

(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  
29. Juni 2017 (29.06.2017)



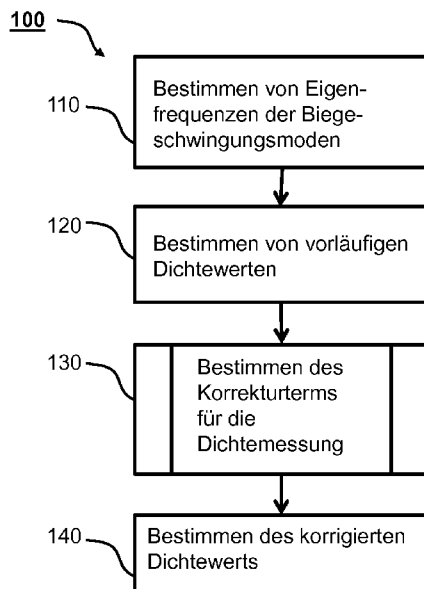
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/108283 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*G01F 1/84* (2006.01) *G01F 1/74* (2006.01)  
*G01N 9/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/077942
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
17. November 2016 (17.11.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2015 122 661.8  
23. Dezember 2015 (23.12.2015) DE
- (71) **Anmelder:** ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG  
[CH/CH]; Kägenstr. 7, 4153 Reinach (CH).
- (72) **Erfinder:** ZHU, Hao; Auenstrasse 235, 85354 Freising  
(DE). RIEDER, Alfred; Buchenstraße 9, 84032 Landshut  
(DE).
- (74) **Anwalt:** ANDRES, Angelika; Endress+Hauser  
(Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 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, JP, KE, KG, 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR DETERMINING A PHYSICAL PARAMETER OF A LIQUID CHARGED WITH GAS

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINES PHYSIKALISCHEN PARAMETERS EINER MIT GAS  
BELADENEN FLÜSSIGKEIT



**Fig. 1**

- 110 Determining resonant frequencies of the flexural vibration modes  
120 Determining previous density values  
130 Determining the correction term for the density measurement  
140 Determining the corrected density value

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for determining a physical parameter of a liquid charged with gas in the form of suspended bubbles, using a sensing element comprising a measuring tube for conducting the medium, which tube can be excited to vibrate in flexural vibration modes of differing resonant frequencies. The method comprises the following steps: determining the resonant frequency of the f1 mode and the f3 mode (110); determining previous density values (120) for the liquid charged with gas and conducted in the measuring tube, on the basis of the resonant frequencies of the f1 mode and the f3 mode; and determining a value for the sound velocity of the liquid charged with gas and conducted in the measuring tube and/or at least one correction term (130) and/or density error, which is dependent on the sound velocity and the resonant frequency of a mode, for the previous density value that was determined on the basis of the resonant frequency of the mode, in order to define a corrected density measurement value (140); or determining a correction term for a previous mass flow rate value in order to define a corrected mass flow rate measurement value on the basis of the first previous density value, the second previous density value, the resonant frequency of the f1 mode and the resonant frequency of the f3 mode.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/108283 A1

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)

---

Ein Verfahren zum Ermitteln eines physikalischen Parameters einer mit Gas in Form von suspendierten Blasen beladenen Flüssigkeit mittels eines Messaufnehmers mit einem in Biegeschwingungsmoden verschiedener Eigenfrequenz anregbaren Messrohr zum Führen des Mediums, umfasst die folgenden Schritte: Ermitteln der Eigenfrequenzen des f<sub>1</sub>-Modes und des f<sub>3</sub>-Modes (110); Ermitteln vorläufiger Dichtewerte (120) für die im Messrohr geführte mit Gas beladene Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenzen des f<sub>1</sub>-Modes und des f<sub>3</sub>-Modes; Ermitteln eines Werts für die Schallgeschwindigkeit der im Messrohr geführten mit Gas beladenen Flüssigkeit, und/oder zumindest eines von der Schallgeschwindigkeit und der Eigenfrequenz eines Modes abhängigen Korrekturterms (130) und/oder Dichtefehlers für den vorläufigen Dichtewert, der auf Basis der Eigenfrequenz des Modes ermittelt wurde, zum Bestimmen eines korrigierten Dichtemesswerts (140); bzw. eines Korrekturterms für einen vorläufigen Massedurchflusswert zum Bestimmen eines korrigierten Massedurchflussmesswerts auf Basis des ersten vorläufigen Dichtewerts, des zweiten vorläufigen Dichtewerts, der Eigenfrequenz des f<sub>1</sub>-Modes und der Eigenfrequenz des f<sub>3</sub>-Modes.

## Verfahren zum Ermitteln eines physikalischen Parameters einer mit Gas beladenen Flüssigkeit

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines physikalischen Parameters einer mit Gas beladenen Flüssigkeit mittels eines Messaufnehmers mit mindestens einem Messrohr zum Führen der mit Gas beladenen Flüssigkeit, wobei das Messrohr einen einlasseitigen Endabschnitt und einen auslasseitigen Endabschnitt aufweist, wobei der Messaufnehmer mindestens eine einlasseitige Fixiervorrichtung und eine auslasseitige Fixiervorrichtung aufweist, mit denen das Messrohr jeweils in einen der Endabschnitte fixiert ist, wobei das Messrohr zwischen den beiden Fixiervorrichtungen zu Schwingungen anregbar ist, wobei aus dem Schwingungsverhalten des Messrohrs Massedurchfluss und Dichte der mit Gas beladenen Flüssigkeit bestimmbar sind. Die Messwerte für Massedurchfluss und Dichte weisen jedoch Querempfindlichkeiten zur Schallgeschwindigkeit bzw. Kompressibilität der mit Gas beladenen Flüssigkeit auf, welche mit zunehmender Gasbeladung steigt. Eine Kompensation dieser Querempfindlichkeiten ist daher erwünscht.

Aus der Veröffentlichung WO 01/01086 A1 ein Verfahren zur Kompressibilitätskompensation bei der Massedurchflussmessung in einem Coriolis Massedurchflussmesser offenbart, Dabei wird eine jeweils eine Massedurchflussmessung bei zwei unterschiedlichen Moden durchgeführt, von denen einer ein Biegeschwingungsmodus und ein anderer ein Radialmodus ist. Aus dem Vergleich der Massedurchflusswerte die mittels dieser beiden Moden ermittelt werden. Dies ist jedoch insofern ein problematischer Ansatz, als die Radialmodeschwingungen erhebliche Abhängigkeit vom Strömungsprofil und vom statischen Druck aufweisen zudem sind mehr Sensoren als die üblichen zwei erforderlich, um sowohl Biegeschwingungen als auch Radialmodeschwingungen erfassen zu können. Gleichermaßen ist eine komplexere Erregerstruktur erforderlich. Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Messverfahren mit einer robusteren und zugleich einfacheren Kompensation von Querempfindlichkeiten gegenüber Kompressibilität bzw. Schallgeschwindigkeit bereitzustellen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Verfahren gemäß dem unabhängigen Patentanspruch.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Verfahren zum Ermitteln eines physikalischen Parameters einer mit Gas beladenen Flüssigkeit, wobei das Gas insbesondere in Form von suspendierten Blasen in der Flüssigkeit vorliegt, mittels eines Messaufnehmers mit mindestens einem Messrohr zum Führen der mit Gas beladenen

Flüssigkeit, wobei das Messrohr jeweils einen einlassseitigen Endabschnitt und einen auslassseitigen Endabschnitt aufweist, wobei der Messaufnehmer mindestens eine einlassseitige Fixiervorrichtung und eine auslassseitige Fixiervorrichtung aufweist, mit denen das Messrohr jeweils in einen der Endabschnitte fixiert ist, wobei das Messrohr

5 zwischen den beiden Fixiervorrichtungen zu Biegeschwingungen verschiedener Moden mit unterschiedlichen Eigenfrequenzen anregbar ist, von denen ein f1-Mode keinen Schwingungsknoten zwischen den Fixiervorrichtungen aufweist, und wobei ein f3-Mode zwei Schwingungsknoten zwischen den Fixiervorrichtungen aufweist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist: Ermitteln der Eigenfrequenz des f1-Modes

10 und des f3-Modes; Ermitteln eines ersten vorläufigen Dichtewerts für die im Messrohr geführte mit Gas beladene Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenz des f1-Modes; Ermitteln eines zweiten vorläufigen Dichtewerts für die im Messrohr geführte mit Gas beladene Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenz des f3-Modes; Ermitteln eines Werts für die Schallgeschwindigkeit der im Messrohr geführten mit Gas beladenen Flüssigkeit,

15 und/oder zumindest eines von der Schallgeschwindigkeit und der Eigenfrequenz eines Moden abhängigen Korrekturterms und/oder Dichtefehlers für den vorläufigen Dichtewert, der auf Basis der Eigenfrequenz des Modes ermittelt wurde, zum Bestimmen eines korrigierten Dichtemesswerts; und/oder eines Korrekturterms für einen vorläufigen Massedurchflusswert zum Bestimmen eines korrigierten Massedurchflussmesswerts auf

20 Basis des ersten vorläufigen Dichtewerts, des zweiten vorläufigen Dichtewerts, der Eigenfrequenz des f1-Modes und der Eigenfrequenz des f3-Modes.

Suspendierte Blasen sind insbesondere solche Blasen deren Größe nicht mehr als das dreifache einer Eindringtiefe beträgt, welche von der kinematischen Viskosität der Flüssigkeit und der Eigenfrequenz des f1-Modes abhängt.

25 In erster Näherung kann der Zusammenhang eines vorläufigen Dichtewerts  $\rho_i$  einer mit Gas beladenen Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenz  $f_i$  eines  $f_i$ -Moden beschrieben werden als:

$$\rho_i = c_{0i} + c_{1i} \frac{1}{f_i^2} + c_{2i} \frac{1}{f_i^4},$$

wobei  $c_{0i}$ ,  $c_{1i}$ , und  $c_{2i}$ , modenabhängige Koeffizienten sind.

30 Die obige Näherung berücksichtigt jedoch nicht die Einflüsse der schwingenden mit Gas beladenen Flüssigkeit im Messrohr. Je näher die Resonanzfrequenz der schwingenden mit Gas beladenen Flüssigkeit an der Eigenfrequenz eines Biegeschwingungsmodes liegt, um so stärker ist die Beeinflussung der Eigenfrequenz.

Da die Resonanzfrequenz der mit Gas beladenen Flüssigkeit gewöhnlich oberhalb der Eigenfrequenz der Messrohre liegt, ist der Einfluss auf den f3-Biegeschwingungsmodus größer als der Einfluss auf den f1-Biegeschwingungsmodus. Dies führt zu unterschiedlichen vorläufigen modenspezifischen Dichtewerten, wobei das Verhältnis  
 5 zwischen den vorläufigen Dichtewerten die Möglichkeit eröffnet, den Einfluss der schwingenden mit Gas beladenen Flüssigkeit zu ermitteln und zu korrigieren.

Die Resonanzfrequenz der schwingenden mit Gas beladenen Flüssigkeit hängt von deren Schallgeschwindigkeit ab. In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein modenspezifischer Korrekturterm  $K_i$  für einen vorläufigen Dichtewert daher eine Funktion eines  
 10 Quotienten aus der Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit und der Eigenfrequenz des Modes, mit dem der vorläufige Dichtemesswert ermittelt wurde.

In einer Weiterbildung der Erfindung wird die Schallgeschwindigkeit  $c$  der mit Gas beladenen Flüssigkeit bestimmt, indem der Schallgeschwindigkeitswert gesucht wird, bei dem der Quotient des ersten Korrekturterms für den ersten vorläufigen Dichtewert geteilt durch den zweiten Korrekturterm für den zweiten vorläufigen Dichtewert, dem  
 15 Quotienten des ersten vorläufigen Dichtewerts geteilt durch den zweiten vorläufigen Dichtewert entspricht. Welche mathematische Vorgehensweise hierbei zum Einsatz kommt, ist nachrangig.

In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Korrekturterm  $K_i$  für die vorläufigen  
 20 Dichtewerte  $\rho_i$  auf Basis des der Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes folgende Form auf:

$$K_i := \left( 1 + \frac{r}{\left(\frac{g \cdot c}{f_i}\right)^2 - b} \right),$$

wobei

$$\rho_{corr} := \frac{\rho_i}{K_i}$$

wobei  $r$  und  $g$  gasunabhängige Konstanten sind,  $c$  die Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit ist,  $f_i$  die Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes ist,  $\rho_{corr}$  die  
 25 korrigierte Dichte ist, und  $b$  eine Skalierungskonstante ist, wobei insbesondere gilt:  $r/b < 1$ , insbesondere  $r/b < 0,9$ , und/oder  $b = 1$ .

In einer Weiterbildung der Erfindung wird ist in der obigen Gleichung  $g$  vom Durchmesser des Messrohrs abhängiger Proportionalitätsfaktor zwischen einer Resonanzfrequenz  $f_{res}$  der mit Gas beladenen Flüssigkeit und der Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit, wobei gilt:

$$f_{res} = g \cdot c$$

- 5 In einer Weiterbildung der Erfindung werden die vorläufigen Dichtewerte auf Basis der Eigenfrequenz des des  $f_i$ -Modes mittels eines Polynoms in  $1/f_i$ , insbesondere in  $(1/f_i)^2$  bestimmt, wobei die Koeffizienten des Polynoms modenabhängig sind.

In einer Weiterbildung der Erfindung gilt für einen Dichtefehler  $E_{\rho i}$  eines vorläufigen Dichtewerts auf Basis der Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes:

10 
$$E_{\rho i} := K_i - 1,$$

wobei ein Massedurchflussfehler  $E_m$  eines vorläufigen Massedurchflusswerts proportional zu dem Dichtefehler  $E_{\rho 1}$  des ersten vorläufigen Dichtewerts ist, also:

$$E_m := k \cdot E_{\rho 1},$$

- wobei der Proportionalitätsfaktor  $k$  nicht weniger als 1,5 beispielsweise nicht  
 15 weniger als 1,8 und insbesondere nicht weniger als 1,9 beträgt, wobei der Proportionalitätsfaktor  $k$  nicht mehr als 3, beispielsweise nicht mehr als 2,25 und insbesondere nicht mehr als 2,1 beträgt. In einer derzeit bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Proportionalitätsfaktor  $k = 2$ .

Für einen Korrekturterm  $K_m$  für den Massendurchfluss gilt:

20 
$$K_m := 1 + E_m,$$

wobei der korrigierte Massendurchfluss  $\dot{m}_{corr}$  ermittelt wird als

$$\dot{m}_{corr} := \frac{\dot{m}_v}{K_m}, \text{ und}$$

wobei  $\dot{m}_v$  der vorläufige Massedurchflusswert ist.

- In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren weiterhin die  
 25 folgenden Schritte:

Bestimmen einer Abweichung zwischen dem ersten vorläufigen Dichtewert auf Basis der Eigenfrequenz des f1-Modes und dem zweiten vorläufigen Dichtewert auf Basis der Eigenfrequenz des f3-Modes; Prüfen, ob die Abweichung größer ist als ein Referenzwert; und, wenn dies der Fall ist: Ermitteln und ggfs. Ausgeben eines Werts für die Schallgeschwindigkeit.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Referenzwert für die Abweichung der Dichtewerte so gewählt, dass die Schallgeschwindigkeit mit einem statistischen Fehler von nicht mehr als 10%, insbesondere nicht mehr als 5% und bevorzugt nicht mehr als 2% bestimmt werden kann.

10 In einer Weiterbildung der Erfindung beträgt der Referenzwert nicht weniger als  $0.2 \text{ kg/m}^3$  insbesondere nicht weniger als  $0.4 \text{ kg/m}^3$ , wobei der Referenzwert weiterhin nicht mehr als  $2 \text{ kg/m}^3$  beispielsweise nicht mehr als  $1 \text{ kg/m}^3$ , und insbesondere nicht mehr als  $0,6 \text{ kg/m}^3$  beträgt.

15 In einer Weiterbildung der Erfindung wird das Verfahren insbesondere dann eingesetzt, wenn die im Messrohr schwingende, mit Gas beladene Flüssigkeit eine Resonanzfrequenz aufweist, die nicht mehr als das 20-fache der Eigenfrequenz des f1-Modes des Messrohrs beträgt.

20 In einer Weiterbildung der Erfindung wird das Verfahren dann eingesetzt, wenn die suspendierten Blasen einen Radius  $r$  aufweisen, der nicht mehr als das Fünffache, insbesondere nicht mehr als das Dreifache einer Eindringtiefe  $\delta$  beträgt, welche gegeben ist als

$$\delta = (v/(\pi * f_1))^{1/2},$$

wobei  $v$  die kinematische Viskosität der Flüssigkeit und  $f_1$  die Eigenfrequenz des f1-Modes ist.

25 Die Eindringtiefe  $\delta$  beschreibt die Reichweite eines Strömungsfeldes aufgrund von Relativbewegungen einer suspendierten Blase gegenüber der sie umgebenden Flüssigkeit. Bei kleinen Radien wirken sich suspendierte Blasen im wesentlichen auf die Kompressibilität aus, während bei Radien, welche die Eindringtiefe deutlich übersteigen,

zusätzliche Effekte auftreten, welche die Genauigkeit der erfindungsgemäßen Korrekturen beeinträchtigen.

Die Erfindung wird nun anhand des in den Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispiels näher erläutert.

5 Es zeigt:

Fig. 1: Ein Flussdiagramm für ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: Ein Flussdiagramm für ein Detail des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

10 Fig. 3: Ein Diagramm zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Verhältnis der Dichtemesswerte und der Schallgeschwindigkeit;

Fig. 4: Ein Diagramm zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen einem Dichtekorrekturwert und der Schallgeschwindigkeit;

15 Fig. 5a: Ein Diagramm zur Darstellung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Schallgeschwindigkeitswerten; und

Fig. 5b: Ein Diagramm zur Darstellung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Dichtewerten.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens 100 zum Bestimmen eines Dichtewertes beginnt in einem Schritt 110 die  
 20 Bestimmung der Eigenfrequenzen des f1-Biegeschwingungsmodes und des f3-Biegeschwingungsmodes. Hierzu können der f1-Biegeschwingungsmode und der f3-Biegeschwingungsmode insbesondere gleichzeitig angeregt werden. Durch Maximieren des Verhältnisses von der Schwingungsamplitude zur modenspezifischen Erregerleistung durch Variieren der Anregungsfrequenzen können die gesuchten  
 25 Eigenfrequenzen ermittelt werden.

Anhand der ermittelten Eigenfrequenzen  $f_i$  werden in einem Schritt 120 vorläufige Dichtewerte  $\rho_1$  und  $\rho_3$  bestimmt als:

$$\rho_i = c_{0i} + c_{1i} \frac{1}{f_i^2} + c_{2i} \frac{1}{f_i^4},$$

wobei  $c_{0i}$ ,  $c_{1i}$ , und  $c_{2i}$ , modenabhängige Koeffizienten sind.

In einem Schritt 130, der weiter unten anhand von Fig. 2 bis 4 näher erläutert wird, erfolgt die Bestimmung eines Korrekturterms für die Dichtemessung.

Schließlich wird in einem Schritt 140 mittels des Korrekturterms ein korrigierter  
5 Dichtewert bestimmt.

Wie in Fig. 2 dargestellt umfasst der Schritt 130 zum Bestimmen des Korrekturterms zunächst in einem Schritt 132 das Berechnen des Verhältnisses  $V$  der vorläufigen Dichtewerte, also beispielsweise die Division der vorläufigen Dichtewerte  $\rho_1$  und  $\rho_3$  zu  $V := \rho_1 / \rho_3$ .

10 Anschließend wird in einem Schritt 132 die Schallgeschwindigkeit  $c$  bestimmt, welche bei den gemessenen Eigenfrequenzen der Biegeschwingungsmoden zu dem berechneten Verhältnis  $V$  der vorläufigen Dichtewerte führt:

$$\frac{\left(1 + \frac{r}{\left(\frac{g \cdot c}{f_1}\right)^2 - b}\right)}{\left(1 + \frac{r}{\left(\frac{g \cdot c}{f_3}\right)^2 - b}\right)} = V$$

wobei  $r$  etwa 0,84,  $b=1$  und  $g$  ein messrohrabhängiger Proportionalitätsfaktor zwischen Schallgeschwindigkeit und Resonanzfrequenz ist, der beispielsweise einen  
15 Wert von 10/m annehmen kann.

In Fig. 3 ist die Schallgeschwindigkeit als Funktion des Verhältnisses  $V$  der vorläufigen Dichtewerte für zwei verschiedene Wertepaare von Eigenfrequenzen der Biegeschwingungsmoden dargestellt. Wobei die durchgezogene Linie für  $f_1=200$  Hz und  $f_3=900$  Hz gilt und die gestrichelte Linie für  $f_1=210$  Hz und  $f_3=950$  Hz. So erfüllt  
20 beispielsweise bei  $f_1=200$  Hz und  $f_3=900$  Hz eine Schallgeschwindigkeit von etwa  $c=360$  m/s die Bedingung  $V=0,95$  für  $f_1=200$  Hz und  $f_3=900$  Hz.

Anhand der ermittelten Schallgeschwindigkeit wird dann im Schritt 133 des Verfahrens in Fig. 2 ein modenspezifischer Korrekturterm  $K_i$  berechnet gemäß:

$$K_i := \left( 1 + \frac{r}{\left(\frac{g \cdot c}{f_i}\right)^2 - 1} \right).$$

Der vorläufige Dichtewert  $\rho_i$  wird schließlich im Schritt 140 des Verfahrens in Fig. 1 berechnet gemäß:

$$\rho_{corr} := \frac{\rho_i}{K_i}$$

Der vorläufige Dichtewert  $\rho_i$  wird also durch den Korrekturterm  $K_i$  geteilt, um den korrigierten Dichtewert  $\rho_{corr}$  zu erhalten.

In Fig. 4 ist der im Schritt 133 ermittelte Korrekturterm  $K_i$  für den f1 Mode bei einer Eigenfrequenz von  $f_1 = 200$  Hz dargestellt. Nach der in Schritt 132 ermittelten Schallgeschwindigkeit von  $c = 360$  m/s wäre der vorläufige Dichtewert auf Basis der Eigenfrequenz des f1-Biegeschwingungsmodes etwa um 0,26% zu groß. Der vorläufige Dichtewert ist also durch den Korrekturterm 1,0026 zu teilen um den einen korrigierten Dichtewert zu erhalten.

In Fig. 5a sind Ergebnisse für die erfindungsgemäße Bestimmung der Schallgeschwindigkeit von Salzwasser in Abhängigkeit vom Gasblasenanteil (GVF nach dem Englischen Gas Void Fraction) dargestellt. Während des Experiments nahm die Eigenfrequenz des f1-Modes dabei mit zunehmendem Gasblasenanteil von etwa 177,3 Hz auf etwa 174,5 Hz ab, während die Eigenfrequenz des f3-Modes von etwa 1088,8 Hz auf etwa 1015 Hz fiel.

In Fig. 5b sind schließlich Ergebnisse für die erfindungsgemäße Bestimmung des Massedurchflusses mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens bei verschiedenen Werten für den Gasblasenanteil gezeigt, wobei die jeweiligen Korrekturterme zur Korrektur der vorläufigen Massedurchflusswerte auf Basis der in Fig. 5a dargestellten Schallgeschwindigkeitswerte ermittelt wurden. Die Quadrate beschreiben den Fehler für die unkorrigierten Werte, während die Dreiecke den Fehler für die erfindungsgemäß korrigierten Werte darstellen.

Um die Korrekturterme für einen vorläufigen Massedurchflussmesswert eines Coriolis-Massedurchflussmessgerätes, können aus dem Korrekturtermen für die Dichte bestimmt werden als, indem aus dem Korrekturterm  $K_i$  für die Dichte der zunächst der Dichtefehler  $E_{\rho_i}$  bestimmt wird:

$$E_{\rho i} := K_i - 1,$$

Der Massedurchflussfehler  $E_m$  zur Korrektur eines vorläufigen Massedurchflusswerts beträgt insbesondere das Doppelte  $E_{\rho 1}$  des ersten vorläufigen Dichtefehlers  $E_{\rho 1}$ , also:

$$5 \quad E_m := 2 \cdot E_{\rho 1}.$$

Gleichermaßen kann der Massedurchflussfehler  $E_m$  berechnet werden als:

$$E_m := 2 \cdot \left( \frac{r}{\left( \frac{g \cdot c}{f_i} \right)^2 - 1} \right).$$

Für einen Korrekturterm  $K_m$  für den Massendurchfluss gilt:

$$10 \quad K_m := 1 + E_m,$$

wobei der korrigierte Massendurchfluss  $\dot{m}_{\text{corr}}$  ermittelt wird als

$$\dot{m}_{\text{corr}} := \frac{\dot{m}_v}{K_m}, \text{ und}$$

wobei  $\dot{m}_v$  ein vorläufiger Massedurchflusswert ist, der sich aus der Phasendifferenz zwischen den Signalen zweier symmetrisch am Messrohr angeordneter Schwingungssensoren und einem Kalibrierfaktor ergibt.

15

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines physikalischen Parameters einer Flüssigkeit, welche eine Gasbeladung aufweist, wobei das Gas insbesondere in Form von suspendierten Blasen in der Flüssigkeit vorliegt, mittels eines Messaufnehmers mit  
5 mindestens einem Messrohr zum Führen des Mediums,

wobei das mindestens eine Messrohr ein einlassseitigen Endabschnitt und einen auslassseitigen Endabschnitt aufweist,

wobei der Messaufnehmer mindestens eine einlassseitige Fixiervorrichtung und eine auslassseitige Fixiervorrichtung aufweist, mit denen das Messrohr jeweils in einen  
10 der Endabschnitte fixiert ist, wobei das Messrohr zwischen den beiden Fixiervorrichtungen zu Biegeschwingungen verschiedener Moden mit unterschiedlichen Eigenfrequenzen anregbar ist, von denen ein f1-Mode keinen Schwingungsknoten zwischen den Fixiervorrichtungen aufweist, und wobei ein f3-Mode zwei Schwingungsknoten zwischen den Fixiervorrichtungen aufweist,

15 wobei das Verfahren (100) die folgenden Schritte umfasst:

Ermitteln der Eigenfrequenz des f1-Modes und des f3-Modes (110);

Ermitteln eines ersten vorläufigen Dichtewerts für die im Messrohr geführte gasbeladene Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenz des f1-Modes (120);

20 Ermitteln eines zweiten vorläufigen Dichtewerts für die im Messrohr geführte gasbeladene Flüssigkeit auf Basis der Eigenfrequenz des f3-Modes (120);

Ermitteln eines Werts für die Schallgeschwindigkeit der im Messrohr lüssigkeit, und/oder zumindest eines von der Schallgeschwindigkeit und der Eigenfrequenz eines Modes abhängigen Korrekturterms (130) und/oder Dichtefehlers für den vorläufigen Dichtewert, der auf Basis der Eigenfrequenz des Modes ermittelt wurde, zum Bestimmen  
25 eines korrigierten Dichtemesswerts (140); und/oder eines Korrekturterms für einen vorläufigen Massedurchflusswert zum Bestimmen eines korrigierten Massedurchflussmesswerts auf Basis des ersten vorläufigen Dichtewerts, des zweiten vorläufigen Dichtewerts, der Eigenfrequenz des f1-Modes und der Eigenfrequenz des f3-Modes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Korrekturterm  $K_i$  für einen vorläufigen Dichtewert eine Funktion eines Quotienten aus der Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit und der Eigenfrequenz des Modes ist, mit dem der vorläufige Dichtemesswert ermittelt wurde.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schallgeschwindigkeit  $c$  der mit Gas beladenen Flüssigkeit bestimmt wird, indem der Schallgeschwindigkeitswert gesucht wird, bei dem der Quotient des ersten Korrekturterms für den ersten vorläufigen Dichtewert geteilt durch den zweiten Korrekturterm für den zweiten vorläufigen Dichtewert, dem Quotienten des ersten vorläufigen Dichtewerts geteilt durch den zweiten vorläufigen Dichtewert entspricht.

10

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Korrekturterm  $K_i$  für die vorläufigen Dichtewerte  $\rho_i$  auf Basis des der Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes folgende Form aufweist:

15

$$K_i := \left( 1 + \frac{r}{\left(\frac{gc}{f_i}\right)^2 - b} \right),$$

wobei

$$\rho_{corr} := \frac{\rho_i}{K_i}$$

wobei  $r$  und  $g$  gasunabhängige Konstanten sind,  $c$  die Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit ist,  $f_i$  die Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes ist,  $\rho_{corr}$  die korrigierte Dichte ist, und  $b$  eine Skalierungskonstante ist.

20

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei gilt:

$r/b < 1$ , insbesondere  $r/b < 0,9$ .

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei  $b = 1$ .

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei  $g$  vom Durchmesser des Messrohrs abhängiger Proportionalitätsfaktor zwischen einer Resonanzfrequenz  $f_{res}$  der mit Gas beladenen Flüssigkeit und der Schallgeschwindigkeit der mit Gas beladenen Flüssigkeit ist, wobei gilt:

$$f_{res} = g \cdot c$$

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die vorläufigen Dichtewerte auf Basis der Eigenfrequenz des des  $f_i$ -Modes mittels eines Polynoms in  $1/f_i$ , insbesondere in  $(1/f_i)^2$  bestimmt werden, wobei die Koeffizienten des Polynoms modenabhängig sind.

9. Verfahren nach Anspruch 4, wobei für einen Dichtefehler  $E_{\rho i}$  eines vorläufigen Dichtewerts auf Basis der Eigenfrequenz des  $f_i$ -Modes gilt:

$$E_{\rho i} := K_i - 1,$$

wobei ein Massedurchflussfehler  $E_m$  eines vorläufigen Massedurchflusswerts proportional zu dem Dichtefehler  $E_{\rho 1}$  des ersten vorläufigen Dichtewerts ist, also:

$$E_m := k \cdot E_{\rho 1},$$

wobei der Proportionalitätsfaktor  $k$  nicht weniger als 1,5, beispielsweise nicht weniger als 1,8 und insbesondere nicht weniger als 1,9 beträgt,

wobei der Proportionalitätsfaktor  $k$  nicht mehr als 3, beispielsweise nicht mehr als 2,25 und insbesondere nicht mehr als 2,1 beträgt,

wobei für den Korrekturterm  $K_m$  für den Massendurchfluss gilt:

$$K_m := 1 + E_m,$$

wobei der korrigierte Massendurchfluss  $\dot{m}_{\text{corr}}$  ermittelt wird als

$$\dot{m}_{\text{corr}} := \frac{\dot{m}_v}{K_m},$$

wobei  $\dot{m}_v$  der vorläufige Massedurchflusswert ist.

5

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren weiterhin die folgenden Schritte umfasst:

Bestimmen einer Abweichung zwischen dem ersten vorläufigen Dichtewert auf Basis der Eigenfrequenz des f1-Modes und dem zweiten vorläufigen Dichtewert auf Basis der Eigenfrequenz des f3-Modes;

Prüfen, ob die Abweichung größer ist als ein Referenzwert; und,

wenn dies der Fall ist: Ermitteln und ggfs. Ausgeben eines Werts für die Schallgeschwindigkeit.

15

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Referenzwert für die Abweichung der Dichtewerte so gewählt ist, dass die Schallgeschwindigkeit mit einem statistischen Fehler von nicht mehr als 10%, insbesondere nicht mehr als 5% und bevorzugt nicht mehr als 2% bestimmt werden kann.

20

12. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei der Referenzwert nicht weniger als  $0.2 \text{ kg/m}^3$  insbesondere nicht weniger als  $0.4 \text{ kg/m}^3$  beträgt,

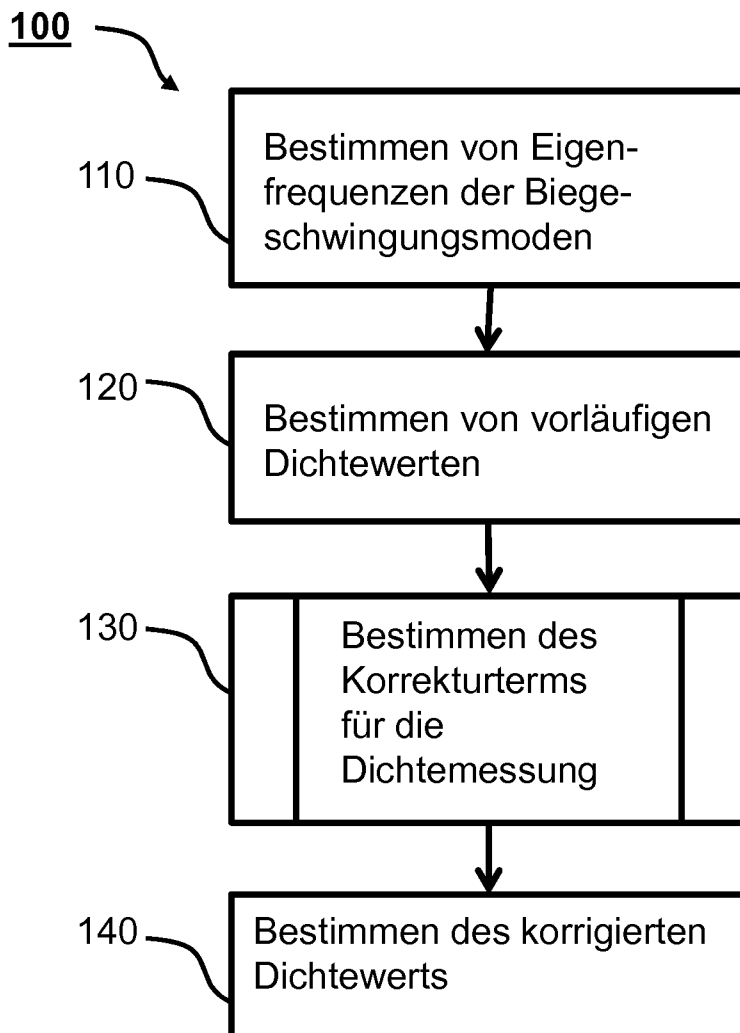
wobei der Referenzwert nicht mehr als  $2 \text{ kg/m}^3$  beispielsweise nicht mehr als  $1 \text{ kg/m}^3$ , und insbesondere nicht mehr als  $0,6 \text{ kg/m}^3$  beträgt.

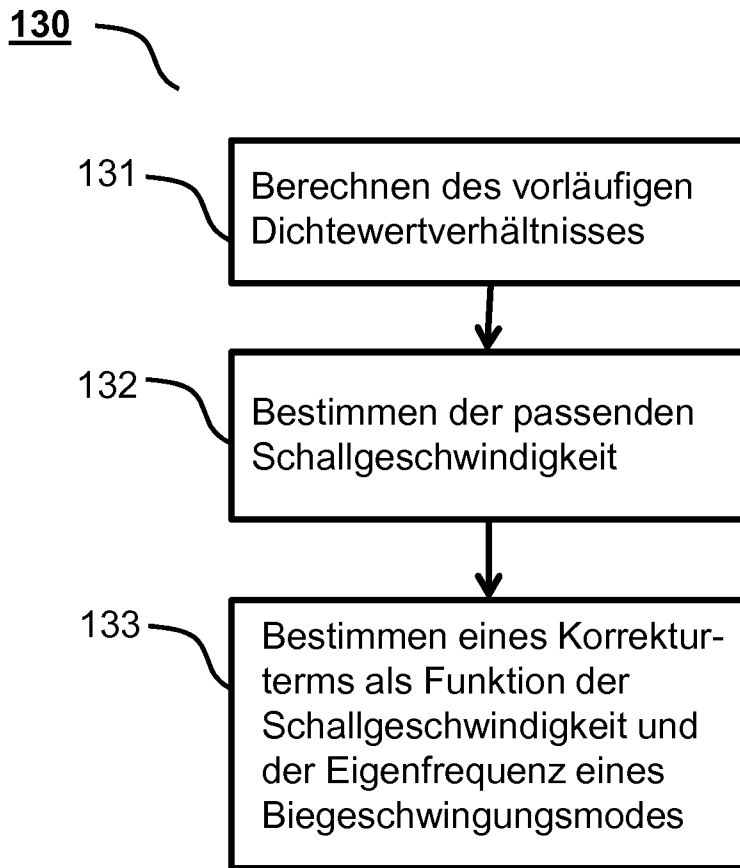
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die im Messrohr schwingende, mit Gas beladene Flüssigkeit eine Resonanzfrequenz aufweist,  
5 die nicht mehr als das 20-fache der Eigenfrequenz des f1-Modes des Messrohrs beträgt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die suspendierten Blasen einen Radius  $r$  aufweisen, der nicht mehr als das Fünffache, insbesondere nicht mehr als das Dreifache einer Eindringtiefe  $\delta$  betragen, welche gegeben ist als

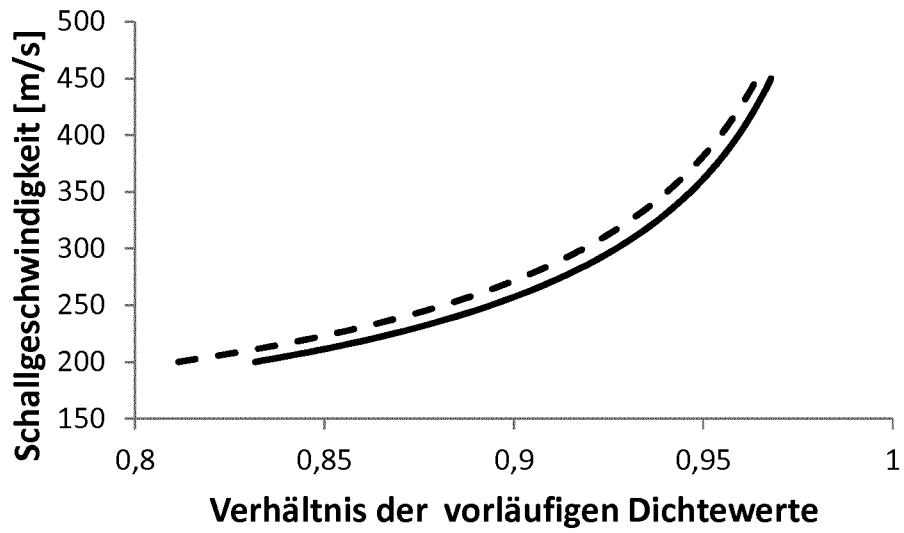
10 
$$\delta = (v/(\pi \cdot f_1))^{1/2},$$

wobei  $v$  die kinematische Viskosität der Flüssigkeit ist.

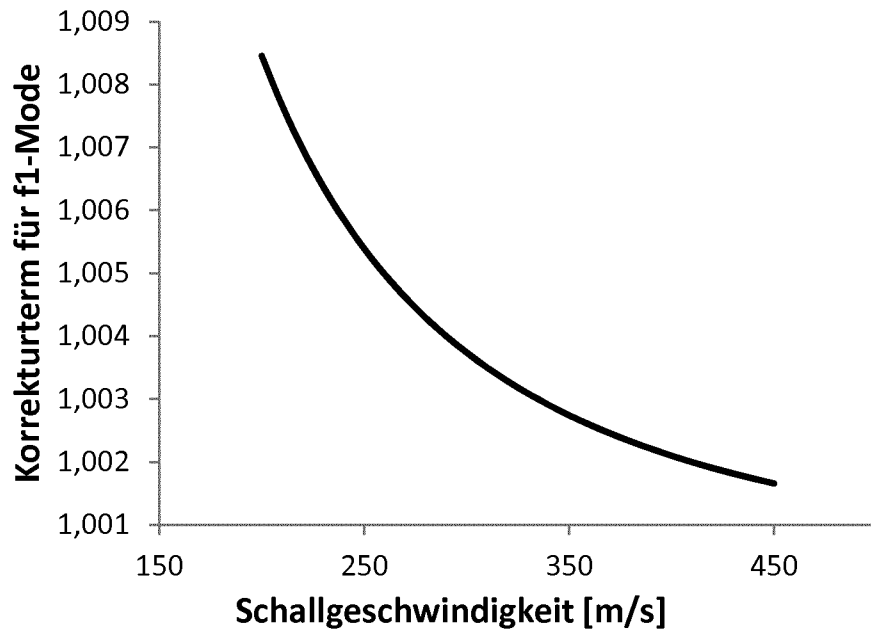
**1/4****Fig. 1**

**2/4****Fig. 2**

# 3/4



**Fig. 3**



**Fig. 4**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/077942

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01F1/84 G01N9/00  
ADD. G01F1/74

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 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/264385 A1 (WEINSTEIN JOEL [US] ET AL) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraphs [0002], [0003], [0126] - [0128]; figures 1,2 paragraphs [0142], [0143], [0173]	1-3,8, 10-14
A	WO 01/01086 A1 (DIRECT MEASUREMENT CORP [US]) 4 January 2001 (2001-01-04) cited in the application page 14	1-14
A	EP 1 190 221 B1 (ABB INSTRUMENTATION LTD [GB]) 17 March 2004 (2004-03-17) paragraphs [0009], [0065], [0086]; figure 4	1-14
	----- -/--	

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  7 February 2017	Date of mailing of the international search report  17/02/2017
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  Bourhis, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/077942

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 4 262 523 A (STANSFELD JAMES W) 21 April 1981 (1981-04-21) column 2, line 37 - line 43 -----	8
A	US 2011/023626 A1 (WEINSTEIN JOEL [US]) 3 February 2011 (2011-02-03) paragraphs [0012], [0136] - [0140] -----	13,14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/077942

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2011264385	A1	27-10-2011	AR 074091 A1	22-12-2010
			AU 2008363999 A1	20-05-2010
			BR PI0823229 A2	16-06-2015
			CA 2743507 A1	20-05-2010
			CN 102216739 A	12-10-2011
			EP 2366098 A1	21-09-2011
			JP 2012508377 A	05-04-2012
			KR 20110079919 A	11-07-2011
			KR 20130055704 A	28-05-2013
			KR 20140093743 A	28-07-2014
			RU 2011123896 A	20-12-2012
			US 2011264385 A1	27-10-2011
			WO 2010056244 A1	20-05-2010
WO 0101086	A1	04-01-2001	AU 5898000 A	31-01-2001
			EP 1194751 A1	10-04-2002
			US 6502466 B1	07-01-2003
			WO 0101086 A1	04-01-2001
EP 1190221	B1	17-03-2004	AT 262164 T	15-04-2004
			AU 772475 B2	29-04-2004
			DE 60009065 D1	22-04-2004
			DE 60009065 T2	31-03-2005
			DK 1190221 T3	19-07-2004
			EP 1190221 A1	27-03-2002
			ES 2215666 T3	16-10-2004
			GB 2350426 A	29-11-2000
			PT 1190221 E	31-08-2004
			US 6763730 B1	20-07-2004
			WO 0071979 A1	30-11-2000
US 4262523	A	21-04-1981	DE 2852572 A1	13-06-1979
			FR 2411404 A1	06-07-1979
			JP S5486371 A	09-07-1979
			NL 7811939 A	12-06-1979
			US 4262523 A	21-04-1981
US 2011023626	A1	03-02-2011	AR 071525 A1	23-06-2010
			AR 071606 A1	30-06-2010
			AR 071607 A1	30-06-2010
			AU 2009243118 A1	05-11-2009
			AU 2009243120 A1	05-11-2009
			AU 2009243121 A1	05-11-2009
			BR PI0911470 A2	13-12-2016
			BR PI0911471 A2	25-10-2016
			CA 2722694 A1	05-11-2009
			CA 2723047 A1	05-11-2009
			CA 2723089 A1	05-11-2009
			CN 102016520 A	13-04-2011
			CN 102016521 A	13-04-2011
			CN 102016522 A	13-04-2011
			EP 2286187 A1	23-02-2011
			EP 2286188 A1	23-02-2011
			EP 2286189 A1	23-02-2011
			HK 1156099 A1	21-02-2014
			HK 1156100 A1	19-07-2013
			HK 1156102 A1	07-03-2014
			JP 5723267 B2	27-05-2015

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/077942

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 5723268 B2	27-05-2015
		JP 5896738 B2	30-03-2016
		JP 2011520104 A	14-07-2011
		JP 2011520105 A	14-07-2011
		JP 2011520106 A	14-07-2011
		JP 2015132614 A	23-07-2015
		KR 20100132558 A	17-12-2010
		KR 20110003392 A	11-01-2011
		KR 20110005296 A	17-01-2011
		RU 2010149047 A	10-06-2012
		RU 2010149048 A	10-06-2012
		RU 2010149054 A	10-06-2012
		US 2011023625 A1	03-02-2011
		US 2011023626 A1	03-02-2011
		US 2011036179 A1	17-02-2011
		WO 2009134827 A1	05-11-2009
		WO 2009134829 A1	05-11-2009
		WO 2009134830 A1	05-11-2009

---

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01F1/84 G01N9/00  
 ADD. G01F1/74

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01F 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

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/264385 A1 (WEINSTEIN JOEL [US] ET AL) 27. Oktober 2011 (2011-10-27) Absätze [0002], [0003], [0126] - [0128]; Abbildungen 1,2 Absätze [0142], [0143], [0173]	1-3,8, 10-14
A	WO 01/01086 A1 (DIRECT MEASUREMENT CORP [US]) 4. Januar 2001 (2001-01-04) in der Anmeldung erwähnt Seite 14	1-14
A	EP 1 190 221 B1 (ABB INSTRUMENTATION LTD [GB]) 17. März 2004 (2004-03-17) Absätze [0009], [0065], [0086]; Abbildung 4	1-14
	----- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  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

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Februar 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/02/2017

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

Bourhis, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 262 523 A (STANSFELD JAMES W) 21. April 1981 (1981-04-21) Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 43 -----	8
A	US 2011/023626 A1 (WEINSTEIN JOEL [US]) 3. Februar 2011 (2011-02-03) Absätze [0012], [0136] - [0140] -----	13,14

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077942

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 2011264385	A1	27-10-2011	AR 074091 A1	22-12-2010
			AU 2008363999 A1	20-05-2010
			BR PI0823229 A2	16-06-2015
			CA 2743507 A1	20-05-2010
			CN 102216739 A	12-10-2011
			EP 2366098 A1	21-09-2011
			JP 2012508377 A	05-04-2012
			KR 20110079919 A	11-07-2011
			KR 20130055704 A	28-05-2013
			KR 20140093743 A	28-07-2014
			RU 2011123896 A	20-12-2012
			US 2011264385 A1	27-10-2011
			WO 2010056244 A1	20-05-2010
WO 0101086	A1	04-01-2001	AU 5898000 A	31-01-2001
			EP 1194751 A1	10-04-2002
			US 6502466 B1	07-01-2003
			WO 0101086 A1	04-01-2001
EP 1190221	B1	17-03-2004	AT 262164 T	15-04-2004
			AU 772475 B2	29-04-2004
			DE 60009065 D1	22-04-2004
			DE 60009065 T2	31-03-2005
			DK 1190221 T3	19-07-2004
			EP 1190221 A1	27-03-2002
			ES 2215666 T3	16-10-2004
			GB 2350426 A	29-11-2000
			PT 1190221 E	31-08-2004
			US 6763730 B1	20-07-2004
WO 0071979 A1	30-11-2000			
US 4262523	A	21-04-1981	DE 2852572 A1	13-06-1979
			FR 2411404 A1	06-07-1979
			JP S5486371 A	09-07-1979
			NL 7811939 A	12-06-1979
			US 4262523 A	21-04-1981
US 2011023626	A1	03-02-2011	AR 071525 A1	23-06-2010
			AR 071606 A1	30-06-2010
			AR 071607 A1	30-06-2010
			AU 2009243118 A1	05-11-2009
			AU 2009243120 A1	05-11-2009
			AU 2009243121 A1	05-11-2009
			BR PI0911470 A2	13-12-2016
			BR PI0911471 A2	25-10-2016
			CA 2722694 A1	05-11-2009
			CA 2723047 A1	05-11-2009
			CA 2723089 A1	05-11-2009
			CN 102016520 A	13-04-2011
			CN 102016521 A	13-04-2011
			CN 102016522 A	13-04-2011
			EP 2286187 A1	23-02-2011
			EP 2286188 A1	23-02-2011
			EP 2286189 A1	23-02-2011
			HK 1156099 A1	21-02-2014
			HK 1156100 A1	19-07-2013
			HK 1156102 A1	07-03-2014
			JP 5723267 B2	27-05-2015

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077942

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		JP 5723268 B2	27-05-2015
		JP 5896738 B2	30-03-2016
		JP 2011520104 A	14-07-2011
		JP 2011520105 A	14-07-2011
		JP 2011520106 A	14-07-2011
		JP 2015132614 A	23-07-2015
		KR 20100132558 A	17-12-2010
		KR 20110003392 A	11-01-2011
		KR 20110005296 A	17-01-2011
		RU 2010149047 A	10-06-2012
		RU 2010149048 A	10-06-2012
		RU 2010149054 A	10-06-2012
		US 2011023625 A1	03-02-2011
		US 2011023626 A1	03-02-2011
		US 2011036179 A1	17-02-2011
		WO 2009134827 A1	05-11-2009
		WO 2009134829 A1	05-11-2009
		WO 2009134830 A1	05-11-2009

---