

(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
12. September 2002 (12.09.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/071003 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F 1/66,
B06B 1/06

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SPANNER-POLLUX GMBH [DE/DE]; Industries-
trasse 16, 67063 Ludwigshafen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/02364

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. März 2002 (05.03.2002)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BREMER, Henning
[DE/DE]; Zur Heisterburg 4a, 30890 Barsinghausen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: MÖLL UND BITTERICH; Westring 17, 76829
Landau/Pfalz (DE).

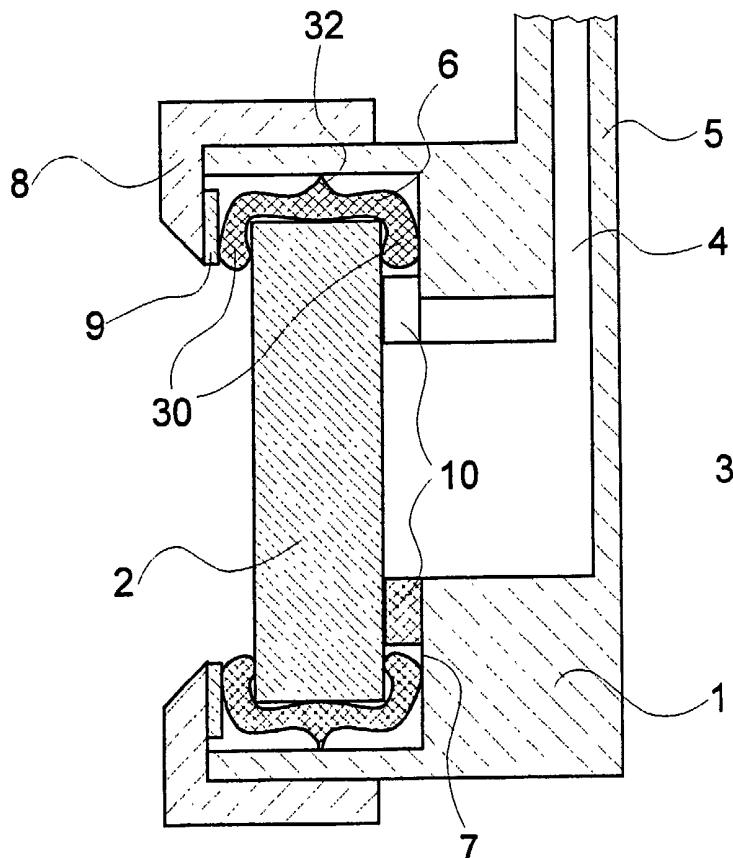
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
0423/01 7. März 2001 (07.03.2001) CH

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONVERTER FOR ULTRASOUND FLOWMETER

(54) Bezeichnung: WANDLER FÜR ULTRASCHALL-DURCHFLUSSMESSER



(57) Abstract: The invention relates to a converter for an ultrasound flowmeter. In said converters, a converter element (2) is arranged in a converter housing (1), comprising a front electrode (21) on the side facing the medium and an opposing rear electrode (22), which are mounted on a ceramic disc. According to the invention, an elastic rubber moulded seal (6) surrounds the body surface of the converter element (2) and the external parts of the front and rear side thereof. A better electroacoustic efficiency is achieved by means of the direct contact of the front electrode (21) with the medium. The front electrode (21), facing the medium, is advantageously provided with protective layer, for example made from titanium nitride. Said converters can be used in ultrasound flowmeters for both liquid and gaseous media.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wandler für einen Ultraschall-Durchflussmesser. Bei solchen Wandlern ist in einem Wandlergehäuse (1) ein Wandterelemente (2) angeordnet, das auf der dem Medium zugewandten Seite eine Frontelektrode (21) und gegenüberliegend eine Rückelektrode (22) aufweist, die auf einer Keramikscheibe aufgebracht sind.

WO 02/071003 A1

Erfnungsgemäß ist das

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Wandlerelement (2) an seiner Mantelfläche und an den äußeren Partien seiner Frontseite und Rückseite von einer gummielastischen Formdichtung (6) umgeben. Durch den direkten Kontakt der Frontelektrode (21) mit dem Medium wird ein besserer elektroakustischer Wirkungsgrad erreicht. Vorteilhaft ist die dem Medium zugewandte Frontelektrode (21) mit einer Schutzschicht versehen, die beispielsweise aus Titanitrid besteht. Solche Wandler sind bei Ultraschall-Durchflussmessern für flüssige und gasförmige Medien verwendbar.

Beschreibung:

Wandler für Ultraschall-Durchflussmesser

Technisches Gebiet:

Die Erfindung bezieht sich auf Wandler gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 für Ultraschall-Durchflussmesser, die zum Erfassen der Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Durchflussmenge eines flüssigen oder gasförmigen Mediums verwendet werden.

Stand der Technik

Ein Wandler der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art ist aus DE-A1-197 25 717 bekannt. Hier wird auf Membranen, die in der Regel dünne Stahlfolien sind, verzichtet. Die dem Medium zugekehrte Elektrode des Piezoelements ist allseits überstehend ausgebildet und unter einem O-Ring gehalten. Die Elektrode ist auf das Piezoelement aufgeklebt. Um schädliche Wirkungen des Mediums auf diese Elektrode zu verhindern, muss die Elektrode selbst aus einem korrosionsbeständigem Werkstoff bestehen. Nachteilig ist sicherlich, dass die Elektrode keinen unmittelbaren Kontakt zur Oberfläche des Piezoelements hat, denn durch die dazwischen liegende Klebstoffsschicht ist der Wirkungsgrad beim Senden und Empfangen von Ultraschallwellen wegen der durch die Klebstoffsschicht verursachten Dämpfung nicht optimal. Solche Klebstoffsschichten können zudem altern, so dass sich das Schwingungsverhalten im Laufe der Zeit nachteilig verändert. Dies insbesondere dann, wenn der Ultraschall-Durchflussmesser Teil eines Wärmemengenzählers ist, bei dem das Medium erhöhte Temperaturen von etwa 80 °C bis 130 °C haben kann. Nachteilig ist weiter der Aufwand, der dadurch entsteht, dass die Elektrode auf das Piezoelement aufgeklebt werden muss.

Ein anderer Wandler ist aus der EP-B1-0 606 536 bekannt. Dessen Piezoelemente sind in Gehäusen angeordnet, die gegen die vom Medium durchflossene Messstrecke durch Membranen abgeschlossen sind. Dies dient dem Zweck, die

Piezoelemente gegen die schädlichen, z.B. korrosiven Einflüsse des Mediums zu schützen.

Ein weiterer Wandler dieser Art ist aus der US 4 705 981 bekannt. Auch hier ist das Piezoelement gegen das Medium durch eine Membran geschützt. Gemäß einer der Ausführungsformen ist diese Membran zwischen zwei O-Ringen in einem Gehäuse eingespannt.

Die Herstellung von Wandlern der vorgenannten Ausführungsformen ist aufwändig. Das betrifft die Herstellung der Piezoelemente selbst sowie die Montage der Einzelteile zu einem gebrauchsfertigen Wandler.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Wandler für Ultraschall-Durchflussmesser zu schaffen, die einen hohen elektro-akustischen Wirkungsgrad haben, einfach aufgebaut sind und somit auch einfach herstellbar und montierbar sind.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Wandler mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen in Verbindung mit den Ausführungsbeispielen und den Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt eines in ein Wandlergehäuse eingebauten Wandlerelements,

Fig. 2 ein unmaßstäbliches Schema des Aufbaus eines Wandlerelements in einer Schnittdarstellung und

Fig. 3 eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung.

Wege zur Ausführung der Erfindung und gewerbliche Verwertbarkeit

In der Fig. 1 ist ein Beispiel für ein in ein Wandlergehäuse 1 eingebautes Wandlerelement 2 gezeigt. Das Wandlergehäuse 1 weist einen Innenraum 3 auf, der zur Aufnahme des Wandlerelements 2 samt der zugehörigen Anschlussverbindungen bestimmt ist. In einem Kabelkanal 4 werden die Anschlussverbindungen in bekannter Weise nach außen geführt, wobei ein den Kabelkanal 4 umgebender Steg 5 der Verbindung des Wandlergehäuses 1 mit anderen Teilen der Messstrecke dient. Das Wandlerelement 2 ist an seiner Mantelfläche und an den äußeren Partien seiner Frontseite und Rückseite erfindungsgemäß von einer Formdichtung 6 umgeben. Diese Formdichtung 6 besteht vorteilhaft aus einem gummielastischen Werkstoff.

Auf diese Weise steht die dem Medium zugekehrte Fläche des Wandlerelements 2 unmittelbar mit dem Medium in Kontakt. Weil sich also keine Membran und auch keine Klebschicht zwischen der Oberfläche des Wandlerelements 2 und dem Medium befindet, wird ein hoher elektro-akustischer Wirkungsgrad erreicht. Beispielsweise entfällt die dämpfende Wirkung der Klebschicht.

Der Innenraum 3 des Wandlergehäuses 1 besitzt vorteilhaft eine ringförmige Stufe 7, an der sich das Wandlerelement 2 über die Formdichtung 6 abstützt. Auf der anderen Seite wird das Wandlerelement 2 gehalten von einem Halterung 8, wobei auch hier die Formdichtung 6 zwischengeschaltet ist. Dabei kann der Halterung 8 mit dem Wandlergehäuse 1 verschraubar sein, was eine besonders einfache Montage ermöglicht. Statt der Verschraubung kommen aber auch andere Verbindungsarten in Betracht. Beispielsweise kann der Halterung 8 auf das Wandlergehäuse 1 durch einen Presssitz aufpressbar sein. Durch die Formdichtung 6 in Verbindung mit der Gestaltung des Innenraums 3 des Wandlergehäuses 1 und mit dem Halterung 8 bedarf es keiner weiteren Einzelteile, um das Wandlerelement 2 im Wandlergehäuse 1 zu fixieren. Das bietet erfindungsgemäß erhebliche Vorteile hinsichtlich der Herstellungs- und Montagekosten. Weitere Ausführungsformen liegen im Rahmen des handwerklichen Könnens eines Konstrukteurs. So ist es beispielsweise vorteilhaft, dass dann, wenn der Halterung 8 aufschraubar ist, vor dem Aufschrauben des

Halterings 8 über die Formdichtung 6 ein Gleitring 9 gelegt wird, damit verhindert werden kann, dass sich beim Aufschraubens des Halterings 8 das Wandlerelement 2 im Wandergehäuse 1 mitdreht. Vorteilhaft ist zwischen der Formdichtung 6 und der Stufe 7 ein Distanzring 10 angeordnet.

Gleitring 9 und Distanzring 10 bestehen vorteilhaft aus Polyaryletherketon. Durch die niedrige Gleitreibung dieses Werkstoffs wird erreicht, dass bei durch thermisch bedingte Maßänderungen keine Spannungen aufgebaut werden, die die Funktion des Wandlerelements 2 beeinträchtigen könnten. Solche Maßänderungen treten insbesondere dann zwangsläufig auf, wenn die Wandler bei Wärmemengenzählern verwendet werden, so sich die Temperatur des Mediums zwischen etwa 20 und 130 °C ändern kann. Die gummielastische Formdichtung 6 kann sich bei solchen Maßänderungen leicht verformen, bleibt aber formstabil.

In der Fig. 2 ist eine vorteilhafte Ausführung des Wandlerelements 2 im Detail dargestellt. Der Kern des Wandlerelements 2 besteht gemäß dem bekannten Stand der Technik aus einer Keramikscheibe 20 besteht. Auf diese Keramikscheibe 20 sind in bekannter Weise zwei Elektroden aufgebracht, eine Frontelektrode 21 und eine Rückenelektrode 22. Die Frontelektrode 21 ist dem Medium zugewandt. In ebenfalls bekannter Weise dehnt sich die Frontelektrode 21 von der Frontseite der Keramikscheibe 20 über deren Mantelfläche bis zur Rückseite aus und bildet dort einen Ring. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die Kontaktierung der beiden Elektroden 21, 22 auf der Rückseite erfolgen kann.

Vorteilhaft ist auf der dem Medium zugewandten Seite auf der Frontelektrode 21 eine Schutzschicht 23 aufgebracht. Diese Schutzschicht 23 ist vorteilhaft eine korrosionsbeständige Hartstoffschicht. Durch die Korrosionsbeständigkeit dieser Schutzschicht 23 kann das Wandlerelement 1 auf dieser Seite unmittelbar auch dann dem Medium ausgesetzt sein, wenn das Medium Brauch- oder Heizungswasser ist. Ein solcherart einfach aufgebauter Wandler kann also nicht nur dann verwendet werden, wenn das Medium ein Gas ist, sondern eben auch dann, wenn es sich um Wasser handelt. Auf eine Membran zum Schutz des Wandlerelements 2 vor dem Medium kann also verzichtet werden. Durch die Härte der Schutzschicht 23 wird darüber hinaus erreicht, dass das Wandlerelement 2

auch vor abrasiv wirkenden Partikeln, die durchaus im Medium mitgeführt sein können, sicher geschützt ist. Solche Ultraschall-Durchflussmesser werden beispielsweise zur Messung des Verbrauchs von Wasser benutzt. Innerhalb von Versorgungsleitungen für die Wasserversorgung kommt es immer wieder vor, dass durch Bau- und Reparaturarbeiten beispielsweise Sand in die Versorgungsleitungen eindringt. Vom strömendem Medium mitgeführte Partikel können insbesondere dann stark abrasiv wirken, wenn die Strömungsgeschwindigkeit hoch ist. Die Schutzschicht 23 bietet auch davor einen zuverlässigen Schutz.

Vorteilhaft besteht die Schutzschicht 23 aus Titannitrid. Titannitrid ist sehr hart und bietet ausgezeichneten Schutz des Wandlerelements 2 gegen abrasiv wirkende Partikel. Titannitrid lässt sich nach verschiedenen Verfahren aufbringen. Beim Aufbringen der Schutzschicht 23 muss darauf geachtet werden, dass die Temperatur während der Prozesses die Curietemperatur der Keramikscheibe 20 nicht überschreitet.

Vorteilhaft wird dabei der Prozess des Aufbringens der Titannitrid-Schicht so gesteuert, dass die Schutzschicht 23 eine sogenannte geschlossene Struktur aufweist. Diese Struktur hat einen deutlich besseren Korrosionswiderstand als die sonst vielfach zur Anwendung kommende fraktale Struktur solcher Schichten.

Die Dicke der Schutzschicht 23 beträgt vorteilhaft 1 bis 5 µm. Die minimale Dicke von 1 µm reicht aus, um sowohl den Korrosionsschutz als auch den Schutz gegen Abrasion zu gewährleisten.

In der Fig. 3 ist eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung gezeigt, wobei für gleiche Teile die gleichen Bezugszahlen verwendet sind wie in der Fig. 1. Die eine Besonderheit dieser vorteilhaften Ausgestaltung ist die Form der Formdichtung 6. Sie umgibt den Randbereich des Wandlerelements 2 und zeichnet sich dadurch aus, dass sie beidseits des Randbereichs des Wandlerlements 2 wulstförmige Verdickungen 30 aufweist. Die eine Verdickung 30 befindet sich im montierten Zustand zwischen dem Randbereich des Wandlerlements 2 und dem Gleitring 9, dichtet also einerseits zwischen dem Gleitring 9 und dem Wandlerelement 2 und

andererseits an der Oberfläche des Randbereichs des Wandlerelements 2. Damit kann das Medium nicht in den Innenraum 3 des Wandlergehäuses 1 eindringen.

Die zweite Verdickung 30 der Formdichtung 6 befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des Wandlerelements 2 in dessen Randbereich. Hier dichtet sie zwischen der Stufe 7 im Inneren des Wandlergehäuses 1 und dem Wandlerelement 2. Durch diese weitere Abdichtung kann verhindert werden, dass Medium auf einem anderen Weg in den Innenraum 3 gelangt. Dieser mögliche andere Weg ist der folgende: Ist der Haltering 8 beispielsweise mit dem Wandlergehäuse 1 verschraubt, so kann nicht völlig ausgeschlossen werden, dass das Medium über das Gewinde eindringt. Die zweite Verdickung 30 bietet dann einen zuverlässigen Schutz, dass über das Gewinde eingedrungenes Medium in den Innenraum 3 gelangt. Ähnliche Verhältnisse liegen vor, wenn der Haltering 8 auf das Wandlergehäuse 1 aufgepresst ist.

Die Formdichtung 6 weist an ihrem äußeren Umfang zusätzlich in vorteilhafter Weise eine umlaufende Wulst 32 auf. Die Formdichtung 6 hat im Bereich der Wulst 32 einen Außendurchmesser, der annähernd gleich groß ist wie der Innendurchmesser des Wandlergehäuses 1 im Bereich der Position des Wandlerelements 2. Beim Einsetzen des Wandlerelements 2 mit der Formdichtung 6 besteht somit kein Spiel, was einerseits die Montage vereinfacht und andererseits eine eindeutige Lage des Wandlerelements 2 ergibt. Die Wulst 32 muss nicht notwendigerweise durchgehend sein, sondern kann aus einzelnen, in einer Reihe angeordneten Noppen bestehen.

In vorteilhafter Weise ist hier der Distanzring 10 unmittelbar zwischen dem Wandlerelement 2 und der Stufe 7 angeordnet. Der Distanzring 10 ist hier kein voller Ring, sondern weist einen Schlitz auf, was aus der Fig. 3 dadurch erkennbar ist, dass er einerseits unten im Schnitt und andererseits oben in einer Ansicht dargestellt ist. Das gilt auch für die Stufe 7. Diese Slitze in Distanzring 10 und Stufe 7 schaffen den nötigen Raum, um die Kabel zu den nicht dargestellten Elektroden des Wandlerelements 2 aufzunehmen. Die Anordnung des Distanzrings 10 unmittelbar zwischen dem Wandlerelement 2 und der Stufe 7 steht im Gegensatz zur Lösung nach Fig. 1. Diese Anordnung hat einen

besonderen Vorteil, denn die Lage des Wandlerelements 2 ist auch in Bezug auf die Ebene des Wandlerelements 2 gegenüber dem Wandiergehäuse 1 eindeutig definiert. Dies hat dann Bedeutung, wenn der Druck des Mediums Schwankungen unterworfen ist. Ändert sich der Druck des Mediums, so ändert sich die Anpresskraft auf die Formdichtung, was zur Folge hat, dass sich die Lage des Wandlerelements 2 gegenüber dem Wandiergehäuse 1 ändert. Steigt der Druck, so würde die Kraft auf die zwischen Stufe 7 und Wandlerelement 2 liegende Verdickung 30 steigen, was zur Folge hätte, dass die Verdickung 30 sich verformt und das Wandlerelement 2 etwas näher an die Stufe 7 gedrückt wird. Daraus würde folgen, dass sich die Distanz zwischen den beiden Wandlerelementen 2, die bei einem Ultraschall-Durchflussmesser üblicherweise vorhanden ist, geringfügig ändern würde. Eine solche Distanzänderung hätte Auswirkungen auf die Messgenauigkeit. Durch die beschriebene Anordnung des Distanzrings 10 lässt sich dies verhindern, so dass mit dieser einfachen Maßnahme die Messgenauigkeit verbessert wird. Diese Lösung ist also vorteilhaft gegenüber allen bekannten Lösungen, bei denen das Wandlerelement 2 an einer Membran befestigt ist, so etwa gemäß EP-B1-0 606 536.

Der Distanzring 10 besteht auch in diesem Fall vorteilhaft aus Polyaryletherketon, weil dieser Werkstoff nichtleitend ist, so dass der Distanzring 10 durchaus die beiden Elektroden des Wandlerelements 2 teilweise bedecken kann. Die Dicke des Distanzrings 10 ist im übrigen so bemessen, dass nach dem Anbringen des Halterings die Formdichtung 6 beidseits des Wandlerelements 2 unter Druck steht, so dass sich genügende Dichtflächen ergeben.

Durch die lediglich ringförmige Auflage des Wandlerelements 2 auf dem Distanzring 10 kann das Wandlerelement 2 frei schwingen. Dies dient der Verbesserung des elektro-akustischen Wirkungsgrads.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht die Schaffung von Wandlern mit besonders geringen Herstellungs- und Montagekosten. Gleichzeitig wird ein besserer elektro-akustischer Wirkungsgrad gegenüber dem bekannten Stand der Technik erreicht, weil eine das Wandlerelement 2 vor dem Medium schützende

Membran nicht erforderlich ist. Das gilt auch hinsichtlich der bei dieser Lösung fehlenden Klebstoffsichten. Deren dämpfende Wirkung entfällt ebenfalls.

Patentansprüche

1. Wandler für einen Ultraschall-Durchflussmesser, enthaltend ein in einem Wandlergehäuse (1) angeordnetes Wandlerelement (2) mit einer dem Medium zugewandten Frontelektrode (21) und einer Rückelektrode (22), die auf einer Keramikscheibe (20) aufgebracht sind, wobei Dichtungsmittel vorhanden sind, durch die das Eindringen des Mediums in das Wandlergehäuse (1) verhinderbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerelement (2) an seiner Mantelfläche und an den äußeren Partien seiner Frontseite und Rückseite von einer gummielastischen Formdichtung (6) umgeben ist.
2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formdichtung (6) beidseits des Wandlerelements (2) Verdickungen (30) aufweist.
3. Wandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Formdichtung (6) an ihrem äußeren Umfang eine umlaufende Wulst (32) aufweist, deren Durchmesser etwa annähernd gleich groß ist wie der Innendurchmesser des Wandlergehäuses (1) im Bereich der Position des Wandlerelements (2).
4. Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Stufe (7) des Wandlergehäuses (1) und der Formdichtung (6) ein Distanzring (10) angeordnet ist.
5. Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Stufe (7) des Wandlergehäuses (1) und dem Wandlerelement (2) ein Distanzring (10) angeordnet ist.
6. Wandler nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Wandlergehäuse (1) ein Halterung (8) befestigbar ist, wobei das Wandlerelement (2) zwischen der Stufe (7) und dem Halterung (8) angeordnet ist.
7. Wandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Halterung (8) und der Formdichtung (6) ein Gleitring (9) angeordnet ist.
8. Wandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Distanzring (10) und Gleitring (9) aus Polyaryletherketon bestehen.

9. Wandler nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Halterung (8) auf das Wandergehäuse (1) aufschraubbar ist.
10. Wandler nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Halterung (8) auf das Wandergehäuse (1) aufpressbar ist.
11. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf der dem Medium zugewandten Frontelektrode (21) des Wanderelements (2) eine Schutzschicht (23) aufgebracht ist, die aus einem Hartstoff besteht.
12. Wandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff Titannitrid ist.
13. Wandler nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Titannitrid eine sogenannte geschlossene Struktur aufweist.
14. Wandler nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schutzschicht (23) 1 bis 5 µm beträgt.

1/1

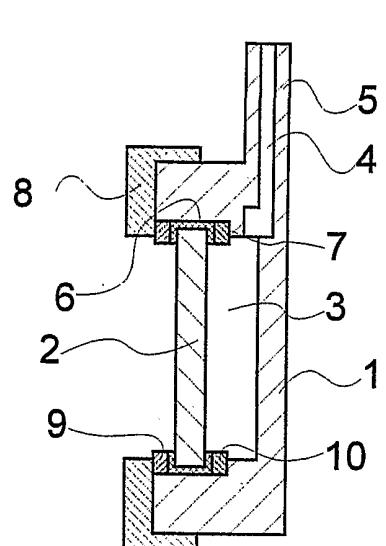


Fig. 1

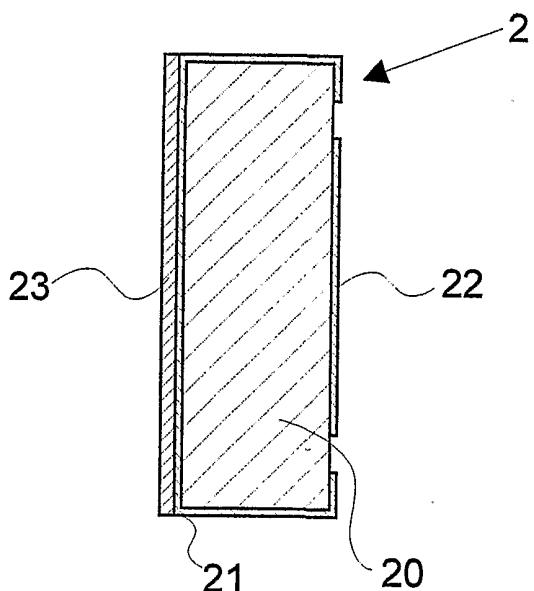


Fig. 2

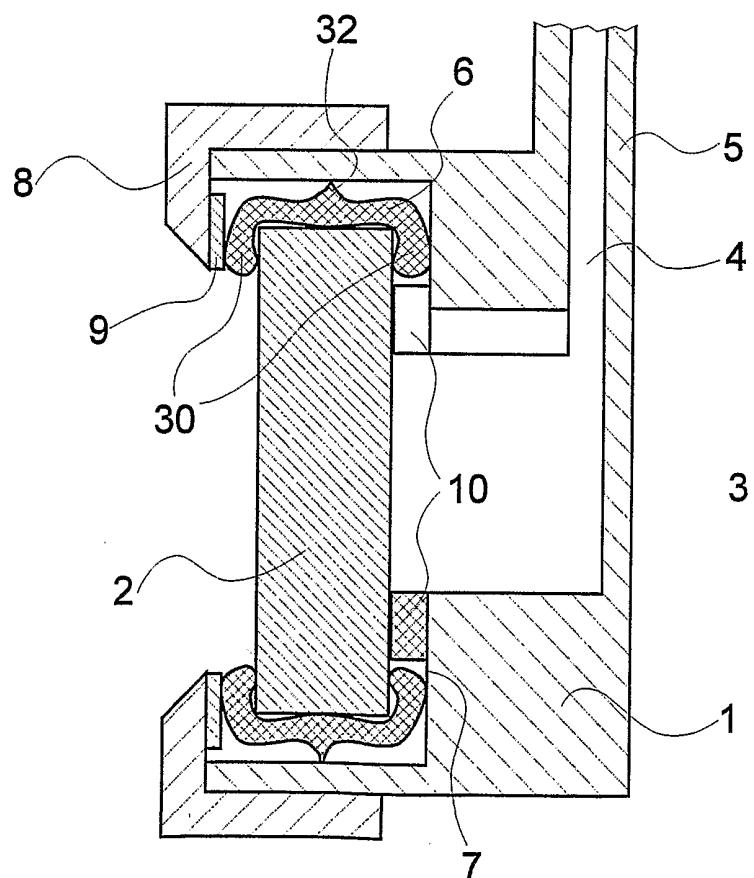


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/02364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F1/66 B06B1/06

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)
IPC 7 G01F B06B G10K

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 practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 197 25 717 A (HYDROMETER GMBH) 18 February 1999 (1999-02-18) cited in the application the whole document ---	1-3
Y	US 4 705 981 A (INOUE JIRO ET AL) 10 November 1987 (1987-11-10) cited in the application column 3, line 7 -column 6, line 23; figure 6 ---	1-3
A	EP 0 606 536 A (LANDIS & GYR BUSINESS SUPPORT) 20 July 1994 (1994-07-20) cited in the application the whole document ---	1-11 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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
9 July 2002	23/07/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Boerrigter, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational Application No
PCT/EP 02/02364

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 708 702 A (BRUNNERT O ET AL) 2 January 1973 (1973-01-02) column 3, line 65 -column 5, line 20; figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/02364

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19725717	A	18-02-1999	DE	19725717 A1		18-02-1999
US 4705981	A	10-11-1987	NONE			
EP 0606536	A	20-07-1994	DE	59308386 D1		14-05-1998
			DK	606536 T3		11-01-1999
			EP	0606536 A1		20-07-1994
US 3708702	A	02-01-1973	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 02/02364

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01F1/66 B06B1/06		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01F B06B G10K		
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)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 197 25 717 A (HYDROMETER GMBH) 18. Februar 1999 (1999-02-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-3
Y	US 4 705 981 A (INOUE JIRO ET AL) 10. November 1987 (1987-11-10) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 7 -Spalte 6, Zeile 23; Abbildung 6 ---	1-3
A	EP 0 606 536 A (LANDIS & GYR BUSINESS SUPPORT) 20. Juli 1994 (1994-07-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-11 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		<input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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
9. Juli 2002		23/07/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Boerrigter, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTInternationales Aktenzeichen
PCT/EP 02/02364**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 708 702 A (BRUNNERT O ET AL) 2. Januar 1973 (1973-01-02) Spalte 3, Zeile 65 -Spalte 5, Zeile 20; Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/02364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19725717	A 18-02-1999	DE 19725717 A1	18-02-1999
US 4705981	A 10-11-1987	KEINE	
EP 0606536	A 20-07-1994	DE 59308386 D1 DK 606536 T3 EP 0606536 A1	14-05-1998 11-01-1999 20-07-1994
US 3708702	A 02-01-1973	KEINE	