

(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
19. April 2018 (19.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/068942 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01F 1/74 (2006.01) G01F 1/84 (2006.01)
G01G 11/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/071600

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. August 2017 (29.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 119 541.3
13. Oktober 2016 (13.10.2016) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG
[CH/CH]; Kägenstr. 7, 4153 Reinach (CH).

(72) Erfinder: HAGENMEYER, Heinerich; Heideggerstraße 4c, 79639 Grenzach-Wyhlen (DE). TOUZIN, Mike; Merianstrasse 10, 79585 Höllstein (DE). DRAHM, Wolfgang; Am Hochrainacker 82, 85435 Erding (DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Colmarer Str. 6, Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING A FLOW RATE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG EINES DURCHFLUSSES

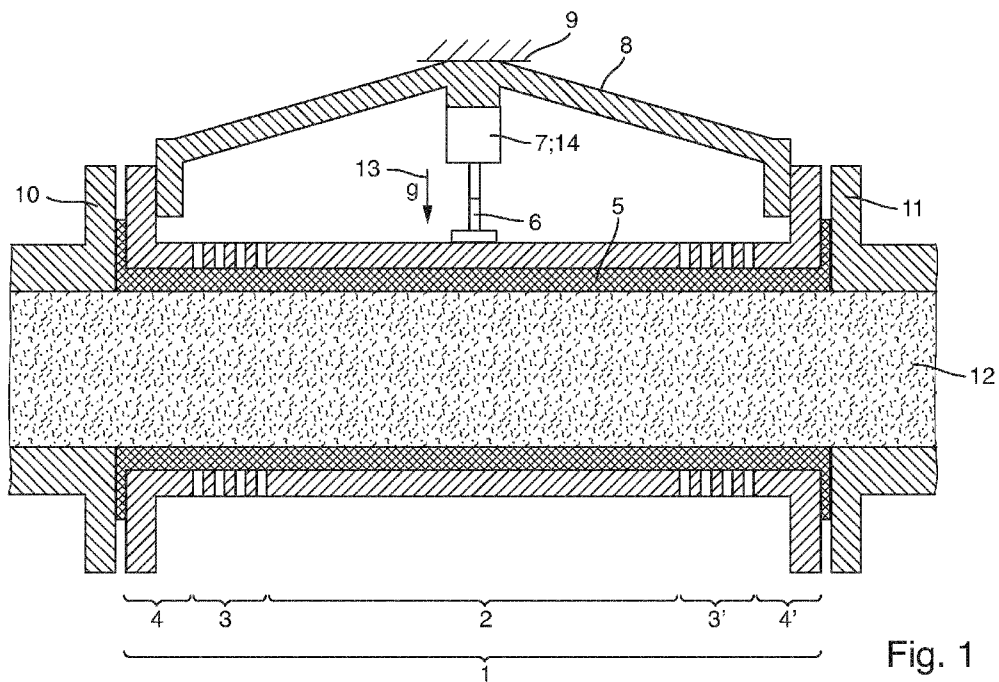


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device for determining a flow rate, in particular a mass flow rate, of a solids-laden liquid (12), comprising at least: - a measuring tube (2,3,4) for guiding the liquid (12); - a magnetically inductive flow measurement device (1) which determines a volume flow rate of the liquid (12) through the measuring tube (2,3,4); - a weighing device (6,7,8,9) which determines a mass of the liquid (12) present in the measuring tube (2,3,4); - an evaluation unit (14) which determines the mass flow rate of the liquid (12) on the basis of the determined volume flow rate and the determined mass.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses, insbesondere eines Massendurchflusses, einer feststoffbeladenen Flüssigkeit (12) zumindest aufweisend: - ein Messrohr (2,3,4) zum Führender Flüssigkeit (12); - eine magnetisch induktive Durch-



WO 2018/068942 A1

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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

flussmesseinrichtung (1), welche einen Volumendurchfluss der Flüssigkeit (12) durch das Messrohr (2,3,4) bestimmt; -eine Wägeeinrichtung (6,7,8,9), welche eine Masse der in dem Messrohr (2,3,4) befindlichen Flüssigkeit (12) bestimmt; -eine Auswerteeinheit (14), welche anhand des bestimmten Volumendurchflusses und der bestimmten Masse den Massendurchfluss der Flüssigkeit (12) ermittelt.

Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses, insbesondere eines Massendurchflusses, einer feststoffbeladenen Flüssigkeit.

Bekannte Durchflusssysteme zur Bestimmung eines Durchflusses einer feststoffbeladenen Flüssigkeit, beispielsweise einer Schlemme, auch "slurry" genannt, verwenden üblicherweise berührungslos arbeitende Messgeräte und keine Geräte oder Geräteteile, die der feststoffbeladenen Flüssigkeit und damit ihrer abrasiven Wirkung ausgesetzt sind. Heutzutage werden überwiegend Gammadichtemessgeräte hierfür eingesetzt, die die Dichte der Schlemme messen. Typischerweise finden derartige Messungen bei Prozessen in Minen, auf Baggerschiffen und auch in der Chemie und Papierindustrie statt.

Nachteilig an solchen Gammadichtemessgeräten ist, dass die Funktionsweise auf radioaktiven Isotopen basiert, und daher aufwendige Regularien erfüllt werden müssen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses vorzuschlagen, die aufgrund ihres technischen Aufbaus weniger aufwendigen Regularien genügen muss.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses, insbesondere eines Massendurchflusses, einer feststoffbeladenen Flüssigkeit gelöst, wobei die Vorrichtung zumindest folgendes aufweist:

- ein Messrohr zum Führen der Flüssigkeit;
- eine magnetisch induktive Durchflussmesseinrichtung, welche einen Volumendurchfluss der Flüssigkeit durch das Messrohr bestimmt;
- eine Wägeeinrichtung, welche eine Masse der in dem Messrohr befindlichen Flüssigkeit bestimmt;

- eine Auswerteeinheit, welche anhand des bestimmten Volumendurchflusses und der bestimmten Masse den Massendurchfluss der Flüssigkeit ermittelt.

5 Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die mittels einer magnetisch induktiven Durchflussmessenrichtung einen Volumendurchfluss einer durch ein Messrohr strömenden feststoffbeladenen Flüssigkeit bestimmt und gleichzeitig über eine Wägeeinrichtung die Masse der in dem Messrohr befindlichen Flüssigkeit bestimmt, umso einen Massendurchfluss ermitteln zu
10 können.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Messrohr zwei endseitig befindliche Rohrfederabschnitte aufweist, so dass ein Innerer Teil des Messrohrs mit einem Zulaufrohr bzw. mit einem Ablaufrohr über die
15 Rohrfederabschnitte verbindbar ist, wobei die Rohrfederabschnitte jeweils wenigstens zwei Ausnehmungen, vorzugsweise in Form wenigstens eines Schlitzpaares, aufweisen. Insbesondere sieht die Ausgestaltung vor, dass über eine Dimensionierung der Ausnehmungen eine Federsteifigkeit des jeweiligen Rohrfederabschnittes so eingestellt ist, dass die Federsteifigkeit der
20 beiden Rohrfederabschnitte eine geringere Steifigkeit aufweist als eine Steifigkeit der Wägeeinrichtung.

Ferner kann die Ausgestaltung vorsehen, dass die Dimensionierung der Ausnehmungen ferner derartig gewählt ist, dass sich der Innere Teil des
25 Messrohres aus einer Ruhelage, bei der sich der Innere Teil des Messrohres befindet, wenn das Messrohr nicht mit der Flüssigkeit durchströmt wird, herausbewegt, wenn das Messrohr mit der Flüssigkeit durchströmt wird und/oder dass zumindest der Innere Teil des Messrohrs und die Rohrfederabschnitte mit einem elastischen, vorzugsweise einem einen Gummi
30 aufweisenden Liner ausgekleidet sind und/oder die Ausnehmungen in axialer Richtung zueinander versetzt sind und derartig ausgebildet sind, dass zumindest zwei benachbarte Ausnehmungen mit einem Endbereich in azimuthaler Richtung überlappen.

Ferner kann die Ausgestaltung auch vorsehen, dass die Rohrfederabschnitte und der Innere Teil des Messrohrs aus einem einstückigen Material hergestellt sind oder die Rohrfederabschnitte und der Innere Teil des Messrohres miteinander gefügt sind.

5

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Wägeeinrichtung einen Kraftsensor aufweist, welcher mit dem Messrohr mechanisch verbunden ist und zur Bestimmung der Masse eine Kraft auf den Inneren Teil des Messrohres ermittelt, so dass die Wägeeinrichtung anhand der Kraft die in dem Inneren Teil des Messrohres befindlichen Flüssigkeit bestimmt.

10

Eine alternative Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zumindest einer der beiden Rohrfederabschnitte einen Dehnungsmesstreifen aufweist, welcher eine Verformung auf den zumindest einen Rohrfederabschnitt ermittelt, und wobei die Wägeeinrichtung anhand der Verformung die Masse der in dem Inneren Teil des Messrohres befindlichen Flüssigkeit bestimmt.

15

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass in der Auswerteeinheit druckabhängige Kennlinien hinterlegt sind und die Auswerteeinheit den Massendurchfluss der Flüssigkeit druckabhängig ermittelt.

20

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert.

25

Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

30

Fig. 2: einen Ausschnitt der endseitig modifizierten Rohrabschnitte bzw. Rohrfedern, und

Fig. 3: eine Schnittansicht A-A entsprechend der in Fig. 2 dargestellten Schnittebene.

35

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung eines Massendurchflusses einer strömenden feststoffbeladenen Flüssigkeit 12. Derartige Flüssigkeiten 12 können prinzipiell jegliche fließfähige elektrisch leitfähige Flüssigkeiten darstellen, insbesondere auch in Wasser gelöste Schüttgute.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein Messrohr 2, 3, 4 durch welches die Flüssigkeit 12 fließt, eine Wägeeinrichtung 7, die mit einem inneren Teil des Messrohrs 2 mechanisch verbunden ist, eine magnetisch induktive Durchflussmeseinrichtung 1 mit einer entsprechenden Auswerteeinheit 14.

Als magnetisch induktive Durchflussmeseinrichtung 1 kann bspw. ein aus dem Stand der Technik bekannter magnetisch induktiver Durchflussmesser eingesetzt werden. Dieser umfasst neben dem Messrohr, welches vorzugsweise Metall aufweist, eine Einheit zur Erzeugung eines Magnetfelds, welches das Messrohr durchsetzt, zumindest zwei am Messrohr gegenüberliegende, quer zum Magnetfeld angeordnete Messelektroden, die zur Erfassung der induktiv erzeugten Messspannung vorgesehen sind, umso anhand der Messspannung ein Durchflusswert bzw. ein Durchflusssignal für die strömende Flüssigkeit zu ermitteln.

Die Wägeeinrichtung 7, kann bspw. einen Kraftsensor, der mechanisch mit dem inneren Teil des Messrohrs 2, bspw. über ein Verbindungsstück 6 verbunden ist, umfassen. Hierzu weist die Wägeeinrichtung 7 einen starren Trägerrahmen 8 für den Kraftsensor auf. Der Trägerrahmen 8 ist beispielsweise mit dem äußeren Teil des Messrohres 4 mechanisch verbunden. Der Kraftsensor ist ebenfalls mechanisch mit dem Trägerrahmen verbunden und vorzugsweise in Richtung der Erdbeschleunigung g ausgerichtet. Auf diese Weise misst der Kraftsensor eine Kraft, welche im Wesentlichen einer Gewichtskraft, die auf den Inneren Teil des Messrohres wirkt, umfasst. Zur Bestimmung der Masse wird vorzugsweise die Kraft auf das Messrohr ohne Flüssigkeit mit der Kraft auf das Messrohr mit Flüssigkeit in Relation gesetzt.

Damit die Wägeeinrichtung eine Auslenkung des Messrohres 2 aufgrund der Masse der Flüssigkeit messen kann, ist das Messrohr 2 beweglich an einem ersten Ende mit einem Zuflussrohr 10 und an einem zweiten Ende mit einem Abflussrohr 11 verbunden. Hierzu kann die Vorrichtung jeweils einen
5 Gummipuffer rechts und links des Messrohres aufweisen, die das Messrohr flexibel in einer zur axialen Achse vertikalen Richtung lagern. Ferner können zwei in axialer Richtung steife Platten, vorzugsweise Stahlplatten, vorgesehen sein, von denen jeweils eine parallel zu dem entsprechenden Gummipuffer rechts und links des Messrohres angeordnet ist, und die Stahlplatten derartig
10 ausgebildet sind, dass eine Bewegung des Messrohres 2 in axialer Richtung verhindert bzw. erschwert wird, wohingegen die Auslenkung in vertikaler Richtung weitestgehend ungehindert erfolgen kann.

Alternativ kann die Vorrichtung statt der Gummipuffer auch zwei Rohrfedern 3,
15 3' aufweisen. Rohrfedern bieten den Vorteil, dass eine ungewollte Bewegung des Messrohres in axialer Richtung vermieden wird, aber gleichzeitig bei richtiger Dimensionierung eine Bewegung in vertikaler Richtung möglich ist.

Die Rohrfedern 3 und 3' sind hierzu an einem ersten Ende des Messrohrs und
20 an einem zweiten Ende des Messrohres angeordnet, wobei die Rohrfedern 3, 3' und das Messrohr vorzugsweise einstückig ausgebildet sind, d.h. die Rohrfedern sind endseitig jeweils in das Messrohr präpariert. Das Messrohr weist vorzugsweise ein Metall auf und zur Herstellung der Rohrfedern kann bspw. ein Wasserstrahlschneidverfahren zum Erzeugen der Ausnehmungen
25 eingesetzt werden. Denkbar sind natürlich auch andere aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren zum Präparieren des metallischen Messrohres. Mittels dem Verfahren zum Präparieren der Rohrfedern werden die Ausnehmungen 15 so dimensioniert, dass eine Federsteifigkeit c des jeweiligen Rohrfederabschnittes bzw. der Rohrfeder so eingestellt ist, dass die
30 Federsteifigkeit der beiden Rohrfederabschnitte eine geringere Steifigkeit aufweisen als eine Steifigkeit der Wägeeinrichtung, so dass sich der Innere Teil des Messrohres 2 aus einer Ruhelage, in der sich der Innere Teil des Messrohres 2 befindet, wenn das Messrohr 2, 3, 4 nicht mit der Flüssigkeit 12 durchströmt bzw. befüllt wird, herausbewegt, wenn das Messrohr 2, 3, 4 mit
35 der Flüssigkeit 12 durchströmt bzw. befüllt wird.

Die Auswerteeinheit 15 bestimmt ausgehend von der ermittelten Masse und des Durchflusswertes einen Massendurchflusswert. In der Auswerteeinheit 15 können druckabhängige Kennlinien hinterlegt sein, so dass die Auswerteeinheit 15 den Massendurchfluss der Flüssigkeit 12 druckabhängig ermitteln kann.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt der endseitig modifizierten Rohrabschnitte bzw. Rohrfedern 3, 3' und Fig. 3 eine Schnittansicht A-A entsprechend der in Fig. 2 dargestellten Schnittebene. Die Federsteifigkeit der Rohrfedern c kann durch die Abmessungen des Schlitzpaares bzw. der beiden Ausnehmungen 15 derartig dimensioniert werden, dass die Rohrfedern 3, 3' relativ weich in Bezug zur Steifigkeit der Wägezelle 7 ist. Auf diese Weise kann der systematische Fehler aufgrund des Kraftnebenschlusses klein gehalten werden.

Zur Dimensionierung der Federsteifigkeit der Rohrfedern $c = F/H$ werden die Abmessungen der Ausnehmungen der Rohrfedern gezielt gewählt.

Ausgehend von der Gleichung $c = F/H$, wobei F der Kraft auf ein Balkenende und H der Verschiebung des Balkenendes aufgrund der Kraft F entspricht, und

der Verschiebung des Balkenendes aufgrund der Kraft, welche sich zu $H = F \cdot U^3 / (12 \cdot E \cdot I)$, ergibt, wobei U der resultierenden Balkenlänge, E dem E-Modul und I dem Flächenmoment entspricht, folgt, dass die Steifigkeit $c = (12 \cdot E \cdot I) / U^3$ ist. Über das Flächenmoment $I = (r \cdot W^3) / 12$ ergibt sich somit folgende

Dimensionierungsgleichung für die Rohrfeder: $c = (E \cdot r \cdot W^3) / U^3$, wobei r der

verbleibenden Balkenbreite zwischen den beiden Ausnehmungen entspricht, und W der Wandstärke des Rohres.

Bezugszeichenliste

1	Magnetisch induktive Durchflussmesseinrichtung
2	Innerer Teil des Messrohres
3, 3'	Rohrfederabschnitte
4	Äußerer Teil des Messrohres
5	Liner der magnetisch induktiven Durchflussmesseinrichtung
6	Verbindungsstück zwischen dem Inneren Teil des Messrohres und der Wäge Zelle
7	Wäge Zelle
8	Starrer Trägerrahmen für Wäge Zelle / äußerer Teil des Messrohres
9	Befestigung Trägerrahmen / Umgebung
10	Zulaufrohr mit Flansch zur Verbindung mit dem äußerem Teil des Messrohrs
11	Ablaufrohr mit Flansch zur Verbindung mit dem äußerem Teil des Messrohrs
12	Feststoffbeladenen Flüssigkeit bzw. Fluid mit unbekanntem Feststoffanteil
13	Erdbeschleunigung
14	Auswerteeinheit
15	Ausnehmungen der Rohrfedern
DN	Rohraußendurchmesser
W	Wandstärke
S	Abstand Schlitzpaar
T	Schlitzbreite
r	verbleibende Balkenbreite
U	resultierende Balkenlänge
F	Kraft auf ein Balkenende
I	Flächenmoment
E	E-Modul
H	Verschiebung des Balkenendes aufgrund der Kraft
c	Federsteifigkeit

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung eines Durchflusses, insbesondere eines Massendurchflusses, einer feststoffbeladenen Flüssigkeit (12) zumindest aufweisend:
- ein Messrohr (2, 3, 4) zum Führen der Flüssigkeit (12);
 - eine magnetisch induktive Durchflussmesseinrichtung (1), welche einen Volumendurchfluss der Flüssigkeit (12) durch das Messrohr (2, 3, 4) bestimmt;
 - eine Wägeeinrichtung (6, 7, 8, 9), welche eine Masse der in dem Messrohr (2, 3, 4) befindlichen Flüssigkeit (12) bestimmt;
 - eine Auswerteeinheit (14), welche anhand des bestimmten Volumendurchflusses und der bestimmten Masse den Massendurchfluss der Flüssigkeit (12) ermittelt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Messrohr (2, 3, 4) zwei endseitig befindliche Rohrfederabschnitte (3, 3') aufweist, so dass ein Innerer Teil des Messrohrs (2) mit einem Zulaufrohr (10) bzw. mit einem Ablaufrohr (11) über die Rohrfederabschnitte (3, 3') verbindbar ist, wobei die Rohrfederabschnitte (3, 3') jeweils wenigstens zwei Ausnehmungen (15), vorzugsweise in Form wenigstens eines Schlitzpaares, aufweisen.
3. Vorrichtung nach dem vorherigen Anspruch, wobei über eine Dimensionierung der Ausnehmungen (15) eine Federsteifigkeit des jeweiligen Rohrfederabschnittes (3, 3') so eingestellt ist, dass die Federsteifigkeit der beiden Rohrfederabschnitte (3, 3') eine geringere Steifigkeit aufweist als eine Steifigkeit der Wägeeinrichtung.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Dimensionierung der Ausnehmungen (15) ferner derartig gewählt ist, dass sich der Innere Teil des Messrohres (2) aus einer Ruhelage, bei der sich der Innere Teil des Messrohres (2) befindet, wenn das Messrohr (2, 3, 4) nicht mit der Flüssigkeit (12) durchströmt wird, herausbewegt, wenn das Messrohr (2, 3, 4) mit der Flüssigkeit (12) durchströmt wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei zumindest der Innere Teil des Messrohrs (2) und die Rohrfederabschnitte (3, 3') mit einem elastischen, vorzugsweise einem einen Gummi aufweisenden Liner (5) ausgekleidet sind.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Ausnehmungen (3, 3') in axialer Richtung zueinander versetzt sind und derartig ausgebildet sind, dass zumindest zwei benachbarte Ausnehmungen mit einem Endbereich in azimuthaler Richtung überlappen.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die Rohrfederabschnitte (3, 3') und der Innere Teil des Messrohrs (2) aus einem einstückigen Material hergestellt sind.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die Rohrfederabschnitte (3, 3') und der Innere Teil des Messrohres (2) miteinander gefügt sind.
9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei die
- 20 Wägeeinrichtung (6, 7, 8, 9) einen Kraftsensor aufweist, welcher mit dem Messrohr mechanisch verbunden ist und zur Bestimmung der Masse eine Kraft auf den Inneren Teil des Messrohres (2) ermittelt, so dass die Wägeeinrichtung anhand der Kraft die in dem Inneren Teil des Messrohres (2) befindlichen Flüssigkeit (12) bestimmt.
- 25 10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei zumindest einer der beiden Rohrfederabschnitte (3, 3') einen Dehnungsmesstreifen aufweist, welcher eine Verformung auf den zumindest einen Rohrfederabschnitt ermittelt, und wobei die Wägeeinrichtung (6, 7, 8, 9)
- 30 anhand der Verformung die Masse der in dem Inneren Teil des Messrohres (2) befindlichen Flüssigkeit (12) bestimmt.
11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei in der
- 35 Auswerteeinheit (14) druckabhängige Kennlinien hinterlegt sind und die Auswerteeinheit (14) den Massendurchfluss der Flüssigkeit (12) druckabhängig ermittelt.

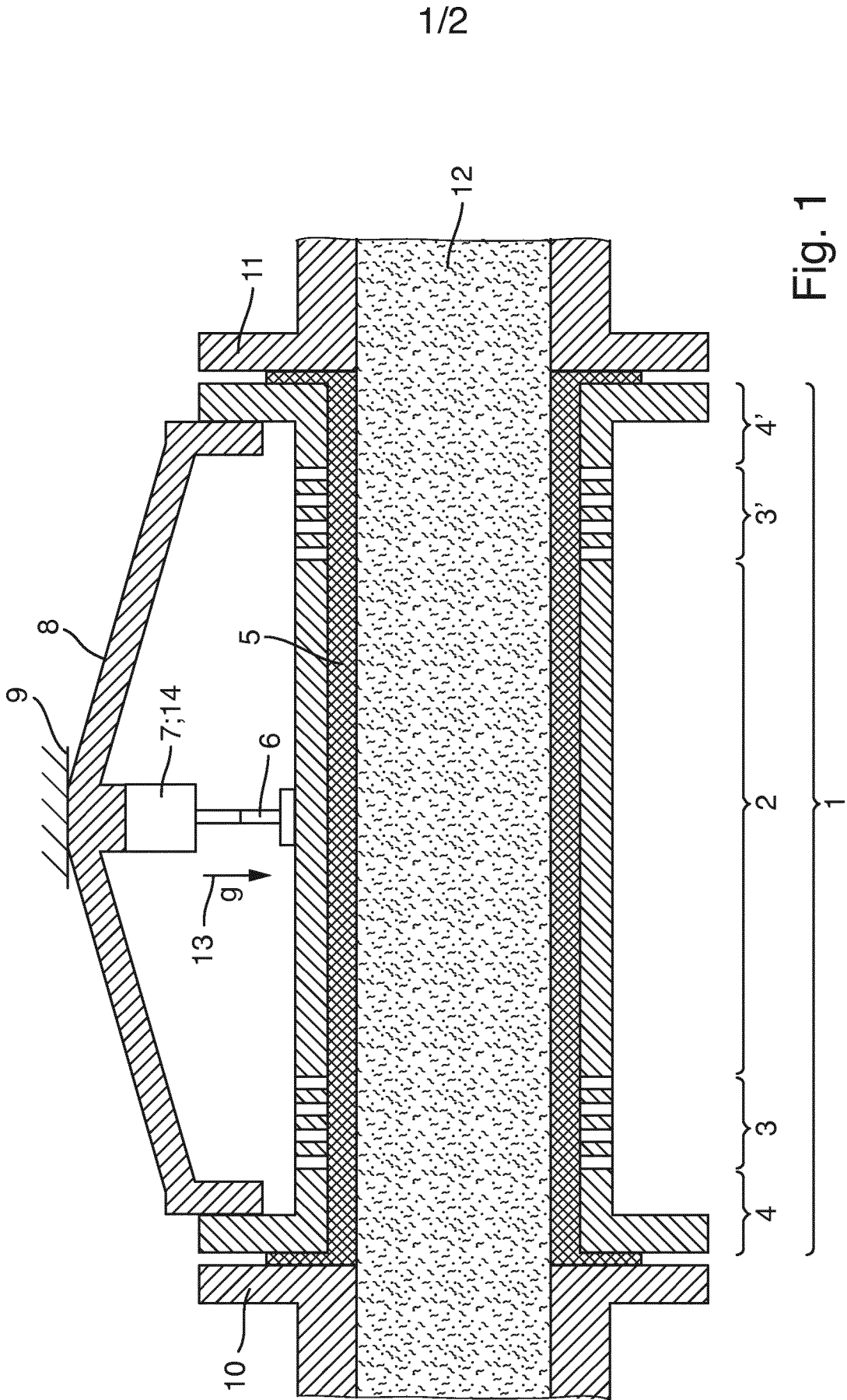


Fig. 1

2/2

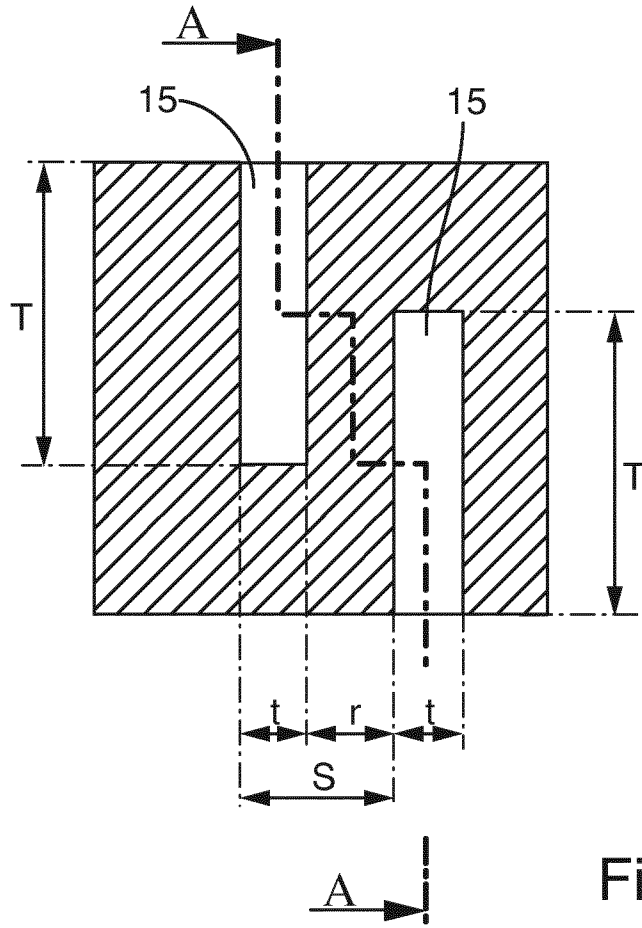


Fig. 2

Ansicht A-A

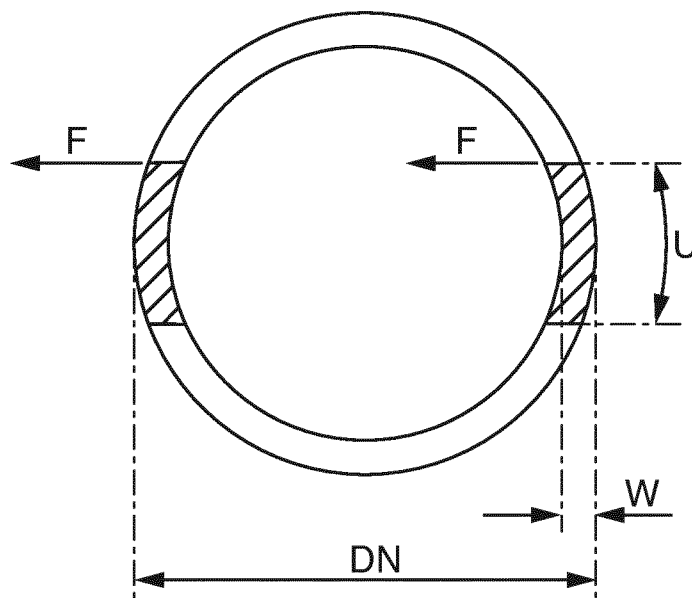


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/071600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01F1/74 G01G11/04 G01F1/84
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 G01G G01N

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	WO 01/25732 A1 (DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH [DE]; NAGEL RALF [DE]; DYBECK KLAUS [DE]) 12 April 2001 (2001-04-12) figures 1-2 claim 5 page 1, paragraph 1 -----	1
X A	WO 2009/030870 A1 (UNIV LEEDS [GB]; WANG MI [GB]) 12 March 2009 (2009-03-12) figures 3a-b,4 page 13, line 3 - line 7 -----	1,2,4-6, 8,9,11 3,7,10
X A	US 2013/008260 A1 (POLCZYNSKI ANDREW [US]) 10 January 2013 (2013-01-10) figures 1,3 paragraph [0005] ----- -/--	1 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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 15 December 2017	Date of mailing of the international search report 02/01/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Rambaud, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/071600

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 3 251 226 A (CUSHING VINCENT J) 17 May 1966 (1966-05-17) figures 1-8 -----	1-11
A	FR 2 549 220 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 18 January 1985 (1985-01-18) figures 12,14 -----	1-11
A	WO 2012/118775 A2 (BATEY ROBERT [US]) 7 September 2012 (2012-09-07) figures 3a-8 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/071600

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0125732	A1	12-04-2001	DE 19947394 A1 03-05-2001 EP 1216399 A1 26-06-2002 WO 0125732 A1 12-04-2001

WO 2009030870	A1	12-03-2009	NONE

US 2013008260	A1	10-01-2013	NONE

US 3251226	A	17-05-1966	GB 1062072 A 15-03-1967 NL 6402558 A 14-09-1964 US 3251226 A 17-05-1966

FR 2549220	A1	18-01-1985	NONE

WO 2012118775	A2	07-09-2012	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01F1/74 G01G11/04 G01F1/84 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01F G01G G01N		
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	WO 01/25732 A1 (DYNATECHNIK MESSSYSTEME GMBH [DE]; NAGEL RALF [DE]; DYBECK KLAUS [DE]) 12. April 2001 (2001-04-12) Abbildungen 1-2 Anspruch 5 Seite 1, Absatz 1 -----	1
X A	WO 2009/030870 A1 (UNIV LEEDS [GB]; WANG MI [GB]) 12. März 2009 (2009-03-12) Abbildungen 3a-b,4 Seite 13, Zeile 3 - Zeile 7 -----	1,2,4-6, 8,9,11 3,7,10
X A	US 2013/008260 A1 (POLCZYNSKI ANDREW [US]) 10. Januar 2013 (2013-01-10) Abbildungen 1,3 Absatz [0005] ----- -/--	1 5
<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" 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
15. Dezember 2017	02/01/2018	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Rambaud, Patrick	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 251 226 A (CUSHING VINCENT J) 17. Mai 1966 (1966-05-17) Abbildungen 1-8	1-11
A	----- FR 2 549 220 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 18. Januar 1985 (1985-01-18) Abbildungen 12,14	1-11
A	----- WO 2012/118775 A2 (BATEY ROBERT [US]) 7. September 2012 (2012-09-07) Abbildungen 3a-8	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/071600

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0125732	A1	12-04-2001	DE 19947394 A1 03-05-2001 EP 1216399 A1 26-06-2002 WO 0125732 A1 12-04-2001

WO 2009030870	A1	12-03-2009	KEINE

US 2013008260	A1	10-01-2013	KEINE

US 3251226	A	17-05-1966	GB 1062072 A 15-03-1967 NL 6402558 A 14-09-1964 US 3251226 A 17-05-1966

FR 2549220	A1	18-01-1985	KEINE

WO 2012118775	A2	07-09-2012	KEINE
