

(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  
11. Dezember 2014 (11.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/195338 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G01F 1/60* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/061534

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Juni 2014 (04.06.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2013 105 832.9 6. Juni 2013 (06.06.2013) DE

(71) Anmelder: **ZYLUM  
BETEILIGUNGSGESELLSCHAFT MBH & CO.  
PATENTE II KG** [DE/DE]; Berliner Str. 1, 12529  
Schönefeld / Waltersdorf (DE).

(72) Erfinder: **WOLFF, Marcus**; Weddinger Weg 75, 22149  
Hamburg (DE). **BUHNS, Henry**; Beckedorfer Straße 62,  
21218 Seevetal (DE).

(74) Anwalt: **ZECH, Stefan, M.**; Meissner, Bolte & Partner,  
Postfach 86 06 24, 81633 München (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, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

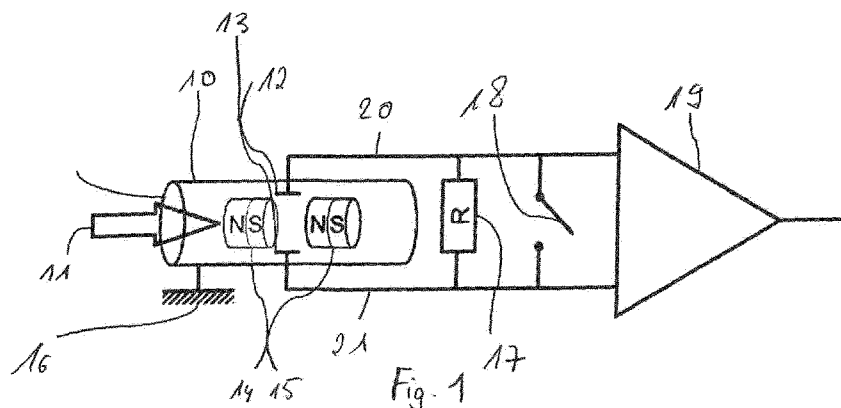
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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)

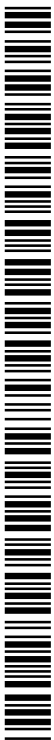
(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MAGNETIC INDUCTIVE FLOW MEASUREMENT

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MAGNETISCH-INDUKTIVEN DURCHFLUSSMESSUNG



(57) Abstract: The invention relates to a measuring device for measuring a flow rate of an electrically conducting medium in a volume which is permeated by a magnetic field, comprising a device for producing the magnetic field, at least one resistor, at least two electrodes, the at least two electrodes being electrically interconnected via the at least one resistor, and an evaluation unit for evaluating the measurement signal of the electrodes measured in parallel to the at least one resistor, and for calculating the flow rate.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen, umfassend eine Einrichtung zur Erzeugung des Magnetfeldes, mindestens einen elektrischen Widerstand, zumindest zwei Elektroden, wobei die zumindest zwei Elektroden über den mindestens einen elektrischen Widerstand elektrisch verbunden sind und eine Auswertungseinheit zur Auswertung eines parallel zu dem mindestens einen Widerstand gemessenen Messsignals der Elektroden und Berechnung der Fließgeschwindigkeit.



WO 2014/195338 A1

---

## Vorrichtung und Verfahren zur magnetisch-induktiven Durchflussmessung

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen nach Anspruch 1 sowie ein entsprechendes Verfahren nach Anspruch 12.

Das Messprinzip von magnetisch-induktiven Durchfluss-Messvorrichtungen beruht auf dem Gesetz der elektromagnetischen Induktion (Faraday'sches Gesetz). Die strömende Flüssigkeit in einem Rohr bildet dabei einen bewegten elektrischen Leiter (was eine, zumindest geringe, Leitfähigkeit der Flüssigkeit voraussetzt). Wenn die Flüssigkeit durch ein Magnetfeld fließt, kann über zwei Elektroden, die senkrecht zum Magnetfeld angeordnet sind, eine elektrische Spannung gemessen werden, deren Betrag proportional zur Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit ist.

Grundsätzlich ist eine Messspannung mit Störspannungen überlagert. Ein Anteil der Störspannungen ist auf elektromagnetische Strahlung aus der Umgebung zurückzuführen. Dieser Anteil kann mittels geeigneter Abschirmung der Messanordnung verringert werden. Ein weiterer Störspannungsanteil wird von elektrochemischen Vorgängen an der Grenzschicht zwischen den Messelektroden und der Flüssigkeit erzeugt. An der Grenzschicht der Elektroden zur Flüssigkeit kommt es zu Redox-Reaktionen, bei denen Elektronen zwischen Elektroden und Flüssigkeit ausgetauscht werden. Auch wenn beide Elektroden aus demselben Werkstoff bestehen und damit identische Reaktionen ablaufen, befinden sie sich in der Praxis nicht im chemischen Gleichgewicht. Daher kommt es zu unterschiedlichen elektrischen Potentialen und damit zu einer Spannung zwischen den Elektroden. Ursachen sind beispielsweise die ungleiche Anzahl der Atome an den Grenzschichten (beispielsweise durch Unterschiede bezüglich der chemischen Reinheit oder aufgrund geometrischer Unterschiede), inhomogene Verunreinigungen der Flüssigkeit oder Anlagerungen an den Elektroden. Der Betrag der Spannung ändert sich kontinuierlich. Grund für diese Änderungen können beispielsweise Diffusion, Konvektion, Dissoziation, Ionisation und Reibung sein. Sobald die Flüssigkeit in Bewegung kommt, variiert eine Gleichspannung

kontinuierlich, da sich die Ladungsverteilung innerhalb der Flüssigkeit infolge von Strömungen und Turbulenzen verändert. Gleichzeitig tritt als Folge der magnetischen Induktion eine Spannung an den Elektroden auf. Diese Spannung ist üblicherweise das eigentliche Messsignal. Wenn eine Spannung an ein Elektrodenpaar angelegt wird, kommt es zur Elektrolyse und damit zu einem von außen aufgezwungenen Austausch von Elektronen, der der elektrochemischen Spannung überlagert ist. Diese Effekte führen zu einer (unbestimmt) triftenden Gleitspannung, die als Offset dem eigentlichen Messsignal überlagert ist.

Aus der US 6,463,807 B1 ist ein Verfahren zur magnetisch-induktiven Durchflussmessung bekannt, wobei ein Magnetfeld durch einen Permanent-Magneten bereitgestellt wird. Ein Schalter ist vorgesehen, um Elektroden, die in Kontakt mit dem zu messenden Medium stehen, periodisch kurzzuschließen.

Eine Eliminierung der Offset-Spannung ist möglich, indem die Elektroden zum Ladungsausgleich kurzgeschlossen werden. Das magnetisch-induzierte Nutzsignal wird üblicherweise gemessen, wenn der Kurzschluss aufgehoben wird. Unmittelbar nach Unterbrechung des Kurzschlusses stellt sich aber auch das elektrochemische Störsignal wieder ein. Im Ergebnis bedeutet dies eine verringerte Genauigkeit der Messung.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Messvorrichtung und ein entsprechendes Verfahren vorzuschlagen, wobei ein zufriedenstellender Kompromiss erreicht werden soll zwischen einer vergleichsweise hohen Messgeschwindigkeit einerseits und einer vergleichsweise guten Reduktion von Störspannungen (insbesondere elektrochemischen Störspannungen) andererseits.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand gemäß Anspruch 1 gelöst.

Insbesondere wird die Aufgabe gelöst durch eine Messvorrichtung zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen, umfassend

- eine Einrichtung zur Erzeugung des Magnetfelds,
- mindestens einen elektrischen Widerstand,

- zumindest zwei Elektroden, wobei die zumindest zwei Elektroden über den mindestens einen elektrischen Widerstand elektrisch (permanent) verbunden sind, und
- eine Auswertungseinheit zur Auswertung eines parallel zu dem mindestens einen Widerstand gemessenen Messsignals der Elektroden und Berechnung der Fließgeschwindigkeit.

Ein Kerngedanke der Erfindung besteht darin, dass zwischen den Elektroden eine (permanente) elektrische Verbindung über einen Widerstand realisiert wird. Dadurch kann kontinuierlich ein Ladungsausgleich stattfinden, so dass einerseits eine vergleichsweise hohe Messgeschwindigkeit ermöglicht wird und andererseits Störspannungen, insbesondere elektrochemische Störspannungen, reduziert sind.

Das Medium wird vorzugsweise in einer entsprechenden Leitung geführt, insbesondere einem Rohr. Eine derartige Leitung, insbesondere ein derartiges Rohr, kann Bestandteil der Messvorrichtung sein.

In einer konkreten Ausführungsform sind die zumindest zwei Elektroden in direktem Kontakt mit dem fließenden Medium.

Vorzugsweise umfasst die Messvorrichtung mindestens einen Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfelds. Dadurch lässt sich die Messgenauigkeit weiter verbessern.

Der (mindestens eine) Widerstand weist vorzugsweise einen Wert von 10 bis 200 kOhm, vorzugsweise 40 bis 60 kOhm, weiter vorzugsweise 50 kOhm auf. Bei einem derartigen Widerstand wird ein besonders guter Kompromiss zwischen einer vergleichsweise hohen Messgeschwindigkeit und einer vergleichsweise hohen Messgenauigkeit erreicht.

In einer konkreten Ausführungsform ist ein Schalter vorgesehen zur Bereitstellung einer zweiten elektrischen Verbindung (neben dem elektrischen Widerstand) zum Kurzschluss der zumindest zwei Elektroden, wobei die zweite elektrische Verbindung zusätzlich und parallel zur ersten elektrischen Verbindung (des mindestens einen elektrischen Widerstands) ausgebildet ist. Der Schalter weist vorzugsweise im geöffneten Zustand einen Widerstand von mindestens 10 GOhm, weiter vorzugsweise mindestens 100 GOhm auf. Außerdem kann der Schalter im

geschlossenen Zustand einen Widerstand von höchstens 1 Ohm, vorzugsweise höchstens 0,1 Ohm und weiter vorzugsweise höchstens 10 mOhm aufweisen. Durch eine Kombination des Schalters mit dem (mindestens einen) elektrischen Widerstand wird eine besonders hohe Messgenauigkeit erreicht.

In einer konkreten Ausführungsform umfasst die Auswerteeinheit der Messvorrichtung einen Timer zur Steuerung von Offen- und Kurzschlusszeiten des Schalters. Vorzugsweise ist der Timer derart ausgebildet, dass er den Schalter für einen ersten Zeitraum kurzschließt und dann für einen zweiten Zeitraum zum Messen öffnet. Der erste Zeitraum zum Kurzschließen kann 70 bis 200 ms, vorzugsweise 60 bis 100 ms, weiter vorzugsweise 80 ms umfassen. Der zweite Zeitraum kann vorzugsweise 1 bis 40 ms, weiter vorzugsweise 10 bis 30 ms, noch weiter vorzugsweise 20 ms umfassen. Dadurch wird ein besonders guter Kompromiss erreicht, der einerseits eine hohe Messgeschwindigkeit gestattet und andererseits insbesondere die elektrischen Störspannungen in hohem Maße reduziert.

Die Messvorrichtung kann gemäß einer konkreten Ausführungsform eine Aufnahmeeinrichtung aufweisen, die den zeitlichen Verlauf des Messsignals aufzeichnet. Die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit durch die Auswerteeinheit kann darauf basieren, dass sich die zeitlichen Verläufe der vom Durchfluss induzierten Spannung und elektrochemischen Störspannung unterscheiden. Die Auswerteeinheit kann eine geeignete Messschaltung umfassen, bevorzugt eine getriggerte Sample- and Hold-Schaltung, die vorzugsweise selektiv den Anteil der vom Durchfluss induzierten Spannung erfasst. Nachdem der Kurzschluss zwischen den Elektroden durch Öffnen des Schalters wieder aufgehoben wurde, dauert es einige Zeit, bis sich die magnetisch induzierte Nutzsprungung und die elektrochemische Störspannung wieder vollständig eingestellt haben. Die Zeit für die elektrochemischen Vorgänge ist dabei im Wesentlichen von der Reaktionskinetik an den Elektroden abhängig. Insbesondere wenn signifikante Unterschiede im dynamischen Verhalten zwischen beiden Vorgängen vorliegen (beispielsweise, wenn sich eine Spannung schneller abbaut als die andere), kann mithilfe einer geeigneten Messschaltung (beispielsweise einer getriggerten Sample-and-Hold-Schaltung) nur der Anteil der induzierten Spannung gemessen werden. Dadurch wird die Messgenauigkeit weiter verbessert.

Eine das Medium leitende Leitung (beispielsweise ein Rohr) kann geerdet werden. Durch eine Erdung der Leitung (des Rohrs) wird bewusst verhindert, dass die Leitung (Rohrleitung) als Antenne wirkt. Durch Strahlung hervorgerufene Störspannungen können (aufgrund ausreichender Abschirmung des gesamten Messsystems) reduziert werden.

Vorzugsweise umfasst die Messvorrichtung eine Batterie zur Bereitstellung einer Betriebsspannung. Durch eine derartige Batterie kann eine (störspannungsbehaftete) Versorgungsspannung ggf. vollständig entfallen. Dadurch wird die Messgenauigkeit weiter verbessert. Die Betriebsspannung dient der Versorgung insbesondere der Messelektronik bzw. Auswerteeinheit.

Die Elektroden können zumindest abschnittsweise und/oder zumindest anteilig aus einem inerten Material, vorzugsweise Gold oder Platin, gefertigt sein oder mit einem inerten Material, vorzugsweise Gold oder Platin, beschichtet sein. Die Elektroden können zumindest abschnittsweise und/oder anteilig aus einem elektrisch leitenden Polymer gefertigt sein. Weiterhin können die Elektroden zumindest abschnittsweise und/oder zumindest anteilig aus einer elektrisch leitenden Keramik gefertigt sein. Weiterhin können die Elektroden zumindest abschnittsweise und/oder zumindest anteilig aus Kohlenstoffnanoröhren gefertigt sein. Inerte Elektrodenmaterialien (wie Gold oder Platin) sind auch elektrochemisch reaktionsarm. Ihre Verwendung reduziert daher weiter den elektrochemischen Offset. Bevorzugt ist ein möglichst kleines Elektrodenpotential/Redoxpotential (Standardpotential). Elektrisch leitende Polymere und Keramiken weisen ähnliche Vorteile auf. Auch Kohlenstoffnanoröhren sind aufgrund ihrer Struktur in der Lage, poröse, elektrisch leitfähige und mechanisch stabile Netzwerke zu bilden. Insgesamt werden die elektrochemische Stabilität und dadurch die Messgenauigkeit weiter verbessert.

Alternativ wird die oben genannte Aufgabe durch ein Messverfahren nach Anspruch 12 gelöst.

Insbesondere wird die Aufgabe durch ein Messverfahren zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen, insbesondere unter Verwendung der Messvorrichtung der weiter oben beschriebenen Art, gelöst, umfassend die Schritte:

- Erzeugen eines Magnetfeldes,
- Bereitstellung von mindestens zwei Elektroden, die permanent über mindestens einen Widerstand elektrisch verbunden werden,
- Messung eines Messsignals parallel zu dem mindestens einen elektrischen Widerstand,
- Auswertung des gemessenen Messsignals zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit.

Vorzugsweise sind die zumindest zwei Elektroden im direkten Kontakt mit dem elektrisch leitfähigen Medium. Das Magnetfeld wird vorzugsweise von Permanentmagneten erzeugt. Die zumindest zwei Elektroden können zusätzlich und parallel zur permanenten Widerstandsverbindung mit einem Schalter verbunden sein, der dazu ausgebildet ist, die Elektroden kurzzuschließen. Der Schalter kann im geöffneten Zustand einen Widerstand von zumindest 10 GOhm aufweisen. Weiterhin kann der Schalter vorzugsweise im eingeschalteten Zustand einen Widerstand von höchstens 1 Ohm, vorzugsweise höchstens 0,1 Ohm, besonders bevorzugt höchstens 10 mOhm aufweisen.

Die Offen- und Kurzschlusszeiten des Schalters können gesteuert werden. Vorzugsweise wird der Schalter für einen ersten Zeitraum kurzgeschlossen und dann für einen zweiten Zeitraum zum Messen geöffnet. Weiter vorzugsweise ist der erste Zeitraum 40 bis 200 ms, vorzugsweise 60 bis 100 ms, weiter vorzugsweise 80 ms. Der zweite Zeitraum ist vorzugsweise 1 bis 40 ms, weiter vorzugsweise 10 bis 30 ms, noch weiter vorzugsweise 20 ms.

Der zeitliche Verlauf des Messsignals wird in einer bevorzugten Ausführungsform aufgezeichnet. Die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit kann darauf basieren, dass sich die zeitliche Verläufe der vom Durchfluss induzierten Spannung und der elektrochemischen Steuerspannung unterscheiden.

Eine das Medium leitende Leitung (beispielsweise Rohr) kann geerdet sein.

Eine Batterie kann zur Bereitstellung einer Betriebsspannung (zur Versorgung des Messelektrode bzw. der Auswerteelektrode) vorgesehen sein.

Die Elektroden können zumindest abschnittsweise und/oder anteilig aus einem geerdeten Material, bevorzugt Gold oder Platin, gefertigt sein oder mit diesem

beschichtet sein und/oder aus einem elektrisch leitendem Polymer gefertigt sein und/oder aus einer elektrisch leitenden Keramik gefertigt sein und/oder aus Kohlenstoffnanoröhren gefertigt sein.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nachfolgend wird die Erfindung auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben, das anhand der folgenden Figuren näher erläutert wird.

Hierbei zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Messvorrichtung zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums;

Figur 2 ein Signal-Zeit-Diagramm.

In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleichwirkende Teile dieselben Bezugszeichen verwendet.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform der Messvorrichtung zur Messung der Fließgeschwindigkeit.

Innerhalb einer Rohrleitung 10 fließt ein elektrisch leitfähiges Medium, dessen Durchflussrichtung mit dem Pfeil 11 angezeigt ist. Weiterhin befinden sich innerhalb des Messrohrs 10 eine erste Elektrode 12 sowie eine zweite Elektrode 13, die sich gegenüberliegen. Eine gedachte Verbindungslinie zwischen den Elektroden ist senkrecht zur Durchflussrichtung gemäß dem Pfeil 11. Weiterhin befinden sich innerhalb des Messrohrs ein erster Magnet 14 sowie ein zweiter Magnet 15. Eine gedachte Verbindungslinie zwischen den Magneten 14, 15 ist parallel zur Durchflussrichtung gemäß dem Pfeil 11. Die Rohrleitung 10 ist mit einer Erde 16 verbunden und somit geerdet. Die Elektroden 12, 13 sind über einen Widerstand 17 miteinander verbunden. Weiterhin können die Elektroden 12, 13 über einen Schalter 18, der parallel zum Widerstand 17 geschaltet werden kann, verbunden werden.

Mit dem Bezugszeichen 19 ist ein Verstärker gekennzeichnet, der ein Messsignal der Elektroden 12, 13 verstärkt.

Die Messung des Messsignals der Elektroden 12, 13 (der Messspannung der Elektroden 12, 13) erfolgt parallel zum Widerstand 17. Weiterhin sind die Eingänge des Verstärkers 19 zu dem Schalter 18 parallel geschaltet.

Die Elektroden 12, 13 sind mit dem innerhalb des in der Rohrleitung 10 fließenden Mediums in Kontakt. Bei fließendem Medium kommt es hierdurch zur Ladungstrennung und Anlagerung von positiven Teilchen bzw. negativen Teilchen an den Oberflächen der Elektroden 12, 13. Die Elektroden 12, 13 sind über Zuleitungen 20, 21 mit dem Widerstand 17, dem Schalter 18 sowie den Eingängen des Verstärkers 19 verbunden.

Der Schalter 18 kann durch eine (nicht gezeigt) Ansteuereinheit und einen Timer geschaltet werden. Die Ansteuereinheit kann auch eine (ebenfalls nicht gezeigte) Auswertungseinheit ansteuern.

Figur 2 zeigt einen typischen Verlauf eines magnetisch induzierten Nutzsignals, eines elektro-chemischen Störsignals sowie die Summe der beiden Signale.

Wie erkennbar ist, dauert es einige Zeit, bis sich die magnetisch induzierte Nutzsinnung und die elektrochemische Steuerspannung wieder vollständig eingestellt haben, nachdem der Kurzschluss zwischen den Elektroden (zum Zeitpunkt  $t=0$ ) durch Öffnen des Schalters wieder aufgehoben wurde. Die Zeit für die elektrochemischen Vorgänge ist dabei im Wesentlichen von der Reaktionskinetik an den Elektroden abhängig. Wenn nun signifikante Unterschiede im dynamischen Verhalten zwischen beiden Vorgängen vorliegen (beispielsweise eine Spannung baut sich später auf als die andere), kann mit einer (optional vorgesehenen) geeigneten Messschaltung (beispielsweise einer getriggerten Sample-and-Hold-Schaltung) nur der Anteil der induzierten Spannung gemessen werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination nochmals insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als erfindungswesentlich beansprucht werden. Änderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

Bezugszeichenliste

10	Rohrleitung
11	Pfeil
12	erste Elektrode
13	zweite Elektrode
14	erster Magnet
15	zweiter Magnet
16	Erde
17	Widerstand
18	Schalter
19	Verstärker
20	erste Zuleitung
21	zweite Zuleitung

---

Vorrichtung und Verfahren zur magnetisch-induktiven Durchflussmessung

---

Ansprüche

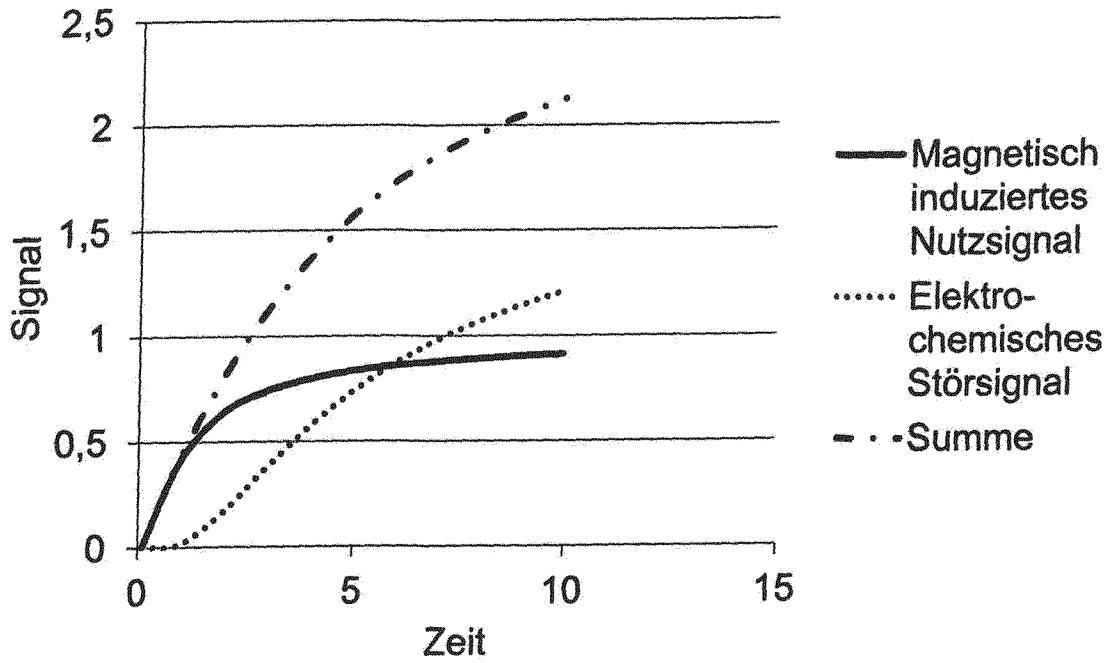
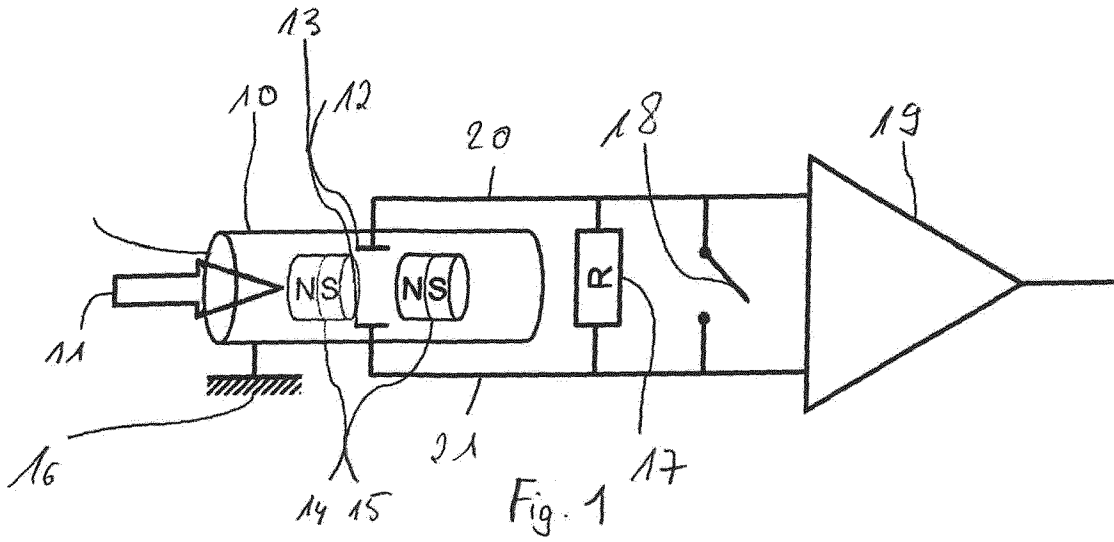
1. Messvorrichtung zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen, umfassend
  - eine Einrichtung (14, 15) zur Erzeugung des Magnetfeldes,
  - mindestens einen elektrischen Widerstand (17),
  - zumindest zwei Elektroden (12, 13), wobei die zumindest zwei Elektroden (12, 13) über den mindestens einen elektrischen Widerstand (17) elektrisch verbunden sind und
  - eine Auswertungseinheit zur Auswertung eines parallel zu dem mindestens einen Widerstand (17) gemessenen Messsignals der Elektroden (12, 13) und Berechnung der Fließgeschwindigkeit.
2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens einen Permanentmagneten (14, 15) zur Erzeugung des Magnetfeldes.
3. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand (17) einen Wert von 10 bis 200 kOhm, vorzugsweise 40 bis 60 kOhm, weiter vorzugsweise (ca.) 50 kOhm aufweist.
4. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Schalter (18) zur Bereitstellung einer zweiten elektrischen Verbindung zum Kurzschluss der zumindest zwei Elektroden (12, 13), wobei die zweite elektrische Verbindung zusätzlich und parallel zur ersten elektrischen Verbindung des mindestens einen elektrischen Widerstandes (17) ausgebildet ist, vorzugsweise wobei der Schalter (18) im geöffneten Zustand einen Widerstand von zumindest 10 GOhm, vorzugsweise zumindest 100 GOhm aufweist und/oder vorzugsweise wobei der Schalter im eingeschalteten Zustand einen

- Widerstand von höchstens 1 Ohm, vorzugsweise höchstens 0,1 Ohm und besonders bevorzugt höchstens 10 mOhm aufweist.
5. Messvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit einen Timer umfasst zur Steuerung von Offen- und Kurzschlusszeiten des Schalters, vorzugsweise wobei der Timer derart ausgebildet ist, dass er den Schalter (18) für einen ersten Zeitraum kurzschließt und dann für einen zweiten Zeitraum zum Messen öffnet, weiter vorzugsweise wobei der erste Zeitraum zum Kurzschließen 40 bis 200 ms, vorzugsweise 60 bis 100 ms, weiter vorzugsweise (ca.) 80 ms umfasst und der zweite Zeitraum vorzugsweise 1 bis 40 ms, weiter vorzugsweise 10 bis 30 ms, noch weiter vorzugsweise (ca.) 20 ms umfasst.
  6. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit eine Aufnahmeeinrichtung aufweist, die den zeitlichen Verlauf des Messsignals aufzeichnet.
  7. Messvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche insbesondere nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit durch die Auswerteeinheit darauf basiert, dass sich die zeitlichen Verläufe der vom Durchfluss induzierten Spannung und der elektrochemischen Störspannung unterscheiden.
  8. Messvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit eine geeignete Messschaltung umfasst, bevorzugt eine getriggerte Sample-and-Hold-Schaltung, die vorzugsweise selektiv den Anteil der vom Durchfluss induzierten Spannung erfasst.
  9. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine das Medium leitende Leitung (Rohr) geerdet ist.
  10. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Batterie zur Bereitstellung einer Betriebsspannung.
  11. Messvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (12, 13) zumindest abschnittsweise und/oder

zumindest anteilig aus einem inerten Material, bevorzugt Gold oder Platin, gefertigt sind oder mit diesem beschichtet sind und/oder aus einem elektrisch leitenden Polymer gefertigt sind und/oder aus einer elektrisch leitenden Keramik gefertigt sind und/oder aus Kohlenstoffnanoröhren gefertigt sind.

12. Messverfahren zur Messung einer Fließgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums in einem von einem Magnetfeld durchsetzten Volumen, insbesondere unter Verwendung der Messvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend die Schritte:
  - Erzeugung eines Magnetfeldes,
  - Bereitstellung von mindestens zwei Elektroden (12, 13), die permanent über mindestens einen Widerstand (17) elektrisch verbunden werden,
  - Messung eines Messsignals parallel zu dem mindestens einen elektrischen Widerstand (17) und
  - Auswertung des gemessenen Messsignals zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit.
13. Messverfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Elektroden (12, 13) in direktem Kontakt mit dem elektrisch leitfähigen Medium sind.
14. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld von einem oder mehreren Permanentmagneten (14, 15) erzeugt wird.
15. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Elektroden (12, 13) zusätzlich und parallel zur permanenten Widerstandsverbindung mit einem Schalter verbunden sind, der dazu ausgebildet ist, die Elektroden (12, 13) kurz-zuschließen, vorzugsweise wobei der Schalter im geöffneten Zustand einen Widerstand von zumindest 10 GOhm, vorzugsweise zumindest 100 GOhm aufweist und/oder vorzugsweise wobei der Schalter im eingeschalteten Zustand einen Widerstand von höchstens 1 Ohm, vorzugsweise höchstens 0,1 Ohm und besonders bevorzugt höchstens 10 mOhm aufweist.

16. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Offen- und Kurzschlusszeiten des Schalters (18) gesteuert werden, wobei vorzugsweise der Schalter (18) für einen ersten Zeitraum kurzgeschlossen wird und dann für einen zweiten Zeitraum zum Messen geöffnet wird, wobei weiter vorzugsweise der erste Zeitraum 40 bis 200 ms, vorzugsweise 60 bis 100 ms, weiter vorzugsweise (ca.) 80 ms umfasst und der zweite Zeitraum vorzugsweise 1 bis 40 ms, weiter vorzugsweise 10 bis 30 ms, noch weiter vorzugsweise (ca.) 20 ms umfasst.
17. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, insbesondere nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf des Messsignals aufgezeichnet wird.
18. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, insbesondere nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit darauf basiert, dass sich die zeitlichen Verläufe der vom Durchfluss induzierten Spannung und der elektrochemischen Störspannung unterscheiden.
19. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine das Medium leitende Leitung (Rohr) geerdet wird.
20. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass eine Batterie zur Bereitstellung einer Betriebsspannung vorgesehen wird.
21. Messverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (12, 13) zumindest abschnittsweise und/oder anteilig aus einem inerten Material, bevorzugt Gold oder Platin, gefertigt sind oder mit diesem beschichtet sind und/oder aus einem elektrisch leitenden Polymer gefertigt sind und/oder aus einer elektrisch leitenden Keramik gefertigt sind und/oder aus Kohlenstoffnanoröhren gefertigt sind.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2014/061534

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01F1/60  
ADD.  
  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01F

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 4 357 835 A (KAYAMA NAGAOKI) 9 November 1982 (1982-11-09) column 3 - column 4; figure 1	1,8,9, 12,13,19 4 2,3,5-7, 10,11, 14-18, 20,21
X Y A	----- US 3 530 713 A (NAZARETH ALFRED JR) 29 September 1970 (1970-09-29) the whole document	1,12 4 2,3, 5-11, 13-21
Y A	----- US 6 571 642 B1 (FELLER MURRAY F [US]) 3 June 2003 (2003-06-03) the whole document -----	4 1-3,5-21

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  
  
18 August 2014

Date of mailing of the international search report  
  
26/08/2014

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  
  
Fenzl, Birgit

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/061534

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4357835	A	09-11-1982	NONE
-----			
US 3530713	A	29-09-1970	DE 1814310 A1 04-12-1969
			FR 1595121 A 08-06-1970
			GB 1223308 A 24-02-1971
			NL 6818102 A 30-06-1969
			NO 123739 B 03-01-1972
			SE 340704 B 29-11-1971
			US 3530713 A 29-09-1970
-----			
US 6571642	B1	03-06-2003	NONE
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/061534

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. G01F1/60  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G01F

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

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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	US 4 357 835 A (KAYAMA NAGAOKI) 9. November 1982 (1982-11-09) Spalte 3 - Spalte 4; Abbildung 1	1,8,9, 12,13,19 4 2,3,5-7, 10,11, 14-18, 20,21
X Y A	----- US 3 530 713 A (NAZARETH ALFRED JR) 29. September 1970 (1970-09-29) das ganze Dokument	1,12 4 2,3, 5-11, 13-21
Y A	----- US 6 571 642 B1 (FELLER MURRAY F [US]) 3. Juni 2003 (2003-06-03) das ganze Dokument -----	4 1-3,5-21

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. August 2014	26/08/2014

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  Fenzl, Birgit
--	--

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/061534

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4357835	A	09-11-1982	KEINE
-----			
US 3530713	A	29-09-1970	DE 1814310 A1 04-12-1969
		FR 1595121 A	08-06-1970
		GB 1223308 A	24-02-1971
		NL 6818102 A	30-06-1969
		NO 123739 B	03-01-1972
		SE 340704 B	29-11-1971
		US 3530713 A	29-09-1970
-----			
US 6571642	B1	03-06-2003	KEINE
-----			