



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 21 025 B4 2005.07.28**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 21 025.3**
 (22) Anmeldetag: **10.05.2003**
 (43) Offenlegungstag: **02.12.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **28.07.2005**

(51) Int Cl.7: **G01F 23/28**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Hermann, Eberhard, 79618 Rheinfeld, DE

(74) Vertreter:
**Patent- und Rechtsanwaltssozietät Maucher,
 Börjes & Kollegen, 79102 Freiburg**

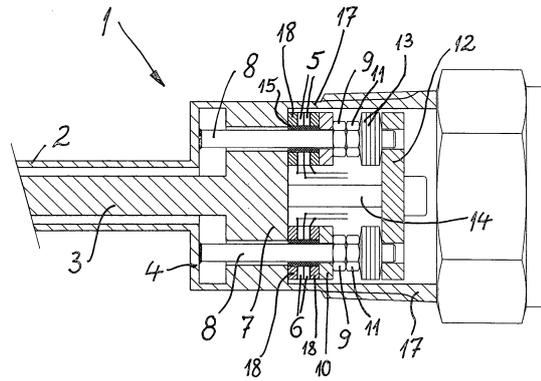
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 42 03 715 C2
DE 37 40 598 C2
DE 36 25 779 C2
DE 31 40 938 C2
DE 41 18 793 A1
DE 29 33 618 A1
EP 06 28 793 B1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (1) zur Messung, Kontrolle und/oder Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter mit einem ersten Schwingungselement (2), dessen Schwingungen durch Berührung mit Füllgut gedämpft werden, wobei das erste Schwingungselement (2) bei Gebrauch in den Behälter hineinragt und rohrförmig ausgebildet ist, und wobei in dem Hohlraum dieses ersten rohrförmigen Schwingungselements (2) ein zweites stabförmiges Schwingungselement (3) angeordnet ist, welches die gleiche Resonanzfrequenz wie das erste Schwingungselement (2) hat und in Gegenphase dazu schwingt, wobei das erste Schwingungselement (2) an einer federnden Membran (4) gelagert ist, die einen wenigstens ein Piezoelement (5) aufweisenden Schwingungsantrieb und einen separaten, vom Schwingungsantrieb beabstandeten und wenigstens ein Piezoelement (6) aufweisenden Schwingungsabgriff aufweist und mit ihrem äußeren Ende mit einer Platte (7) verbunden ist, welche das zweite stabförmige Schwingungselement (3) trägt, so dass die Schwingungselemente (2, 3) zu einem Schwingungssystem verbunden sind, und wobei für den Schwingungsantrieb ein Halteelement (8) und für den Schwingungsabtrieb ein...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung, Kontrolle und/oder Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter mit einem ersten Schwingungselement, dessen Schwingungen durch Berührung mit Füllgut gedämpft werden, wobei das erste Schwingungselement bei Gebrauch in den Behälter hineinragt und rohrförmig ausgebildet ist, und wobei in dem Hohlraum dieses ersten rohrförmigen Schwingungselements ein zweites stabförmiges Schwingungselement angeordnet ist, welches die gleiche Resonanzfrequenz wie das erste Schwingungselement hat und in Gegenphase dazu schwingt, wobei das erste Schwingungselement an einer federnden Membran gelagert ist, die einen wenigstens ein Piezoelement aufweisenden Schwingungsantrieb und einen separaten, vom Schwingungsantrieb beabstandeten und wenigstens ein Piezoelement aufweisenden Schwingungsabgriff aufweist und mit ihrem äußeren Rand mit einer Platte verbunden ist, welche das zweite stabförmige Schwingungselement trägt, so dass die Schwingungselemente zu einem Schwingungssystem verbunden sind.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist aus DE 31 40 938 C2 bekannt und hat sich bewährt. Durch den Aufbau dieses Schwingungssystems kann erreicht werden, dass nahezu keine Schwingungsenergie zur Behälterwandung, durch welche die Vorrichtung in den Behälter hineinragt, verloren geht, so dass diese Vorrichtung eine große Empfindlichkeit auch gegenüber sehr leichten Füllgütern hat.

[0003] Der Schwingungsantrieb und der Schwingungsabgriff wird dabei jeweils durch ein scheibenförmiges Piezoelement gebildet, wobei die beiden Piezoelemente in der Schwingungsebene auf der dem Behälterinneren abgewandten Seite der Membrane einander auf einem Durchmesser gegenüberliegend aufgeklebt sind. An das als Schwingungsantrieb dienende Piezoelement wird eine Wechselspannung angelegt. Dadurch ergibt sich eine periodische Veränderung des Durchmessers, wodurch die Membran entsprechend deformiert und damit das System zu Schwingungen angeregt wird. Das andere Piezoelement wird durch die periodische Deformation der Membran bei deren Schwingungsvorgang Kräften ausgesetzt, wodurch dieses Piezoelement ein Wechselspannungs-Signal abgibt.

[0004] Die von dem Piezoelement auf die Membrane übertragenen Wechselkräfte und umgekehrt die von der Membrane auf das zweite Piezoelement übertragenen Wechselkräfte werden durch Scherkräfte von dem Kleber übertragen, mit welchem die Piezoelemente an der Membrane befestigt sind. Da

die Piezoelemente unmittelbar auf die Membran aufgeklebt sind, die ihrerseits direkt mit Füllgut in Berührung kommt, sind die Piezoelemente und insbesondere der sie befestigende Kleber auch der Temperatur des Füllgutes ausgesetzt. Dadurch kann vorkommen, dass zum Beispiel durch rasche Temperaturänderung oder zu hohe Temperatur des Füllgutes die Klebestelle geschädigt wird. Ebenso kann durch mechanische Schläge auf das Schwingungssystem sowohl die Klebestelle als auch das jeweilige Piezoelement überlastet werden und brechen, wodurch die gesamte Vorrichtung unbrauchbar wird.

[0005] Aus DE 42 03 715 C2 ist eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bekannt, zu der als ein wesentliches Element eine Wippe gehört, die eine Drehachse benötigt und entsprechend dreh- beziehungsweise schwenkbar gehalten sein muss. Diese Wippe nimmt die von den Piezoelementen ausgehenden Hubbewegungen auf und gibt sie an Bolzen weiter, die mit der Membran verbunden sind. Bei diesem Wippensystem gibt es insgesamt fünf Berührungsbeziehungsweise Übertragungspunkte, an denen Hubbewegung beziehungsweise Bewegungsenergie der Piezoelemente verloren gehen kann, nämlich zwei solche Berührungspunkte an den Enden der Piezoelemente, zwei Berührungspunkte am Bolzen, davon einer an der Verschraubung mit Zwischenelement und der zweite zwischen Bolzenkopf und Wippe, und schließlich noch die Verschraubungsstelle zwischen Wippe und Bolzen. Da von Piezoelementen nur geringe Hubbewegungen geliefert werden können, ist es ungünstig, wenn diese Hubbewegungen über so viele Übertragungspunkte geführt werden müssen, weil dabei mehr oder weniger Hubbewegung verloren gehen kann.

[0006] Aus DE 41 18 793 A1 ist eine Vorrichtung anderer Gattung bekannt, bei welcher ein Stapel von ringförmigen Piezoelementen mit einem Halteelement zusammenwirkt.

Aufgabenstellung

[0007] Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher die Piezoelemente auch bei mechanischer Überlastung gegen Bruch geschützt sind und hohe Temperaturen für die Befestigung der Piezoelemente unschädlich sind, und eine gute und effektive Kraftübertragung ermöglichen.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit den Mitteln und Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0009] Die Piezoelemente sind also nicht mehr an der Membrane angeklebt, sondern liegen an der Platte an und sind mit der Membrane indirekt über die Halteelemente verbunden, so dass die Kraftübertragung von den Piezoelementen zur Membrane und

zurück über die stift- oder bolzenförmigen Halteelemente erfolgt.

[0010] Die Halteelemente sind also Gewindebolzen mit einem Außengewinde, auf welchem als Gegenhalter wenigstens eine Mutter angeordnet ist, die das oder die jeweiligen Piezoelemente in Gebrauchsstellung direkt oder über wenigstens eine Zwischenscheibe, vorzugsweise über zwei Zwischenscheiben, an der Platte festlegt. Gewindebolzen sind gängige Maschinenelemente, die mit ihren Außengewinden eine sehr einfache Anbringung von Gegenhaltern in Form von Muttern erlauben, wobei auch deren Lage relativ zu den Piezoelementen oder diese beaufschlagenden Zwischenscheiben aufgrund des Gewindes in gewünschter Weise präzise eingestellt werden kann.

[0011] Besonders günstig ist es dabei, wenn als Gegenhalter zwei Muttern, nämlich eine Mutter mit einer Kontermutter, vorgesehen sind. Dadurch kann die jeweilige Einstellung spielfrei gewählt und fixiert werden.

[0012] Dabei können die Halteelemente die Platte berührungslos durchsetzen und insbesondere rechtwinklig zu der Membran mit einer Stirnseite an dieser angreifen. Beispielsweise können die Halteelemente mit der Membrane verschweißt oder verlötet sein.

[0013] Somit kann die Kraftübertragung von den Piezoelementen zu der Membrane und wieder zurück über die bolzenförmigen Halteelemente erfolgen, die als Zug- und/oder Druckbolzen wirksam sein können.

[0014] Die bolzenförmigen Halteelemente können die Platte mit Spiel durchsetzen und die Piezoelemente auf der der Membran abgewandten Seite an der Platte anliegen und von den Gegenhaltern fixiert sein. Dadurch ergibt sich ein robuster Aufbau, bei welchem die Piezoelemente einen relativ großen Abstand von der Membran haben und somit auch einen entsprechenden Abstand von dem Füllgut erhalten, so dass sich hohe Temperaturen dieses Füllguts nicht auf die Piezoelemente auswirken können. Praktisch werden die Piezoelemente durch die Platte nicht nur abgestützt, sondern auch abgeschirmt.

[0015] Für eine gute und effektive Kraftübertragung ist es zweckmäßig, wenn die bolzenförmigen Halteelemente in axialer Richtung mit einer über sie und die Gegenhalter direkt oder über wenigstens eine oder mehrere Zwischenscheiben auf die Piezoelemente wirkenden Druckkraft axial beaufschlagt und/oder vorgespannt sind. Dadurch kann das gesamte Schwingungssystem robust gemacht und an in der Praxis häufig rauhe Betriebsbedingungen angepasst werden. Durch eine solche Vorspannung kann nämlich erreicht werden, dass selbst bei mechanischer Überlastung durch Schlag oder durch seitliche Kräf-

te, welche das rohrförmige äußere Schwingungselement oder die Membran sogar leicht verbiegen, die Piezoelemente weder von ihrer Auflage abgehoben noch beschädigt werden können und einen fehlerfreien Betrieb erlauben, solange das äußere rohrförmige Schwingungselement das innere stabförmige Schwingungselement nicht berührt. Ferner werden durch diese Maßnahmen die sehr kleinen Hubbewegungen der Piezoelemente mit erheblich besserem Wirkungsgrad zu der Membran und wieder zurückübertragen, weil ohne eine solche Vorspannung eventuell vorhandene minimale Fugen oder Spalten auf jeden Fall vermieden werden, wodurch die Funktion und die Empfindlichkeit der Vorrichtung beziehungsweise eines entsprechenden Gerätes weiter verbessert werden.

[0016] Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung insbesondere betreffend die Vorspannung der Halteelemente kann darin bestehen, dass in einem festliegenden Abstand zu der der Membran abgewandten Oberfläche der Platte eine Druckplatte vorgesehen und zwischen dieser Druckplatte und den Halteelementen auf diese wirkende Federn angeordnet sind. Dies stellt eine besonders einfache Möglichkeit dar, eine axiale Druckkraft und Vorspannung auf die beiden Halteelemente aufzubringen, die dennoch die Schwingungen weiterhin übertragen können.

[0017] Die auf die bolzenförmigen Halteelemente wirkenden Federn können Druckfedern, insbesondere Tellerfedern sein, die zwischen der Druckplatte und dem die Bolzen fixierenden Gegenhalter oder der Mutter eingespannt sein können. Somit behalten die Halteelemente die Möglichkeit, in axialer Richtung zu schwingen, während sie aber gleichzeitig auch in dieser Richtung vorgespannt sind. Tellerfedern haben dabei den Vorteil, nur wenig Platzbedarf zu haben und durch ihre flache Kennlinie eine von der Schwingung unabhängige konstante Kraft auszuüben.

[0018] Dabei können jeweils mehrere Tellerfedern als Federpaket vorgesehen sein, so dass durch eine entsprechende Auswahl und Anordnung der Federn auch die Vorspannung und der Federweg optimiert werden können.

[0019] Die Druckplatte kann mit einem die Membran und die Platte aufweisenden Gehäuse und/oder über wenigstens ein Befestigungselement mit der Platte zumindest in axialer Richtung fest verbunden sein. Die Druckplatte kann also beispielsweise mit Hilfe einer sie durchsetzenden Distanzschraube mit der Platte verbunden sein, um den festen Abstand zu der Platte vorzugeben oder sie kann stattdessen oder zusätzlich mit dem Gehäuse zumindest in axialer Richtung Formschluss haben.

[0020] Wird an das oder die Piezoelemente des ei-

nen Halteelements eine Wechsellspannung angelegt, wird die daraus resultierende Dickenschwingung dieses Piezoelements über das bolzenförmige Halteelement auf die Membrane übertragen, die dadurch das äußere Schwingungselement zu Schwingungen anregt. Entsprechend wirken – wenn das System schwingt – Wechselkräfte von der Membran über das zweite bolzenförmige Halteelemente auf dessen Piezoelement oder Piezoelemente, so dass dieses eine Wechsellspannung erzeugt, die in bekannter Weise einem Verstärker zugeführt werden kann, dessen Ausgangssignal dem ersten Piezoelement zugeführt wird, um ein rückgekoppeltes System zu erhalten, das auf der Resonanzfrequenz des mechanischen Schwingungsgebildes schwingt und in bekannter Weise als Füllstandsgrenzschafter verwendet werden kann, ohne dass die Gefahr besteht, dass die Piezoelemente sich von ihrer Befestigungsstelle lösen oder bei mechanischer Überlastung der gesamten Anordnung brechen.

Ausführungsbeispiel

[0021] Nachstehend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt in zum Teil schematisierter Darstellung:

[0022] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei die Schnittebene durch die Befestigungsstellen der bolzenförmigen Halter für die Piezoelemente verläuft und das äußere und das innere Schwingungselement nur über einen Teil ihrer Länge dargestellt sind, sowie

[0023] [Fig. 2](#) in vergrößertem Maßstab einen Schnitt durch die Befestigungsstelle der Piezoelemente an einem der bolzenförmigen Halteelemente, die der Anordnung an dem anderen bolzenförmigen Halteelement entspricht.

[0024] Eine im Ganzen mit **1** bezeichnete Vorrichtung dient zur Messung, Kontrolle und/oder Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter beziehungsweise als Füllstandsgrenzschafter, der beim Befüllen eines Behälters den Füllvorgang bei Erreichen eines entsprechenden Füllstandes abschaltet.

[0025] Die Vorrichtung **1** weist ein erstes Schwingungselement **2** auf, dessen Schwingungen durch Berührung mit Füllgut gedämpft werden können, wobei das erste Schwingungselement **2** bei Gebrauch in den nicht näher dargestellten Behälter insbesondere etwa horizontal oder leicht geneigt beziehungsweise schräg oder gegebenenfalls vertikal hineinragt und rohrförmig ausgebildet ist. In dem Hohlraum dieses ersten rohrförmigen Schwingungselements **2** ist ein zweites stabförmiges Schwingungselement **3** angeordnet, welches die gleiche Resonanzfrequenz wie das erste Schwingungselement **2** hat und in Gegen-

phase dazu schwingt.

[0026] Das erste Schwingungselement **2** ist dabei an einer federnden Membran **4** gelagert, die einen wenigstens ein (erstes) Piezoelement **5** aufweisenden Schwingungsantrieb und einen wenigstens ein (zweites) Piezoelement **6** aufweisenden Schwingungsabgriff aufweist. Diese Membran **4** ist mit ihrem Rand mit einer Platte **7** verbunden, welche das zweite stabförmige Schwingungselement **3** trägt, so dass die Schwingungselemente **2** und **3** zu einem Schwingungssystem verbunden sind. Dieses Schwingungssystem könnte dabei auch den Ausführungsformen der EP 0 628 793 B1 entsprechen.

[0027] Sowohl in [Fig. 1](#) als auch in [Fig. 2](#) erkennt man deutlich, dass die Piezoelemente **5** und **6** ringförmig ausgebildet sind, jeweils von einem ein Gewinde aufweisenden stift- oder bolzenförmigen Halteelement **8** durchsetzt werden und direkt oder indirekt in noch zu beschreibender Weise mit einem auf das Gewinde der Halteelemente **8** passenden beziehungsweise aufschraubbaren Gegenhalter **9** in Gebrauchsstellung in Anschlagposition an der Platte **7** gehalten sind, sich also an dieser abstützen, wobei die als Bolzen ausgebildeten Halteelemente **8** an der Membrane **4** angreifen und in noch zu beschreibender Weise mit dieser verbunden sind. Ferner erkennt man, dass jeweils mehrere, nämlich zwei Piezoelemente **5** und zwei Piezoelemente **6** zur Vergrößerung der axialen Bewegungen in bekannter Weise elektrisch parallel und mechanisch in Serie geschaltet vorgesehen sind.

[0028] Die Halteelemente **8** sind dabei Gewindebolzen mit einem Außengewinde, auf welchem als Gegenhalter **9** wenigstens eine Mutter angeordnet ist, die das oder die jeweiligen Piezoelemente **5** und **6** in Gebrauchsstellung direkt oder über wenigstens eine Zwischenscheibe, im Ausführungsbeispiel über eine Unterlegscheibe **10** und zwei Isolierscheiben **18** an der Platte **7** festlegt.

[0029] Dabei erkennt man in beiden Figuren, dass als Gegenhalter **9** zwei Muttern, nämlich eine auf die Piezoelemente **5** und **6** über eine Zwischenscheibe **10** und eine Isolierscheibe **18** wirkende erste Mutter und eine Kontermutter **11** vorgesehen sind, wodurch die gesamte Anordnung spielfrei gemacht werden kann. Vor allem kann ein Spiel zwischen Mutter und Gewinde des bolzenförmigen Halteelements **8** eliminiert werden.

[0030] Durch die Isolierscheiben **18** zwischen den Piezoelementen **5** und **6** und der Unterlegscheibe **10** beziehungsweise der Platte **7** erreicht man, dass die Elektroden **16** der Piezoelemente und die damit verbundene elektronische Schaltung galvanisch von dem metallischen Gehäuse **17** der Sonde getrennt sind. Wenn das nicht erforderlich ist, können diese

Isolierscheiben **18** auch weggelassen werden.

[0031] Die Halteelemente **8** durchsetzen die Platte **7** berührungslos beziehungsweise mit Spiel und greifen rechtwinklig zur Membran **4** mit einer Stirnseite an dieser an und sind im Ausführungsbeispiel mit der Membran **4** verschweißt oder gegebenenfalls verlötet.

[0032] Die Piezoelemente **5** und **6** sind dabei auf der der Membran **4** abgewandten Seite der Platte **7** angeordnet und von den Gegenhaltern **9**, also den Muttern mit Kontermutter **11** fixiert. Die Piezoelemente **5** und **6** sind also von der Membran **4** beabstandet und durch die Platte **7** sogar abgeschirmt. Dabei erkennt man in den Ausführungsbeispielen jeweils zwei gestapelte Piezoelemente **5** und auch zwei gestapelte Piezoelemente **6** zur Verstärkung ihrer Effektivität.

[0033] In [Fig. 1](#) und vor allem in [Fig. 2](#) erkennt man, dass die bolzenförmigen Halteelemente **8** in axialer Richtung mit einer über sie und die Gegenhalter **9** direkt beziehungsweise über die Unterlegscheiben **10** auf die Piezoelemente **5** und **6** wirkenden Druckkraft axial beaufschlagt und/oder vorgespannt sind, so dass die sehr kleinen Hubbewegungen der Piezoelemente **5** und **6** mit erheblich besserem Wirkungsgrad zu der Membran **4** hin und auch wieder zurück übertragen werden. Entsprechend hoch ist die Empfindlichkeit der Vorrichtung **1**.

[0034] Zu diesem Zweck ist in einem festliegenden Abstand zu der der Membran **4** abgewandten Oberfläche der Platte **7** eine Druckplatte **12** vorgesehen und zwischen dieser Druckplatte **12** und den bolzenförmigen Halteelementen **8** sind auf diese wirkende Federn, nämlich als Tellerfedern **13** ausgebildete Druckfedern, angeordnet. Dabei sind diese Tellerfedern **13** zwischen der Druckplatte **12** und dem die Bolzen beziehungsweise Halteelemente **8** fixierenden Gegenhalter **9** eingespannt, was besonders gut in [Fig. 2](#) zu erkennen ist. Die mehreren Tellerfedern **13** sind dabei jeweils als Federpaket ausgebildet, um eine entsprechend hohe Druckkraft und Vorspannung auf engem Raum erzeugen zu können.

[0035] Im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) ist die Druckplatte **12** über wenigstens ein Befestigungselement **14**, bevorzugt über mehrere derartige Befestigungselemente **14**, zum Beispiel Halteschrauben, mit der Platte **7** in axialer Richtung fest verbunden. Es wäre aber auch möglich, die Druckplatte **12** mit einem die Membran **4** und die Platte **7** aufweisenden Gehäuse **17** zumindest in axialer Richtung formschlüssig zu verbinden oder festzulegen, wodurch das oder die im Inneren verlaufenden Befestigungselemente oder Befestigungsschrauben **14** ergänzt oder eventuell sogar ersetzt werden könnten.

[0036] In den Zeichnungen sind auch noch Isolier-

hülsen **15** zwischen den Halteelementen **8** und den Piezoelementen **5** und **6** zu erkennen, wodurch verhindert wird, dass die im Bereich der Piezoelemente vorgesehenen, ebenfalls ringförmigen Elektroden **16** kurzgeschlossen werden.

[0037] Die Vorrichtung **1** zur Messung, Kontrolle und/oder Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter, die insbesondere auch als Füllstandsgrenzscharter verwendbar ist, weist in üblicher Weise ein erstes rohrförmiges Schwingungselement **2** und ein darin mit Abstand angeordnetes stabförmiges Schwingungselement **3** auf, wobei das erste Schwingungselement **2** an einer federnden Membran **4** gelagert ist und wobei ein wenigstens ein (erstes) Piezoelement **5** aufweisender Schwingungsantrieb und ein wenigstens ein (zweites) Piezoelement **6** aufweisender Schwingungsabgriff mit der Membran **4** zusammenwirken. Die Piezoelemente **5** und **6** sind dabei ringförmig ausgebildet, werden jeweils von einem ein Gewinde aufweisenden stift- oder bolzenförmigen Halteelement **8** durchsetzt und sind direkt oder indirekt mit einem ein zu dem Gewinde der Halteelemente **8** passenden und entsprechend einstellbaren Gegenhalter **9** in Gebrauchsstellung in Anschlagposition an der Platte **7** gehalten, wobei die Halteelemente **8** an der Membrane **4** angreifen oder mit dieser verbunden sind, so dass sich dadurch eine indirekte Verbindung zwischen der Membrane **4** und den Piezoelementen **5** und **6** ergibt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zur Messung, Kontrolle und/oder Feststellung eines Füllstandes eines Füllgutes in einem Behälter mit einem ersten Schwingungselement (**2**), dessen Schwingungen durch Berührung mit Füllgut gedämpft werden, wobei das erste Schwingungselement (**2**) bei Gebrauch in den Behälter hineinragt und rohrförmig ausgebildet ist, und wobei in dem Hohlraum dieses ersten rohrförmigen Schwingungselements (**2**) ein zweites stabförmiges Schwingungselement (**3**) angeordnet ist, welches die gleiche Resonanzfrequenz wie das erste Schwingungselement (**2**) hat und in Gegenphase dazu schwingt, wobei das erste Schwingungselement (**2**) an einer federnden Membran (**4**) gelagert ist, die einen wenigstens ein Piezoelement (**5**) aufweisenden Schwingungsantrieb und einen separaten, vom Schwingungsantrieb beabstandeten und wenigstens ein Piezoelement (**6**) aufweisenden Schwingungsabgriff aufweist und mit ihrem äußeren and mit einer Platte (**7**) verbunden ist, welche das zweite stabförmige Schwingungselement (**3**) trägt, so dass die Schwingungselemente (**2**, **3**) zu einem Schwingungssystem verbunden sind, und wobei für den Schwingungsantrieb ein Halteelement (**8**) und für den Schwingungsabtrieb ein Halteelement (**8**) jeweils in Form eines stift- oder bolzenförmigen Gewindebolzens vorgesehen ist, und die Halteelemente (**8**) so-

wohl das jeweilige, ihnen zugeordnete, ringförmig ausgebildete Piezoelement (5, 6) als auch die Platte (7) durchsetzen, so dass die Piezoelemente (5, 6) direkt oder über wenigstens eine Zwischenscheibe (10) mit einem zu dem Gewinde der Halteelemente (8) passenden Gegenhalter (9) in Gebrauchsstellung in Anschlagposition an der Platte (7) gehalten sind und die dem Füllgut zugewandten Enden der Halteelemente (8) an der Membrane (4), jeweils mit Abstand zum äußeren Rand der Membrane (4), angreifen oder mit dieser verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Gegenhalter (9) zwei Muttern, nämlich eine Mutter mit einer Kontermutter (11), vorgesehen sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteelemente (8) die Platte (7) berührungslos durchsetzen und insbesondere rechtwinklig zu der Membran (4) mit einer Stirnseite an dieser angreifen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteelemente (8) mit der Membran (4) verschweißt oder verlötet sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die bolzenförmigen Halteelemente (8) die Platte mit Spiel durchsetzen und die Piezoelemente (5, 6) auf der der Membran (4) abgewandten Seite an der Platte (7) anliegen und von den Gegenhaltern (9) fixiert sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die bolzenförmigen Halteelemente (8) in axialer Richtung mit einer über sie und die Gegenhalter (9) direkt oder über wenigstens eine oder mehrere Zwischenscheiben (10) auf die Piezoelemente (5, 6) wirkenden Druckkraft axial beaufschlagt und/oder vorgespannt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem festliegenden Abstand zu der der Membran (4) abgewandten Oberfläche der Platte (7) eine Druckplatte (12) vorgesehen und zwischen dieser Druckplatte (12) und den bolzenförmigen Halteelementen (8) auf diese wirkende Federn angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die bolzenförmigen Halteelemente (8) wirkenden Federn Druckfedern, insbesondere Tellerfedern (13) sind, die zwischen der Druckplatte (12) und dem die Halteelemente (8) fixierenden Gegenhalter (9) oder der Mutter eingespannt sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Tellerfedern (13) als Fe-

derpaket vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckplatte (12) mit einem die Membran (4) und die Platte (7) aufweisenden Gehäuse (17) und/oder über wenigstens ein Befestigungselement (14) mit der Platte (7) zumindest in axialer Richtung fest verbunden ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Halteelementen (8) und den Piezoelementen (5, 6) sowie an diesen angeordneten Elektroden (16) Isolierhülsen (15) angeordnet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

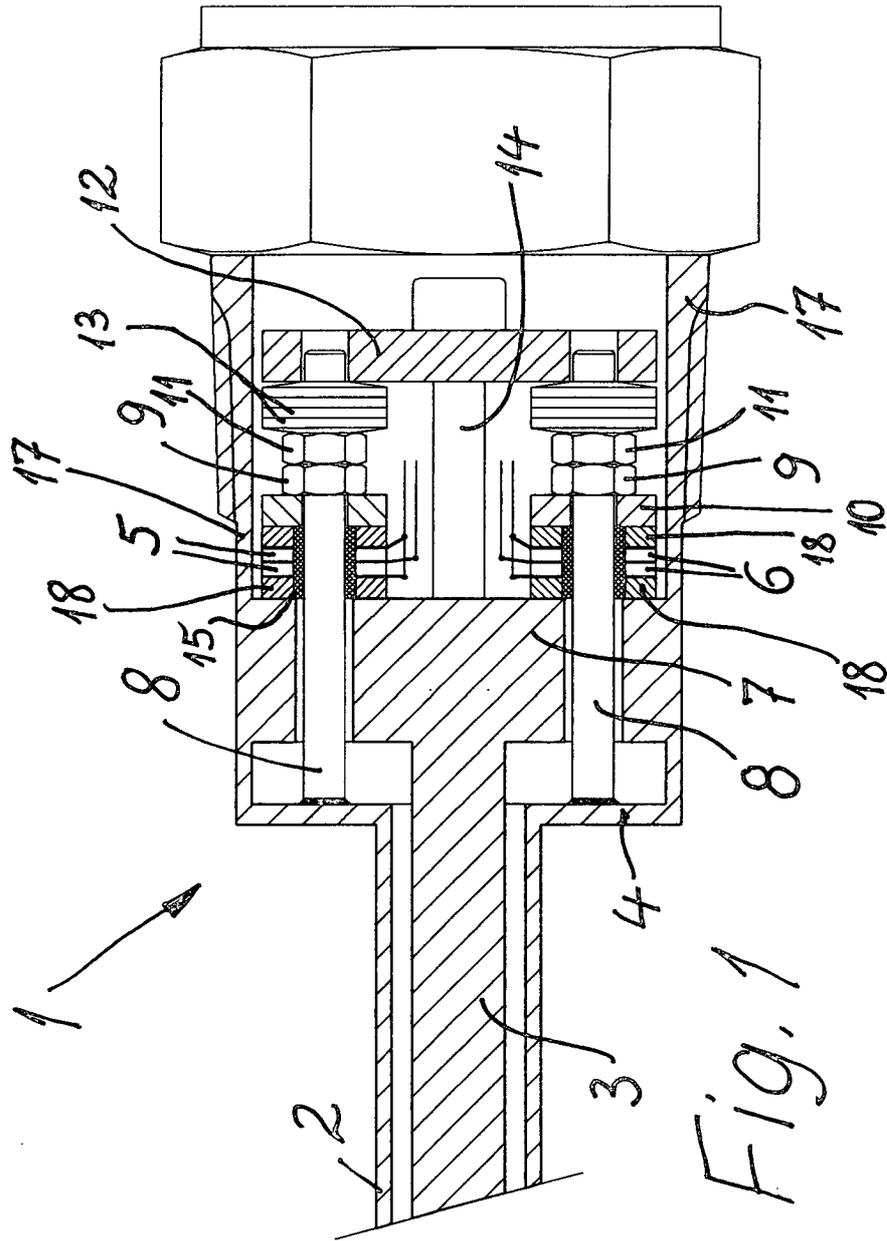


Fig. 2

