(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
21. Januar 2016 (21.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/008566 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 1/66 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/001305

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2015 (29.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102014010375.7 12. Juli 2014 (12.07.2014) DE

(71) Anmelder: **DIEHL METERING GMBH** [DE/DE]; Industriestrasse 13, 91522 Ansbach (DE).

(72) Erfinder: **KROEMER, Harald**; Jüdtstr. 26, 91522 Ansbach (DE). **ÖFELEIN, Wilhelm**; Leutershäuser Str. 32, 91522 Ansbach (DE). **HÜNENBERGER, Patrick**; Bruckberger Str. 2, 91522 Ansbach (DE).

(74) Anwalt: **DIEHL PATENTABTEILUNG**; c/o Diehl Stiftung & Co. KG, Stephanstrasse 49, 90478 Nürnberg (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, 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, 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, ST, 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, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: ULTRASONIC TRANSDUCER ARRANGEMENT AND ULTRASONIC WATER METER

(54) **Bezeichnung** : ULTRASCHALLWANDLERANORDNUNG SOWIE ULTRASCHALLWASSERZÄHLER

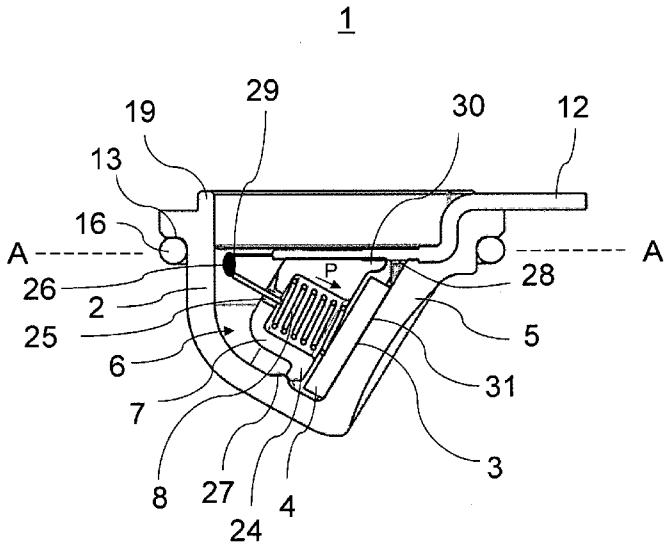


Fig. 2

(57) **Abstract**: The present invention relates to an ultrasonic transducer arrangement (1) having a housing (2) which is in the form of a pocket and is intended to mount the ultrasonic transducer arrangement in a through-hole (15) in a housing (3) of an ultrasonic water meter (10) on a mounting plane A, wherein the housing (3) of the ultrasonic water meter (10) contains an ultrasonic measuring section (11) along which a transit time measurement can be carried out using the ultrasonic transducer arrangement, a transducer body (4) which is situated in the housing (2) and is intended to generate and/or receive an acoustic signal, a housing wall (5) which is assigned to the transducer body (4) and through which the acoustic signal runs, electrical contact means for connecting the transducer body (4) to a voltage or current source, wherein the transducer body (4) is positioned in the housing (2) at an oblique angle with respect to the mounting plane A of the ultrasonic transducer arrangement on the housing (3) of the ultrasonic water meter, and wherein the housing wall (5) which is assigned to the transducer body (4) and through which the acoustic signal runs likewise runs at an oblique angle with respect to the mounting plane A of the ultrasonic transducer arrangement on the housing (3) of the ultrasonic water meter. According to the invention, a holding device (6) which is oriented at an oblique angle with respect to the mounting plane A of the ultrasonic transducer arrangement (1) and exerts a holding force P oriented towards the housing wall (5) on the transducer body (4) is provided inside the housing (2).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/008566 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ultraschallwandleranordnung (1) mit einem taschenförmigen Gehäuse (2) zur Montage der Ultraschallwandleranordnung in einem Durchgangsloch (15) in einem Gehäuse (3) eines Ultraschallwasserzählers (10) in einer Montageebene A, wobei sich in dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers (10) eine Ultraschallmessstrecke (11) befindet, entlang der eine Laufzeitmessung mittels der Ultraschallwandleranordnung durchführbar ist, einem im Gehäuse (2) befindlichen Wandlerkörper (4) zur Erzeugung und/oder zum Empfang eines akustischen Signals, einer dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft, elektrischen Kontaktmittel zum Anschluss des Wandlerkörpers (2) an eine Spannungs- oder Stromquelle, wobei der Wandlerkörper (4) in dem Gehäuse (2) in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung an dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers positioniert ist und wobei die dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft, ebenfalls in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung an dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers verläuft. Erfindungsgemäß ist innerhalb des Gehäuses (2) eine in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung (1) orientierte Halteeinrichtung (6) vorgesehen, die auf den Wandlerkörper (4) eine zur Gehäusewand (5) hin orientierte Haltekraft P ausübt.

Ultraschallwandleranordnung sowie Ultraschallwasserzähler

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ultraschallwandleranordnung mit einem insbesondere taschenförmigen Gehäuse zur Montage der Ultraschallwandleranordnung in einem Durchgangsloch eines Gehäuses eines Ultraschallwasserzählers. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Ultraschallwasserzähler unter Verwendung einer entsprechenden Ultraschallwandleranordnung.

Stand der Technik

Ultraschallwasserzähler, bei denen in einem eigenen Gehäuse untergebrachte Ultraschallwandleranordnungen im Bereich eines Durchgangslochs in einem Gehäuse eines Ultraschallwasserzählers untergebracht werden, sind hinreichend bekannt. Es handelt sich hierbei vorwiegend um sogenannte „Großwasserzähler" mit erhöhtem Nenndurchmesser.

Dementsprechend beschreibt z. B. die EP 2 333 495 A1 einen Ultraschallwasserzähler, bei dem je eine in einem eigenen Gehäuse untergebrachte Ultraschallwandleranordnung auf ein in das Gehäuse des Ultraschallwasserzählers eingeschnittenes, zugehöriges Durchgangsloch aufgesetzt und anschließend verschweißt wird. Zwei derartige Ultraschallwandleranordnungen sind so angeordnet, dass die daraus resultierende Messstrecke den Durchgangskanal des Ultraschallwasserzählers diagonal durchschallt. Das jeweilige Durchgangsloch wird entlang der gekrümmten Oberflächenkontur des Gehäuses des Ultraschallwasserzählers mittels eines Lasers eingebracht. Das Gehäuse der Ultraschallwandleranordnung ist zum Messkanal des Ultraschallwasserzählers hin offen, damit die Ultraschallwandler in direktem Kontakt mit Wasser durch den Wasserdruck in Position gehalten werden.

Aus der US 8,438,935 B2 sowie EP 2 386 835 A1 ist ein Ultraschall-Durchflussmesser bekannt, bei dem entlang des Gehäuseumfangs außerhalb des Gehäuses zwei Ultra-

BESTÄTIGUNGSKOPIE

schallwandlerkörper gegenüberliegend angeordnet sind, um einen Teilbereich des Strömungsquerschnitts zu durchschallen.

Aus der US 7,735,380 ist eine diagonale Anordnung von Ultraschallwandlerkörper im Außenbereich eines Ultraschallwasserzählers bekannt.

Diese aus der WO 2011/141 167 bekannte Ultraschallwandleranordnung umfasst einen becherförmigen durchschallbaren Gehäuseeinsatz, in dem ein Wandlerkörper untergebracht ist. Der becherförmige Gehäuseeinsatz taucht in ein Durchgangsloch im Gehäuse des Wasserzählers ein. Der Wandlerkörper ist hierbei parallel zur Montageebene des Gehäuseeinsatzes in Letzterem positioniert. Die Kontaktierung des Wandlerkörpers erfolgt über eine an den Wandlerkörper andrückende Feder. Zur Fixierung des Wandlerkörpers in dem Gehäuseeinsatz weist dieser ein deckelartiges Verschlussteil mit einer einseitig zugänglichen Innenkammer zur Aufnahme der Feder auf. Durch Montage des Deckels oder einer oberseitigen Platine erfolgt die Fixierung des Wandlerkörpers. Eine entsprechende Ultraschallwandleranordnung kann lediglich bei einem senkrecht zum Messkanal orientierten Wandlerkörper zum Einsatz kommen.

Schließlich ist aus der GB 2 101 318 A ein Ultraschalldurchflussmesser gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Der Wandlerkörper ist hierbei in einem schrägen Winkel zur Montageebene des Gehäuses an dem Gehäuse des Ultraschallzählers positioniert. Zur Fixierung des Wandlerkörpers an der zu durchschallenden Gehäusewand wird der Wandlerkörper mit Epoxidharz vergossen. Bedingt durch Druckschwankungen im Leitungsnetz sowie Temperaturschwankungen in der Umgebung besteht die Gefahr, dass sich der Wandlerkörper von der benachbarten Gehäusewand löst oder dass die Messung störende andersartige Einflüsse auftreten. Außerdem bedingt das Epoxidharz eine Schallabstrahlung nach hinten, was zu einem deutlichen Verlust an Wirkungsgrad führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine neuartige Ultraschallwandleranordnung zur Verfügung zu stellen, die eine erhöhte Betriebssicherheit aufweist und gleichzeitig eine hohe Messgenauigkeit gewährleistet. Darüber hinaus ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen entsprechenden Ultraschallwasserzähler bereitzustellen.

Lösung der Aufgabe

Die vorstehende Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst. Bei dem ebenfalls beanspruchten Ultraschallwasserzähler wird die Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 18 sowie 20 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

Dadurch dass die Halteeinrichtung im montierten Zustand auf den Wandlerkörper eine zur Gehäusewand hin orientierte, gerichtete Haltekraft P ausübt, wird bei einem Auftreten von Druckschlägen im Wasserleitungsnetz bzw. bei starken Temperaturschwankungen und hierdurch bedingten Materialveränderungen dennoch eine gleichbleibend sichere Kontaktierung des Wandlerkörpers an der Gehäusewand erreicht. Die erfindungsgemäße Ultraschallwandleranordnung erlaubt zudem es, eine gut handhabbare Montageeinheit bestehend aus dem taschenförmigen Gehäuse des Wandlerkörpers sowie der Halteeinrichtung bei einem in dem Gehäuse im schrägen Winkel zur Montageebene positionierten Wandlerkörper zur Verfügung zu stellen.

Das Gehäuse der Ultraschallwandleranordnung besitzt einen Gehäusewandabschnitt, der etwa senkrecht zu der zu durchschallenden Gehäusewand verlaufend angeordnet ist. Die beiden Gehäusewände bilden eine Tasche, innerhalb der sich der Wandlerkörper und die Halteeinrichtung befinden.

An dem zur zu durchschallenden Gehäusewand senkrecht verlaufenden Gehäusewandabschnitt können erfindungsgemäß Ausformungen vorgesehen sein, um eine Verrastung und/oder Führung und/oder Verschwenkung des Formteils zum Gehäuse hin zu ermöglichen. Die entsprechenden Ausformungen können in einfacher Weise im Zuge des Spritzgussvorgangs eingeformt werden. Die Teileanzahl kann damit niedrig gehalten werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es hierbei vorgesehen, dass die Halteeinrichtung innerhalb des Gehäuses verrastbar untergebracht ist.

Zweckmäßigerweise umfasst die Halteeinrichtung ein elastisches Element sowie ein Formteil, welches das elastische Element unter Aufrechterhaltung eines Anpress- oder Haltedrucks an den Wandlerkörper andrückt, sodass dieser in seiner Position gesichert ist. Das elastische Element hat neben der Funktion, eine gewisse Anpresskraft zu erzeugen, auch die Funktion, aufgrund von sogenannten Druckschlägen im Wasserleitungsnetz bedingte reversible Durchbiegungen der Gehäusewand auszugleichen und hierdurch eine dauerhafte akustische Kontaktierung sicherzustellen.

Zweckmäßigerweise kann aufgrund der Erfindung als elastisches Element eine Feder, vorzugsweise Spiralfeder eingesetzt werden. Über eine solche Feder kann zudem auch der Wandlerkörper an die Elektronik elektrisch kontaktiert werden. Außerdem hat die Feder den Vorteil, dass an der Rückseite des Wandlerkörpers sich Luft befindet, die einen Phasensprung bewirkt und damit eine Schallausbreitung nach hinten verhindert.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung besteht darin, dass das Formteil in dem taschenförmigen Gehäuse um eine Achse drehbar ist und, vorzugsweise in einer bestimmten Drehstellung zum Gehäuse, mit Letzterem verrastbar ist. In dieser Stellung kann die Feder unter Aufbau einer Druckspannung auf den Wandlerkörper gehalten werden. Hierbei kann die Feder als loses Teil in das Formteil eingelegt werden und über das Formteil eine Arretierung herbeigeführt werden.

Alternativ kann das Formteil auch entlang einer Führung innerhalb des taschenförmigen Gehäuses, vorzugsweise linear; verschiebbar und in einer bestimmten Verschiebeposition mit dem Gehäuse verrastbar ausgebildet sein. In der Verrastungsposition wird das elastische Element ebenfalls unter einer gewissen Druckspannung fixiert.

Diese erfindungsgemäßen Maßnahmen ermöglichen eine Vorfixierung des schräg in dem taschenförmigen Gehäuse platzierten Wandlerkörpers bei beengten Platzverhältnissen, die durch eine insbesondere kreisrunde Form des Durchgangslochs vorgegeben sind. Eine Fixierung mittels eines Verschlussdeckels ist bei einer schrägen Anordnung des Wandlerkörpers nicht möglich. Nichtsdestotrotz ermöglicht die Erfindung eine wirksame Vorfixierung.

Die Montage wird auch dadurch vereinfacht, dass gemäß einer weiteren Ausführungsform im Gehäuse ein Anschlusskontakt für das freie Ende eines in das Gehäuse einlaufenden elektrischen Kabels vorgesehen ist. Dies ermöglicht eine besonders einfache Kontaktierung des Elektronikmoduls mit der Ultraschallwandleranordnung.

Zweckmäßigerweise kann als Anschlusskontakt das freie Ende der Feder, die den Wandlerkörper mit Anpressdruck beaufschlagt, verwendet werden. Hierbei kann beispielsweise eine zweite, zum Beispiel töpfchenförmige, Elektrode sich am Wandlerkörper befinden, deren Anschlussfahne beispielsweise durch eine Öffnung in der Halteeinrichtung hindurch nach oben geführt und mit einem Leiter des Kabels verbunden ist.

Alternativ kann auf dem Halteelement bzw. am Formteil auch mindestens ein Lötpad angeordnet sein, auf dem ein Leiter des elektrischen Kabels angelötet werden kann.

Zweckmäßigerweise ist hierfür das Formteil als sogenanntes MID (Molded Interconnect Device) ausgestaltet. Es handelt sich hierbei um räumlich spritzgegossene Schaltungsträger, also um Formteile mit integrierter Leiterbildstruktur. Diese können auf verschiedenartigste Weise hergestellt werden.

Erfindungsgemäß weist das Gehäuse einen ebenen Auflagebereich, vorzugsweise in Form einer Abstufung, auf, der im montierten Zustand dem äußeren Randbereich des Durchgangslochs gegenüberliegt. Daraus resultiert der Vorteil, dass das Durchgangsloch mit einem Fräswerkzeug in einfacher Weise erzeugt werden kann.

Zwischen dem Auflagebereich und dem äußeren Randbereich des Durchgangslochs am Gehäuse des Ultraschallwasserzählers ist zweckmäßigerweise ein Dichtung, beispielsweise ein O-Ring, vorgesehen.

Dadurch, dass das Gehäuse an dessen Oberseite einen umlaufenden emporragenden Steg aufweist, der beispielsweise von einer Durchtrittsöffnung durchsetzt sein kann, wird ein oberseitiger Raum geschaffen, wobei gleichzeitig das elektrisches Kabel in das Innere des Gehäuses der Ultraschallwandleranordnung seitwärts einlaufen kann.

Zweckmäßigerweise kann sich ein Deckel im oberen Bereich des Gehäuses befinden, vorzugsweise in einem gewissen Abstand zum oberseitigen Ende des emporragenden Stegs. Der Deckel hat den Vorteil, dass die Halteeinrichtung und deren elektrischer Anschlüsse in dem taschenförmigen Gehäuse abgedeckt sind, an der Oberseite aber durch den Steg bedingt ein Raum verbleibt. Dieser Raum ermöglicht es, den Wandler mit einer Kunststoffmasse wasserdicht zu vergießen.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren, auch nebengeordnet beansprucht, eine Ultraschallwandleranordnung, bei der die Gehäusewand an der dem Ultraschallwasserzähler zugewandten Außenseite als Schalllinse ausgebildet ist, insbesondere indem sie eine sphärische oder parabolische Geometrie aufweist. Hierdurch werden störende Reflektionen in der an den Wandlerkörper angrenzenden Gehäusewand vermieden. Zusätzlich wird das Ultraschallsignal fokussiert. Diese Maßnahmen resultieren in einem verbesserten Wirkungsgrad des akustischen Systems. Die elektrische Empfangsspannung soll hierbei so groß sein, dass Unsicherheiten aufgrund elektronischer Rauschanteile an dem Gesamtmaß der Messunsicherheit keinen wesentlichen Anteil mehr beitragen.

Vorzugsweise kann die Gehäusewand an der dem Ultraschallwasserzähler zugewandten Außenseite mindestens eine Verstärkungsrippe aufweisen, beispielsweise in Form einer Verstärkungsrippe, die diametral durch die Gehäusewand hindurchläuft. Dies ermöglicht es einerseits, die Gehäusewand des Gehäuses der Ultraschallwandleranordnung, welche vorzugsweise durch durchschallbaren Kunststoff besteht, vergleichsweise dünnwandig auszugestalten. Hierdurch können Signalverluste reduziert und die Messgenauigkeit erhöht werden. Zudem wird bei erhöhten Drücken oder Drucksprüngen eine Durchbiegung der Gehäusewand vermieden oder eine solche zumindest verringert. Eine entsprechende Verstärkungsrippe ist zudem spritzgusstechnisch einfach zu realisieren.

Alternativ sind allerdings auch andere Strukturen zur Erhöhung der Festigkeit der Gehäusewand gegen Durchbiegung zweckmäßig, wie beispielsweise ringförmige Strukturen.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren, ebenfalls nebengeordnet beansprucht, eine Ultraschallwandleranordnung, deren Gehäusewand an der dem Ultraschallwasserzähler zugewandten Außenseite eine Fresnel-Stufengeometrie aufweist. Hierbei handelt es sich um eine Aufteilung der Gehäusewand in mehrere ringförmige Bereiche, wobei sich in jedem dieser Bereiche die Dicke etwas verringert, sodass eine Reihe ringförmiger Stufen entsteht. Hierdurch kann die Schallabstrahlcharakteristik weiter optimiert werden.

Vorzugsweise weist die Gehäusewand im Falle des Vorhandenseins einer Fresnel-Stufengeometrie zumindest in dem Durchschallungsbereich eine weitgehend konstante Wandstärke auf. Die ringförmigen Strukturen der Fresnel-Stufengeometrie sind aus den Gleichungen zur Definition der aus der Optik bekannten Fresnel-Linsen abzuleiten. Hierbei sind die Strukturbreiten in erster Linie von der Wellenlänge des Schalls im Medium abhängig. Vorzugsweise hat jeder der Ringe eine gleiche Fläche.

Der Kugelradius der einzelnen Ringe definiert die Brennweite der akustischen Linse. Der Einsatz der Fresnel-Stufengeometrie bedingt somit eine akustische Linsenwirkung der Gehäusewand bei erhöhter Wandstärke und somit erhöhter mechanischer Wirksamkeit gegen Durchbiegung.

Die vorliegende Erfindung betrifft zudem einen Ultraschallwasserzähler, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass er eine Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19 aufweist.

Dadurch, dass das Durchgangsloch in dem Gehäuse des Ultraschallwasserzählers einen ebenen Auflagebereich für das Gehäuse der Ultraschallwandleranordnung aufweist, wird

es ermöglicht, zur Einbringung des Durchgangslochs herkömmliche Fräswerkzeuge einzusetzen. Dementsprechend kann bei der vorliegenden Erfindung das Durchgangsloch in der Gehäusewand des Ultraschallwasserzählers unter Einsatz eines Fräsers, vorzugsweise eines mehrstufigen Fräsers erfolgen, da die Ultraschallwandleranordnung in einer (ebenen) Montageebene A mit vorzugsweise ringförmiger Geometrie montiert werden kann. Es müssen keine aufwendigen, mit Laser geschnittenen Durchgangslöcher mit dreidimensionaler Kontur, die eine entsprechende Gegenkontur voraussetzen, hergestellt werden. Gleichwohl gewährleistet die erfindungsgemäße Konstruktion der Ultraschallwandleranordnung mit der schrägen Positionierung des Wandlerkörpers in dem Gehäuse sowie der Halteeinrichtung einen wirksamen Halt des Wandlerkörpers und damit eine erhöhte Betriebssicherheit.

Dadurch, dass das Durchgangsloch zweckmäßigerweise einen ringförmigen Kontaktbereich für das Gehäuse der Ultraschallwandleranordnung aufweist, wird es ermöglicht, Fräser mit einer Rotationsachse einzusetzen, die senkrecht zur Oberfläche des Gehäuses steht.

Beschreibung der Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen Ultraschallwasserzähler mit einer Ultraschallwandleranordnung gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Schnittdarstellung einer Ultraschallwandleranordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Schnittdarstellung einer Ultraschallwandleranordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Ultraschallwandleranordnung des zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung einer Ultraschallwandleranordnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine Schnittdarstellung einer Ultraschallwandleranordnung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung mit einer Verstärkungsrippe;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung mit einer ringförmiger Struktur sowie

Fig. 9 ein vergrößerte Detailausschnitt einer Gehäusewand mit einer Fresnel-Stufengeometrie.

Die Bezugsziffer 10 in Fig. 1 bezeichnet einen Ultraschallwasserzähler in seiner Gesamtheit. In dem gezeigten Beispiel handelt es sich um einen sogenannten „Ultraschallgroßwasserzähler". Ultraschallgroßwasserzähler sind ausgelegt für Nenndurchflussmengen (Qn) von 15 m^3/h bis 1500 m^3/h. Typische Rohrdurchmesser von Ultraschallgroßwasserzählern liegen im Bereich von DN 50 bis DN 500. Der Ultraschallwasserzähler 10 verfügt über ein im Regelfall aus Metall bestehendes Gehäuse 3 mit einem Einlass 21 sowie einem gegenüberliegenden Auslass 22. Einlass 21 und Auslass 22 stehen mit einem (nicht dargestellten) Wasserleitungsnetz in Verbindung.

In das Gehäuse 3 sind mehrere Durchgangslöcher 15 eingefräst, um jeweils eine Ultraschallwandleranordnung 1 in das Gehäuse 3 an der betreffenden Stelle einsetzen zu können.

Zur Messung der Durchflussmenge an Wasser werden bei dem in Fig. 1 gezeigten Ultraschallwasserzähler mehrere diagonal verlaufende Ultraschallmessstrecken 11 (eine davon ist in Fig. 1 dargestellt) durch mehrere diagonal gegenüberliegend positionierte Ultraschallwandleranordnungen 1 festgelegt.

An der Oberseite des Ultraschallwasserzählers 10 befindet sich ein aufgesetztes, gekapseltes Elektronikmodul 23. Dieses beinhaltet üblicherweise eine Batterie als elektrische Energiequelle, einen Prozessor, eine Auswerteelektronik, einen Speicher sowie eine Datenausgabeeinrichtung. Letztere dient dazu, die Daten direkt oder per Fernablesung auszulesen.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung 1. Die Ultraschallwandleranordnung 1 umfasst ein taschenförmiges Gehäuse 2,

welches vorzugsweise als Spritzgießteil konzipiert ist und aus einem durchschallbaren Material, vorzugsweise aus Kunststoff, besteht.

Das Gehäuse 2 besitzt einen ringartigen Auflagebereich 13, der im montierten Zustand dem äußeren Randbereich eines Durchgangslochs 15 eines Ultraschallwasserzähler, vgl. Fig. 1, gegenüberliegt und eine Montageebene A festlegt, die in dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel eines Ultraschallwasserzählers parallel zur Durchflussrichtung verläuft.

Das Gehäuse 2 weist eine schräg zur Montageebene A verlaufende Gehäusewand 5 auf, an deren Innenseite ein Wandlerkörper 4 positioniert ist. Auf der der Gehäusewand 5 zugeordneten Hauptfläche des Wandlerkörpers 4 befindet sich eine Elektrode 3 mit einer seitlich überstehenden Elektrodenfahne für die Kontaktierung der Elektrode 3. Zwischen dem Wandlerkörper 4 und der Innenseite der Gehäusewand 5 kann zur Verbesserung der akustischen Ankopplung eine geeignete (in Fig. 2 nicht dargestellte) Schalleinkoppelungsmasse, zum Beispiel eine Paste, aufgetragen sein, um Hohlräume sowie Luftbläschen und damit eine negative Signalbeeinträchtigung zu vermeiden.

Erfindungsgemäß umfasst die Ultraschallwandleranordnung 1 eine Halteeinrichtung 6 für den Wandlerkörper 4, welche einerseits ein elastisches Element, zum Beispiel eine Feder 8, vorzugsweise eine Spiralfeder, sowie ein das elastische Element umgebendes Formteil 7 aufweist. Das Formteil 7, welches vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff besteht und als Spritzgießteil konzipiert ist, besitzt eine einseitig offene Kammer, in die die Feder 8 eingesetzt werden kann. Zudem kann das Formteil 7 ein stirnseitiges Durchgangsloch 25 aufweisen, welches zur Durchführung des freien Endes der Feder 8 dient. Das Formteil 7 ist um eine Drehachse 30 drehbar oder verschwenkbar und in einer bestimmten Drehstellung sowie Position zum Wandlerkörper 4 arretierbar.

Diese Arretierung kann beispielsweise durch mindestens eine an dem Formteil angeformte Nase 24, die an einer gehäuseseitigen Ausbauchung 27 angreift, realisiert sein. Zur Montage ist es hierbei lediglich notwendig, die Feder 8 in das Formteil 7 einzulegen, das Formteil 7 zusammen mit der Feder 8 auf den Wandlerkörper 4 zu drücken und gleichzeitig um die Drehachse 30 einzuschwenken, bis die Nase 24 an der Ausbuchtung 27 des Gehäuses 2 einrastet. Das Halteteil 6 hält in diesem Fall den Wandlerkörper 4 mit einer definierten, Wandlerkörper hin gerichteten Haltekraft P.

Die Kontaktierung erfolgt über ein elektrisches Kabel 12, zum Beispiel ein Koaxialkabel, welches waagerecht zugeführt wird und dessen Endbereich sich ebenfalls waagerecht verlaufend innerhalb des Gehäuses 2 der Wandleranordnung 1 befindet. Zur Kontaktierung kann z. B. die Abschirmung 28 des Kabels 12 in einfacher Weise mit der An-

schlussfahne der Elektrode 3 verlötet werden. Des Weiteren kann zwischen der Seele 29 des Kabels 12 und dem freien Ende der Feder 8 eine Lötverbindung 26 hergestellt werden. Die Feder 8 dient zur elektrischen Kontaktierung des Wandlerkörpers 4 auf der der Elektrode 31 gegenüber liegenden Seite.

Erfindungsgemäß kann die Gehäusewand 5 auch als Schalllinse ausgebildet sein. Zur Vermeidung störender Reflektionen an der an den Wandlerkörper 4 angrenzenden Gehäusewand 5 und zur Fokussierung der Ultraschallsignale besitzt die Außenwand der Gehäusewand 5 vorzugsweise eine sphärische oder parabolische Geometrie. Hierdurch wird gewährleistet, dass die elektrische Empfangsspannung groß bleibt, sodass Unsicherheiten durch elektronische Rauschanteile zu keinem wesentlichen Anteil am Messunsicherheitsvolumen beitragen. Zusätzlich sorgt die variierende Wanddicke für eine maximale Druckstabilität des Bauteils.

Die Fig. 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung 1. Diese Anordnung unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten Anordnung durch die Ausgestaltung der Halteeinrichtung 6 und die Kontaktierung. Das Formteil 7 ist hierbei nicht drehbar gelagert, sondern in einer zum Wandlerkörper 4 hinführenden Richtung verschiebbar ausgeführt. Die Verrastung des Formkörpers 7 erfolgt bei einer, vorzugsweise festgelegten, Verschiebeposition des Formkörpers 7 hin zum Wandlerkörper 4. Bei der Verschiebung wird gleichzeitig die Feder 8 gespannt, sodass eine elektrische Kontaktierung sichergestellt ist. Auch hier hält die Halteeinrichtung 6 den Wandlerkörper 4 mit einer gerichteten Haltekraft P in Position.
Die Kontaktierung der Seele 29 des Kabels 12 erfolgt hierbei über ein Lötpad 38, welches auf der Oberseite des Formteils 7 vorgesehen ist. Hierzu muss eine Leiterbahn 36 von der ringförmigen Auflagefläche der Feder 8 an dem Wandlerkörper 4 um das Formteil 7 herum bis zu dem Lötpad 38 geführt werden. Auch hier hält die Halteeinrichtung 6 den Wandlerkörper 4 mit einer gerichteten Haltekraft P in Position.

Zum Einsatz kommen kann hierbei ein Formteil 7 mit eingegossenen Schaltungsträgern bzw. einem sogenannten MID (Molded Interconnect Devices)-Formteil. Hierbei handelt es sich um Formteile mit in das Formteil integrierter Leiterbildstruktur.

Die Darstellung gemäß Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Ausgestaltung der Ultraschallwandleranordnung gemäß Fig. 3 mit abgenommenem Deckel. Aus der Darstellung ist zu ersehen, dass das Formteil 7 beidseitig eine Nut 34 aufweist, in die ein Steg 33, der vorzugsweise am Gehäuses 2 vorgesehen oder in dieses eingeformt ist, eingreift, sodass das Formteil 7 zusammen mit der in Fig. 4 nicht dargestellten Feder 8 auf den Wandlerkörper 4 hin verschoben und die Feder 8 und damit der Wandlerkörper 4 unter

Spannung gesetzt werden kann und damit eine Haltekraft P ausübt. Zusätzlich ist ein (nicht dargestellter) Rastmechanismus vorgesehen, der in der Lage ist, die auftretende Federkraft aufzunehmen.

Aus der Darstellung der Fig. 5 ist eine Ultraschallwandleranordnung 1 ersichtlich, die im Wesentlichen der Ausgestaltung nach Fig. 3 und 4 entspricht. Anstelle einer Kontaktierung eines Lötpads ist eine zweite Elektrode 35 vorgesehen, die mit der Seele 29 des Kabels 12 verlötet ist und sich auf der der ersten Elektrode 31 gegenüberliegenden Seite des Wandlerkörpers 4 befindet. Diese zweite Elektrode 35 kann eine Töpfchenform besitzen. Diese ermöglicht es, die zweite Elektrode vor der Montage auf die ersten Federwindungen der Feder 8 aufzustecken und anschließend die Feder 8 zusammen mit der zweiten Elektrode 35 in das Formteil 7 einzulegen und zu montieren. Auch hier hält die Halteeinrichtung 6 den Wandlerkörper 4 mit einer gerichteten Haltekraft P in Position.

Die Ausgestaltung nach Fig. 6 zeigt eine zu den Ausgestaltungen der Fig. 4 und 5 leicht abgewandelte Ausgestaltung, An der Oberseite der Ultraschallwandleranordnung kann in einem bestimmten Abstand zum oberseitigen Ende des Stegs 19 ein Deckel 32 vorgesehen sein, der den Anschlussbereich des elektrischen Kabels 12 abdeckt. Zugleich wird hierdurch die Möglichkeit geschaffen, den durch den Steg 19 verbleibenden oberhalb des Deckels 32 befindlichen Raum mit einer (nicht dargestellten) Kunststoffmasse wasserdicht zu vergießen. Des Weiteren ist zwischen der Seele 29 des Kabels 12 und dem freien Ende der Feder 8 eine Lötverbindung 26 vorgesehen.

Aus der Fig. 7 ist eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ultraschallwandleranordnung 1 gemäß einer der vorgenannten Konstruktionen ersichtlich, bei der zusätzlich an der Außenseite der Gehäusewand 5, die eine sphärische oder parabolische Geometrie aufweist, eine vorzugsweise diametral sich erstreckende Verstärkungsrippe 17 eingeformt ist. Hierdurch wird eine Verringerung der Durchbiegung der Gehäusewand 5 bei sehr hohen Drücken erreicht. Vorzugsweise sind die Dimensionen der Verstärkungsrippe 17 kleiner als die Wellenlänge der Anregungsfrequenz des Wandlerkörpers 4, sodass sich die Verstärkungsrippe 17 nicht negativ auf die Schallabstrahlung und/oder auf den Schalleintritt auswirkt. Eine entsprechende Verstärkungsrippe 17 kann spritzgusstechnisch einfach realisiert werden.

Aus der Darstellung gemäß Fig. 7 wird deutlich, wie das horizontal einlaufende Kabel 12 sich durch die Durchtrittsöffnung 20 im Steg 19 hindurch erstreckt.

Alternativ zu dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel können im Bereich der Gehäusewand 5 auch ringförmige Strukturen 37 zur Gewährleistung einer erhöhten Stabilität gegen Durchbiegung, wie in Fig. 8 gezeigt, vorgesehen sein.

Diese ringförmigen Strukturen können gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel nicht nur der Versteifung der Gehäusewand 5 dienen sondern auch dazu vorgesehen sein, eine Schalllinse mit einer Charakteristik nach Art einer Fresnel-Linse zu gewährleisten. Hierdurch kann die Schallabstrahlcharakteristik weiter optimiert werden.

Fig. 9 zeigt in einem vergrößerten Teilschnittbild die Möglichkeit der Ausbildung der Gehäusewand 5 nach dem vorher genannten Fresnel-Prinzip. Die Wandstärke der Gehäusewand 5 kann hierbei im Wesentlichen konstant ausgebildet sein. An der Außenseite der Gehäusewand 5 befinden sich mehrere ringförmige Strukturen 37, die aus den Gleichungen zur Definition der aus der Optik bekannten Fresnel-Linsen abgeleitet sind. Dementsprechend sind die Breiten der Struktur in erster Linie von der Wellenlänge des Schalls im Medium (z. B. Wasser) abhängig. Vorzugsweise hat jeder Ring die gleiche Fläche. Der Kugelradius der Ringe definiert die Brennweite der gebildeten akustischen Linse und entspricht im vorliegenden Fall dem Kugelradius der sphärischen bzw. parabolischen Oberfläche der Außenseite der Gehäusewand 5 in Fig. 1. Im Mittelbereich des Durchschallungsbereichs der Gehäusewand 5 ist eine leichte parabolische bzw. sphärische Krümmung vorgesehen. Diese Ausgestaltung der Gehäusewand 5 hat den Vorteil einer akustischen Linse mit einer gleichbleibenden Wandstärke.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Ultraschallwandleranordnung
2	Gehäuse
3	Gehäuse (Ultraschallwasserzähler)
4	Wandlerkörper
5	Gehäusewand
6	Halteeinrichtung
7	Formteil
8	Feder
9	Führung
10	Ultraschallwasserzähler
11	Ultraschallmessstrecke
12	Elektrisches Kabel
13	ebener Auflagebereich
14	Auflagebereich
15	Durchgangsloch
16	Dichtung
17	Verstärkungsrippe
18	Fresnel-Stufengeometrie
19	Steg
20	Durchtrittsöffnung
21	Einlass
22	Auslass
23	Elektronikmodul
24	Nase
25	Durchgangsloch
26	Lötverbindung
27	Gehäuseseitige Ausbauchung
28	Abschirmung
29	Seele
30	Drehachse
31	erste Elektrode
32	Deckel
33	Steg
34	Nut
35	zweite Elektrode
36	Leiterbahn
37	ringförmige Struktur
38	Lötpad
A	Montagebene
P	Haltekraft

PATENTANSPRÜCHE

1. Ultraschallwandleranordnung (1) mit

einem taschenförmigen Gehäuse (2) zur Montage der Ultraschallwandleranordnung in einem Durchgangsloch (15) in einem Gehäuse (3) eines Ultraschallwasserzählers (10) in einer Montageebene A, wobei sich in dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers (10) eine Ultraschallmessstrecke (11) befindet, entlang der eine Laufzeitmessung mittels der Ultraschallwandleranordnung durchführbar ist,

einem im Gehäuse (2) befindlichen Wandlerkörper (4) zur Erzeugung und/oder zum Empfang eines akustischen Signals,

einer dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft,

elektrischen Kontaktmittel zum Anschluss des Wandlerkörpers (2) an eine Spannungs- oder Stromquelle,

der Wandlerkörper (4) in dem Gehäuse (2) in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung an dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers positioniert ist,

die dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft, ebenfalls in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung an dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass**

innerhalb des Gehäuses (2) eine in einem schrägen Winkel zur Montageebene A der Ultraschallwandleranordnung (1) orientierte Halteeinrichtung (6) vorgesehen ist, die auf den Wandlerkörper (4) eine zur Gehäusewand (5) hin orientierte Haltekraft P ausübt.

2. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (6) innerhalb des Gehäuses (2) verrastbar ist.

3. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (6) ein auf den Wandlerkörper (4) wirkendes elastisches Element sowie ein Formteil (7) aufweist, welches das elastische Element unter Anpressdruck am Wandlerkörper (4) hält.

4. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als elastisches Element eine Feder (8) vorgesehen ist.

5. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (7) um eine Achse (8) drehbar und in einer Drehstellung mit dem Gehäuse (2) verrastbar ist.

6. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (7) entlang einer Führung (9) verschiebbar und in einer Verschiebestellung mit dem Gehäuse (2) verrastbar ist.

7. Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) Ausformungen (27, 33) umfasst, die zur Verrastung und/oder Führung und/oder Verschwenkung des Formteils (7) mit Letzterem zusammenwirken.

8. Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäuse (2) ein Anschlusskontakt für das freie Ende eines in das Gehäuse (2) einlaufendes elektrisches Kabel (12) vorgesehen ist.

9. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Anschlusskontakt das freie Ende der Feder (8) vorgesehen ist.

10. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Anschlusskontakt ein am Formteil (7) angeordneter Lötpad (38) vorgesehen ist.

11. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (7) als MID-Bauteil ausgebildet ist.

12. Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2), der Wandlerkörper (4) sowie die Halteeinrichtung (6) eine handhabbare Montageeinheit bilden.

13. Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) einen ebenen Auflagebereich (13) aufweist, der im montierten Zustand dem äußeren Randbereich des Durchgangslochs (15) gegenüberliegt.

14. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen Auflagebereich (13) und dem äußeren Randbereich des Durchgangslochs (15) eine Dichtung (16) befindet.

15. Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) an dessen Oberseite einen umlaufenden emporragenden Steg (19) aufweist, der von einer Durchtrittsöffung (20) durchsetzt ist.

16. Ultraschallwandleranordnung (1) mit

einem taschenförmigen Gehäuse (2) zur Montage der Ultraschallwandleranordnung in einem Durchgangsloch (15) in einem Gehäuse (3) eines Ultraschallwasserzählers (10) in einer Montageebene A, wobei sich in dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers (10) eine Ultraschallmessstrecke (11) befindet, entlang der eine Laufzeitmessung mittels der Ultraschallwandleranordnung durchführbar ist,

einem im Gehäuse (2) befindlichen Wandlerkörper (4) zur Erzeugung und/oder zum Empfang eines akustischen Signals,

einer dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft,

elektrischen Kontaktmittel zum Anschluss des Wandlerkörpers (2) an eine Spannungs- oder Stromquelle, insbesondere nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusewand (5) an der dem Ultraschallwasserzähler (10) zugewandten Außenseite eine sphärische oder parabolische Geometrie aufweist.

17. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 16, **dadurch ge-kennzeichnet, dass** die Gehäusewand (5) an der dem Ultraschallwasserzähler (10) zugewandten Außenseite mindestens eine Verstärkungsrippe (17) aufweist.

18. Ultraschallwandleranordnung (1) mit

einem taschenförmigen Gehäuse (2) zur Montage der Ultraschallwandleranordnung in einem Durchgangsloch (15) in einem Gehäuse (3) eines Ultraschallwasserzählers (10) in einer Montageebene A, wobei sich in dem Gehäuse (3) des Ultraschallwasserzählers (10) eine Ultraschallmessstrecke (11) befindet, entlang der eine Laufzeitmessung mittels der Ultraschallwandleranordnung durchführbar ist,

einem im Gehäuse (2) befindlichen Wandlerkörper (4) zur Erzeugung und/oder zum Empfang eines akustischen Signals,

einer dem Wandlerkörper (4) zugeordneten Gehäusewand (5), durch die hindurch das akustische Signal verläuft,

elektrischen Kontaktmittel zum Anschluss des Wandlerkörpers (2) an eine Spannungs- oder Stromquelle, insbesondere nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusewand (5) an der dem Ultraschallwasserzähler (10) zugewandten Außenseite eine Fresnel-Stufengeometrie (18) aufweist.

19. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusewand (5) zumindest in dem Durchschallungsbereich eine weitgehend konstante Wandstärke aufweist.

20. Ultraschallwasserzähler (10) mit
einem Einlass (21),
einem Auslass (22),
einem Gehäuse (3) zum Einbau des Ultraschallwasserzählers (10) in ein Wasserleitungsnetz,
einem Elektronikmodul (23), welches an der Außenseite des Gehäuses (3) angeordnet ist, sowie
mindestens einem Durchgangsloch (15) zur Montage einer Ultraschallwandleranordnung, **gekennzeichnet durch**
eine Ultraschallwandleranordnung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.

21. Ultraschallwasserzähler nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchgangsloch (15) einen ebenen Kontaktbereich für das Gehäuse (2) der Ultraschallwandleranordnung (1) aufweist.

22. Ultraschallwasserzähler nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchgangsloch (15) einen ringförmigen Kontaktbereich für das Gehäuse (2) der Ultraschallwandleranordnung (1) aufweist.

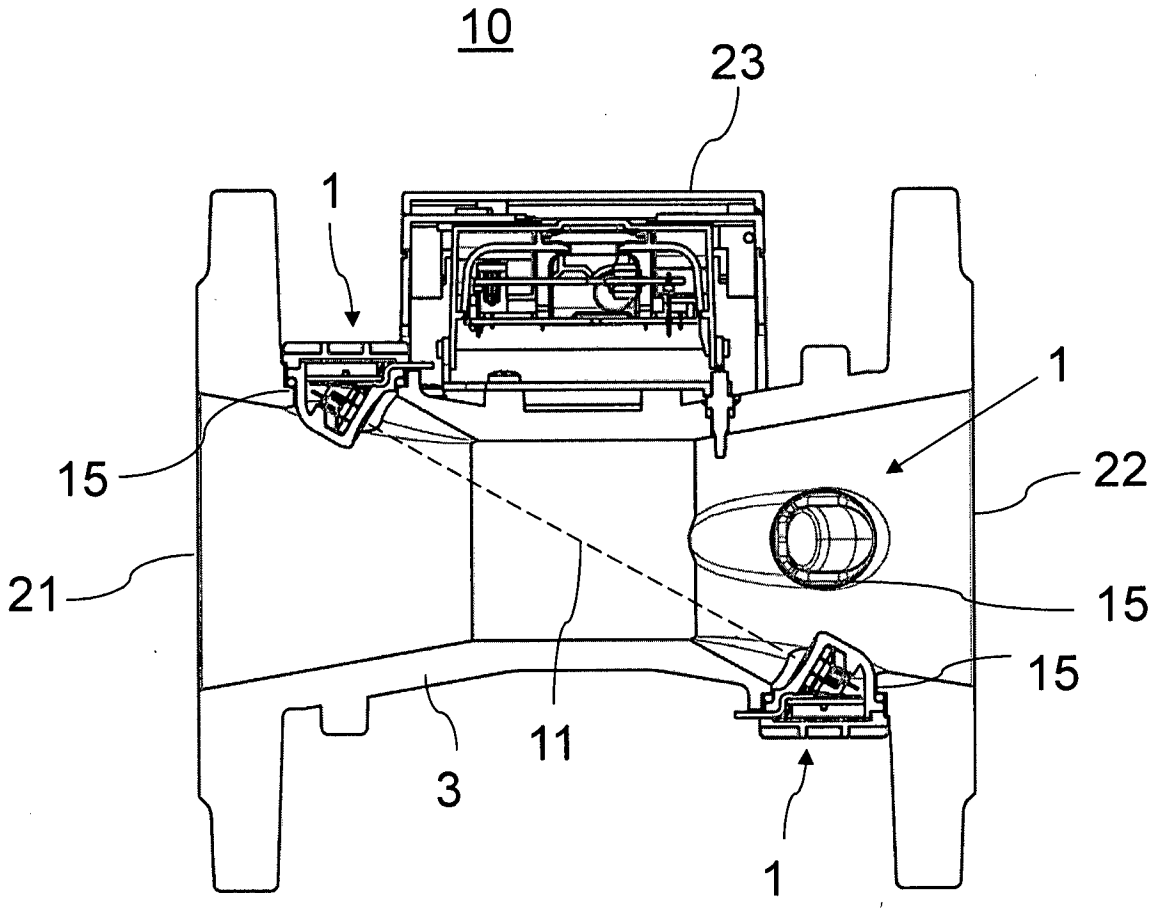


Fig. 1

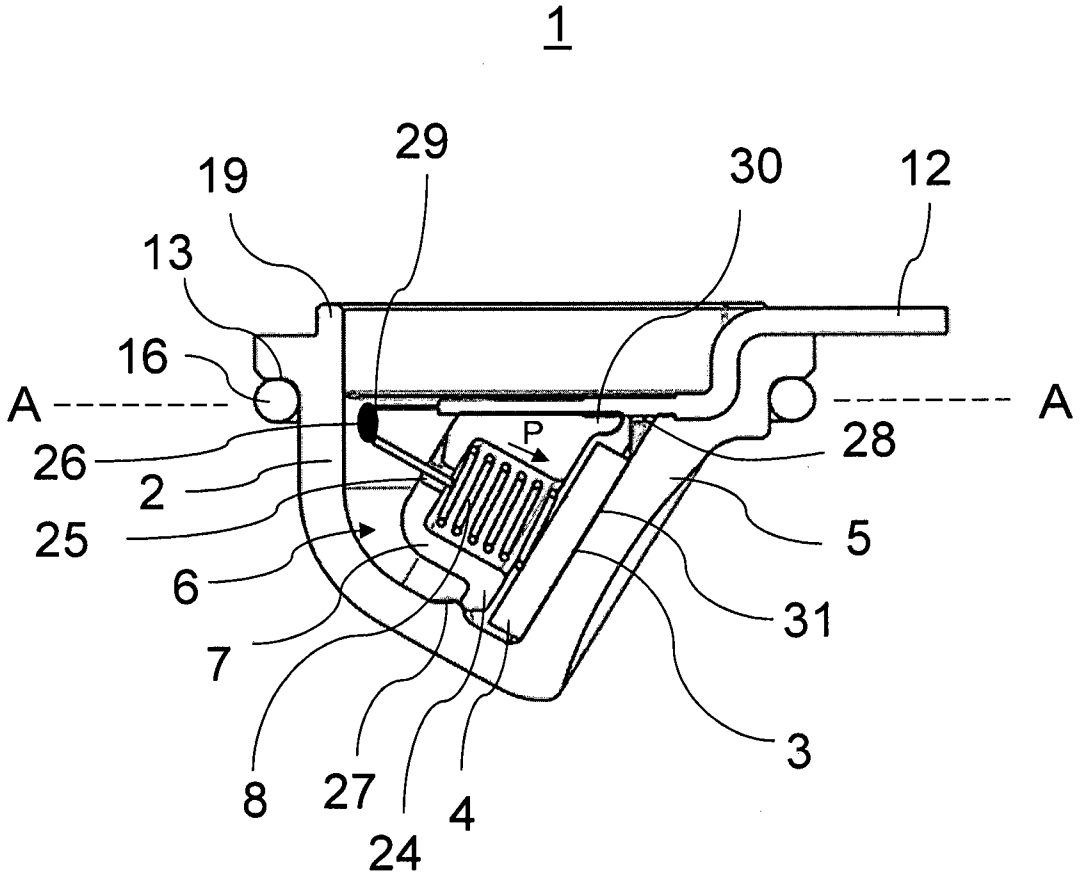


Fig. 2

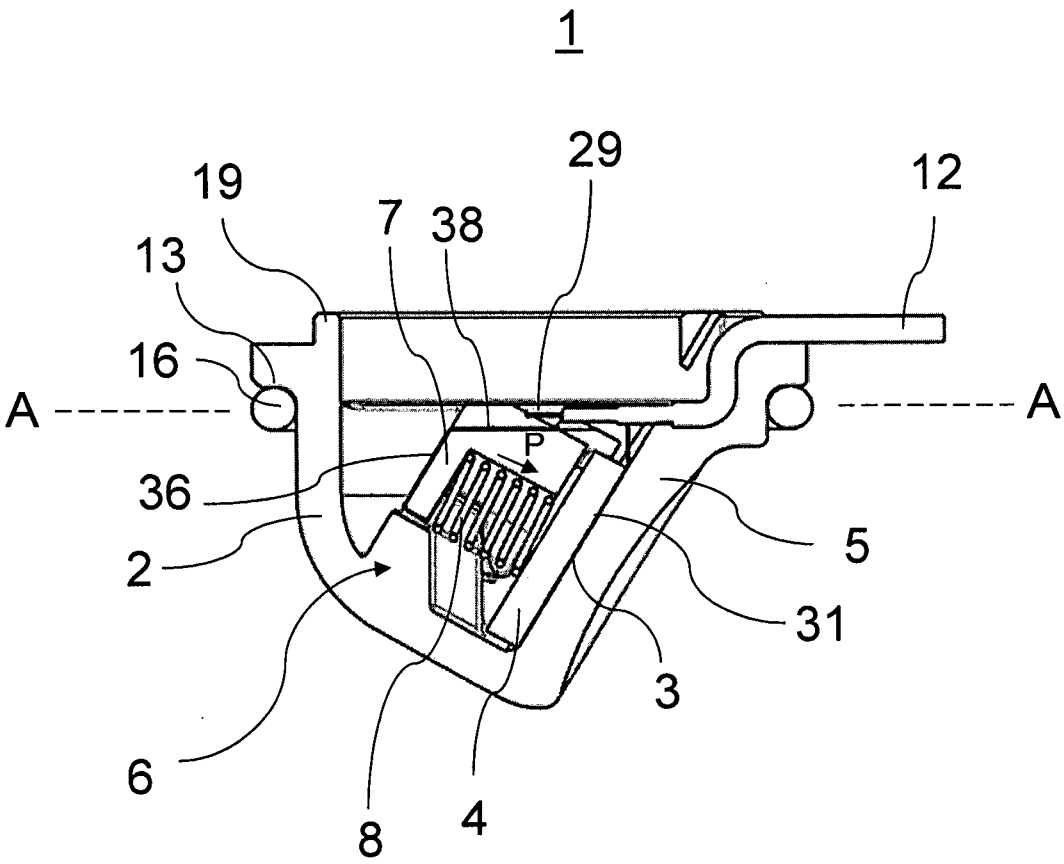


Fig. 3

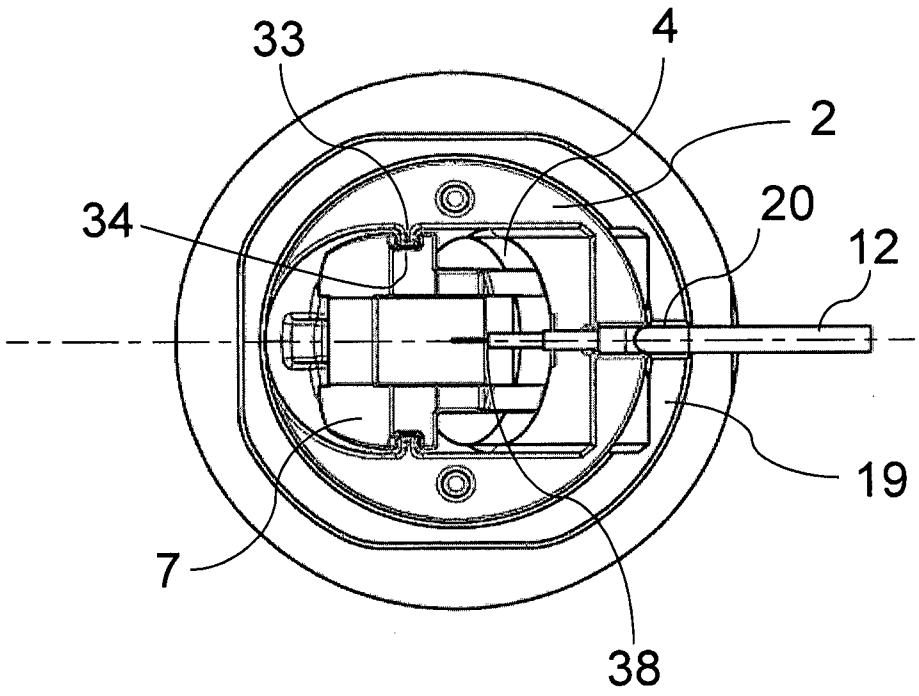


Fig. 4

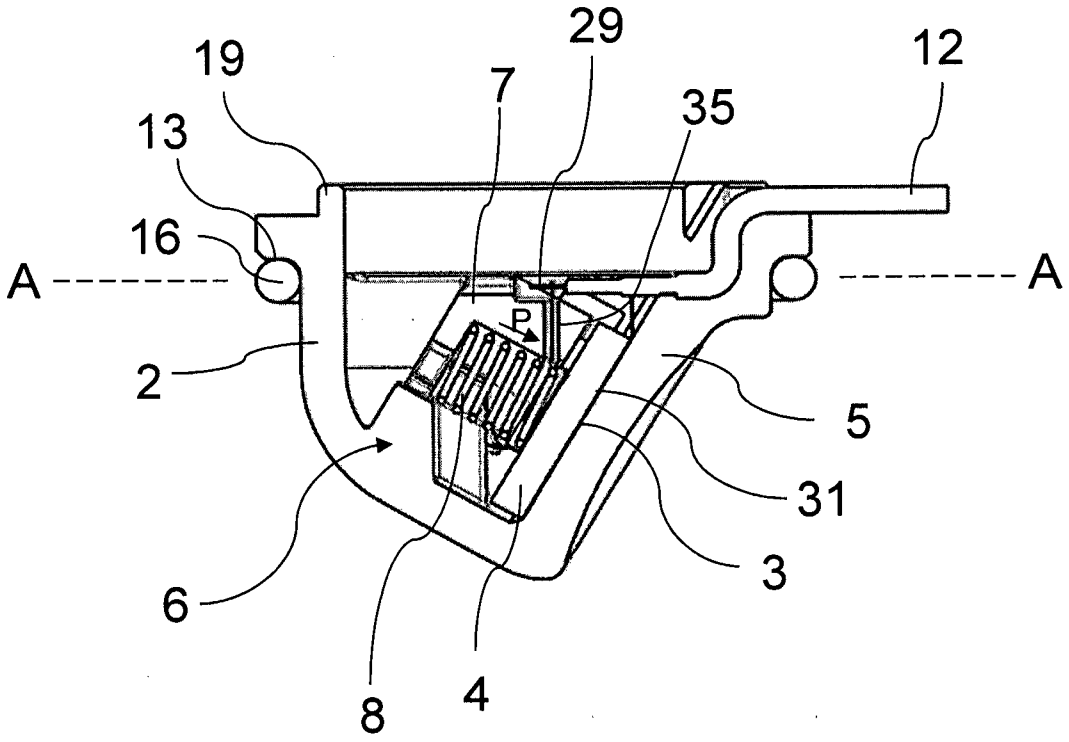


Fig. 5

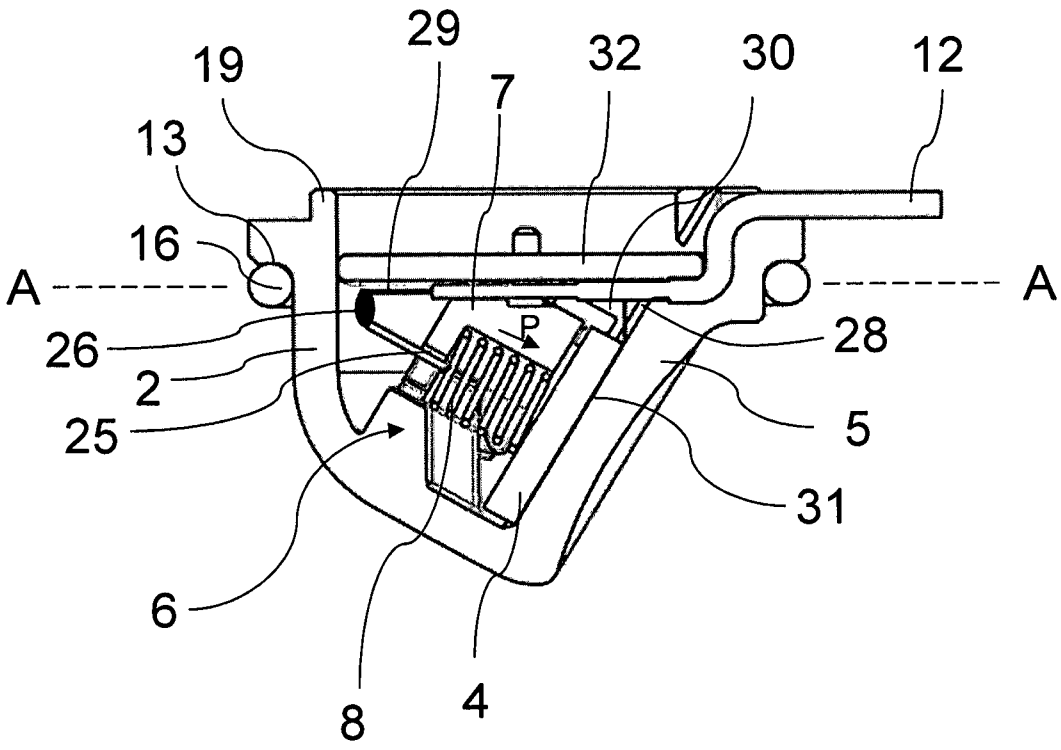


Fig. 6

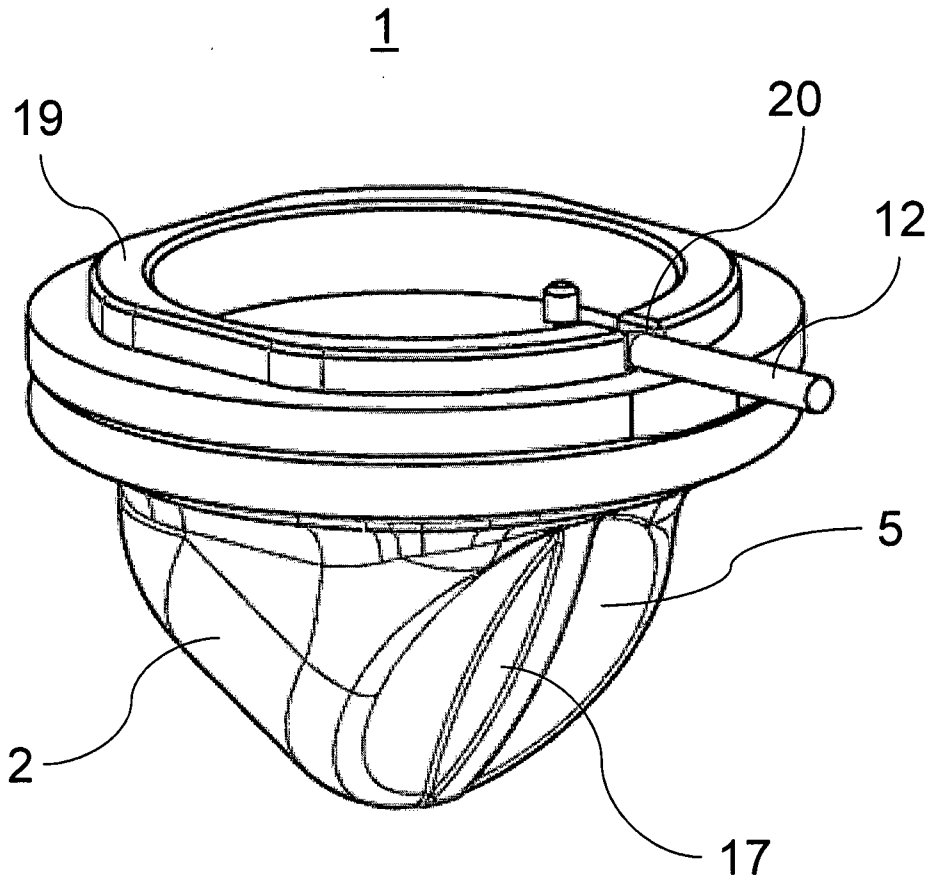


Fig. 7

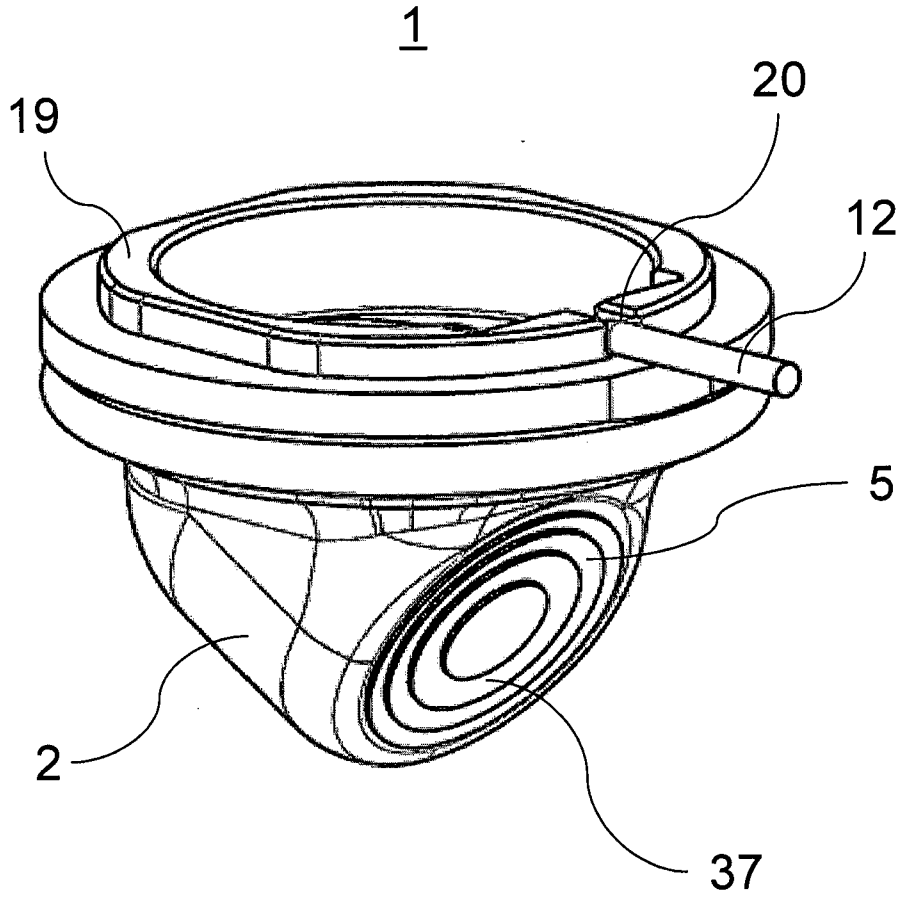


Fig. 8

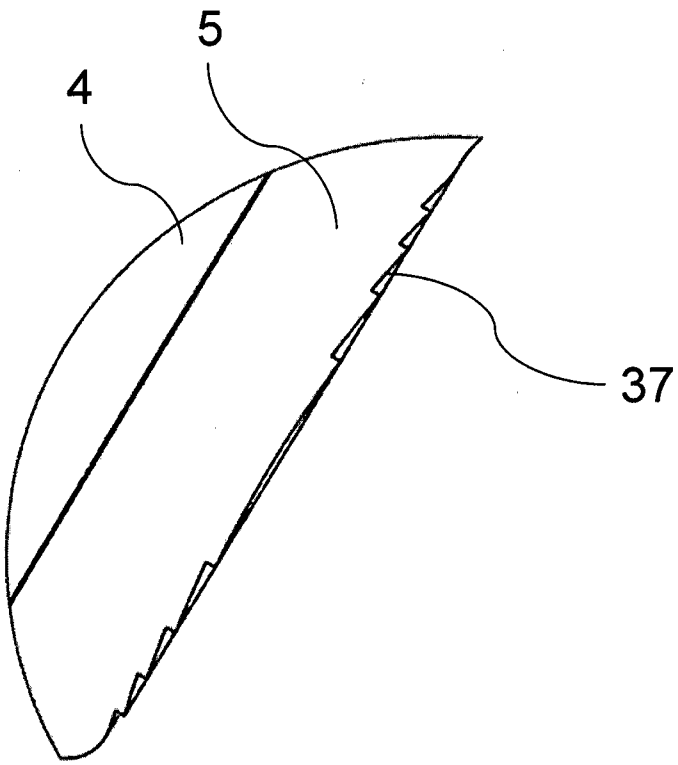


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/001305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01F1/66
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 0 260 335 A1 (KAIJO KK [JP]) 23 March 1988 (1988-03-23) figures 1, 3, 4 column 1, lines 7, 32 - 39 column 7, line 8 - line 16	1-19 20-22
Y	GB 2 429 061 A (FLOWNETIX LTD [GB]) 14 February 2007 (2007-02-14) figures 1, 2 page 1, paragraph 2	20-22
A	US 2 931 223 A (JACK KRITZ) 5 April 1960 (1960-04-05) figure 11	16,17
A	US 2010/313676 A1 (STRAUB JR HENRY C [US]) 16 December 2010 (2010-12-16) figures 9A, 9B, 9C	16,17

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 September 2015	06/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nierhaus, Thomas

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/001305

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2009 046159 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 5 May 2011 (2011-05-05) paragraph [0048] -----	18,19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2015/001305

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International application No.
PCT/EP2015/001305

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-22

Ultrasonic transducer assembly.

1.1. Claims 1-15, 20-22

Ultrasonic transducer assembly comprising a holding device and an ultrasonic water meter.

1.2. Claims 16, 17

Ultrasonic transducer assembly having a spherical or parabolic housing wall.

1.3. Claims 18, 19

Ultrasonic transducer assembly having a housing wall that has a Fresnel step geometry.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/001305

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0260335 A1	23-03-1988	AT 83315 T	15-12-1992
		DE 3687271 T2	15-04-1993
		EP 0260335 A1	23-03-1988
		HK 59993 A	25-06-1993
		SG 37693 G	11-06-1993
		US 4742717 A	10-05-1988
GB 2429061 A	14-02-2007	AU 2006281287 A1	22-02-2007
		BR PI0614771 A2	12-04-2011
		CA 2618584 A1	07-02-2008
		CN 101248332 A	20-08-2008
		EP 1913341 A1	23-04-2008
		GB 2429061 A	14-02-2007
		IL 189350 A	31-08-2011
		JP 5116674 B2	09-01-2013
		JP 2009505053 A	05-02-2009
		KR 20080039493 A	07-05-2008
		US 2009133506 A1	28-05-2009
		WO 2007020375 A1	22-02-2007
US 2931223 A	05-04-1960	NONE	
US 2010313676 A1	16-12-2010	CA 2764995 A1	23-12-2010
		CN 102803908 A	28-11-2012
		EP 2443423 A2	25-04-2012
		RU 2011153028 A	27-07-2013
		US 2010313676 A1	16-12-2010
		WO 2010147741 A2	23-12-2010
DE 102009046159 A1	05-05-2011	DE 102009046159 A1	05-05-2011
		EP 2494316 A1	05-09-2012
		WO 2011051006 A1	05-05-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/001305

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01F1/66
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	EP 0 260 335 A1 (KAIJO KK [JP]) 23. März 1988 (1988-03-23) Abbildungen 1, 3, 4 Spalte 1, Zeilen 7, 32 - 39 Spalte 7, Zeile 8 - Zeile 16	1-19 20-22
Y	GB 2 429 061 A (FLOWNETIX LTD [GB]) 14. Februar 2007 (2007-02-14) Abbildungen 1, 2 Seite 1, Absatz 2	20-22
A	US 2 931 223 A (JACK KRITZ) 5. April 1960 (1960-04-05) Abbildung 11	16,17
A	US 2010/313676 A1 (STRAUB JR HENRY C [US]) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) Abbildungen 9A, 9B, 9C	16,17

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. September 2015	06/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nierhaus, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/001305

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 046159 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 5. Mai 2011 (2011-05-05) Absatz [0048] -----	18,19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/001305

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchengebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.

☐ Die zusätzlichen Recherchengebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.

☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN **PCT/ISA/** 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-22

   Ultraschallwandleranordnung

1.1. Ansprüche: 1-15, 20-22

   Ultraschallwandleranordnung mit einer Halteeinrichtung und Ultraschallwasserzähler.

1.2. Ansprüche: 16, 17

   Ultraschallwandleranordnung mit einer sphärischen oder parabolischen Gehäusewand.

1.3. Ansprüche: 18, 19

   Ultraschallwandleranordnung mit einer Gehäusewand, welche eine Fresnel-Stufengeometrie aufweist.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/001305

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0260335 A1	23-03-1988	AT 83315 T	15-12-1992
		DE 3687271 T2	15-04-1993
		EP 0260335 A1	23-03-1988
		HK 59993 A	25-06-1993
		SG 37693 G	11-06-1993
		US 4742717 A	10-05-1988
GB 2429061 A	14-02-2007	AU 2006281287 A1	22-02-2007
		BR PI0614771 A2	12-04-2011
		CA 2618584 A1	07-02-2008
		CN 101248332 A	20-08-2008
		EP 1913341 A1	23-04-2008
		GB 2429061 A	14-02-2007
		IL 189350 A	31-08-2011
		JP 5116674 B2	09-01-2013
		JP 2009505053 A	05-02-2009
		KR 20080039493 A	07-05-2008
		US 2009133506 A1	28-05-2009
		WO 2007020375 A1	22-02-2007
US 2931223 A	05-04-1960	KEINE	
US 2010313676 A1	16-12-2010	CA 2764995 A1	23-12-2010
		CN 102803908 A	28-11-2012
		EP 2443423 A2	25-04-2012
		RU 2011153028 A	27-07-2013
		US 2010313676 A1	16-12-2010
		WO 2010147741 A2	23-12-2010
DE 102009046159 A1	05-05-2011	DE 102009046159 A1	05-05-2011
		EP 2494316 A1	05-09-2012
		WO 2011051006 A1	05-05-2011