fixiert sein, wodurch der Messelementstapel an beiden Schmalseiten der piezoelektrischen Messelemente diese fixierende Ableitelektroden aufweist und als eine kompakte Einheit in das Sensorgehäuse eingeschoben werden kann.

In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn die zum Gehäuse isolierte Ableitelektrode im wesentlichen aus einem scheibenförmigen Auflageelement und einem stiftförmigen Ableitelement besteht, wobei die piezoelektrischen Messelemente am Auflageelement fixiert sind und sich dieses unter Zwischenlage eines Isolierelements am Gehäuse abstützt, wobei das stiftförmige Ableitelement eine Öffnung des Isolierelements durchsetzt. Eine exakte Positionierung des Messelementstapels kann mit Hilfe des stiftförmigen Ableitelements durchgeführt werden.

Gemäß einer zweiten vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung können die piezoelektri-

schen Messelemente, vorzugsweise blättchenförmig ausgebildet sein und zur Nutzung des longitudinalen Piezoeffektes jeweils mit einer Seitenfläche durch Bonden, Löten oder Thermokompression an der Ableitelektrode fixiert sein. Beispielsweise kann die Ableitelektrode scheibenförmig ausgeführt sein, wobei jeweils zwei piezoelektrische Messelemente mit entgegengerichteter Polarisierung an gegenüberliegenden Seiten der scheibenförmigen Ableitelektrode angeordnet sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen: Fig. 1 einen piezoelektrischen Drucksensor gemäß Stand der Technik in einem Axialschnitt, Fig. 2 eine Schnittdarstellung gemäß Linie A-A in Fig. 1, Fig. 3 eine erste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Sensors in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1, Fig. 4 eine Schnittdarstellung gemäß Linie B-B in Fig. 3, Fig. 5 ein Detail aus Fig. 3, Fig. 6 eine zweite Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Sensors ebenfalls in einem Axialschnitt, Fig. 7 eine Schnittdarstellung gemäß Linie C-C in Fig. 6, Fig. 8 ein Messelement des erfindungsgemäßen Drucksensors in einer Vielschichttechnologie, Fig. 9 eine Ausführungsvariante des Messelementes nach Fig. 8, sowie Fig. 10 und Fig. 11 eine weitere Variante eines Messelementes des Drucksensors in zwei Herstellungsstadien.

Der in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte piezoelektrische Drucksensor gemäß Stand der Technik weist vier blättchenförmige piezoelektrische Messelemente 1 auf, die unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes zwischen einer zum Gehäuse 4 elektrisch isolierten Ableitelektrode, sowie einer membranseitigen Ableitelektrode 3, welche sich auf Gehäusepotential befindet, eingespannt sind. Die einzelnen Messelemente 1 stehen über deren Schmalseiten 5, 5' mit den Ableitelektroden 2, 3 in Kontakt, wobei die Ableitelektrode 3 direkt an einer druckseitig am Gehäuse 4 angeordneten Membran 10 anliegt. Die Krafteinleitung in den Drucksensor erfolgt achsparallel (siehe Pfeil F). Um die einzelnen Messelemente 1 relativ zueinander zu positionieren, sind zwischen den benachbarten, Seitenflächen 11 Distanzfolien 9 angeordnet, die beispielsweise wellig geformt sind, um eine Federwirkung zu erzielen, mit der die einzelnen Kristallelemente 1 gegen die Innenwand des Gehäuses 4 gedrückt werden. Um einen Isolationsverlust zu verhindern, ist eine mantelförmige Schicht 8 aus isolierendem Kunststoff zwischen den Messelementen 1 und dem Gehäuse 4 angebracht. Zur elektrischen Isolierung der Ableitelektrode 2 ist zwischen der Ableitelektrode 2 und dem Gehäuse 4 ein Isolationselement 7 angeordnet.

Die einzelnen Elemente des Sensors müssen einzeln und sorgfältig positioniert werden, was bei kleinen Innendurchmessern (bis ca. 2 mm) einen großen Manipulationsaufwand erfordert.

Bei den nachfolgenden, erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten sind gleiche oder einander entsprechende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Bei der ersten erfindungsgemäßen Variante gemäß Fig. 3 bis Fig. 5 sind die piezoelektrischen Messelemente 1 mit deren Schmalseiten 5 an der Ableitelektrode 2 durch Thermokompression oder Löten fixiert und bilden so einen kompakten Messelementstapel 6, der mit Hilfe der Ableitelektrode 2 in das Gehäuse 4 eingesetzt und ohne Zuhilfenahme von im Sensorgehäuse 4 verbleibenden Hilfs- oder Positionierungsmitteln derart zentriert werden kann, dass ein ausreichender Luftspalt der einzelnen Messelemente 1 zur Innenwand des Sensorgehäuses 4 gewährleistet ist. Der Messelementstapel 6 gemäß Fig. 5 kann entweder aus der Ableitelektrode 2 und den daran fixierten Messelementen 1 bestehen oder auch zusätzlich auf der gegenüberliegenden Seite eine Ableitelektrode 3 aufweisen, welche an den gegenüberliegenden Schmalseiten 5' der Messelemente 1 ebenfalls durch Thermokompression oder Löten befestigt ist. Die piezoelektrischen Messelemente 1 und/oder die Ableitelektroden 2, 3 weisen an deren Kontaktstellen (im Bereich der Schmalseiten 5 bzw. 5' der Messelemente 1) eine duktile Beschichtung auf, die vorzugsweise durch Sputtern aufgebracht wird.

Die duktile Beschichtung kann beispielsweise aus Gold, einer Goldlegierung oder aus einem silberhaltigen Lot bestehen. Falls die Messelemente 1 auf deren Seitenflächen 11 und den Schmalseiten 5, 5' eine dünne Elektrodenbeschichtung aus Gold aufweisen, müssen lediglich die Kontaktstellen auf den Ableitelektroden 2, 3 mit Gold beschichtet werden, um die Messelemente mittels Thermokompression an den Ableitelektroden 2, 3 zu fixieren.

Die Ableitelektrode 2 besteht im Wesentlichen aus einem scheibenförmigen Auflageelement 13 und einem stiftförmigen Ableitelement 14, wobei die piezoelektrischen Messelemente 1 am Auflageelement 13 fixiert sind und sich dieses unter Zwischenlage eines Isolierelements 7 am Gehäuse 4 abstützt. Das stiftförmige Ableitelement 14 durchsetzt eine Öffnung 15 des Isolierelements 7. Gemäß einer Variante der Erfindung kann die zum Gehäuse 4 isolierte Ableitelektrode 2 im Wesentlichen auch aus einer Lochscheibe und einem in die Lochscheibe von oben einsetzbaren, stiftförmigen Ableitelement 14 bestehen.

Die erfindungsgemäße Fixierung der Messelemente 1 muss eine sichere Montage garantieren, aber im fertigen, einsatzbereiten Drucksensor eine Beweglichkeit zwischen den Messelementen 1 und deren Anlageflächen an den Elektroden 2, 3 erlauben, damit deren Messeigenschaft nicht beeinträchtigt werden, bzw. die Messelemente bei starker Temperaturbelastung aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Messelemente 1 und der Ableitelektroden 2, 3 nicht zerstört werden.

Die Montage wird wie folgt durchgeführt:

- die Messelemente 1 werden an den Schmalseiten 5, 5' mit einer duktilen Schicht besputtert;
- vorzugsweise werden auch die Elektroden 2, 3 zumindest an den Kontaktflächen zu den Messelementen 1 besputtert;
- die Messelemente 1 und die Elektroden 2, 3 werden außerhalb des Drucksensors zueinander ausgerichtet und fixiert. Bei einer für die Kristallelemente 1 unschädlichen Anpresskraft und erhöhter Temperatur werden die Bauteile 1 bis 3 zueinander fixiert und durch Thermokompression oder Löten miteinander verbunden;
- der so entstehende Messelementstapel 6 wird als Einheit in den Innenraum 16 des Sensorgehäuses 4 eingebracht und kann über eine später (beispielsweise nach der Befestigung der Membran 10) wieder entfernbare Zentriervorrichtung 18, beispielsweise zwischen dem stiftförmigen Ableitelement 14 und einer Bohrung 17 im Sensorgehäuse 4 so ausgerichtet werden, dass zwischen den Messelementen 1 und der Innenwand des Gehäuses 4 ein Luftspalt entsteht, der die nötige Isolation gewährleistet;
- Zur genauen Positionierung des Messelementstapels 6 kann auch ein konischer Übergang zwischen dem Auflageelement 13 und dem Ableitelement 14 im Zusammenspiel mit der Bohrung 15 im Isolierelement 7 verwendet werden.

Bei der in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellten, zweiten Ausführungsvariante der Erfindung sind die piezoelektrischen Messelemente 1, zur Nutzung des longitudinalen Piezoeffektes jeweils mit einer Seitenfläche 11 durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode 2 fixiert. Die Ableitelektrode 2 mit der Signalleitung 19 kann im Wesentlichen scheibenförmig ausgeführt sein, wobei jeweils zwei piezoelektrische Messelemente 1 mit entgegengerichteter Polarisierung an gegenüberliegenden Seiten der scheibenförmigen Ableitelektrode 2 angeordnet sind. Die scheibenförmige Ableitelektrode 2 bildet mit den darauf fixierten piezoelektrischen Messelementen 1 einen einfach zu handhabenden Messelementstapel 6. Die Ableitelektrode 2 muss nicht kreisrund ausgeführt sein, sondern kann auch andere Formen (z.B. quadratisch oder rechteckförmig) annehmen.

Der Messelementstapel 6 kann zusätzlich eine oder beide Ableitelektroden 3 umfassen, wobei die Messelemente 1 mit deren Seitenflächen 11' durch Thermokompression oder Löten an den Ableitelektroden 3 fixiert sein können. Eine oder beide der Ableitelektroden 3 liegen an einer

hier nicht dargestellten Membran an, welche mit dem Gehäuse 4 verschweißt ist. Die piezoelektrischen Messelemente 1 und/oder die Ableitelektroden 2, 3 weisen an deren Kontaktstellen im Bereich der Seitenflächen 11, 11' eine duktile Beschichtung (beispielsweise Gold oder silberhaltiges Lot) auf.

Bei beiden Ausführungsvarianten kann die Ableitelektrode 2 aus Metall, einer Metalllegierung, einer leitfähigen Keramik oder einer Keramik mit einer elektrisch leitenden Beschichtungen bestehen. Für Hochtemperatur-Messungen können die piezoelektrischen Messelemente 1 aus einem hochtemperaturbeständigen Material, vorzugsweise aus GaPO_4 , bestehen.

Die in den einzelnen Ausführungsvarianten dargestellten piezoelektrischen Messelemente 1 können gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung auch vielschichtig ausgebildet sein und aus abwechselnd angeordneten dünnen, piezoelektrischen Schichten 20 und dünnen Elektrodenschichten 21 bestehen (siehe Fig. 8 bis Fig. 11). Derartige "Thin Film Stacks" können auf unterschiedliche Weise hergestellt werden.

Durch den geschichteten Aufbau wird der Piezoeffekt (bei Einkristallen typisch 1 - 10 pm/V) für die Anwendung von Drucksensoren erhöht, wobei gleichzeitig die Vorteile piezoelektrischer Einkristalle (wie Temperaturstabilität der Konstanten, niedrige dielektrische Verluste etc.) genutzt werden können.

Fig. 8 zeigt den geschichteten Aufbau eines Piezostacks. Da durch den Einkristall die piezoelektrische Konstante unbeeinflussbar vorgegeben ist, müssen die piezoelektrischen Schichten 20 jeweils so orientiert sein, dass die Ladungsabführung durch die Elektrodenschichten 21, 21' möglich wird. Jeweils gleichnamige Ladungen werden durch seitliche Elektrodenschichten 22, 22' zusammengefasst.

Durch den mehrlagigen Aufbau wird die Fläche vervielfacht, durch Addition der Ladungen ergibt sich ein wesentlich höherer Piezoeffekt (z.B. 6fach in der Variante gemäß Fig. 8) im Vergleich zu Einzelelementen.

Schichtaufbau:

Gemäß einer einfachen Ausführungsvariante werden die piezoelektrischen Platten bzw. Schichten 20 durch Metallfolien, welche die Elektrodenschichten 21, 21' bilden, getrennt und gegenseitig orientiert übereinander gelegt. Für die seitliche Kontaktierung können die elektrisch gegengepolten, leitenden Kanten etwas angefräst werden. Die seitlichen Elektroden 22, 22' können mit Hilfe bekannter Verfahren aufgebracht werden.

In einer anderen Ausführungsvariante können die Elektrodenschichten 21, 21' direkt auf die piezoelektrischen Schichten 20 aufgebracht werden (z.B. durch Sputtern oder Aufdampfen).

In der Fig. 9 werden zwei piezoelektrische Messelemente 1 zu einen Multistack zusammengefasst. Für die Herstellung müssen zuerst die Einzelelemente 20 gefertigt werden, anschließend werden diese (mit wechselnder Polarität) angeordnet und mit den Metallfolien 21, 21' unter Druck verschweißt.

Dünnste Schichten:

Besonders effektiv werden Piezostacks mit sehr dünnen piezoelektrischen Schichten 21, 21'. Eine sehr vorteilhafte Realisierungsmöglichkeit ergibt sich durch die Falttechnik gemäß Fig. 10 und Fig. 11. Die piezoelektrische Einkristallschicht 20 kann z.B. über epitaxiales Wachstum auf die Elektrodenschicht 21' aufgebracht und mit einer Elektrodenschicht 20 abgedeckt werden (Fig. 10). Die erforderlichen Ausnehmungen 23 in den einzelnen Schichten können durch Sputter- und Ätzverfahren hergestellt werden. Danach wird die Struktur gemäß Fig. 10 gefaltet,

wodurch ein Thin Film Stack gemäß Fig. 11 entsteht.

Bei allen Verfahren muss die piezoelektrische Schicht 20 orientiert sein (z.B. durch Einbringung einer orientierten Struktur in das metallische Substrat, über ein elektrisches Feld oder mechanischem Druck während des Wachstums). Epitaktische Verfahren sind z.B. atomares Wachstum (wie CVD, PVD) oder direktes, orientiertes Aufwachsen (Flüssigepitaxie, Fluxzucht, etc.)

Patentansprüche:

1. Piezoelektrischer Sensor, vorzugsweise Drucksensor, mit zumindest zwei in einem Gehäuse (4) angeordneten piezoelektrischen Messelementen (1), welche zwischen einer druckseitig am Gehäuse (4) angeordneten Membran (10) und einer zum Gehäuse (4) elektrisch isolierten Ableitelektrode (2) eingespannt sind, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode (2) fixiert sind und mit dieser einen kompakten Messelementstapel (6) bilden.
2. Piezoelektrischer Sensor nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) vorzugsweise blättchenförmig ausgebildet sind und zur Nutzung des transversalen Piezoeffektes jeweils mit einer Schmalseite (5) durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode (2) fixiert sind.
3. Piezoelektrischer Sensor nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) stapelförmig angeordnet sind und zwischen benachbarten Seitenflächen (11) einen Luftspalt (12) aufweisen.
4. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) jeweils mit einer Schmalseite (5) an der zum Gehäuse (4) isolierten Ableitelektrode (2) sowie mit einer gegenüberliegenden Schmalseite (5') an einer membranseitig angeordneten Ableitelektrode (3) durch Thermokompression oder Löten fixiert sind.
5. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die zum Gehäuse (4) isolierte Ableitelektrode (2) im Wesentlichen aus einer Lochscheibe und einem in die Lochscheibe einsetzbaren, stiftförmigen Ableitelement (14) besteht.
6. Piezoelektrischer Sensor nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1), vorzugsweise blättchenförmig ausgebildet sind und zur Nutzung des longitudinalen Piezoeffektes jeweils mit einer Seitenfläche (11) durch Thermokompression oder Löten an der Ableitelektrode (2) fixiert sind.
7. Piezoelektrischer Sensor nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ableitelektrode (2) scheibenförmig ausgeführt ist, wobei jeweils zwei piezoelektrische Messelemente (1) an gegenüberliegenden Seiten der scheibenförmigen Ableitelektrode (2) angeordnet sind.
8. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) und/oder die Ableitelektroden (2, 3) an deren Kontaktstellen eine duktile Beschichtung aufweisen.
9. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ableitelektrode (2) aus Metall, einer Metalllegierung, einer leitfähigen Keramik oder einer Keramik mit einer elektrisch leitenden Beschichtungen besteht.

10. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) aus einem hochtemperaturbeständigen Material, vorzugsweise aus GaPO_4 , bestehen.

5 11. Piezoelektrischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die piezoelektrischen Messelemente (1) vielschichtig ausgebildet sind und aus abwechselnd angeordneten dünnen, piezoelektrischen Schichten (20) und dünnen Elektro-

10 **Hiezu 4 Blatt Zeichnungen**

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Int. Cl.⁸: **G01L 9/06** (2006.01)
G01L 9/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

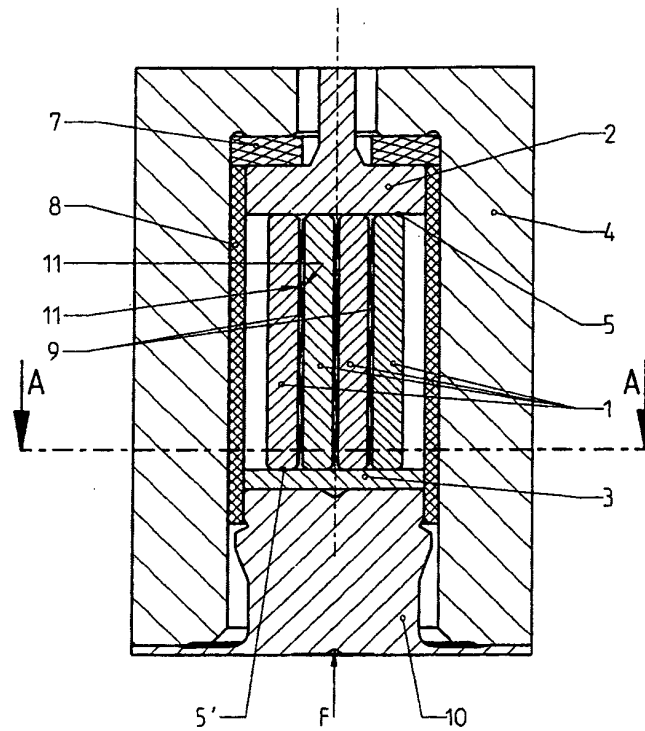


Fig. 1

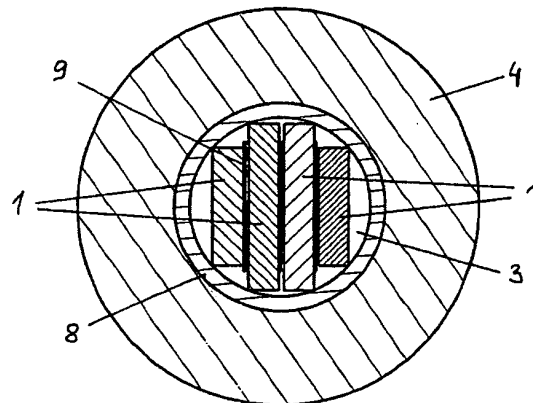


Fig. 2



Int. Cl.⁸: **G01L 9/06** (2006.01)
G01L 9/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

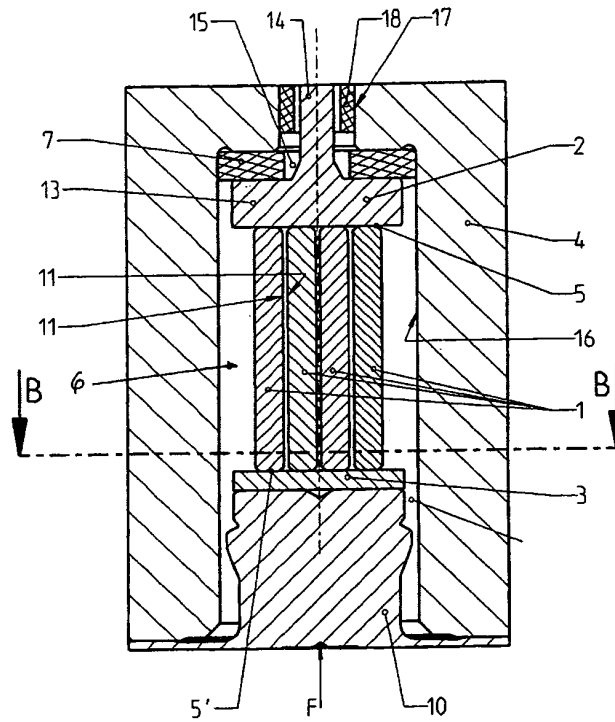


Fig. 3

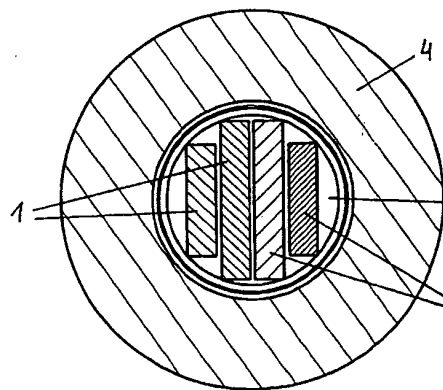


Fig. 4

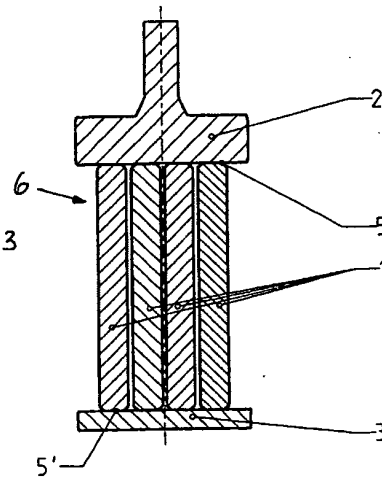
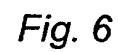


Fig. 5

Int. Cl.⁸: **G01L 9/06** (2006.01)
G01L 9/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)





Int. Cl.⁸: **G01L 9/06** (2006.01)
G01L 9/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

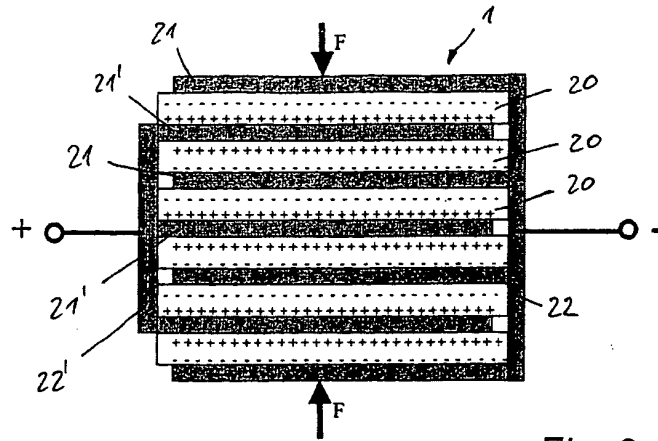


Fig. 8

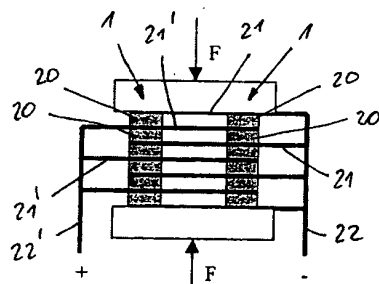


Fig. 9

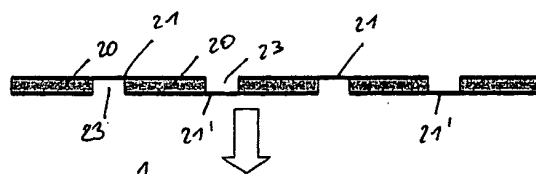


Fig. 10

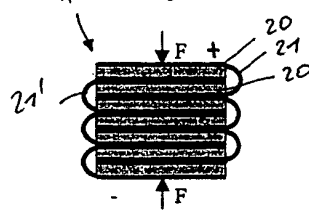


Fig. 11