

(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
02. Januar 2020 (02.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/001877 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 1/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/063413

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Mai 2019 (23.05.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 115 629.4
28. Juni 2018 (28.06.2018) DE

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

(72) Erfinder: **SULZER, Thomas**; Eisenbahnweg 18, 4058 Basel (CH). **MARIAGER, Simon**; Unterer Batterieweg 90, 4059 Basel (CH). **TRIEBENBACHER, Simon**; Sankt Ja-

kobstrasse 62, 4147 Aesch (CH). **FUCHS, Michael**; Rebweg 11, 79427 Eschbach (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, 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, 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,

(54) **Title:** MAGNETICALLY INDUCTIVE FLOWMETER AND METHOD FOR PRODUCING SUCH A MAGNETICALLY INDUCTIVE FLOWMETER

(54) **Bezeichnung:** MAGNETISCH-INDUKTIVES DURCHFLUSSMESSGERÄT UND EIN VERFAHREN, ZUM HERSTELLEN EINES SOLCHEN MAGNETISCH-INDUKTIVEN DURCHFLUSS-MESSGERÄTES

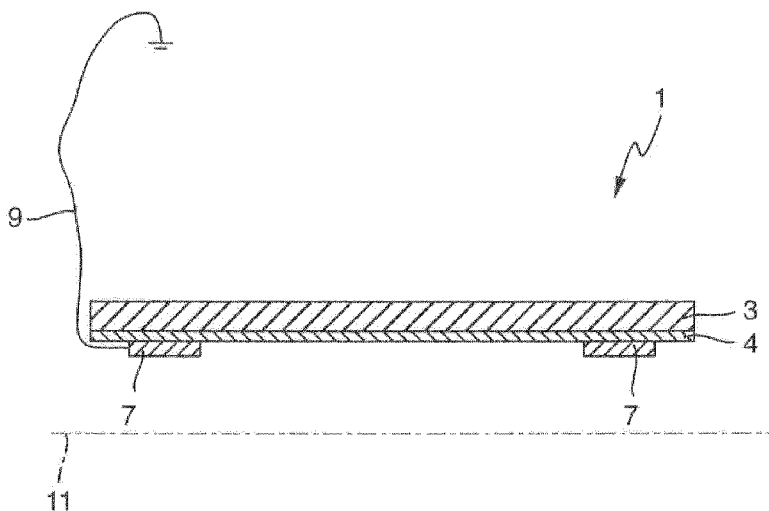


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a magnetically inductive flowmeter comprising a measuring tube for guiding a medium, a magnetic field-generating device and at least two measuring electrodes for detecting an inductively generated measuring voltage in the medium, characterized by a conductive coating which is selectively applied on the inside in the measuring tube in order to form a galvanic contact with the medium.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät, umfassend ein Messrohr zum Führen eines Mediums, eine magnetfeld-erzeugende Vorrichtung und mindestens zwei Messelektroden zum Erfassen einer induktiv erzeugten Messspannung im Medium, gekennzeichnet durch eine im Messrohr innenseitig selektiv applizierte leitfähige Beschichtung zur Bildung eines galvanischen Kontaktes zum Medium.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2020/001877 A1

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)

**Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät und ein Verfahren, zum Herstellen
eines solchen magnetisch-induktiven Durchfluss-messgerätes**

- 5 Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte werden zur Bestimmung der Durchflussgeschwindigkeit und des Volumendurchflusses eines Mediums in einem Messrohr eingesetzt. Ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät umfasst eine magnetfelderzeugende Vorrichtung, die ein Magnetfeld senkrecht zur Querachse des Messrohres erzeugt. Dafür werden üblicher-weise einzelne oder mehrere Spulen verwendet. Um ein überwiegend homogenes Magnetfeld zu realisieren, werden zusätzlich
- 10 Polschuhe so geformt und angebracht, dass die Magnetfeldlinien über den gesamten Rohrquerschnitt im Wesentlichen senkrecht zur Querachse verlaufen. Ein an die Mantelfläche des Rohres diametral angebrachtes Messelektrodenpaar greift eine induktiv erzeugte elektrische Messspannung ab, die entsteht, wenn ein leitfähiges Medium bei angelegtem Magnetfeld in Richtung der Längsachse fließt. Da die abgegriffene
- 15 Messspannung laut Faraday'schem Induktionsgesetz von der Geschwindigkeit des fließenden Mediums abhängt, kann aus der Messspannung die Durchflussgeschwindigkeit und, mit Hinzunahme eines bekannten Rohrquerschnitts, der Volumendurchfluss des Mediums ermittelt werden.
- 20 Bei leitfähigen Rohren sind Isolationsmaßnahmen erforderlich, daher werden die Innenwände üblicherweise mit einem Liner ausgekleidet oder mit einem isolierenden Kunststoff beschichtet. Für die Erdung des durch das Messrohr fließenden Mediums werden Erdungsscheiben stirnseitig an das Messrohr angebracht. Eine ungenügende Erdung kann zu Messfehlern und zur Zersetzung der Messelektroden führen.
- 25 Die EP 01186867 B1 offenbart Erdungsscheiben, die zwischen endseitig angebrachte Flansche eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes und Flansche der Rohrleitungen eingespannt sind.
- 30 Aus der DE 102009002053 A1 ist ein magnetisch-induktives Durchfluss-messgerät bekannt, bei dem die Erdung durch eine mit einem elektrisch leitfähigen Material beschichtete Flanschscheibe realisiert ist.
- 35 Die DE 102005044677 A1 offenbart ein magnetisch-induktives Durchfluss-messgerät mit einem aus einem elektrisch leitfähigen Kunststoff geformten Ring, der einstückig an die isolierende Innenschicht des Messrohres angeformt ist und die Funktion einer Dichtung und Erdungsscheibe übernimmt.

Aus der US 4507975 geht ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät mit einem Keramikmessrohr hervor, dass innenseitige Erdungselektroden aufweist, die mittels Aufbringen und Einbrennen einer Platinpaste realisiert sind.

5 Diesen Ausgestaltungen nachteilig ist jedoch, dass massive Erdungsscheiben zum Einen teuer sind und zum Anderen zur Beschädigung der Messrohr-beschichtung beitragen. Weiterhin, sind die bereits bekannten Verfahren zum Aufbringen von Erdungselektroden in das Messrohr mit hohen Temperaturen verbunden, was sich schädlich auf das Messrohr und/oder auf die isolierende Beschichtung auswirkt.

10

Ausgehend von dem dargelegten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein magnetisch-induktives Durchfluss-messgerät bereitzustellen, welches Erdungselektroden aufweist, die durch ein Beschichtungsverfahren kostengünstig und schonend in das Innere des Mess-rohres appliziert sind.

15

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das magnetisch-induktive Durchflussmessgerät gemäß dem Anspruch 1 und durch das Verfahren gemäß dem Anspruch 13 gelöst.

20

Ein erfindungsgemäßes magnetisch-induktives Durchflussmessgerät umfasst ein Messrohr zum Führen eines Mediums, eine magnetfelderzeugende Vorrichtung und mindestens zwei Messelektroden zum Erfassen einer induktiv erzeugten Messspannung im Medium und ist gekennzeichnet durch eine im Messrohr innenseitig selektiv applizierte leitfähige Beschichtung zur Bildung eines galvanischen Kontaktes zum Medium.

25

Durch das selektive Applizieren der leitfähigen Beschichtung in das Messrohr-innere, kann auf massive Erdungsscheiben verzichtet werden. Mittels der selektiv applizierten Beschichtung kann ein Potentialausgleich zwischen dem Potential der Rohrleitung und des Mediums realisiert werden, was insbesondere dann notwendig ist, wenn das Messrohr eine innenseitige, isolierende Beschichtung oder einen Liner aufweist. Dadurch, dass die leitfähige Beschichtung von dem Medium benetzbar ist, kann entweder ein in dem Medium vorliegendes Potential, also ein Referenzpotential, gemessen werden oder ein Potentialausgleich zwischen dem Potential des Mediums und einem Referenzpotential, insbesondere einem Massepotential oder Erd-potential, erfolgen. Mit dem Ersetzen der massiven Erdungsscheibe durch eine dünne selektiv applizierte Beschichtung kann eine Erdung des Mediums bereits mit geringen Mengen an Elektrodenmaterial realisiert werden. Weiterhin kann auf die Ausrichtung oder das Arretieren der Erdungsscheibe verzichtet werden.

30

35

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unter-ansprüche.

40

Gemäß einer Ausgestaltung umfasst die leitfähige Beschichtung ein leitfähiges Polymer und/oder ein Metall und/oder ein leitfähiges Lacksystem und/oder eine leitfähige Pulverbeschichtung.

- 5 Als Elektrodenmaterialien werden vorzugsweise Edelstähle, CrNi-Legierungen, ZnAl-Legierungen, Platin oder Titan verwendet. Für Anwendungen bieten sich insbesondere die rostfreien Edelstähle 1.4435 und 1.4462 an.

- 10 Gemäß einer Ausgestaltung ist die leitfähige Beschichtung ringförmig ausgebildet, wobei die leitfähige Beschichtung eine Ringdicke d und eine Ringbreite b aufweist.

- 15 Ringförmig applizierte Erdungselektroden im Innern des Messrohres, die für die Erdung des fließenden Mediums verantwortlich sind, benötigen keine externe Verbindung mit einem Masse- oder Erdpotential. Auf eine Kontaktierung mit einer externen Masse mittels eines Kabels kann somit verzichtet werden, was somit zu einer Reduktion von möglichen Störquellen führt und die Herstellung vereinfacht. Für eine ausreichende Erdung sind Erdungselektroden eine minimale Ringbreite b größer/gleich 2 cm für Messrohre mit einer Nennweite D größer/gleich 300 mm notwendig.

- 20 Gemäß einer Ausgestaltung ist die leitfähige Beschichtung eingangs und ausgangs des Messrohres selektiv appliziert.

- 25 Die Erfindung beschränkt sich aber nicht nur auf einen einzelnen Ring an den jeweiligen Enden des Messrohres. Die Erdungselektroden können jede beliebige Struktur annehmen und auch aus mehreren unabhängigen Strukturen bestehen. Beispielsweise aus einer Vielzahl an Ringen, die in einem festen oder variablen Abstand zueinander appliziert sind.

- 30 Gemäß einer Ausgestaltung gilt für ein Messrohr mit einer Länge l und einer Nennweite D mit $D \geq DN300$, dass $b \geq c \cdot D^2/l$, wobei $0,05 \leq c \leq 0,25$ und bevorzugt $0,10 \leq c \leq 0,20$ gilt.

- 35 Der Parameter c hängt vom Aufbau des Magnetsystems ab. Typische Werte für c liegen zwischen 0,05 und 0,25. Für Messrohre mit einer großen Nennweite gilt üblicherweise $l \approx D$, so dass die Ungleichung vereinfacht durch $b \geq c \cdot l$ dargestellt werden kann.

- Gemäß einer Ausgestaltung weist die leitfähige Beschichtung eine Leitfähigkeit S_1 auf, wobei für die Leitfähigkeit S_1 gilt, dass $S_1 \geq 10^6 \text{ S/m}$, insbesondere $S_1 \geq 5 \cdot 10^6 \text{ S/m}$ und bevorzugt $S_1 \geq 1 \cdot 10^7 \text{ S/m}$.

- 40 Es ist von Vorteil, wenn die Leitfähigkeit der leitfähigen Beschichtung S_1 mindestens 1000mal so groß ist wie eine Leitfähigkeit des Mediums S_2 , insbesondere 2000mal so

groß und bevorzugt 5000mal so groß. Diese Mindestanforderung ist insbesondere für leitfähige Beschichtungen aus leitfähigen Polymeren notwendig, da diese üblicherweise eine Leitfähigkeit aufweisen, die geringer als 10^6 S/m ist.

- 5 Gemäß einer Ausgestaltung umfasst das Messrohr ein leitfähiges Rohr mit einem elektrisch-isolierenden Liner oder einer isolierenden Beschichtung.

Es ist von Vorteil, wenn das Rohr ein Metallrohr, insbesondere ein Stahlrohr, ist.

- 10 Es ist von Vorteil, wenn die isolierende Beschichtung oder das Linermaterial ein ungesättigter Polyesterharz, Polyesterharz, Epoxidharz, Vinylesterharz, Naturkautschuk, Polyurethan, bevorzugt ein trinkwassertaugliches Polyurethan, Weichgummi, Hartgummi und/oder fluorhaltige Kunststoffe, wie z.B. PFA oder PTFE umfasst. Diese Materialien besitzen einerseits eine gute mechanische Festigkeit als auch andererseits eine gute
- 15 Diffusionsdichtigkeit um ein diffusionsbedingtes Unterwandern des Liners durch das Medium oder ein Aufquellen des Linermaterials und damit eine Verengung des Rohrquerschnitts zu verhindern. Der Liner kann aber auch einen Verbundwerkstoff, beispielsweise ein Naturfaserverbundstoff, insbesondere ein Holz-Kunststoff-
- 20 Verbundwerkstoff oder ein Naturfaserkunststoff umfassen. Diese Verbundwerkstoffe, insbesondere der mit Naturfasern verstärkte Kunststoff Polypropylen PP-NF, weisen besonders für die Fertigung von Messeinrichtungen geeignete Materialeigenschaften auf.

Gemäß einer Ausgestaltung ist die leitfähige Beschichtung auf dem Liner oder der isolierenden Beschichtung appliziert.

- 25 Gemäß einer Ausgestaltung ist das leitfähige Rohr nur teilweise mit dem Liner oder der isolierenden Beschichtung ausgekleidet, wobei die leitfähige Beschichtung auf den freiliegenden Bereich appliziert ist.

- 30 Die selektive Beschichtung des Rohres mit einer isolierenden Schicht kann beispielsweise durch ein Abdecken der frei zu bleibenden Bereiche mit Klebeband oder durch das Anbringen von Schalungselementen realisiert werden. In einem weiteren Applizierschritt wird dann die leitfähige Beschichtung selektiv auf die freiliegenden Bereiche aufgebracht. Dabei dient die leitfähige Beschichtung zusätzlich als Korrosionsschutz zur Vermeidung von Rohrschäden.

- 35 Gemäß einer Ausgestaltung umfasst das Messrohr ein isolierendes Rohr, insbesondere ein Glasrohr oder ein Keramikrohr oder bevorzugt ein Kunststoffrohr.

- 40 Das Magnetfeld kann störungsfrei in ein Kunststoffrohr einkoppeln. Zudem werden durch das Messrohr aus Kunststoff niedrige Herstellungskosten erreicht, da u.a. Arbeitsschritte

und Materialkosten eingespart werden, da das Auskleiden eines bspw. metallischen Rohres mit einer isolierenden Schicht oder einem Liner entfällt.

5 Insbesondere bei Rohren aus isolierenden Materialien kann eine Erdung des Mediums nicht über das Rohr erfolgen. Mit der erfindungsgemäßen Lösung kann die Erdungselektrode direkt innenseitig in das isolierende Rohr appliziert werden. Es ist keine zusätzliche massive Erdungsscheibe zwischen dem Messrohr und der Rohrleitung notwendig, somit auch kein Arretieren und Orientieren der Erdungsscheibe. Somit fällt eine mögliche Fehlerquelle bei der Montage des Messrohres weg.

10

Gemäß einer Ausgestaltung ist stirnseitig vom Messrohr jeweils ein Flansch angebracht, wobei sich die leitfähige Beschichtung zumindest teilweise auf den Flansch erstreckt.

15

Die Flansche der angrenzenden Rohrleitungen werden bspw. über Distanzbolzen mit den Flanschen des Messrohres verbunden, und das zwischen den Rohrleitungen eingebrachte Durchflussmessgerät dadurch eingespannt. Durch das Applizieren der Erdungselektrode auf den Flansch des Messrohres, kann die Kontaktierung der Erdungselektrode über den Flansch realisiert werden, wodurch das Erdungskabel nicht in das Messrohr hineingeführt werden muss.

20

Gemäß einer Ausgestaltung ist die leitfähige Beschichtung mittels eines Kabels und/oder eines Bleches und/oder durch Erdung des leitfähigen Rohres auf ein Massepotential gelegt.

25

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum selektiven Applizieren einer leitfähigen Beschichtung in ein Messrohr des erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes mittels eines rotierenden Beschichtungsverfahrens, ist gekennzeichnet durch die Schritte A) bis G):

30

A) Positionieren eines ersten Gieß- oder Sprühkopfes, insbesondere eines Kaltplasma-kompatiblen Sprühkopfes, in das Messrohr;

B) Rotieren des Messrohres;

C) Applizieren der isolierenden Beschichtung;

D) Positionieren eines zweiten Gieß- oder Sprühkopfes, insbesondere eines Kaltplasma-kompatiblen Sprühkopfes, in das Messrohr;

35

E) Rotieren des Messrohres;

F) Selektives Applizieren der leitfähigen Beschichtung;

G) Optionales Wiederholen der Verfahrensschritte A) bis F).

40

Das Ribbon-Flow-Verfahren findet bereits Anwendung bei der Auskleidung von Rohren mit einer isolierenden Beschichtung. Hierbei wird das isolierende Material mittels eines

Applikatorkopfes auf die Innenfläche eines rotierenden Rohres gleichmäßig aufgetragen. Es ist daher vorteilhaft, dieses bereits etablierte Verfahren bei der innenseitigen Auftragung des leitfähigen Materials zu nutzen. Dieses Verfahren ist jedoch ausschließlich für flüssige Materialien, wie beispielsweise Polymere, geeignet.

5

Das Kaltplasmaverfahren bietet sich insbesondere dann an, wenn das Elektrodenmaterial fest bzw. eine hohe Schmelztemperatur aufweist. Beim Kaltplasmaverfahren handelt es sich um ein Oberflächenbeschichtungs-verfahren, bei dem die Oberfläche einer vergleichsweise geringen thermischen Belastung ausgesetzt ist. Daher eignet sich dieses Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Bauteilen aus unterschiedlichsten Materialien, insbesondere von Kunststoffen oder dünnen Kunststoffbeschichtungen. Mithilfe eines beweglichen Sprühkopfes kann das Elektrodenmaterial selektiv appliziert werden, was eine Vielfalt an Elektrodenformen ermöglicht.

10

Gemäß einer Ausgestaltung wird mindestens ein Bereich des Rohres durch mindestens ein Schalungselement abgegrenzt und/oder einen Film abgedeckt, wobei das Schalungselement und/oder der Film verhindern, dass das Rohr in dem Bereich durch die in Schritt C) applizierte isolierende Beschichtung beschichtet wird, wobei das Schalungselemente und/oder der Film nach Schritt C) entfernt wird, wobei der Bereich in Schritt F) mit der leitfähigen Beschichtung gefüllt wird.

20

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

25

Fig. 1: ein Rohrquerschnitt eines magnetisch-induktiven Durchflussmess-gerätes nach dem Stand der Technik;

30

Fig. 2: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, das mit einem isolierenden Liner versehen ist, auf dem eine leitfähige Beschichtung als Erdungselektrode appliziert ist, wobei die Beschichtung über ein Kabel mit einem Erdungspotential verbunden ist;

35

Fig. 3: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, das mit einem Flansch und stellenweise mit einem isolierenden Liner versehen ist, wobei die freiliegenden Bereiche mit einer leitfähigen Beschichtung versehen sind, die sich auf die Flansche erstreckt;

40

Fig. 4: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, das stellenweise mit einem isolierenden Liner und einer leitfähigen Beschichtung versehen ist;

Fig. 5: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, das mit einer Flanschscheibe und einem isolierenden Liner versehen ist, auf dem eine leitfähige Beschichtung appliziert ist, die sich auf den Flansch erstreckt;

Fig. 6: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, ein Sprühkopf zum Applizieren des Elektrodenmaterials und Schalungselemente zum Abgrenzen von frei zu bleibenden Bereichen; und

- 5 Fig. 7: einen Rohrlängsschnitt eines leitfähigen Rohres, umfassend zwei Messelektroden, einen Liner und eine ringförmig applizierte Erdungselektrode mit Bemaßungen.

Der Aufbau und das Messprinzip eines magnetisch-induktiven Durchfluss-messgerätes ist grundsätzlich bekannt. Fig. 1 zeigt einen schematischen Rohrquerschnitt (13) eines
10 bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmess-gerätes. Durch ein Messrohr (1) wird ein Medium geleitet, das eine elektrische Leitfähigkeit aufweist. Eine magnetfelderzeugende Vorrichtung (5) ist so angebracht, dass sich die Magnetfeldlinien senkrecht zu einer durch die Messrohrachse definierten Längsrichtung orientieren. Als
15 magnetfeld-erzeugende Vorrichtung (5) eignet sich vorzugsweise eine Sattelspule oder ein Polschuh mit aufgesetzter Spule. Das beispielsweise durch einen Elektromagneten aufgebaute Magnetfeld wird durch einen getakteten Gleichstrom wechselnder Polarität erzeugt. Dies gewährleistet einen stabilen Nullpunkt und macht die Messung unempfindlich gegenüber Einflüssen durch Mehrphasenstoffe, Inhomogenitäten in der
20 Flüssigkeit oder geringer Leitfähigkeit. Bei angelegtem Magnetfeld entsteht im Messrohr (1) eine Potentialverteilung, die mit zwei an der Innenwand des Messrohres (1) angebrachten Messelektroden (2) abgegriffen und an eine Auswerteeinheit (6) weitergeleitet wird. In der Regel sind die Messelektroden (2) diametral angeordnet und bilden eine Elektrodenachse, die senkrecht zu den Magnetfeldlinien und der
25 Längsrichtung verläuft. Anhand der gemessenen Messspannung kann, unter Berücksichtigung der magnetischen Flussdichte, die Durchflussgeschwindigkeit und, unter Berücksichtigung der Rohr-querschnittsfläche, der Volumendurchfluss des Mediums bestimmt werden. Um das Ableiten der an den Messelektroden (2) anliegenden
30 Messspannung über das Rohr (3) zu verhindern, wird die Innenwand mit einem isolierenden Material, beispielsweise einem Liner (4), ausgekleidet. An den Stirnseiten angebrachte Erdungsscheiben dienen dazu, das durch das Messrohr fließende Medium zu erden. Die Erdungsscheiben bestehen üblicherweise aus Metall, sind somit massiv und mittels einem Massekabel an ein Referenzpotential, insbesondere ein Massepotential oder Erdpotential, elektrisch angeschlossen.

35 Gemäß dem Stand der Technik unterscheidet sich die erfindungsgemäße Lösung dadurch, dass die Erdungselektroden in das Messrohr (1) selektiv appliziert werden und als dünne Beschichtung ausgebildet sind. Die erfindungsgemäßen Ausführungsformungen sind in Fig. 2 bis Fig. 6 illustriert.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt eines Messrohres (1), das rotationssymmetrisch zur fixen Rotationsachse (11) ist. Das Rohr (3) ist elektrisch leitfähig und mit einem elektrisch isolierenden Liner (4) ausgekleidet. Die Erdungselektrode (7) ist in Form einer Ringstruktur auf den Liner appliziert. Ein Erdungskabel (9) verbindet die Erdungselektrode mit einem Erdpotential.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt eines Messrohres (1), das rotationssymmetrisch zur fixen Rotationsachse (11) ist. Das Rohr (3) ist elektrisch leitfähig und nur stellenweise mit einem elektrisch isolierenden Liner (4) ausgekleidet. Die selektiv applizierte, leitfähige Beschichtung (7) ist direkt auf den freiliegenden Bereichen des Rohres (3) appliziert und bildet somit einen direkten Kontakt zum Rohr (3). Weiterhin erstrecken sich die Erdungselektroden auf die stirnseitig angebrachten Flansche (10).

Es ist von Vorteil, wenn sich die leitfähige Beschichtung (7) auf die Flansche (10) erstreckt. Dadurch kann auf das Einbringen eines Erdungskabels (9) in das Messrohr (1) verzichtet werden und die Erdung der Erdungselektrode (7) kann über die Flansche (10) erfolgen.

Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt eines Messrohres (1), das rotationssymmetrisch zur fixen Rotationsachse (11) ist. Das Rohr (3) ist elektrisch leitfähig und teilweise mit einem elektrisch isolierenden Liner (4) ausgekleidet. Dabei wird der Liner (4) in zwei Applizierschritten aufgebracht, wobei bei beiden Applizierschritten Bereiche abgedeckt sind. Abhängig von der gewünschten Elektrodenform kann die Beschichtung des Rohres (3) mit dem isolierenden Beschichtung (4) auch mehr als zwei Applizierschritte umfassen. Die freigelegten Bereiche werden in einem weiteren Applizierschritt mit dem leitfähigen Elektrodenmaterial gefüllt. Somit ist die selektiv applizierte leitfähige Beschichtung (7) in direktem Kontakt mit dem Rohr (3).

Gemäß dieser Ausgestaltung sind zwar mehrere Applizierschritte notwendig, dadurch ist jedoch ein direktes Kontaktieren der Erdungselektroden (7) mittels eines Erdungskabels (9) nicht notwendig. Die Erdungselektroden (7) sind im elektrischen Kontakt mit dem Potential des Rohres (3). Dadurch muss kein Erdungskabel (9) in das Messrohr (1) eingeführt werden, wodurch die Installation des Messrohres (1) in eine Rohrleitung vereinfacht wird. Das Erdungsmaterial dient außerdem als Korrosionsschutz um Schäden am Rohr (3) zu vermeiden.

Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt eines Messrohres (1), das rotationssymmetrisch zur fixen Rotationsachse (11) ist. Das Rohr (3) ist elektrisch leitfähig und mit einem elektrisch isolierenden Liner (4) und zwei selektiv applizierten Erdungselektrode (7) ausgekleidet, die sich auf den stirnseitig angebrachten Flanschen (10) erstrecken.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt eines Messrohres (1), das rotationssymmetrisch zur fixen Rotationsachse (11) ist. Das Messrohr weist Schalungselemente (8) auf und einen Sprühkopf (12), der die freigelegten Bereiche mit Elektroden-material beschichtet bzw. auffüllt.

5

Gemäß dieser Ausgestaltung sorgen Schalungselemente (8) dafür, dass das Messrohr (1) nur teilweise mit der isolierenden Beschichtung beschichtet wird. Die Schalungselemente (8) sind besonders dann vorteilhaft, wenn die isolierende Beschichtung (4) eine geringe Viskosität aufweist. Die Schalungs-elemente (8) dienen in dem Fall als Barriere. Die freien Stellen werden dann in einem weiteren Verfahrensschritt mit dem Elektrodenmaterial gefüllt. Die leitfähige Beschichtung (7) dient zusätzlich als Korrosionsschutz für das Rohr (3) und kann über das Rohr (3) kontaktiert werden. Dadurch erspart man sich eine umständliche Kontaktierung über ein Massekabel (9), das in das Rohrsystem eingebracht werden muss.

15

Für das Applizieren der leitfähigen Beschichtung (7) bieten sich bevorzugt zwei Verfahren an. Zum einen bietet sich das bereits etablierte Ribbon-Flow Verfahren zur Applizierung der leitfähigen Beschichtung (7) an, insbesondere dann, wenn die leitfähige Beschichtung (7) ringförmig appliziert werden soll, wenn das Elektrodenmaterial in einem flüssigen Zustand vorliegt und/oder wenn ein Wechsel des Beschichtungsverfahrens bei der innenseitigen Verkleidung der Rohre (3) unerwünscht ist. Das zweite bevorzugte Verfahren basiert auf einem Kaltplasmaverfahren. Mit diesem Verfahren können Metallschichten auf das Rohr (3) und/oder den Liner bzw. der isolierenden Beschichtung (4) appliziert werden, ohne diese thermisch zu belasten. Weiterhin können durch die Wahl eines beweglichen Sprühkopfes (12) Erdungselektroden (7) mit beliebiger Form hergestellt werden. Weiterhin kann der Kaltplasma-kompatible Sprühkopf (12) in einen bereits vorhandenen Ribbon-Flow Setup eingebaut werden. Somit lässt sich die leitfähige Beschichtung (7) mittels des Kaltplasmaverfahrens problemlos in die Ribbon-Flow Verfahrensabläufe integrieren. Es kann aber auch jedes weitere beliebige Verfahren, das für Lack- und Pulverbeschichtungen geeignet ist, für die Applizierung der leitfähigen Beschichtung (7) angewendet werden.

25

30

35

Fig. 7 zeigt ein Messrohr (1) mit einer Bemaßung der Erdungselektroden (7). Die Erdungselektrode (7) weist eine Schichtdicke d , eine Ringbreite b und einen Abstand a zum Rohrquerschnitt (13) auf, der durch die Mitte der beiden Messelektroden (2) verläuft.

Für Messrohre (1) mit einer Nennweite D von mindestens 300 mm ist eine Ringbreite b von mindestens 2 cm vorteilhaft. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die

Erdungselektrode (7) eine ausreichende Leitfähigkeit aufweist, um die Ladungen im Medium abzuleiten.

5 Es sind auch magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte mit isolierenden Rohren (3), insbesondere aus PET oder Keramik, bekannt. Erfindungsgemäße Ausführungsformen, umfassend ein isolierendes Rohr (3) und eine selektiv applizierte, leitfähige Beschichtung (7), sind zwar nicht in den Figuren abgebildet, sind aber Umfang des Schutzbereiches.

10 Es ist vorteilhaft vor dem Auftrag der leitfähigen Beschichtung (7) die zu beschichtende Oberfläche zu behandeln, um ein besseres Anhaften zu ermöglichen. Dies kann chemisch durch Anätzen erfolgen oder durch Coronabestrahlen oder Lasern oder durch abrasive Verfahren wie z.B. Sandstrahlen.

Bezugszeichenliste

	1	Messrohr
	2	Messelektroden
5	3	Rohr
	4	Liner
	5	magnetfelderzeugende Vorrichtung
	6	Auswerteeinheit
	7	Erdungselektrode
10	8	Schalungselement
	9	Erdungskabel
	10	Flansch
	11	Rotationsachse
	12	Sprühkopf
15	13	Rohrquerschnitt

Patentansprüche

1. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät, umfassend ein Messrohr zum Führen eines Mediums, eine magnetfelderzeugende Vorrichtung und mindestens zwei
5 Messelektroden zum Erfassen einer induktiv erzeugten Messspannung im Medium, gekennzeichnet durch eine im Messrohr innenseitig selektiv applizierte leitfähige Beschichtung zur Bildung eines galvanischen Kontaktes zum Medium.
2. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
10 wobei die leitfähige Beschichtung ein leitfähiges Polymer und/oder ein Metall und/oder ein Lacksystem und/oder eine Pulverbeschichtung umfasst.
3. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die leitfähige Beschichtung ringförmig ausgebildet ist,
15 wobei die leitfähige Beschichtung eine Ringdicke d und eine Ringbreite b aufweist.
4. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die leitfähige Beschichtung eingangs und ausgangs des Messrohres selektiv appliziert ist.
20
5. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei für ein Messrohr mit einer Länge l und einer Nennweite D mit $D \geq DN300$ gilt, dass $b \geq c \cdot l$,
wobei $0,05 \leq c \leq 0,25$ und bevorzugt $0,10 \leq c \leq 0,20$ gilt.
25
6. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die leitfähige Beschichtung eine Leitfähigkeit S_1 aufweist, wobei für die Leitfähigkeit S_1 gilt, dass $S_1 \geq 10^6 \text{ S/m}$, insbesondere $S_1 \geq 5 \cdot 10^6 \text{ S/m}$ und bevorzugt $S_1 \geq 10^7 \text{ S/m}$.
7. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
30 wobei das Messrohr ein leitfähiges Rohr mit einem Liner oder einer isolierenden Beschichtung umfasst.
8. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
35 wobei die leitfähige Beschichtung auf dem Liner oder die isolierende Beschichtung appliziert ist.
9. Durchflussmessgerät nach Anspruch 8,

wobei das leitfähige Rohr nur teilweise mit dem Liner oder der isolierenden Beschichtung beschichtet ist, wobei die leitfähige Beschichtung auf den freiliegenden Bereichen des Rohres appliziert ist.

5 10. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei das Messrohr ein isolierendes Rohr umfasst, insbesondere ein Glasrohr oder ein
Keramikrohr oder bevorzugt ein Kunststoffrohr.

10 11. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei stirnseitig vom Messrohr jeweils ein Flansch angebracht ist, wobei sich die
leitfähige Beschichtung zumindest teilweise auf den Flansch erstreckt.

15 12. Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
wobei die leitfähige Beschichtung mittels eines Kabels und/oder eines Bleches und/oder
durch Erdung des leitfähigen Rohres auf elektrische Masse gelegt ist.

20 13. Verfahren zum selektiven Applizieren einer isolierenden und leitfähigen Beschichtung
in ein Durchflussmessgerät nach einem der vorherigen Ansprüche, mittels eines
rotierenden Beschichtungsverfahrens, insbesondere mittels eines Gieß- oder
Sprühverfahrens oder bevorzugt mittels eines Kaltplasmaverfahrens oder eines Ribbon-
Flow-Verfahrens,
gekennzeichnet durch die Schritte A) bis G):

A) Positionieren eines ersten Gieß- oder Sprühkopfes, insbesondere eines Kaltplasma-
kompatiblen Sprühkopfes, in das Messrohr;
25 B) Rotieren des Messrohres;
C) Applizieren der isolierenden Beschichtung;
D) Positionieren eines zweiten Gieß- oder Sprühkopfes, insbesondere eines Kaltplasma-
kompatiblen Sprühkopfes, in das Messrohr;
E) Rotieren des Messrohres;
30 F) Selektives Applizieren der leitfähigen Beschichtung;
G) Optionales Wiederholen der Verfahrensschritte A) bis F).

14. Verfahren nach Anspruch 13,
wobei mindestens ein Bereich des Rohres durch mindestens ein Schalungs-element
35 abgegrenzt und/oder mindestens einen Film abgedeckt wird,
wobei das Schalungselement und/oder der Film verhindern, dass das Rohr in dem
Bereich durch die in Schritt C) applizierte, isolierende Beschichtung beschichtet wird,
wobei das Schalungselemente und/oder der Film nach Schritt C) entfernt wird,
wobei der Bereich in Schritt F) mit der leitfähigen Beschichtung gefüllt wird.

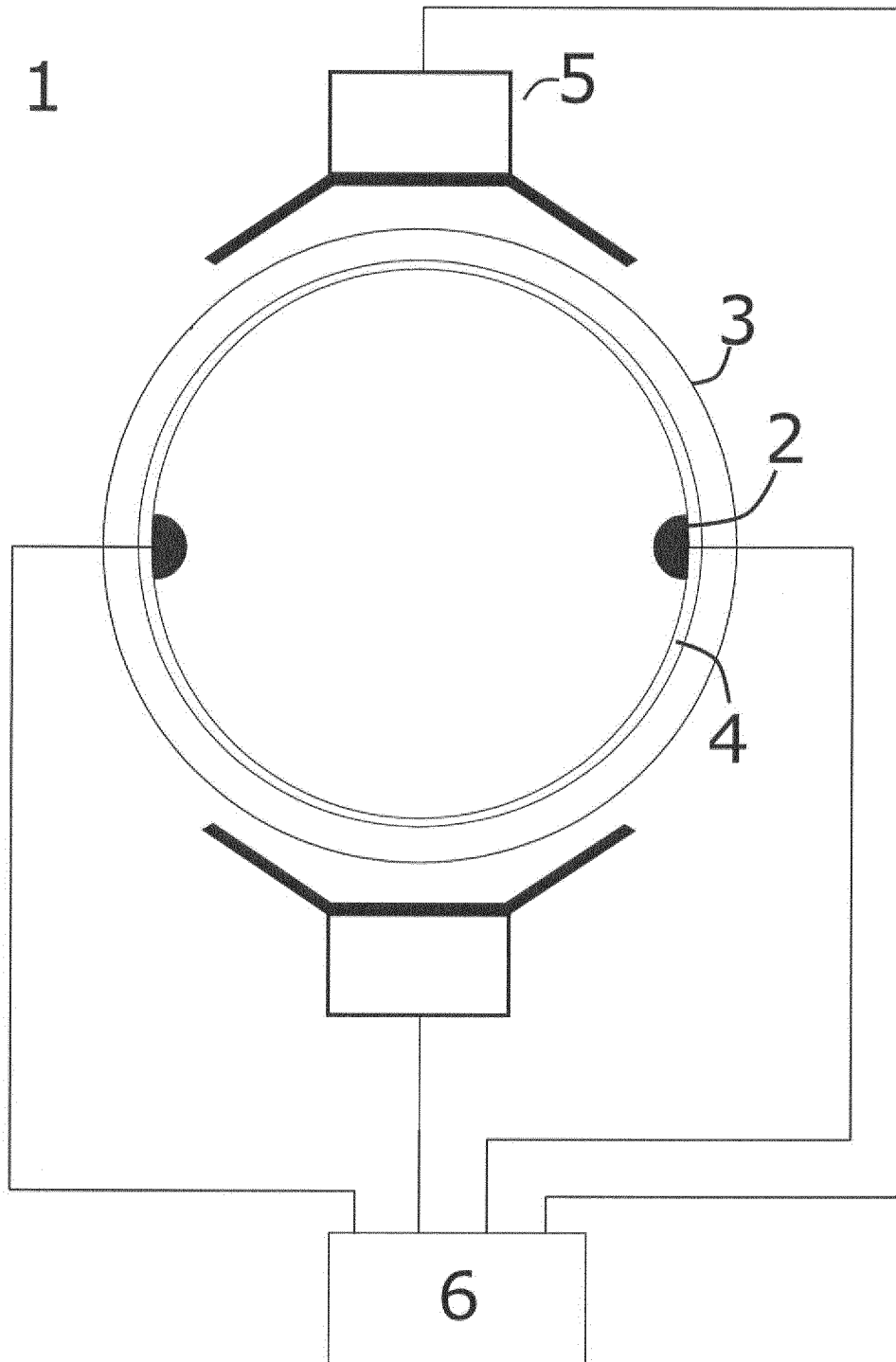


Fig. 1

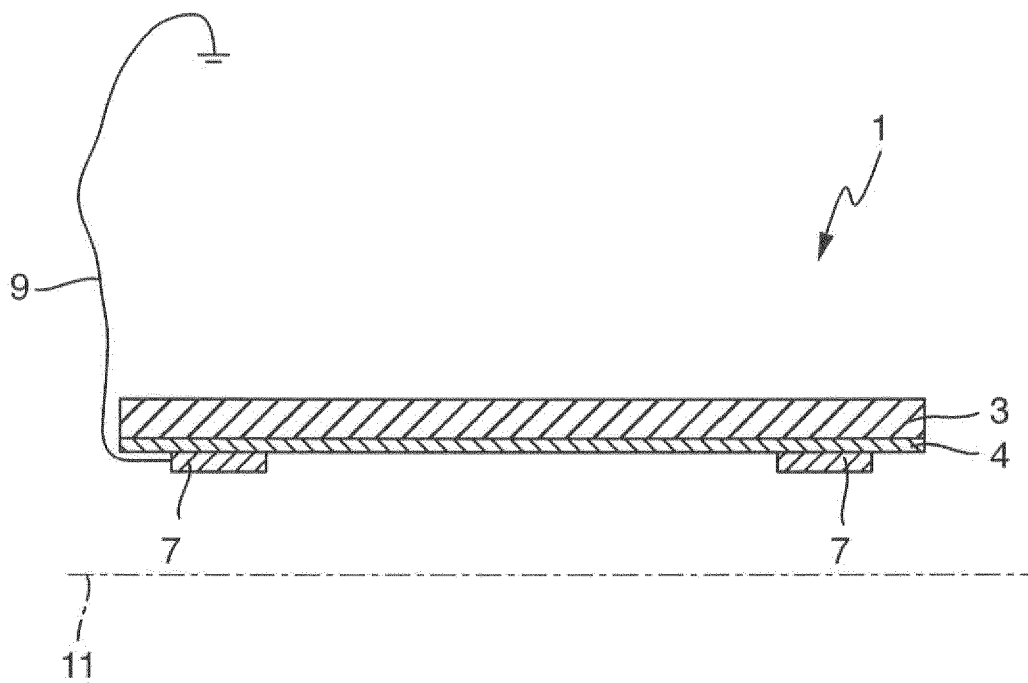


Fig. 2

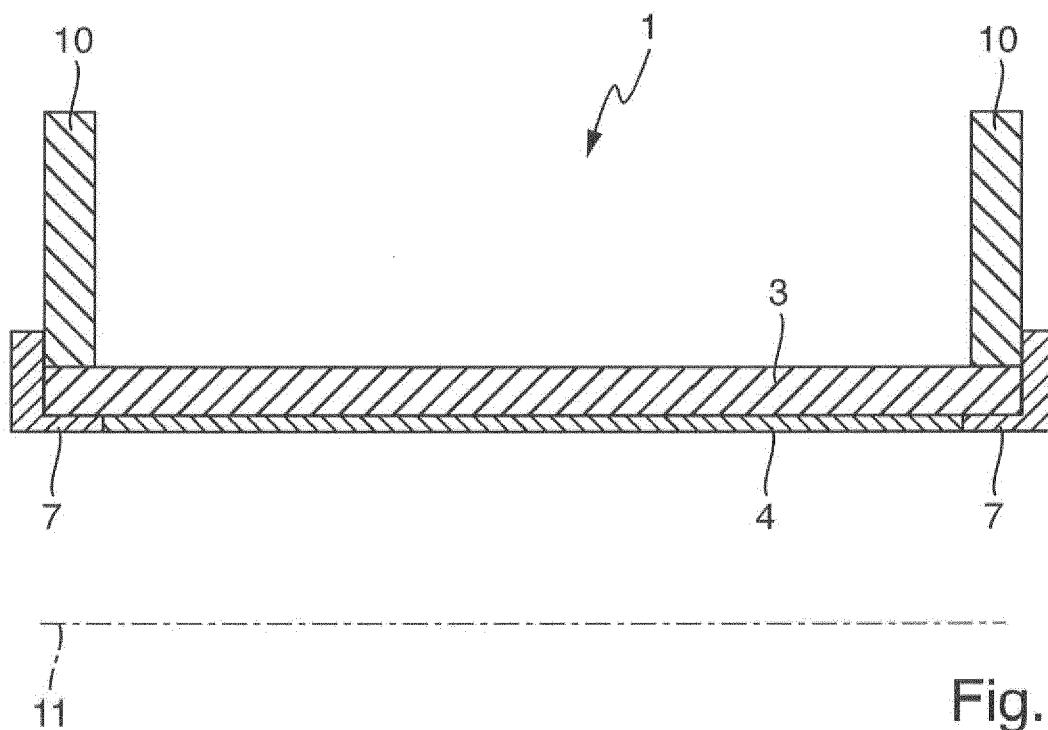
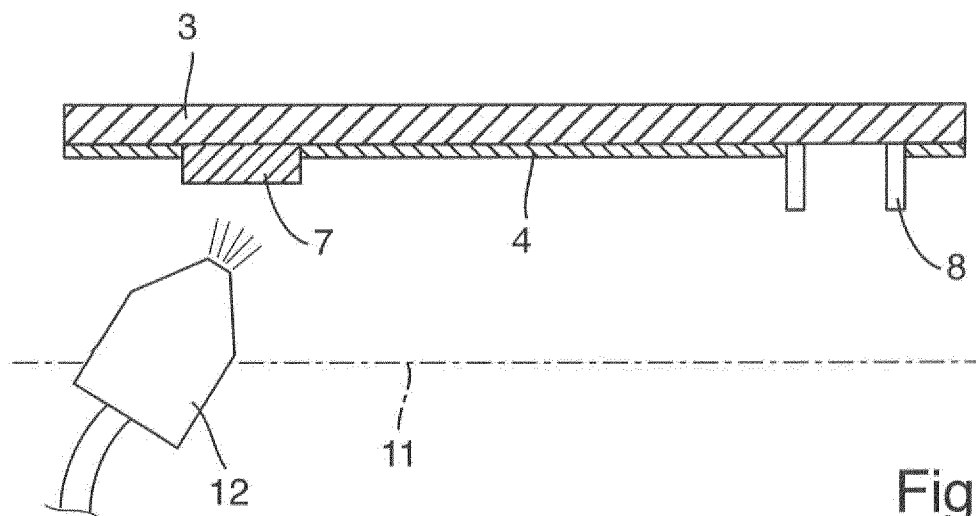
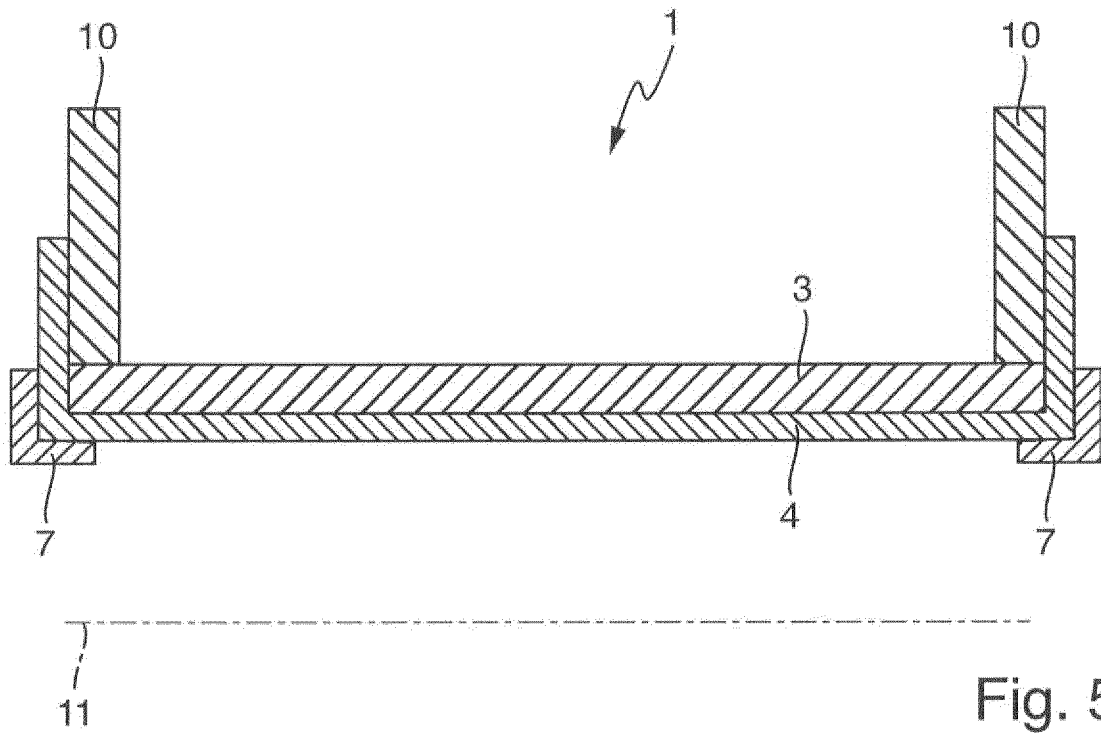
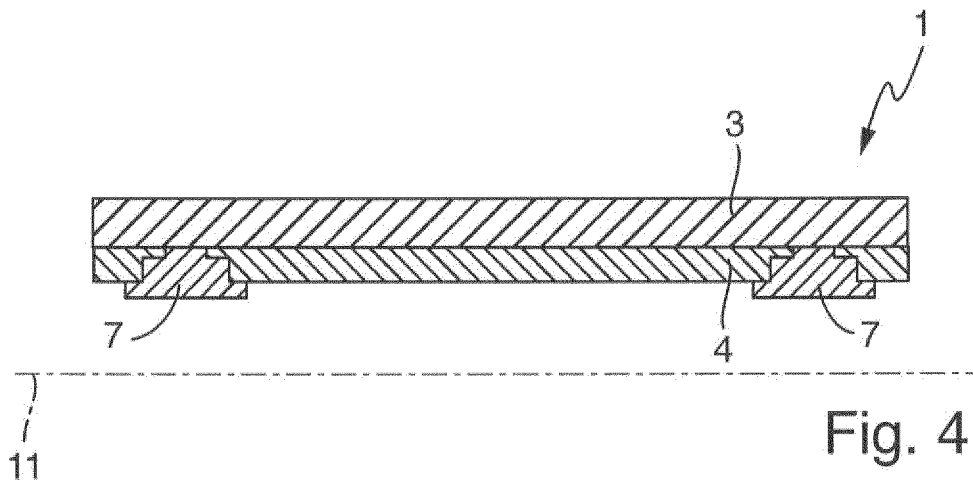


Fig. 3



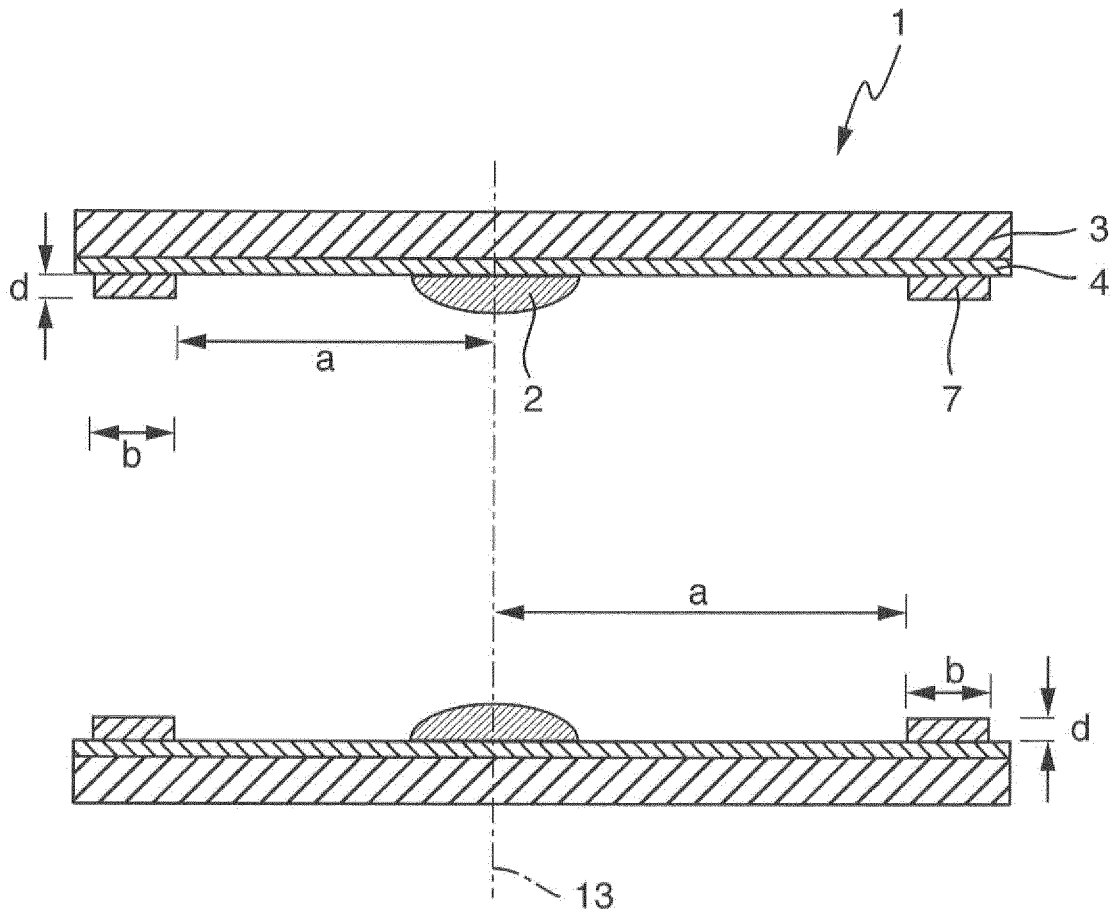


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/063413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01F 1/58**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4499754 A (AKANO SHINICHI [JP] ET AL) 19 February 1985 (1985-02-19) column 2, line 59 - column 4, line 25; figure 2	1-4,6-9,11,12 5,13,14
X Y A	JP 3177011 B2 (AICHI TOKEI DENKI KK) 18 June 2001 (2001-06-18) paragraphs [0023], [0024]; figures 4, 5	1-4,6-10,12 13,14 5
X A	JP H01140022 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD) 01 June 1989 (1989-06-01) abstract; figures 1-3	1-4,6,10-12 5,13,14
Y	US 5280727 A (HAFNER PETER [CH] ET AL) 25 January 1994 (1994-01-25) column 4, line 36 - column 6, line 58; figures 3, 4, 5	13,14
Y	DE 102004062680 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraphs [0008], [0042]; figure 2	13
Y A	GB 2403016 A (ABB LTD [GB]) 22 December 2004 (2004-12-22) page 3, line 8 - page 4, line 24; figure 1	13 1-12,14

☐ 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

29 July 2019

Date of mailing of the international search report

05 August 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Myrillas, K

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/063413

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4499754	A	19 February 1985	JP	S58186429	U	10 December 1983
				US	4499754	A	19 February 1985
JP	3177011	B2	18 June 2001	JP	3177011	B2	18 June 2001
				JP	H06117892	A	28 April 1994
JP	H01140022	A	01 June 1989	NONE			
US	5280727	A	25 January 1994	NONE			
DE	102004062680	A1	22 June 2006	CN	101084414	A	05 December 2007
				DE	102004062680	A1	22 June 2006
GB	2403016	A	22 December 2004	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01F1/58
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01F

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 499 754 A (AKANO SHINICHI [JP] ET AL) 19. Februar 1985 (1985-02-19) Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 25; Abbildung 2 -----	1-4,6-9, 11,12 5,13,14
X Y A	JP 3 177011 B2 (AICHI TOKEI DENKI KK) 18. Juni 2001 (2001-06-18) Absätze [0023], [0024]; Abbildungen 4, 5 -----	1-4, 6-10,12 13,14 5
X A Y	JP H01 140022 A (YAMATAKE HONEYWELL CO LTD) 1. Juni 1989 (1989-06-01) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 ----- US 5 280 727 A (HAFNER PETER [CH] ET AL) 25. Januar 1994 (1994-01-25) Spalte 4, Zeile 36 - Spalte 6, Zeile 58; Abbildungen 3, 4, 5 ----- -/-	1-4,6, 10-12 5,13,14 13,14

☒ 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juli 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/08/2019

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

Myrillas, K

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2004 062680 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 22. Juni 2006 (2006-06-22) Absätze [0008], [0042]; Abbildung 2 -----	13
Y	GB 2 403 016 A (ABB LTD [GB]) 22. Dezember 2004 (2004-12-22)	13
A	Seite 3, Zeile 8 - Seite 4, Zeile 24; Abbildung 1 -----	1-12,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/063413

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4499754 A	19-02-1985	JP S58186429 U US 4499754 A	10-12-1983 19-02-1985
JP 3177011 B2	18-06-2001	JP 3177011 B2 JP H06117892 A	18-06-2001 28-04-1994
JP H01140022 A	01-06-1989	KEINE	
US 5280727 A	25-01-1994	KEINE	
DE 102004062680 A1	22-06-2006	CN 101084414 A DE 102004062680 A1	05-12-2007 22-06-2006
GB 2403016 A	22-12-2004	KEINE	