

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
20. November 2014 (20.11.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/184307 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/059996
(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Mai 2014 (15.05.2014)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 13167856.7 15. Mai 2013 (15.05.2013) EP
(71) Anmelder: **VEGA GRIESHABER KG** [DE/DE];
Hauptstraße 1 - 5, 77709 Wolfach (DE).
(72) Erfinder: **GRUHLER, Holger**; Hegestraße 15, Tuningen
78609 (DE).
(74) Anwalt: **WESTPHAL, MUSSGUG & PARTNER**;
Patentanwälte, Am Riettor 5, 78048 Villingen-
Schwenningen (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FILL-LEVEL MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung : FÜLLSTANDMESSVORRICHTUNG

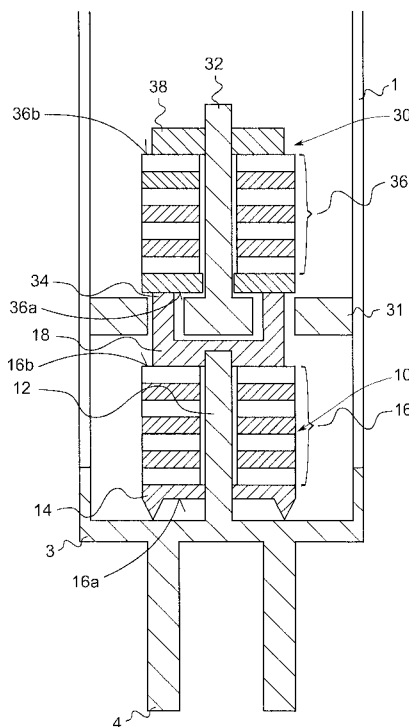


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a fill-level measuring device having the following features: - a housing (1), - a membrane (3), - a first drive unit (10) having a first bolt (12), the first bolt being coupled to the membrane (3), - a second drive unit (30) having a second bolt (32), the second bolt being operatively connected to the membrane (3) and being connected to the housing (1) at an end of the second bolt facing the membrane (3) by means of an intermediate bottom (31), and - the first drive unit (10) and the second drive unit (30) are mechanically connected to each other in series.

(57) Zusammenfassung: Füllstandmessvorrichtung mit folgenden Merkmalen: - einem Gehäuse (1), - eine Membran (3), - eine erste Antriebseinheit (10) mit einem mit der Membran (3) gekoppelten ersten Bolzen (12), - eine zweite Antriebseinheit (30) mit einem mit der Membran (3) in Wirkverbindung stehenden zweiten Bolzen (32), welcher an seinem der Membran (3) zugewandten Ende über einen Zwischenboden (31) mit dem Gehäuse (1) verbunden ist und - die erste Antriebseinheit (10) und die zweite Antriebseinheit (30) sind zueinander mechanisch in Serie geschaltet.



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

Füllstandmessvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Füllstandmessvorrichtung mit einer Membran und einer diese Membran antreibenden Antriebseinheit, wobei regelmäßig an der Membran Schwingstäbe angeformt sind.

Solche Füllstandmessvorrichtungen sind beispielsweise aus dem deutschen Patent DE 100 23 302 C2 bekannt. Als Antriebseinheit dient ein Stapel von piezo-elektrischen Elementen mit einem Zugbolzen zum Antreiben der piezo-elektrischen Elemente. Der Stapel von piezo-elektrischen Elementen ist dabei zwischen einem Vorspannelement, insbesondere einer Vorspannmutter, und einem die Membran berührenden Druckring angeordnet. Obwohl solche Füllstandmessvorrichtung ausgezeichnet geeignet sind, Füllstände zu erfassen, besteht ein Nachteil dieser Antriebsart darin, dass der vorgespannte Antriebsstapel aus piezo-elektrischen Elementen bei einem positiven Prozessdruck (Überdruck) aufgrund der sich durchbiegenden Membran und des außermittig aufliegenden Druckrings entlastet wird. Daraus folgt bei zunehmendem Prozessdruck eine geringere mechanische Kopplung der piezo-elektrischen Elemente. Eine solche geringe mechanische Kopplung führt zu geringer werdenden elektrischen Amplituden, die sogar zum völligen Ausfall der Antriebseinheit führen können. Dieser Effekt kann zwar durch Anlegen einer höheren Vorspannung an den piezo-elektrischen Elementen ausgeglichen werden, allerdings nur bis zu einem begrenzten Umfang, da die einzelnen piezo-elektrischen Elemente zum einen eine mechanische Belastungsgrenze aufweisen sodass eine erhöhte Bruchgefahr bei zu hoher Vorspannung besteht und zum anderen unter zu großem Druck eine Depolarisierung erfahren. Problematisch ist ferner, dass die Membran mit größerer Vorspannung der Antriebseinheit eine strukturmechanische Versteifung erfährt.

Um diesen Nachteil zu vermeiden, also eine Entlastung des Stapels unter einem positiven Prozessdruck zu umgehen, werden von der Anmelderin zwischenzeitlich auch Vibrationsgrenzschalter mit geschraubten, piezo-elektrischem Antrieb vertrieben, wobei sich der Antrieb an einen an der Rohrwandung des Gehäuses der Füllstandmessvorrichtung befestigten Zwischenboden abstützt. Solche Füllstandmessvorrichtungen sind beispielsweise in der DE 10 2007 041 349 A1, offenbart. Der in dieser Füllstandmessvorrichtung vorhandene Bolzen funktioniert hier nicht mehr als Zugbolzen, sondern als Druckbolzen. Dieser Druckbolzen ist an seinem der Membran zugewandten Ende feststehend mit dem erwähnten Zwischenboden in Verbindung und an seinem oberen Ende mit einem Vorspannelement, insbesondere einer Vorspannmutter, versehen, durch welche der Stapel aus piezo-elektrischen Elementen gegen ein durch den Zwischenboden greifendes Druckstück in Richtung Mitte der Membran gedrückt werden kann. Eine solche Anordnung der Füllstandmessvorrichtung hat den Vorteil, dass die gesamte Antriebseinheit durch einen positiven Prozessdruck belastet wird. Dabei nimmt die elektrische Amplitude also mit zunehmendem Druck nicht ab, wie es bei den eingangs genannten Füllstandmessvorrichtungen der Fall ist.

Bei dieser zweiten Antriebsart ist es jedoch nachteilig, dass jetzt bei einem negativen Prozessdruck (Unterdruck) der Stapel von piezo-elektrischen Elementen entlastet wird. Da die Antriebsseite der Membran in der Regel unter Atmosphärendruck liegt, ist die Höhe eines negativen Prozessdruckes physikalisch zwar auf -1 Bar begrenzt. Geht man jedoch von dünnen Membranen aus, was zum Beispiel bei einer Verkleinerung der Füllstandmessvorrichtung zwangsläufig notwendig wäre, kann auch dieser Druck bereits zu einer Antriebsentlastung führen. Auch bei Anwendungen mit höheren Temperaturen kann eine solche

Antriebsentlastung eintreten, da hier eine zusätzliche Entlastung aus der axialen Bolzenausdehnung resultiert.

Die Erfindung hat das Ziel, eine Füllstandmessvorrichtung anzugeben, die die bei den vorbekannten Füllstandmessvorrichtungen auftretenden Nachteile wirksam vermeidet. Dabei soll die aufzufindende Füllstandmessvorrichtung so gestaltet sein, dass sowohl bei positiven als auch negativen Prozessdrücken eine ausreichend hohe elektrische Signalamplitude geliefert wird und somit die gesamte Anordnung funktionsfähig bleibt.

Diese Aufgabe wird durch eine Füllstandmessvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen einer solchen Füllstandmessvorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung beruht also im Wesentlichen darauf, eine Füllstandmessvorrichtung mit folgenden Merkmalen bereitzustellen:

- ein Gehäuse,
- eine Membran,
- eine erste Antriebseinheit mit einem mit der Membran gekoppelten ersten Bolzen,
- eine zweite Antriebseinheit mit einem mit der Membran in Wirkverbindung stehenden zweiten Bolzen, welcher an seinem der Membran (3) zugewandten Ende über einen Zwischenboden (31) mit dem Gehäuse verbunden ist und
- die erste Antriebseinheit und die zweite Antriebseinheit sind zueinander mechanisch in Serie geschaltet.

Die grundlegende Idee der vorliegenden Erfindung besteht also darin, die vorbekannten beiden Antriebskonzepte miteinander zu kombinieren, und zwar derart, dass beide Antriebskonzepte mechanisch in Serie geschaltet sind. Das führt dazu, dass sowohl
5 bei positiven als auch negativen Prozessdrücken immer einer der beiden Antriebseinheiten mechanisch belastet und ein anderer mechanisch entlastet wird. Damit steht also immer ein funktionsfähiger Antrieb zur Verfügung.

10 So könnte beispielsweise bei einem positiven Prozessdruck diejenige Antriebseinheit ausfallen, die bei einem äußeren positiven Druck entlastet wird, also die Antriebseinheit mit dem zweiten Bolzen. In diesem Fall wird aber die Antriebseinheit mit dem ersten Bolzen stärker belastet und damit bleibt die
15 gesamte Messvorrichtung funktionsfähig.

Im umgekehrten Fall, also bei auftretendem negativen Prozessdruck, bleibt dagegen die erste Antriebseinheit mit ihrem ersten Bolzen in Funktion und die zweite Antriebseinheit mit dem
20 zweiten Bolzen kann ausfallen. Insgesamt bleibt der Antrieb trotzdem funktionsfähig.

Elektrisch können die beiden Antriebseinheiten gemeinsam und damit parallel an einer Steuerelektronik betrieben werden, so
25 dass die additive Amplitude der beiden Antriebseinheiten über einen weiteren Druckbereich immer ausreichend groß ist.

Es liegt aber auch im Rahmen der Erfindung, dass die beiden Antriebseinheiten getrennt mit verschiedenen Steuerschaltungen
30 betrieben werden, wobei dann deren Ergebnisse lediglich noch logisch verknüpft werden müssen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es lediglich notwendig, die erste Antriebseinheit und die zweite Antriebseinheit mechanisch in Serie zu schalten. Dies kann entweder dadurch geschehen, dass die erste Antriebseinheit oberhalb der zweiten Antriebseinheit, die zweite Antriebseinheit oberhalb der ersten Antriebseinheit oder beide Antriebseinheiten zueinander koaxial angeordnet sind.

Details der Erfindungen und weitere Vorteile werden nachfolgend im Zusammenhang mit näheren Figuren erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 den prinzipiellen Aufbau in Schnittansicht einer bekannten Füllstandmessvorrichtung mit einer Antriebseinheit und Zugbolzen,

Figur 2 den prinzipiellen Aufbau in Schnittansicht einer bekannten Füllstandmessvorrichtung mit einer Antriebseinheit und Bolzen sowie zugehörigen Zwischenboden,

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Füllstandmessvorrichtung nach der Erfindung, bei der die zweite Antriebseinheit gemäß Figur 2 oberhalb der ersten Antriebseinheit gemäß Figur 1 angeordnet ist,

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Füllstandmessvorrichtung nach der Erfindung, bei welcher die aus Figur 1 bekannte Antriebseinheit oberhalb der aus Figur 2 bekannten Antriebseinheit angeordnet ist, und

Figur 5 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welcher die erste und zweite Antriebseinheit zueinander koaxial angeordnet sind.

In den nachfolgenden Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

5

Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer bekannten Füllstandmessvorrichtung mit einer Antriebseinheit und einem ersten Bolzen, der als Zugbolzen wirkt, in Schnittansicht. Eine solche Füllstandmessvorrichtung ist beispielsweise aus DE 100
10 23 302 C2 bekannt, so dass deshalb im Zusammenhang mit Figur 1 nur auf die wesentlichen Komponenten dieser Füllstandmessvorrichtung eingegangen werden muss.

Die Vorrichtung verfügt über ein zylinderförmiges Gehäuse 1,
15 welches an seinem Boden mit einer Membran 3 abgeschlossen ist. Die Membran steht vorzugsweise an einer dem Topfinnenen des Gehäuses 1 abgewandten Seite mit zwei Gabelzinken 4 in bekannter Art und Weise in Verbindung. Im Inneren des Gehäuses 1 befindet sich eine erste Antriebseinheit 10, welche vorliegend
20 einen ersten Bolzen 12, hier einen Zugbolzen aufweist, der mit seinem unteren Ende einstückig im Zentrum der Membran 3 festgelegt ist. Um den ersten Bolzen 12 herum ist ein erster Stapel 16 von Piezo-Elementen 17 angeordnet. Die einzelnen piezo-elektrischen Elemente 17 berühren dabei auf ihrer koaxi-
25 alen Innenseite vorzugsweise den Zugbolzen 12 nicht. Der erste Stapel 16 aus piezo-elektrischen Elementen 17, die selbstverständlich auch durch andere, geeignete Antriebselemente ersetzt sein können, weist eine untere, zur Membran 3 hin zugewandte Bodenseite 16a und eine gegenüberliegende Oberseite 16b
30 auf. Zwischen der Bodenseite 16a und der Membran 3 befindet sich ein erstes Druckstück 14, über welches ringförmig der gesamte erste Stapel 16 auf der Oberseite der Membran 3 aufsitzt. An dem oberen, freien Ende des ersten Bolzens 12 be-

findet sich ein erstes Vorspannelement 18, vorliegend eine Vorspannschraube, über welche gegen die Oberseite 16b und damit den gesamten ersten Stapel beim Verdrehen des Vorspannelementes 18 Druck ausgeübt werden kann, so dass eine Vorspannung gegen die Membran 3 einstellbar ist.

Eine solche Füllstandmessvorrichtung wird bevorzugt als Vibrationsgrenzstandssensor eingesetzt und ist hierfür auch bestens geeignet. Allerdings zeigt sich, dass bei einem positiven Prozessdruck (Überdruck) im Bereich der Gabelzinken 4 sich die Membran 3 durch diesen positiven Prozessdruck nach oben in das Innere des Gehäuses 1 und damit in Richtung erste Antriebseinheit 10 durchbiegt. Dieser positive Prozessdruck ist in Figur 1 mit P+ angedeutet. Die Pfeile in Richtung Membran 3 deuten an, dass sich diese nach oben, also in das Innere des Gehäuses 1 wölbt bei positivem Druck P+. Ein solcher positiver Prozessdruck P+ mit der damit verbundenen Durchbiegung der Membran 3 kann bei zunehmendem positivem Prozessdruck P zu einer geringeren mechanischen Kopplung der piezo-elektrischen Elemente 17 führen, was natürlich ungewollt ist. Im Falle eines negativen Prozessdrucks P- biegt sich die Membran 3 in entgegengesetzte Richtung und die mechanische Kopplung wird erhöht.

In Figur 2 ist eine zweite Füllstandmessvorrichtung dargestellt, wie sie an sich bekannt und beispielsweise in der DE 10 2007 041 349 A1 auch detailliert beschrieben ist. Bei einem positiven Prozessdruck P+ wird, wie die Pfeile in Figur 2 andeuten, die Membran 3 nicht in das Innere des Gehäuses 1 verbogen, sondern in Richtung Gabelzinken 4.

Der grundsätzliche Aufbau dieser bekannten Füllstandmessvorrichtung weist wiederum ein topfförmiges Gehäuse 1 auf, an dessen Unterseite die Membran 3 mit Gabelzinken 4 mechanisch

feststehend angebunden ist. Das Zentrum der Membran ist im Inneren des Gehäuses mit einem Bolzenstück 20, das sich in das Gehäuse 1 erstreckt, versehen. Am oberen Ende dieses Bolzenstückes 20 ist eine zweite Antriebseinheit 30 angekoppelt, wobei hierfür ein Zwischenbodenteil 31 vorzugsweise orthogonal zu den Wandungen des Gehäuses 1 vorgesehen ist. In diesem Zwischenbodenteil 31 sind Öffnungen 33 vorgesehen, durch welche ein U-förmig gestaltetes Druckstück 34 greift, welches mit seiner Unterseite am oberen Ende des Bolzenstückes 20 festgelegt ist. Auf der Oberseite des zweiten Druckstückes 34 sitzt ein Stapel 36 aus piezo-elektrischen Elementen 37. Dieser Stapel 36 mit seinen piezo-elektrischen Elementen 37 ist wiederum koaxial um einen zweiten Bolzen 32 angeordnet. Dieser zweite Bolzen 32 ist an seinem unteren Ende mittig an dem Zwischenbodenteil 31 befestigt. Am oberen Ende dieses zweiten Bolzens 32 befindet sich wiederum ein Vorspannelement 38, das bevorzugt eine Vorspannmutter oder eine Vorspannschraube ist, über welche die Oberseite 36b des Stapels 36 aus piezo-elektrischen Elementen 37 gegen das zweite Druckstück 34 gedrückt werden kann. Der Stapel 36 aus piezo-elektrischen Elementen 37 liegt hierfür mit seiner Bodenseite 36a auf dem Druckstück 34 auf. Insgesamt steht der zweite Bolzen 32 damit ebenfalls mit der Membran 3 in Wirkverbindung. Die Antriebseinheit 30 wird in der Anordnung von Figur 2 im drucklosen Zustand, d. h. dass der Druck außerhalb des Gehäuses 1 gleich dem Druck innerhalb des Gehäuses 1 der Füllstandmessvorrichtung ist, über das zweite Vorspannelement 38 unter Druck gesetzt, d. h. der zweite Bolzen 32 steht unter Zug. Bei einem positiven Prozessdruck $P+$ außerhalb des Gehäuses 1, also einem Druck, der außerhalb des Gehäuses 1 größer ist als innerhalb des Gehäuses 1, führt dies dazu, dass der gesamte Antrieb 30 von Figur 2 weiter belastet wird und die mechanische Kopplung der piezo-elektrischen Elemente 37 noch größer wird, was gewollt ist. Tritt dagegen ein

negativer Prozessdruck auf, wölbt sich die Membran 3 nach innen in das Gehäuse 1 und die mechanische Kopplung der piezoelektrischen Elemente 37 wird geringer. Bei dieser bekannten Füllstandmessvorrichtung, die ebenfalls bevorzugt als Vibrationsgrenzstandssensor eingesetzt wird, ist zwar im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebene Nachteil vermieden. Allerdings ist es so, dass bei negativem Prozessdruck (Unterdruck) der Stapel 36 aus piezoelektrischen Elementen 37 entlastet wird und insofern ein Nachteil besteht.

In Figur 3 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Füllstandmessvorrichtung nach der Erfindung dargestellt, bei welchem wiederum eine Membran 3 mit Gabelzinken 4 und ein Gehäuse 1 vorgesehen ist. Allerdings wird bei dieser Füllstandmessvorrichtung nach der Erfindung das Konzept der Antriebseinheiten aus den zuvor beschriebenen Füllstandmessvorrichtungen miteinander kombiniert. Dies bedeutet, dass im Inneren des Gehäuses eine erste Antriebseinheit 10 mit einem mit der Membran 3 gekoppelten ersten Bolzen 12 vorgesehen ist und auch eine zweite Antriebseinheit 30 mit einem mit der Membran 3 gekoppelten zweiten Bolzen 32. Dabei sind die erste Antriebseinheit 10 und die zweite Antriebseinheit 30 zueinander mechanisch in Serie geschaltet. Im Ausführungsbeispiel von Figur 3 ist hierfür die in Zusammenhang mit Figur 2 erläuterte Füllstandmessvorrichtung oberhalb der aus Figur 1 dargestellten Füllstandmessvorrichtung platziert. Die bereits bekannten Bezugszeichen stehen für die gleichen Teile weiter.

Eine besondere konstruktive Ausgestaltung ergibt sich dadurch, dass das obere Ende des ersten Bolzens 12 jetzt zwar noch mit dem ersten Vorspannelement 18, also einer Vorspannschraube, in Verbindung steht. Dieses erste Vorspannelement 18 fungiert jedoch gleichzeitig auch als zweites Druckstück 34. Hierfür ist

das zweite Druckstück 34 mit dem ersten Vorspannelement 18 feststehend verbunden.

Die in Figur 3 dargestellte Anordnung einer Füllstandmessvorrichtung ist wiederum bevorzugt als Vibrationsgrenzstandssensor einsetzbar und hat den großen Vorteil, dass sowohl bei positiven als auch negativen Prozessdrücken eine ausreichende elektrische Amplitude geliefert wird und damit die gesamte Anordnung funktionstüchtig bleibt. Sowohl bei positiven als auch bei negativen Prozessdrücken ist immer einer der beiden Stapel 16, 36 mechanisch belastet und der andere Stapel 36, 16 mechanisch entlastet. Es steht also immer eine funktionsfähige Antriebseinheit 10 beziehungsweise 30 zur Verfügung. Bei einem positiven Prozessdruck wird zwar die untere Antriebseinheit 10 entlastet, was bis zum Funktionsausfall der ersten Antriebseinheit 10 führen kann. Allerdings ist der darüber befindliche zweite Stapel 36 aus piezo-elektrischen Elementen 37 belastet, so dass die zweite Antriebseinheit 30 auf jeden Fall funktionstüchtig bleibt.

Tritt dagegen ein negativer Prozessdruck auf, wird die erste Antriebseinheit 10 belastet und bleibt damit in Funktion, während die zweite Antriebseinheit 30 zwar entlastet wird und auch ausfallen kann. Die gesamte Antriebseinheit bleibt trotzdem funktionsfähig, weil bei Ausfall einer der beiden Antriebseinheiten 10, 30 gemäß dem konstruktiven Aufbau der mechanischen In-Serie-Schaltung auf jeden Fall ein weiterer, redundanter Antrieb zur Verfügung steht.

Wie erläutert, ist die Füllstandsmessvorrichtung von Figur 3 so gestaltet, dass bei einem anstehenden positiven Druck immer einer der Antriebe 16, 36 entlastet und der andere Antrieb 16, 36 belastet wird. Dies wird in der nachfolgenden Tabelle noch-

mals dargestellt. Dabei ist es unabhängig, welches Vorzeichen der wirkende Prozessdruck hat. Es wird immer einer der beiden Antriebe 16, 36 mehr belastet und der andere Antrieb 16, 36 mehr entlastet.

5

Druck P	Membran beult in Fig. 3	erste Antriebs- einheit 10	zweite Antriebs- einheit 30
positiv P+	nach oben	wird entlastet	wird belastet
negativ P-	nach unten	wird belastet	wird entlastet

Ist der Prozessdruck außerhalb des Gehäuses 1 identisch zum Druck innerhalb des Gehäuses 1 der Füllstandmessvorrichtung, verbeult sich die Membran nicht. Die beiden piezo-elektrischen
10 Stapel 16, 36 der ersten Antriebseinheit 10 und zweiten Antriebseinheit 30 werden über die jeweiligen Vorspannelemente 18, 38 unter Druck gesetzt, so dass sowohl der erste Bolzen 12 als auch zweite Bolzen 22 unter Zug stehen. Ein Unterschied in der Belastung der beiden Stapel 16, 36 und damit auch, ob der
15 erste Bolzen 12 und zweite Bolzen 32 zug- oder druckbelastet sind, ergibt sich erst durch die Wirkungsrichtung des anstehenden Prozessdrucks P.

Elektrisch können die beiden Antriebseinheiten 10, 30 gemeinsam, also parallel, an einer gemeinsamen Steuerelektronik be-
20 trieben werden, so dass die additive Amplitude der beiden Antriebseinheiten 10, 30 über einen weiten Druckbereich immer ausreichend groß ist. Allerdings ist es auch möglich, die beiden Antriebseinheiten 10, 30 mit separaten Steuereinheiten zu
25 betreiben. Es müssen dann die Ausgangssignale der Antriebseinheiten 10, 30 nur entsprechend logisch miteinander verknüpft werden.

Das Ausführungsbeispiel von Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Füllstandmessvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung. Allerdings befindet sich jetzt die mit dem ersten Bolzen 12 befindliche erste Antriebseinheit 10 oberhalb der zweiten Antriebseinheit 30 mit dem zweiten Bolzen 32. Die zweite Antriebseinheit 30 steht, ähnlich wie in Figur 2 dargestellt, mit der Membran 3 in Wirkverbindung. Allerdings verfügt das Zwischenbodenteil 31 neben den Öffnungen 33 für das zweite Druckstück 34 über weitere Öffnungen 39, um Wandungsabschnitte 14a des ersten Druckstückes 14 in noch zu erläuternder Art und Weise aufzunehmen. Des Weiteren ist im Unterschied zur Darstellung von Figur 2 sowohl das Bolzenstück 20 als auch der zweite Bolzen 32 als Hohlwandrohr ausgebildet, damit durch dieses der erste Bolzen 12 der ersten Antriebseinheit 10, die in diesem Ausführungsbeispiel oberhalb der zweiten Antriebseinheit 30 sitzt, greifen kann. Dieser erste Bolzen 12 ist mit seinem unteren Ende zentrisch an der Oberseite der Membran 3 festgelegt und durchragt das Bolzenstück 20 und den zweiten Bolzen 32. An seinem oberen Ende ist dieser erste Bolzen 12 wiederum mit einem ersten Vorspannelement 18, vorzugsweise eine Vorspannmutter, in Verbindung, um den ersten Stapel 16 aus piezo-elektrischen Elementen 17 über das besonders gestaltete erste Druckstück 14 gegen die Membran 3 zu drücken.

Das erste Druckstück 14 verfügt über parallel zum Gehäuse 1 verlaufende Wandabschnitte 14a, welche die zweite Antriebseinheit 30 umgreifen und an ihrem oberen Ende von einem plattenförmigen Element 14b absinkt, auf welchem der Stapel 16 aus piezo-elektrischen Elementen 17 aufsitzt. An ihrem unteren Ende sind die Wandabschnitte 14a, die durch die erwähnten Öffnungen 39 im Zwischenbodenteil 31 greifen, wiederum von einem Element, das allerdings ringförmig ausgebildet ist, abge-

schlossen. Dieses ringförmige Element ist mit dem Bezugszeichen 14c bezeichnet. Die zentrische Öffnung dieses ringförmigen Elementes 14c umgreift das Bolzenstück 20 und verfügt an ihrer zur Membran 3 zugewandten Seite über einen im Schnitt
5 konisch sich zuspitzenden Druckringabschnitt 14d, über welchen bei entsprechender Vorspannung des ersten Vorspannelementes 18 entsprechend Druck auf die Oberseite der Membran 3 ausgeübt werden kann.

10 Bei der in Figur 4 dargestellten Anordnung befindet sich also die erste Antriebseinheit 10 mit dem ersten Bolzen 12 oberhalb der zweiten Antriebseinheit 30 mit dem zweiten Bolzen 32.

15 Schließlich zeigt Figur 5 noch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Füllstandmessvorrichtung. Bei dieser Füllstandmessvorrichtung sind die erste Antriebseinheit 10 und die zweite Antriebseinheit 30 koaxial zueinander platziert. Die Anordnung entspricht weitgehend der Anordnung von Figur 4.
20 Allerdings sind jetzt die einzelnen piezo-elektrischen Elemente der ersten Elemente 17 des ersten Stapels 16 der ersten Antriebseinheit 10 so gestaltet, dass diese koaxial um die zweite Antriebseinheit 30 herum angeordnet werden können. Das erste Vorspannelement 18 muss in seinem Durchmesser entsprechend
25 groß ausgeführt sein.

Auch bei dieser Anordnung ist es so, dass eine Füllstandmessvorrichtung bereitgestellt wird, mit einer Membran 3, bei der die erste Antriebseinheit 10 mit einem mit der Membran 3 gekoppelten ersten Bolzen 12 sowie eine zweite Antriebseinheit
30 mit einem mit der Membran 3 in Wirkverbindung stehenden zweiten Bolzen zur Verfügung gestellt wird. Die erste Antriebs-

einheit 10 und die zweite Antriebseinheit 30 sind hierbei ebenfalls mechanisch in Serie geschaltet.

Bezugszeichenliste

	1	Gehäuse
	3	Membran
5	4	Gabelzinken
	10	erste Antriebseinheit
	12	erster Bolzen
	14	erstes Druckstück
10	14a	Wandabschnitte
	14b	plattenförmiges Element
	14c	ringförmiges Element
	14d	Druckringabschnitt
	16	erster Stapel
15	16a	Bodenseite
	16b	Oberseite
	17	piezo-elektrische Elemente
	18	erstes Vorspannelement
20	20	Bolzenstück
	30	zweite Antriebseinheit
	31	Zwischenbodenteil
	32	zweiter Bolzen
25	33	Öffnungen im Zwischenbodenteil
	34	zweites Druckstück
	36	zweiter Stapel
	36a	Bodenseite
	36b	Oberseite
30	37	piezo-elektrische Elemente
	38	zweites Vorspannelement
	39	Öffnung

Patentansprüche

1. Füllstandmessvorrichtung mit folgenden Merkmalen:

- einem Gehäuse (1),
- eine Membran (3),
- eine erste Antriebseinheit (10) mit einem mit der Membran (3) gekoppelten ersten Bolzen (12),
- eine zweite Antriebseinheit (30) mit einem mit der Membran (3) in Wirkverbindung stehenden zweiten Bolzen (32), welcher an seinem der Membran (3) zugewandten Ende über einen Zwischenboden (31) mit dem Gehäuse (1) verbunden ist und
- die erste Antriebseinheit (10) und die zweite Antriebseinheit (30) sind zueinander mechanisch in Serie geschaltet.

2. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die erste Antriebseinheit (10) folgendes vorsieht:

- einen ersten Stapel mit piezo-elektrischen Elementen (17), welche bodenseitig über ein außermittig an der Membran (3) angreifendes erstes Druckstück (14) mit der Membran (3) mechanisch gekoppelt ist,
- der erste Bolzen (12) ist mittig feststehend auf der Membran (3) angeordnet und durchgreift den ersten Stapel (16) und ist über ein erstes Vorspannelement (18) deckelseitig gegen den ersten Stapel (16) gespannt.

3. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die zweite Antriebseinheit (30) folgendes vorsieht:

- einen zweiten Stapel (36) mit piezo-elektrischen Elementen (37), welcher bodenseitig über ein mittig an der Membran (3) angreifendes, zweites Druckstück 14 mit der Membran (3) mechanisch gekoppelt ist,
- der zweite Bolzen (32) ist feststehend mit einem in der Füllstandmessvorrichtung feststehendem Zwischenbodenteil (31) in Verbindung und durchgreift den zweiten Stapel (36) und ist über ein zweites Vorspannelement (38) deckelseitig gegen den zweiten Stapel 36 gespannt.

4. Füllstandmessvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der zweite Stapel (36) oberhalb des ersten Stapels (16) sitzt.

5. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das zweite Druckstück (34) mit dem ersten Vorspannelement (18) mechanisch feststehend verbunden ist.

6. Füllstandmessvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das zweite Druckstück (34) das Zwischenbodenteil (31) durchgreift oder übergreift.

7. Füllstandmessvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Zwischenbodenteil (31) als Zwischenbodenplatte ausgebildet ist und am Gehäuse (1) oder an einen mit

dem Gehäuse feststehenden Teil der Füllstandmessvorrichtung befestigt ist.

- 5 8. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 1,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
 der erste Stapel (16) oberhalb des zweiten Stapels
 (36) sitzt.
- 10 9. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 8,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
 das erste Druckstück (14) den zweiten Stapel (36)
 übergreift.
- 15 10. Füllstandmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1
 bis 8,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
 der erste Bolzen (12) und der zweite Bolzen (32) zu-
 mindest abschnittsweise coaxial zueinander angeordnet
20 sind.
11. Füllstandmessvorrichtung nach Anspruch 1,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
 der erste Stapel (16) und der zweite Stapel (36) zu-
25 einander coaxial angeordnet sind.

1 / 5

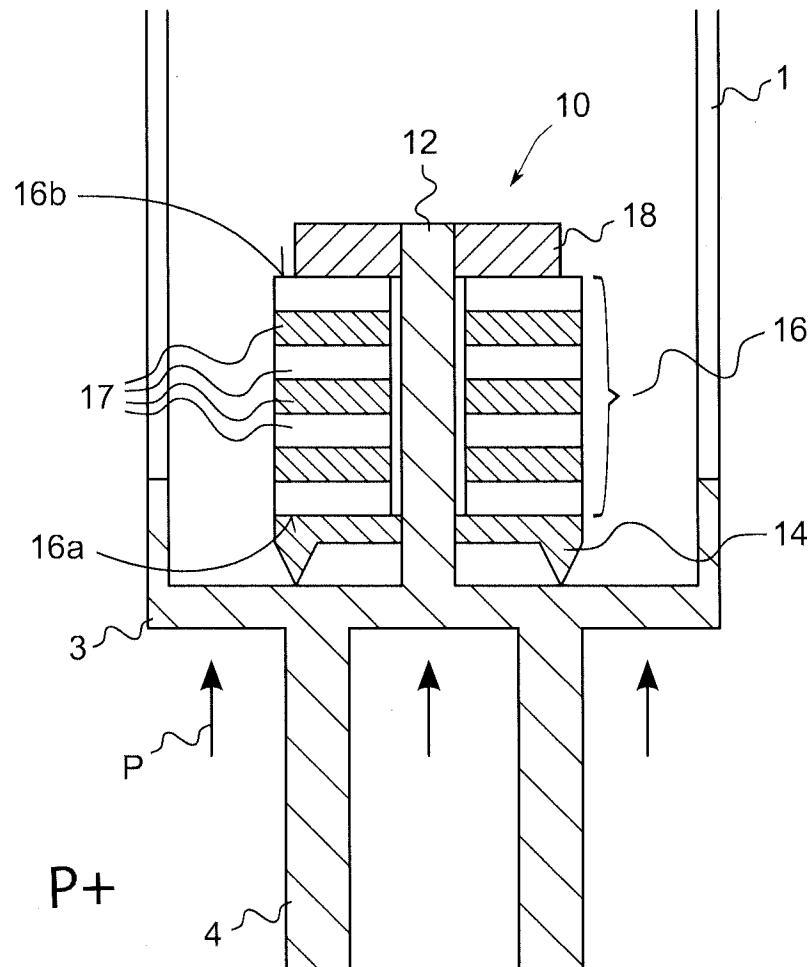


Fig. 1

2 / 5

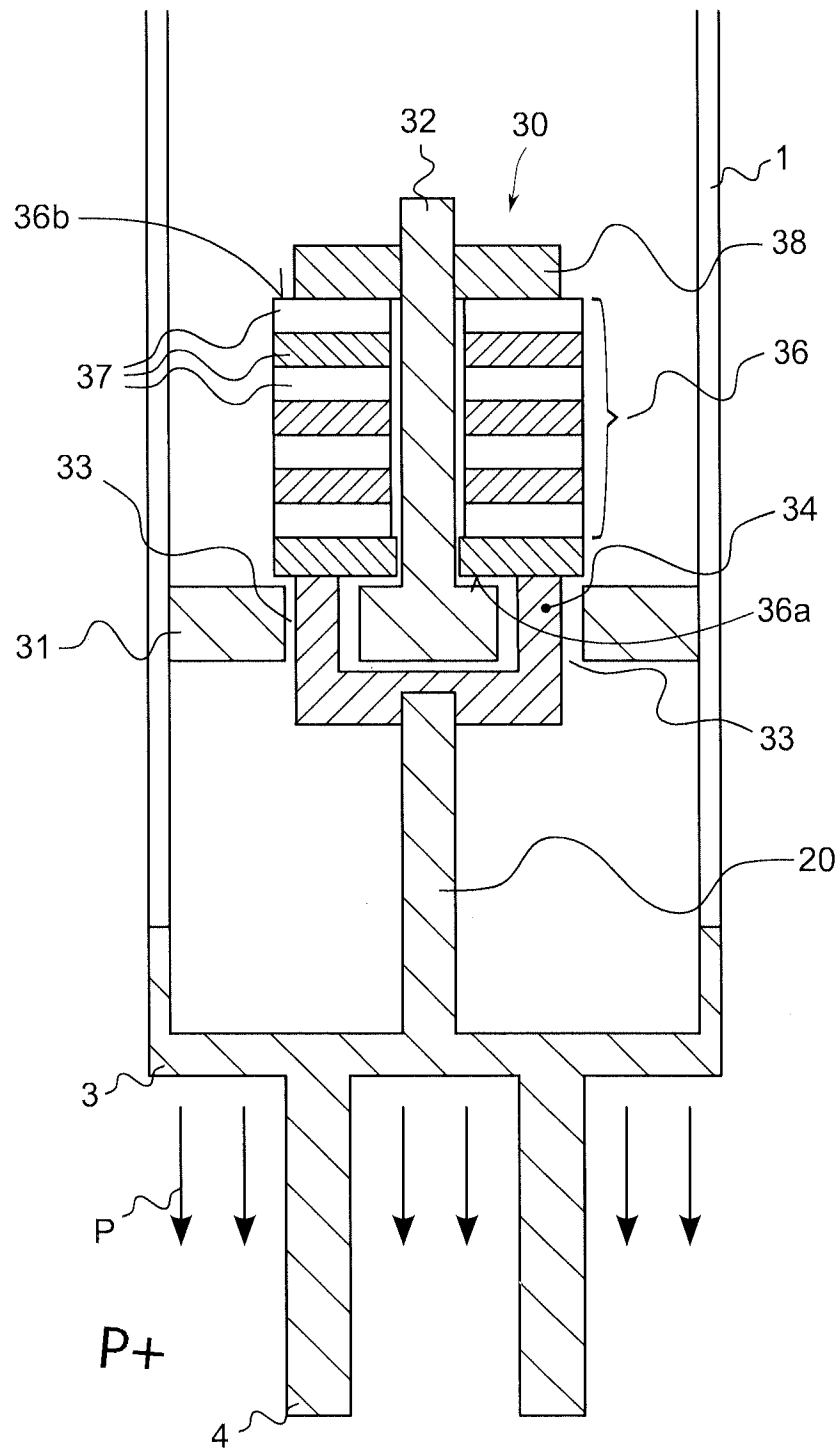


Fig. 2

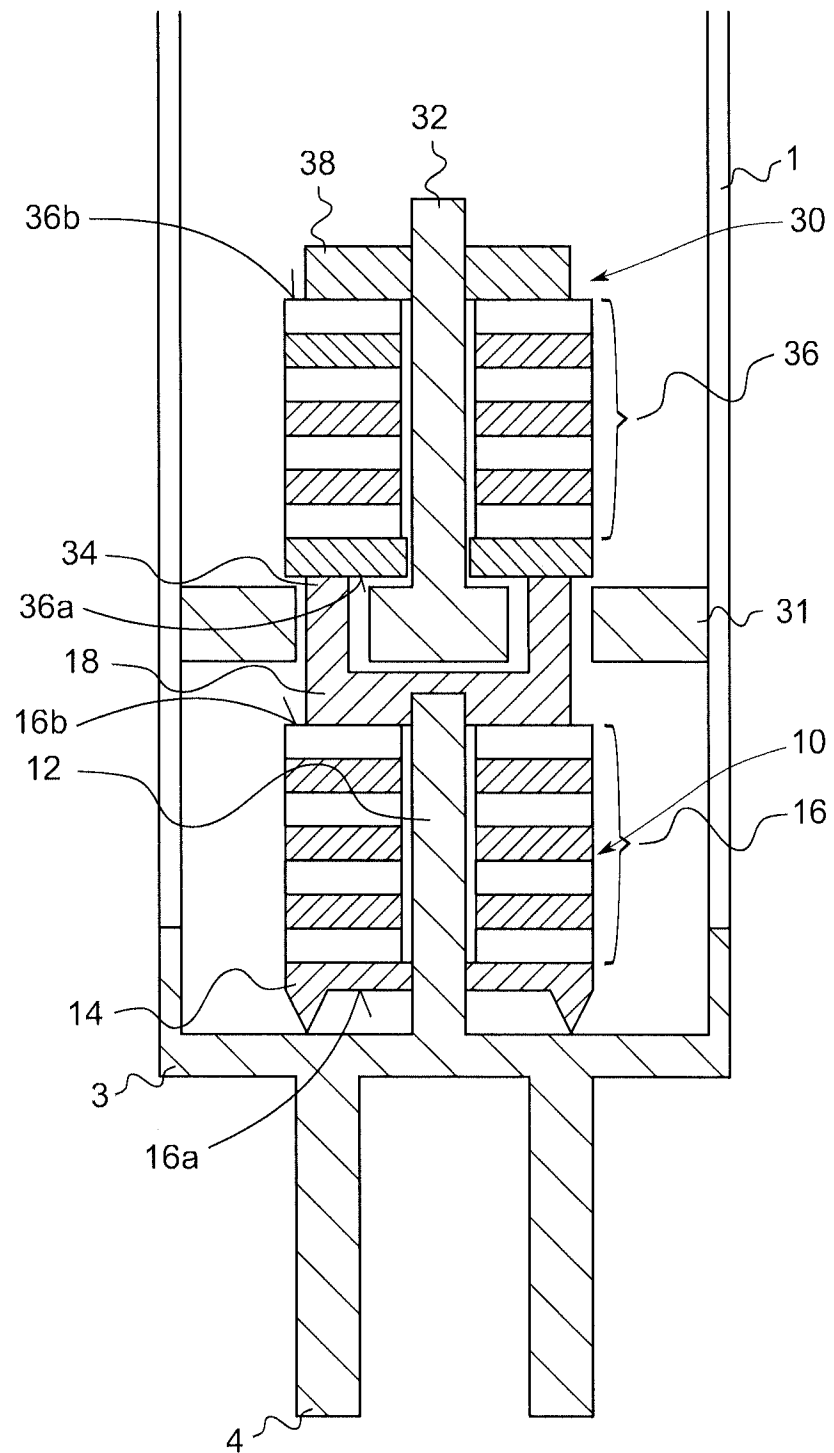


Fig. 3

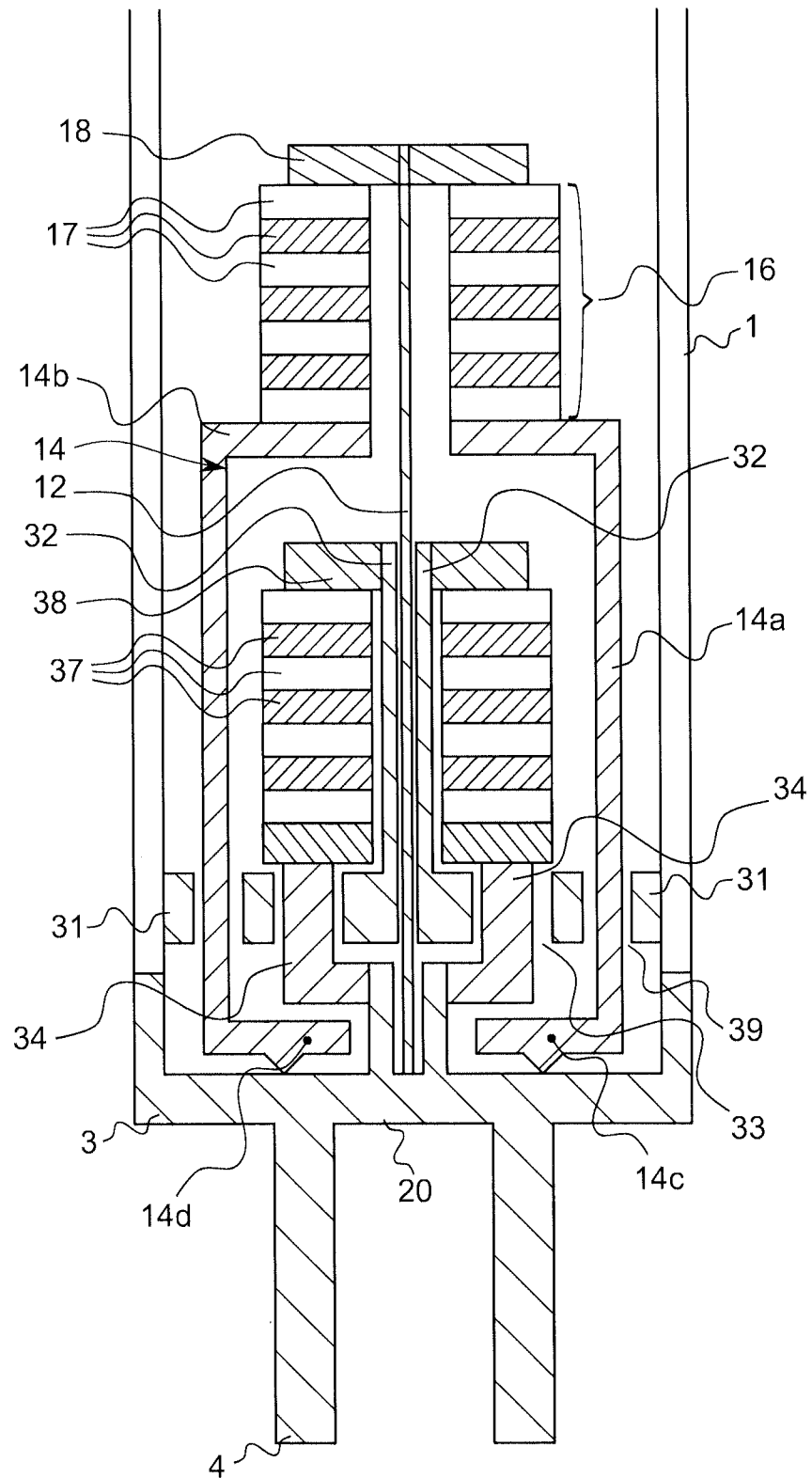


Fig. 4

5 / 5

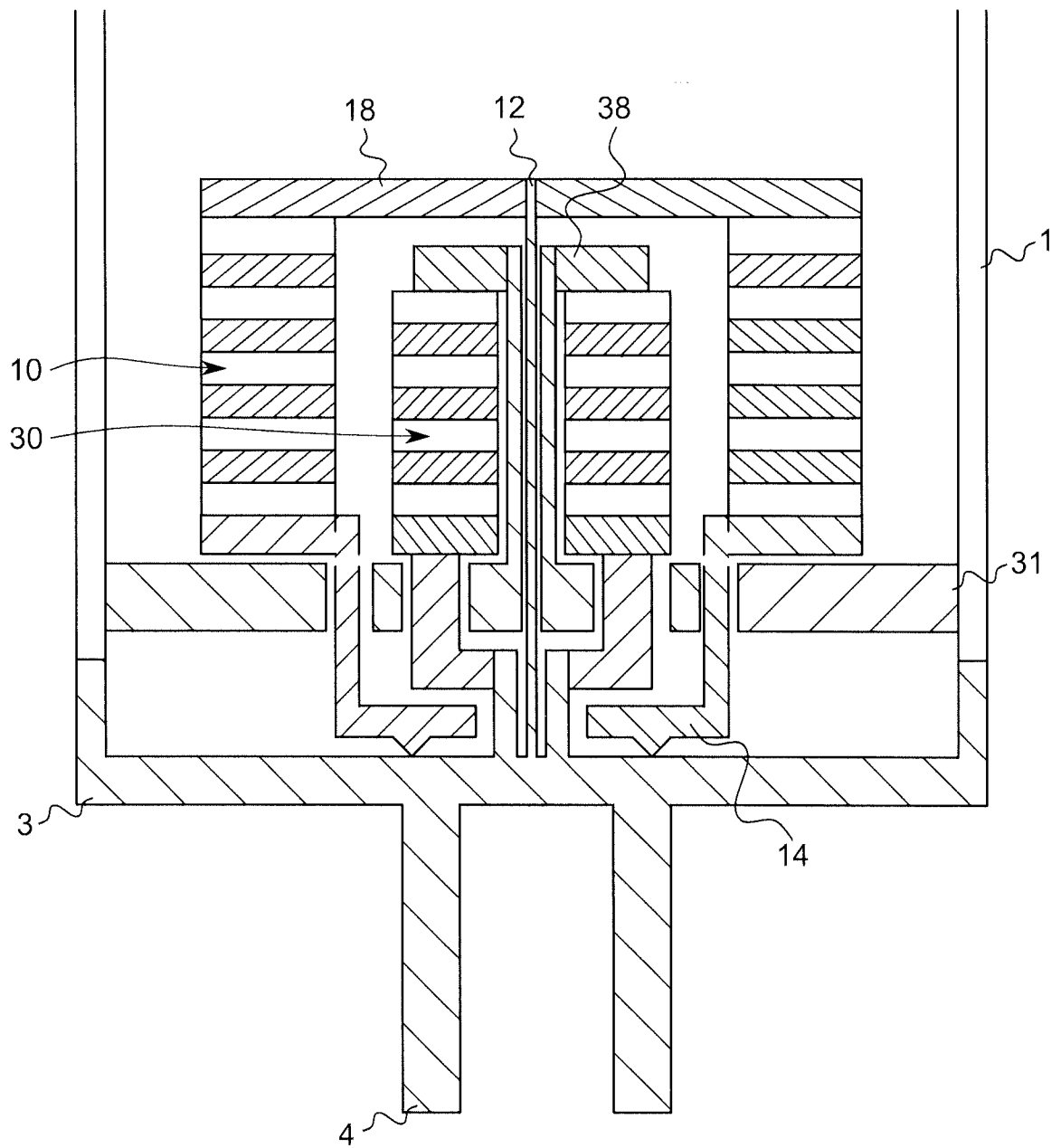


Fig. 5