



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 064 117.0**

(22) Anmeldetag: **23.12.2010**

(43) Offenlegungstag: **28.06.2012**

(51) Int Cl.: **G01F 1/66 (2006.01)**
G10K 11/00 (2011.01)

(71) Anmelder:

Endress + Hauser Flowtec AG, Reinach, CH

(74) Vertreter:

Andres, Angelika, 79576, Weil am Rhein, DE

(72) Erfinder:

**Berger, Andreas, 79686, Hasel, DE; Wandeler,
Frank, Remingen, CH; Bezdek, Michal, Aesch, CH;
Ueberschlag, Pierre, Saint-Louis, FR; Grunwald,
Sascha, 79585, Steinen, DE**

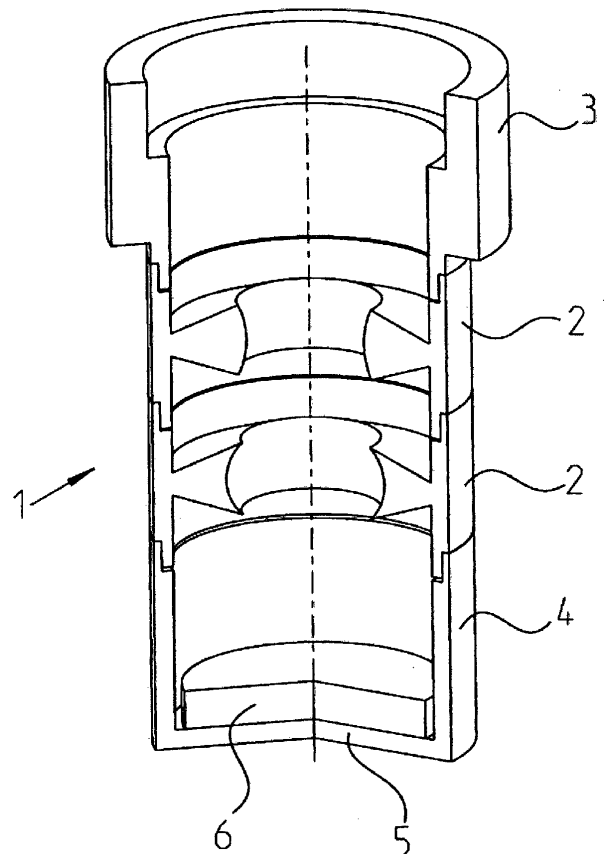
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ultraschallwandler**

(57) Zusammenfassung: Ultraschallwandler eines Durchflussmessgeräts zum Ermitteln des Durchflusses eines durch ein Messrohr strömendes Medium und Verfahren zu dessen Herstellung, wobei der Ultraschallwandler zumindest ein Gehäuse aufweist, welches eine Dämpfungseinheit zur Verringerung der Übertragung von Körperschall im Gehäuse umfasst, welche eine Außenfläche aufweist, welche das Gehäuse gegenüber der Umwelt begrenzt, wobei die Funktion des Abstands jeder Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit in einer Schnittebene, in welcher eine Längsachse des Gehäuses liegt, zur Längsachse des Gehäuses monoton ist.



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

DE	44 43 415	A1
DE	199 51 874	A1
DE	10 2009 039 633	A1
US	4 532 812	A
US	5 814 736	A
EP	2 148 322	A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gehäuse eines Ultraschallwandlers eines Durchflussmessgeräts, welches eine Dämpfungseinheit zur Verringerung der Übertragung von Körperschall im Gehäuse aufweist, welche Dämpfungseinheit eine Außenfläche aufweist, welche das Gehäuse gegenüber der Umwelt begrenzt

[0002] Ultraschall-Durchflussmessgeräte werden vielfach in der Prozess- und Automatisierungstechnik eingesetzt. Sie erlauben in einfacher Weise, den Volumendurchfluss und/oder Massendurchfluss in einer Rohrleitung zu bestimmen.

[0003] Die bekannten Ultraschall-Durchflussmessgeräte arbeiten häufig nach dem Doppler- oder nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip. Beim Laufzeitdifferenz-Prinzip werden die unterschiedlichen Laufzeiten von Ultraschallimpulsen relativ zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit ausgewertet. Hierzu werden Ultraschallimpulse in einem bestimmten Winkel zur Rohrachse sowohl mit als auch entgegen der Strömung gesendet. Aus der Laufzeitdifferenz lässt sich die Fließgeschwindigkeit und damit bei bekanntem Durchmesser des Rohrleitungsabschnitts der Volumendurchfluss bestimmen.

[0004] Beim Doppler-Prinzip werden Ultraschallwellen mit einer bestimmten Frequenz in die Flüssigkeit eingekoppelt und die von der Flüssigkeit reflektierten Ultraschallwellen ausgewertet. Aus der Frequenzverschiebung zwischen den eingekoppelten und reflektierten Wellen lässt sich ebenfalls die Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit bestimmen. Reflexionen in der Flüssigkeit treten auf, wenn Luftbläschen oder Verunreinigungen in dieser vorhanden sind, so dass dieses Prinzip hauptsächlich bei verunreinigten Flüssigkeiten Verwendung findet.

[0005] Die Ultraschallwellen werden mit Hilfe so genannter Ultraschallwandler erzeugt bzw. empfangen. Hierfür sind Ultraschallwandler in der Rohrwandung des betreffenden Rohrleitungsabschnitts fest angebracht. Es sind auch Clamp-on-Ultraschall-Durchflussmesssysteme erhältlich. Bei diesen Systemen werden die Ultraschallwandler von außerhalb des Messrohrs an dessen Rohrwand gepresst. Ein großer Vorteil von Clamp-On-Ultraschall-Durchflussmesssystemen ist, dass sie das Messmedium nicht berühren und auf eine bereits bestehende Rohrleitung angebracht werden.

[0006] Ein weiteres Ultraschall-Durchflussmessgerät, das nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip arbeitet, ist aus der US-A 50 52 230 bekannt. Die Laufzeit wird hier mittels kurzen Ultraschallimpulsen, so genannten Bursts, ermittelt.

[0007] Die Ultraschallwandler bestehen normalerweise aus einem elektromechanischen Wandlerelement, z. B. ein piezoelektrisches Element, und einer Koppelschicht. Im elektromechanischen Wandlerelement werden die Ultraschallwellen erzeugt und über die Koppelschicht zur Rohrwandung geführt und von dort in die Flüssigkeit geleitet, bei Clamp-On-Systemen, oder sie werden bei Inline-Systemen über die Koppelschicht in das Messmedium eingekoppelt. Dann wird die Koppelschicht auch seltener Membran genannt.

[0008] Zwischen dem piezoelektrischen Element und der Koppelschicht kann eine weitere Koppelschicht angeordnet sein, eine so genannte Anpassungsschicht. Die Anpassungsschicht übernimmt dabei die Funktion der Transmission des Ultraschallsignals und gleichzeitig die Reduktion einer durch unterschiedliche akustische Impedanzen verursachte Reflektion an Grenzschichten zwischen zwei Materialien.

[0009] Da sich akustische Signale, also auch Ultraschallsignale, in Festkörpern ausbreiten, werden, neben den eigentlichen Messsignalen durch das Messmedium, auch durch das Gehäuse übertragener Körperschall als die Messung störende Schwingungen vom Ultraschallwandlerelement aufgenommen. Zur Dämpfung dieser so genannten Gehäusewellen, schlagen die EP 1 340 964 B1 und die EP 2 148 322 A2 unterschiedliche Maßnahmen vor. Beiden gemein ist, dass die Dämpfungselemente Teil des Gehäuses sind, und somit die der Umwelt und hierbei insbesondere dem Messmedium zugewandte Oberfläche des Gehäuses prägen.

[0010] Die EP 1 515 303 B1 offenbart ebenfalls eine Maßnahme zur Dämpfung störender Resonanzen. Das Dokument zeigt einen auf der Gehäuseinnenseite angeordneten Massering und ein benachbart angeordnetes Dämpfungselement.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Ultraschallwandler für ein Ultraschall-Durchflussmessgerät vorzuschlagen, mit einem großen Signal zu Rausch Verhältnis.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1. Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Merkmalen der jeweils abhängigen Ansprüche wider. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass der Ultraschallwandler kostengünstig herzustellen ist.

[0013] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Einige davon sollen hier kurz anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert werden. Gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0014] In den **Fig. 1** bis **Fig. 9** sind Ultraschallwandler eines Durchflussmessgeräts, insbesondere eines Inline-Ultraschall-Durchflussmessgeräts zum Ermitteln des Durchflusses eines durch ein Messrohr strömendes Messmedium, insbesondere der Prozesstechnik, dargestellt, welche jeweils ein erfindungsgemäßes Gehäuse aufweisen. Allen hier dargestellten Ultraschallwandlern gemein ist, dass ihr Gehäuse eine Dämpfungseinheit zur Verringerung der Übertragung von Körperschall im Gehäuse, insbesondere parallel zu einer Längsachse des Gehäuses, von einer Membran zur Übertragung des Ultraschalls in das bzw. aus dem Messmedium, umfasst, welche eine Außenfläche aufweist, welche das Gehäuse zumindest teilweise gegenüber der Umwelt, z. B. gegenüber dem Messmedium, begrenzt, wobei die Funktion des Abstands jeder Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit, welche Schnittkante in einer Schnittebenen liegt, in welcher die Längsachse des Gehäuses liegt, zur Längsachse des Gehäuses monoton ist. Die Schnittebene steht insbesondere auch senkrecht auf die Membran. Die Funktion des Abstands der Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit zur Längsachse ist insbesondere stetig und monoton, oder sogar streng monoton. Besitzt die Dämpfungseinheit des Ultraschallwandlers einen rotationssymmetrischen Querschnitt senkrecht auf die Längsachse, ist die Außenfläche insbesondere zylindrisch, könnte die Außenfläche auch als Mantelfläche bezeichnet werden. Die Ultraschallwandler-elemente sind beispielsweise als Dickenschwingertyp ausgebildet. Sie sind beispielsweise direkt oder indirekt, insbesondere über eine Anpassungsschicht oder einen Schalleiter, mit der Membran verbunden, beispielsweise über eine Klebeverbindung.

[0015] Die Membran begrenzt das Gehäuse gegenüber der Umwelt. Die Membran schneidet die Längsachse des Gehäuses, insbesondere senkrecht, wobei in einer hier nicht dargestellten Ausgestaltung die Dämpfungseinheit einen membranseitigen ersten Endabschnitt und einen davon abgewandten zweiten Endabschnitt aufweist und wobei die Funktion des Abstands der Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit in der Schnittebene, in welcher die Längsachse des Gehäuses liegt, zur Längsachse des Gehäuses, ausgehend von dem membranseitigen Endabschnitt, monoton wächst, beispielsweise streng monoton wächst. Gemäß einer Weiterbildung ist jeder Winkel, welcher die Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit mit der Gehäuselängsachse einschließt, im Bereich einer Mantelfläche kleiner 60° ist. Dieser Winkel ist gemäß einer Ausgestaltung kleiner 30° oder gar näherungsweise Null.

[0016] Die hier skizzierten, erfindungsgemäßen Gehäuse weisen einen topfförmig ausgebildeten ersten Gehäuseabschluss auf, dessen Boden als Membran dient, und einen zweiten Gehäuseabschluss zur Befestigung des Gehäuses des Ultraschallwandlers

in einem Messrohr und/oder in einem weiteren Gehäuse, wobei die Dämpfungseinheit zwischen erstem und zweitem Gehäuseabschluss angeordnet ist. Auch der erste und zweite Gehäuseabschluss begrenzen das Gehäuse zur Umwelt, insbesondere gegenüber dem Messmedium, hin. Das Gehäuse besteht somit aus zumindest drei Bauteilen, welche miteinander verbunden, z. B. stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Der zweite Gehäuseabschluss ist hier beispielsweise hülsenförmig. Hier sind der erste Gehäuseabschluss, die Dämpfungseinheit und der zweite Gehäuseabschluss stoffschlüssig miteinander verbunden, und der erste Gehäuseabschluss, die Dämpfungseinheit und der zweite Gehäuseabschluss bilden eine gemeinsame, zylindrische Oberfläche, welche das Gehäuse zur Umwelt hin bzw. zum Messmedium hin begrenzt. Teil dieser zylindrischen Oberfläche ist die Außenfläche der Dämpfungseinheit. Die gesamte zylindrische Oberfläche könnte auch als Außenfläche des Gehäuses bezeichnet werden. Durch ihre zylindrische Form ist sie auch Mantelfläche. Ist der erste Gehäuseabschluss mit der Dämpfungseinheit verschweißt und ist der zweite Gehäuseabschluss mit der Dämpfungseinheit verschweißt, so ist die Schweißnaht mechanisch nachbearbeitet – sie ist geglättet.

[0017] So ist die Funktion des Abstands zumindest eines Abschnitts jeder gemeinsamen Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit, des ersten und des zweiten Gehäuseabschlusses in der Schnittebenen, in welcher die Längsachse des Gehäuses liegt, welcher sich zumindest über jeweils einen Teilabschnitt des ersten und des zweiten Gehäuseabschlusses erstreckt, zur Längsachse des Gehäuses monoton. Die Membran steht senkrecht zur Längsachse. Sie wird hier nicht mehr zur Mantelfläche des ersten Gehäuseabschnitts gezählt und ist somit auch nicht Teil des besagten Teilabschnitts.

[0018] Durchflussmessgeräte, insbesondere Inline-Ultraschall-Durchflussmessgeräte der prozesstechnischen Industrie können einen oder mehrere Ultraschallwandler mit solchen erfindungsgemäßen Gehäusen aufweisen. So weist beispielsweise ein Inline-Ultraschall-Durchflussmessgerät zwei solcher Ultraschallwandler einander gegenüberstehend in einem Messrohr auf, welche zur Bestimmung des Durchflusses durch das Messmedium nach dem Laufzeitdifferenzprinzip arbeiten. Die Dämpfung der Übertragung von Körperschall im Gehäuse, auch Gehäusewellen genannt, ist besonders zur Messung von Gasen wichtig, da weniger Signalenergie der Ultraschallsignale durch das Messmedium Gas transportiert wird. Eine bevorzugte Anwendung ist die Bestimmung des Durchflusses von Biogas mit erfindungsgemäßen Ultraschallwandlern.

[0019] Wie bereits erwähnt werden die erfindungsgemäßen Gehäuse hergestellt, indem der erste Ge-

häuseabschnitt, der zweite Gehäuseabschnitt und die Dämpfungseinheit separat und zueinander passend hergestellt werden. Anschließend werden sie miteinander verbunden und eventuelle Unebenheiten an den Verbindungsstellen geglättet. Die Auswahl der Dämpfungseinheit hängt von der Verwendung des Ultraschallwandlers ab. Deshalb wird die Dämpfungseinheit nach dem Messmedium, der Schwingfrequenz des Ultraschallwandlerelements oder weiteren Parametern, wie z. B. Bandbreite, geeignet ausgewählt. Das Anbringen des Ultraschallwandlerelements, beispielsweise einem piezoelektrischen Element, wie z. B. einer Piezokeramik, erfolgt bereits vor dem Verbinden des ersten Gehäuseabschnitts, des zweiten Gehäuseabschnitts und der Dämpfungseinheit oder es erfolgt bei bereits montiertem Gehäuse. Sie werden mit dem Fachmann bekannten Methoden an der Membran so befestigt, dass die Membran die Schwingungen des Ultraschallwandlerelements auf das Messmedium überträgt und dass die Membran die Schwingungen des Messmediums auf das Ultraschallwandlerelement überträgt.

[0020] Erfindungsgemäße Dämpfungseinheiten erreichen Dämpfungsfaktoren von mindestens 1,5 und bis zu 1000.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer ersten Ausgestaltung im Längsschnitt,

[0022] [Fig. 2](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer zweiten Ausgestaltung im Längsschnitt,

[0023] [Fig. 3](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer dritten Ausgestaltung im Längsschnitt,

[0024] [Fig. 4](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer vierten Ausgestaltung im Längsschnitt,

[0025] [Fig. 5](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer fünften Ausgestaltung im Längsschnitt,

[0026] [Fig. 6](#) zeigt einen erfindungsgemäßen Ultraschallwandler in einer sechsten Ausgestaltung im Längsschnitt.

[0027] In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßer Ultraschallwandler im Längsschnitt dargestellt. Der Ultraschallwandler ist zur Verwendung in einem Durchflussmessgerät, zum Ermitteln des Durchflusses eines durch ein Messrohr strömendes Medium, ausgestaltet. Wie bei den nachfolgenden Figuren, so ist auch hier das Gehäuse **1** hülsenförmig rotationssymmetrisch um die Längsachse des Gehäuses **1** ausgebildet. Die Dämpfungseinheit **2**, der erste **3** und der

zweite Gehäuseabschluss **4** bilden eine gemeinsame, zylindrische Oberfläche, welche das Gehäuse **1** zur Umwelt bzw. zum Messmedium hin begrenzt. Auf der Membran **5** ist ein elektromechanisches Wandlelement **6**, beispielsweise ein piezoelektrisches Ultraschallwandlerelement, angeordnet, beispielsweise unter Zwischenlage einer Anpassungsschicht aufgeklebt. Dies ist allen nachfolgenden Figuren gemein.

[0028] Die Dämpfungseinheit **2** besteht hier aus einem Massekörper, welcher ein Außengewinde aufweist und in die Dämpfungseinheit **2** eingeschraubt ist, welche entsprechend ein Innengewinde aufweist. Die Masse des Massekörpers entspricht beispielsweise mindestens 20%, insbesondere mindestens 40%, der Gesamtmasse des Gehäuses des Ultraschallwandlers aus erstem Gehäuseabschluss, zweitem Gehäuseabschluss und Dämpfungseinheit. Der Massekörper besteht beispielsweise aus einem Verguß. Zusätzlich oder alternativ dazu weist die Dämpfungseinheit zumindest einen mechanischen Resonator auf.

[0029] Hier in [Fig. 2](#) weist die Dämpfungseinheit **2** zwei gekoppelte mechanische Resonatoren auf, welche in Längsrichtung des Gehäuses hintereinander angeordnet sind. Die Technik ist dem Fachmann aus der Hochfrequenztechnik bekannt. Die beiden Resonatoren sind als Radialschwinger ausgebildet und dämpfen zwei unterschiedliche Frequenzen. Die Resonatoren können natürlich in anderen Bauformen wie hier dargestellt implementiert werden.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt eine Kombination aus Massekörper und mechanischem Resonator, welche in Längsrichtung des Gehäuses hintereinander angeordnet sind.

[0031] In [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind ein weitere erfindungsgemäße Gehäuse **1** eines Ultraschallwandlers skizziert. Die Figuren zeigen Dämpfungseinheiten **2** mit der gleichen Funktion, jedoch unterschiedlicher Beschaffenheit, zum Einsatz bei unterschiedlichen Bedingungen. Die Dämpfungseinheit **2** des jeweiligen Gehäuses **1** besteht aus drei in Längsrichtung des Gehäuses **1** hintereinander angeordneten Massekörpern. Es sind auch nur zwei oder mehr als drei Massekörper denkbar.

[0032] Die Massekörper sind aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt. Sie weisen unterschiedliche Massen und/oder voneinander verschiedene akustische Impedanzen auf, so dass sich an ihren Grenzen Reflexionen der akustischen Signale ausbilden. Daneben können sie unterschiedlich konstruktiv aufgebaut sein, insbesondere voneinander verschiedene geometrische Abmessungen aufweisen. In einer Ausgestaltung der Erfindung weist zumindest ein Massekörper der Dämpfungseinheit **2** eine um min-

destens 20%, insbesondere um mindestens 30%, von der akustischen Impedanz der Wand des ersten Gehäuseabschlusses abweichende akustische Impedanz auf, wobei der Längsschnitt der Wand des ersten Gehäuseabschlusses sich parallel zur Längsachse des Gehäuses **1** erstreckt. Es handelt sich z. B. um eine Kombination aus Stahl und Messing, wobei Stahl der Werkstoff des Gehäuses ist und Messing das Material des Massekörpers ist.

[0033] Die Dämpfungseinheit **2** des Gehäuses **1** aus [Fig. 6](#) hingegen weist eine sehr dünne Wandstärke und einen im Gehäuse angeordneten Massekörper. Über die dünne Außenwand der Dämpfungseinheit **2** wird nur wenig Energie und damit Körperschall übertragen. Der Großteil der Energie wird vom Massekörper im Kern des Gehäuses absorbiert. Hier besteht der Massekörper aus zwei unterschiedlichen Materialien. Eine Dämpfungseinheit beruhend auf dem gleichen Prinzip könnte aber auch nur aus einem einzigen Material hergestellt sein.

[0034] Neben den gezeigten Ausführungsformen sind natürlich noch weitere denkbar. Auch die Kombinationen der einzelnen Ausgestaltungen sollen hiermit als umfasst gelten.

Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse eines Ultraschallwandlers
- 2 Dämpfungseinheit
- 3 Erster Gehäuseabschluss
- 4 Zweiter Gehäuseabschluss
- 5 Membran
- 6 Elektromechanisches Wandlerelement

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5052230 A [[0006](#)]
- EP 1340964 B1 [[0009](#)]
- EP 2148322 A2 [[0009](#)]
- EP 1515303 B1 [[0010](#)]

Patentansprüche

1. Gehäuse eines Ultraschallwandlers eines Durchflussmessgeräts, umfassend eine Dämpfungseinheit zur Verringerung der Übertragung von Körperschall im Gehäuse, welche eine Außenfläche aufweist, welche das Gehäuse gegenüber der Umwelt begrenzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktion des Abstands jeder Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit in einer Schnittebene, in welcher eine Längsachse des Gehäuses liegt, zur Längsachse des Gehäuses monoton ist.

2. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Membran das Gehäuse gegenüber der Umwelt begrenzt, welche Membran die Längsachse des Gehäuses schneidet, wobei die Dämpfungseinheit einen membranseitigen Endabschnitt aufweist und wobei die Funktion des Abstands der Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit in der Schnittebene, in welcher die Längsachse des Gehäuses liegt, zur Längsachse des Gehäuses, ausgehend von dem membranseitigen Endabschnitt, monoton wächst.

3. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Winkel, welcher die Schnittkante mit der Gehäuselängsachse einschließt, kleiner 60° ist.

4. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse einen topfförmig ausgebildeten ersten Gehäuseabschluss aufweist, dessen Boden als Membran dient, und dass das Gehäuse einen zweiten Gehäuseabschluss aufweist zur Befestigung des Gehäuses des Ultraschallwandlers in einem Messrohr und/oder in einem weiteren Gehäuse, wobei die Dämpfungseinheit zwischen erstem und zweitem Gehäuseabschluss angeordnet ist.

5. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gehäuseabschluss mit der Dämpfungseinheit stoffschlüssig verbunden ist, und dass der zweite Gehäuseabschluss mit der Dämpfungseinheit stoffschlüssig verbunden ist.

6. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Abschnitt jeder gemeinsamen Schnittkante der Außenfläche der Dämpfungseinheit, des ersten und des zweiten Gehäuseabschlusses in der Schnittebenen, in welcher die Längsachse des Gehäuses liegt, welcher sich zumindest über jeweils einen Teilabschnitt des ersten und des zweiten Gehäuseabschlusses erstreckt, monoton ist.

7. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

net, dass die Dämpfungseinheit eine Masse aufweist, welche mindestens 20% der Gesamtmasse des Gehäuses des Ultraschallwandlers aus erstem Gehäuseabschluss, zweitem Gehäuseabschluss und Dämpfungseinheit entspricht.

8. Gehäuse eines Ultraschallwandlers nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungseinheit zumindest zwei gekoppelte mechanische Resonatoren aufweist, welche in Längsrichtung des Gehäuses hintereinander angeordnet sind.

9. Ultraschall-Durchflussmessgerät, dadurch gekennzeichnet, dass das Ultraschall-Durchflussmessgerät zumindest zwei Ultraschallwandler mit jeweils einem Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 9 umfasst, welche so in einem Messrohr angeordnet sind, dass der Durchfluss des Messmediums durch das Messrohr mittels des Laufzeitdifferenzprinzip ermittelbar ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

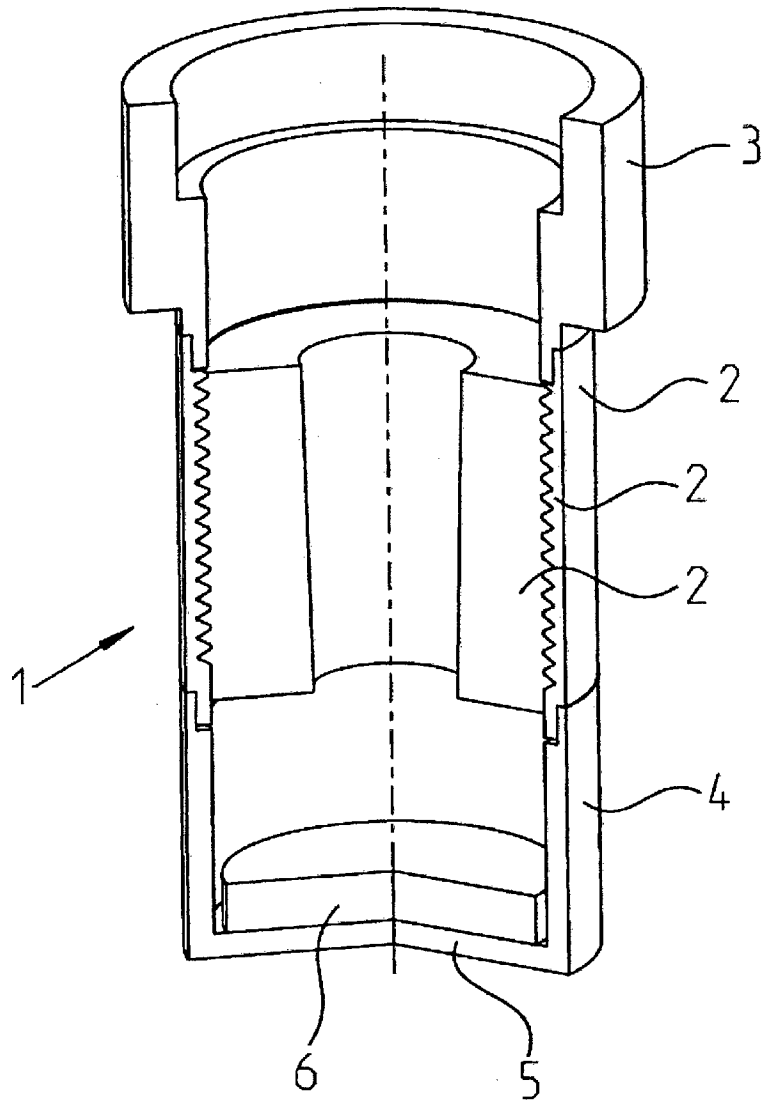


Fig. 1

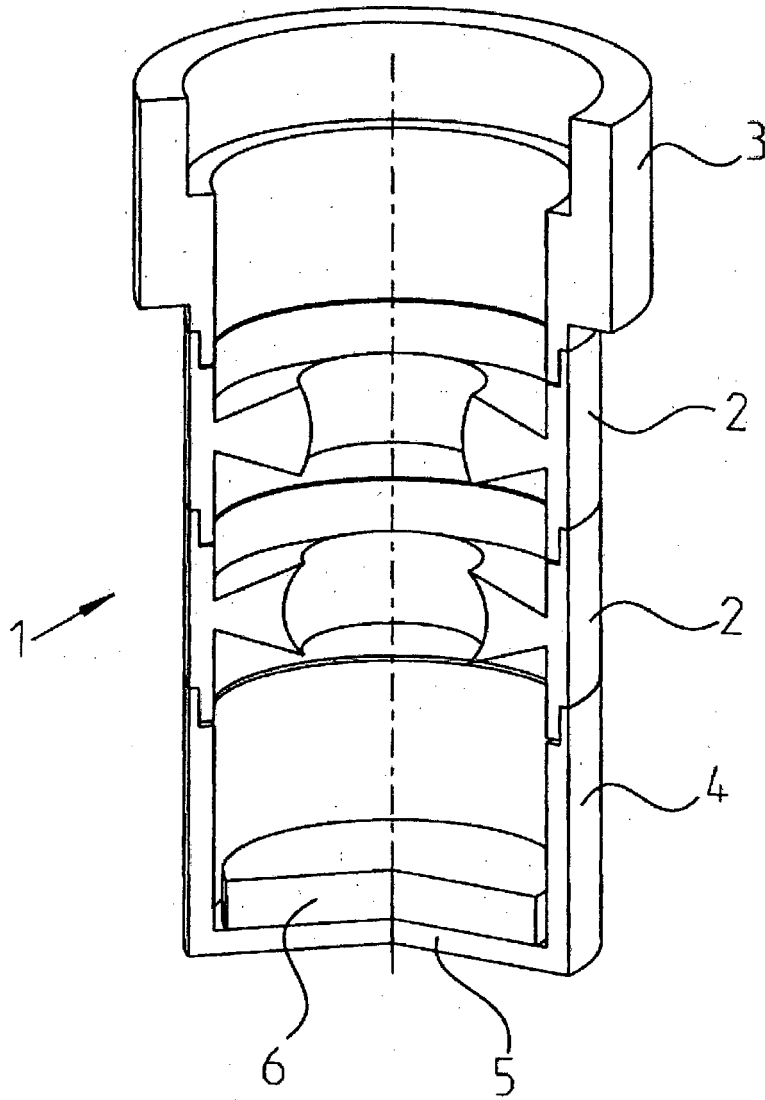


Fig. 2

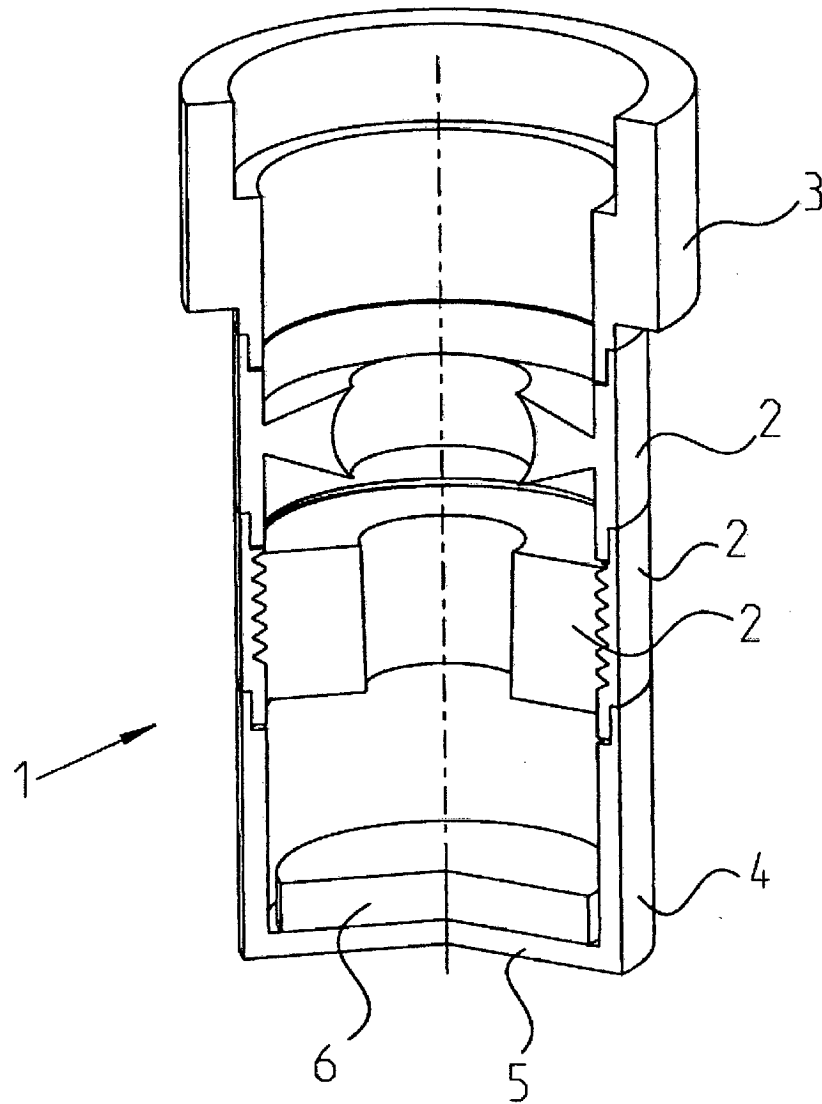


Fig. 3

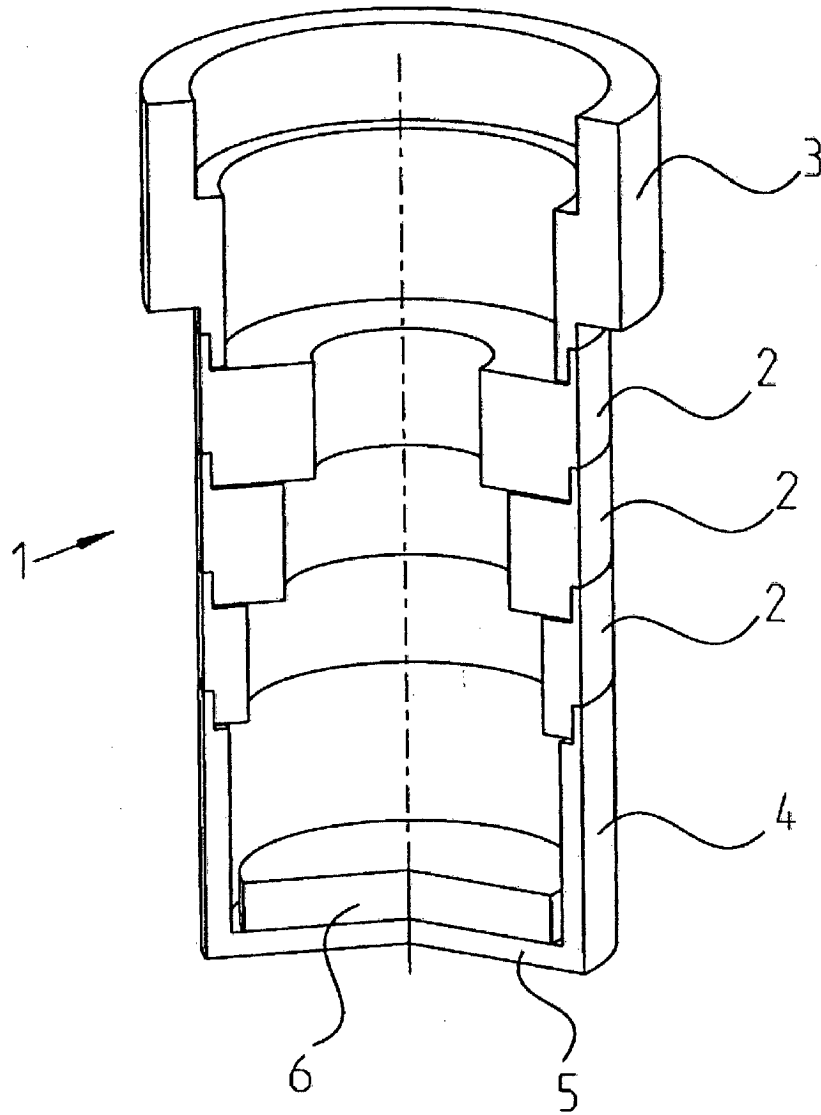


Fig. 4

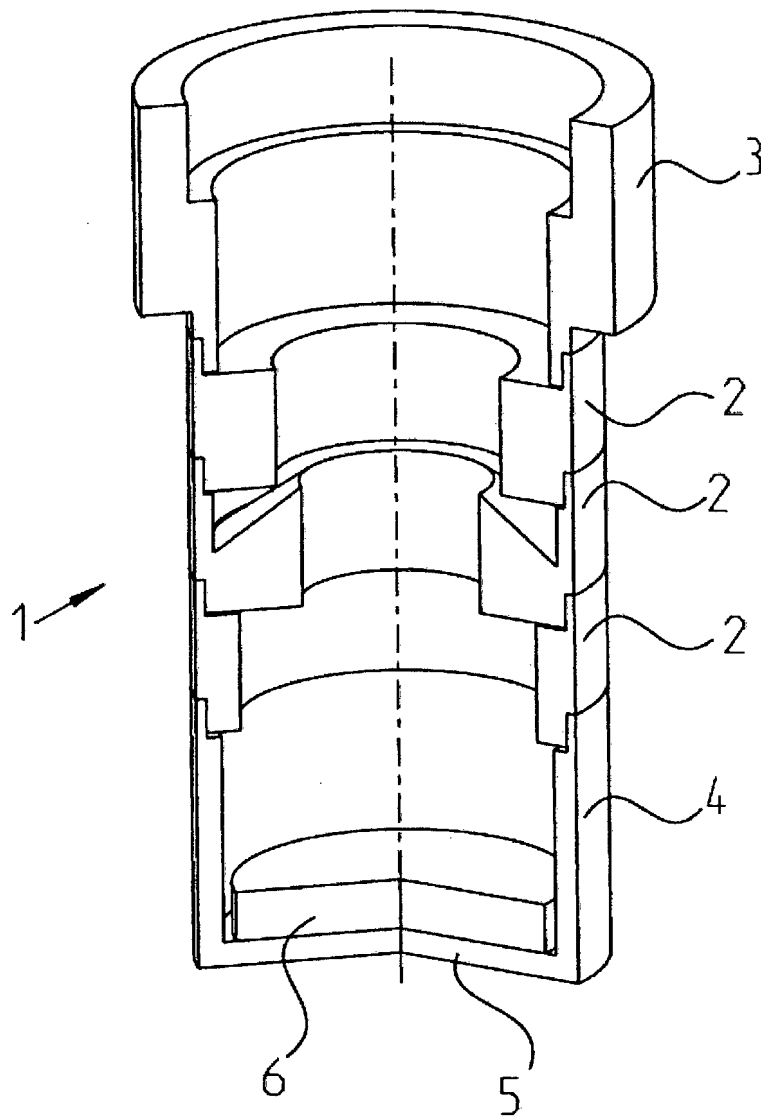


Fig. 5

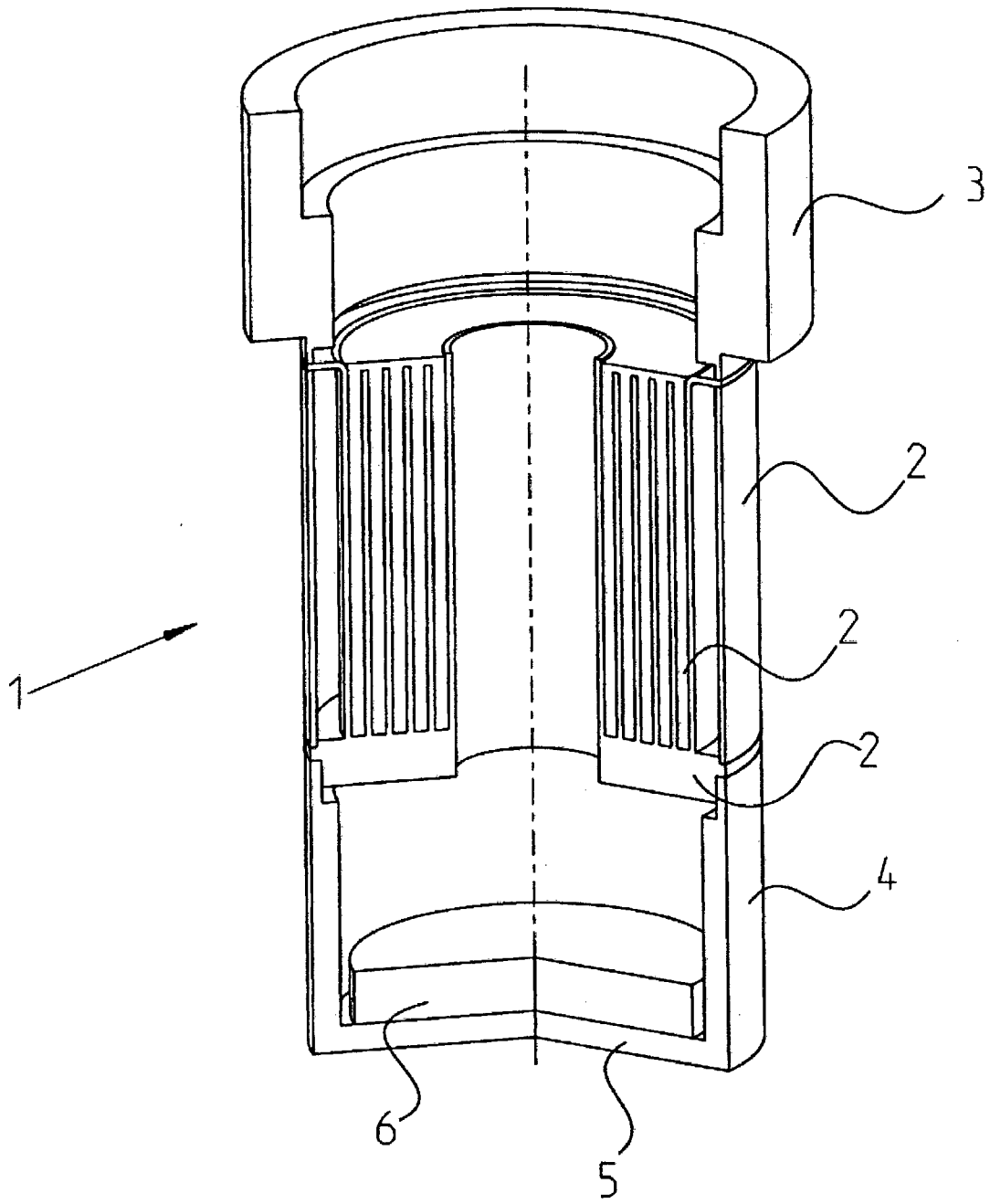


Fig. 6