

(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
5. Februar 2015 (05.02.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/014479 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 1/60 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/002064
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2014 (29.07.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 012 435.2 29. Juli 2013 (29.07.2013) DE
10 2013 015 818.4
24. September 2013 (24.09.2013) DE
- (71) Anmelder: **KROHNE MESSTECHNIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Ludwig-Krohne-Strasse 5, 47058 Duisburg (DE).
- (72) Erfinder: **FLORIN, Wilhelm**; Heideweg 21, 47198 Duisburg (DE). **DABROWSKI, Markus**; Rotdornstrasse 51, 47269 Duisburg (DE).
- (74) Anwalt: **GESTHUYSEN PATENT- UND RECHTSANWÄLTE**; Huysseallee 100, 45128 Essen (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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MAGNETIC INDUCTIVE FLOW METER AND METHOD FOR OPERATING A MAGNETIC INDUCTIVE FLOW METER

(54) Bezeichnung : MAGNETISCH-INDUKTIVES DURCHFLUSSMESSGERÄT UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES MAGNETISCH-INDUKTIVEN DURCHFLUSSMESSGERÄTS

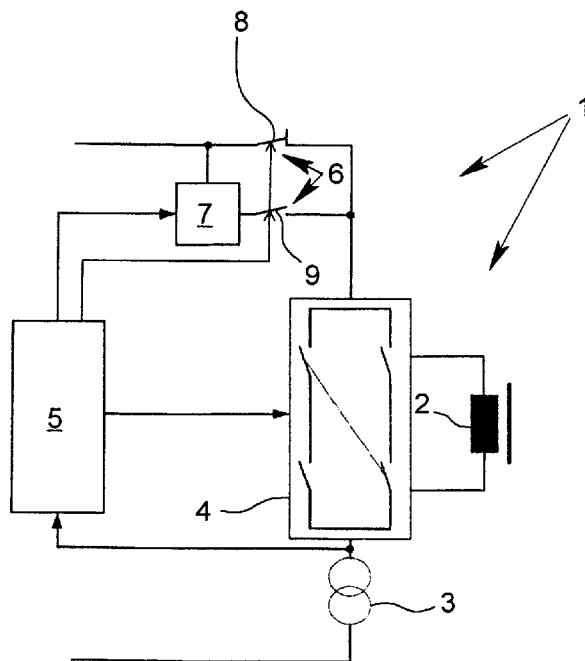


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a magnetic field generating device (1) associated with a magnetic inductive flow meter for generating an alternating magnetic field that extends at least also perpendicular to the longitudinal axis of a measuring tube (not illustrated). In the illustrated embodiment, the magnetic field generating device (1) comprises at least one field coil (2), a current regulator (3), a switching bridge (4), and a microcontroller (5). According to the invention, two different coil voltages are provided for the coil current supply, namely, an initial voltage and a lower operating voltage, and a voltage selector switch (6) for switching from the initial voltage to the operating voltage - and vice versa - is provided.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben und dargestellt ist eine zu einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät gehörende Magnetfelderzeugungseinrichtung (1) zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse eines nicht dargestellten Messrohrs verlaufenden wechselnden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/014479 A1

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)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Magnetfeldes, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung (1) mindestens eine Feldspule (2), ein Stromregler (3), eine Umschaltbrücke (4) und ein Mikrocontroller (5) gehören. Erfindungsgemäß sind für die Spulenstromversorgung zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung, und ist ein Spannungsumschalter (6) für das Umschalten von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung - und umgekehrt - vorgesehen.

Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät und Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts

Die Erfindung betrifft ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät, mit
5 mindestens einem Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden
Mediums, mit einer Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines
zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohrs verlaufenden wech-
selnden Magnetfeldes, mit mindestens zwei – insbesondere das Medium be-
rührenden – Messelektroden und mit einer Auswerteschaltung, wobei die
10 Magnetfelderzeugungseinrichtung mindestens eine Feldspule, vorzugsweise
einen Stromregler, vorzugsweise eine Umschaltbrücke und vorzugsweise
einen Mikrocontroller aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren
zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts.

15 Aus der DE 199 07 864 A 1 ist ein magnetisch-induktives Durchflussmessge-
rät der zuvor beschriebenen Art bekannt. Bei diesem bekannten magnetisch-
induktiven Durchflussmessgerät kann die Magnetfelderzeugungseinrichtung
eine Feldspule oder zwei Feldspulen aufweisen. Das ist der Grund dafür, dass
zuvor ausgeführt ist, dass die Magnetfelderzeugungseinrichtung mindestens
20 eine Feldspule aufweist. Auch weist bei dem bekannten magnetisch-indukti-
ven Durchflussmessgerät die Magnetfelderzeugungseinrichtung einen Strom-
regler, eine Umschaltbrücke und einen Mikrocontroller auf. Weil jedoch we-
der ein Stromregler noch eine Umschaltbrücke noch ein Mikrocontroller funk-
tionsnotwendig sind, ist weiter oben ausgeführt, dass die Magnetfelderzeu-
25 gungseinrichtung vorzugsweise einen Stromregler, vorzugsweise eine Um-
schaltbrücke und vorzugsweise einen Mikrocontroller aufweist.

Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte sind seit Jahrzehnten umfang-
reich im Stand der Technik bekannt. Dazu wird exemplarisch auf die Litera-
30 turstelle "Technische Durchflussmessung" von Prof. Dr.-Ing. K.W. Bonfig,
3. Auflage, Vulkan-Verlag Essen, 2002, Seiten 123 bis 167, und auch auf die
Literaturstelle "Grundlagen Magnetisch-Induktive Durchflussmessung" von
Dipl.-Ing. Friedrich Hoffmann, 3. Auflage, 2003, Druckschrift der Firma
KROHNE Messtechnik GmbH & Co. KG, verwiesen.

Das grundlegende Prinzip eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts zur Durchflussmessung eines strömenden Mediums geht auf Michael Faraday zurück, der bereits im Jahre 1832 vorgeschlagen hat, das Prinzip der elektromagnetischen Induktion zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit eines elektrisch leitfähigen Mediums anzuwenden.

Nach dem faradayschen Induktionsgesetz entsteht in einem von einem Magnetfeld durchsetzten strömenden, elektrisch leitfähigen Medium eine elektrische Feldstärke senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums und senkrecht zum Magnetfeld. Das faradaysche Induktionsgesetz wird bei magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten dadurch ausgenutzt, dass mittels einer Magnetfelderzeugungseinrichtung, die mindestens eine Feldspule, üblicherweise zwei Feldspulen aufweist, ein während des Messvorgangs sich zeitlich veränderndes Magnetfeld erzeugt wird und das Magnetfeld wenigstens teilweise das durch ein Messrohr strömende elektrisch leitfähige Medium durchsetzt. Dabei weist das erzeugte Magnetfeld wenigstens eine Komponente senkrecht zur Längsachse des Messrohrs bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums auf.

Wenn es einleitend heißt, dass zu dem in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät mindestens eine Magnetfelderzeugungseinrichtung "zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohrs verlaufenden Magnetfeldes" gehört, dann sei hier noch einmal darauf hingewiesen, dass das Magnetfeld zwar vorzugsweise senkrecht zur Längsachse des Messrohrs bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums verläuft, ausreichend jedoch ist, dass eine Komponente des Magnetfeldes senkrecht zur Längsachse des Messrohrs bzw. senkrecht zur Strömungsrichtung des Mediums verläuft.

Eingangs ist auch ausgeführt, dass zu dem in Rede stehenden magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät mindestens zwei – insbesondere das Medium berührende – Messelektroden gehören. Diese Messelektroden dienen zum Abgreifen einer in dem strömenden Medium induzierten Messspannung. Vorzugsweise verläuft die virtuelle Verbindungslinie der beiden Messelektroden zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Richtung des das Messrohr senkrecht zur Längsachse des Messrohrs durchsetzenden Magnetfeldes. Insbeson-

dere können die Messelektroden so vorgesehen sein, dass deren virtuelle Verbindungslinie tatsächlich – mehr oder weniger – senkrecht zur Richtung des das Magnetfeld durchsetzenden Magnetfeldes verläuft.

5 Schließlich ist eingangs ausgeführt, dass es sich bei den Messelektroden insbesondere um solche handeln kann, die das Medium berühren. Tatsächlich kann selbstverständlich die durch Induktion im strömenden, elektrisch leitfähigen Medium erzeugte elektrische Feldstärke durch direkt, also galvanisch mit dem Medium in Kontakt stehende Messelektroden als Messspannung
10 abgegriffen werden. Es gibt aber auch magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte, bei denen die Messspannung nicht durch direkt, also nicht durch galvanisch mit dem Medium in Kontakt stehende Messelektroden abgegriffen wird, vielmehr die Messspannung kapazitiv erfasst wird.

15 Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte sind im industriellen Bereich anfangs mit einem magnetischen Wechselfeld betrieben worden. Aus Kostengründen ist dabei die Feldspule bzw. sind die Feldspulen an das vorhandene Wechselspannungsnetz angeschlossen worden, so dass das Magnetfeld im Wesentlichen sinusförmig seine Feldstärke ändert. Das Betreiben von magne-
20 tisch-induktiven Durchflussmessgeräten mit einem Magnetfeld, das seine Feldstärke im Wesentlichen sinusförmig ändert, hat jedoch Nachteile (siehe die DE 199 07 864 A1, Spalte 1, Zeile 53, bis Spalte 2, Zeile 13).

25 Seit Mitte der 70er Jahre haben sich zunehmend magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte durchgesetzt, die mit einem geschalteten magnetischen Gleichfeld arbeiten, bei denen also mit einem geschalteten Gleichstrom als Spulenstrom gearbeitet wird. Wird mit einem geschalteten magnetischen Gleichfeld gearbeitet, sind Nachteile vermieden, die dann auftreten, wenn mit einem Magnetfeld gearbeitet wird, dessen Feldstärke sich im Wesentlichen
30 sinusförmig ändert, es gibt jedoch auch Probleme, wenn mit einem geschalteten magnetischen Gleichfeld gearbeitet wird (vgl. die DE 199 07 864 A 1, Spalte 2, Zeilen 18 bis 41).

35 Der Erfindung, die in der DE 199 07 864 A 1 beschrieben ist, lag die Aufgabe zugrunde, das bekannte, mit einem geschalteten magnetischen Gleichfeld arbeitende magnetisch-induktive Durchflussmessgerät so auszugestalten und

weiterzubilden, dass die erläuterten, systembedingten Umschaltphasen kürzer sind als bei den zuvor im Stand der Technik bekannt gewesenen magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten, so dass die Feldfrequenz, also die Frequenz, mit der das magnetische Gleichfeld umgeschaltet wird, erhöht werden kann (vgl. die DE 199 07 864 A 1, Spalte 2, Zeilen 42 bis 49).

Im Einzelnen ist bei dem bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät eine Zusatzstromquelle vorgesehen und ist mittels der Zusatzstromquelle unmittelbar zu Beginn einer jeden Halbwelle des als geschalteter Gleichstrom vorliegenden Spulenstroms ein Zusatzstrom in die Feldspule bzw. in die Feldspulen einspeisbar (vgl. die DE 199 07 864 A 1, Spalte 2, Zeilen 50 bis 57, den Patentanspruch 1, aber auch die weitere Erläuterung in Spalte 2, Zeile 58, bis Spalte 4, Zeile 7, und die Patentansprüche 2 bis 10).

Selbstverständlich gibt es magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte ganz unterschiedlicher Nennweiten und mit ganz unterschiedlicher Baugeometrie. Das führt dazu, dass die elektrischen Kenndaten der Feldspule bzw. der Feldspulen, vor allem die Induktivität und der Widerstand, der für verschiedene magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte verwendeten Feldspulen sehr unterschiedlich sind. Damit sind auch die vom Verhältnis der Induktivität zum Widerstand abhängigen Zeitkonstanten der Feldspulen sehr unterschiedlich.

Will man nicht für jedes magnetisch-induktive Durchflussmessgerät, beispielsweise für magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte mit unterschiedlichen Nennweiten, jeweils eine eigene Spulenstromversorgung konzipieren, dann muss eine Spulenstromversorgung, die für ganz unterschiedliche Feldspulen verwendbar sein soll, so ausgelegt sein, dass zum Beispiel auch bei einem relativ großen Widerstand der gewollte Spulenstrom fließen kann und dass bei einer relativ großen Induktivität und einem relativ kleinen Widerstand die auch von der Zeitkonstanten abhängige Einschwingzeit nicht zu groß ist. Folglich liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät anzugeben, bei dem eine bestimmte Spulenstromversorgung für im Übrigen sehr unterschiedliche magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte eingesetzt werden kann, nämlich vor allem für magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte mit sehr unterschiedlichen Feldspulen oder / und mit sehr unterschiedlichen Anforderungen an die benötigte Feldstärke.

Das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät ist nun zunächst und im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass für die Spulenstromversorgung zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt sind, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung, und dass ein Spannungsumschalter für das Umschalten von der Anfangsspannung auf die Dauerspannung – und umgekehrt – vorgesehen ist. Das bedarf der Erläuterung:

Weiter oben ist bereits erläutert, dass bei dem bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät, von dem die Erfindung ausgeht, eine Zusatzstromquelle vorgesehen ist und mittels der Zusatzstromquelle unmittelbar zu Beginn einer jeden Halbwelle des als geschalteter Gleichstrom vorliegenden Spulenstroms ein Zusatzstrom in die Feldspule bzw. in die Feldspulen eingespeist wird; das führt zu der angestrebten Verkürzung der Einschwingzeit (vgl. die Fig. 4 in der DE 199 07 864 A 1).

Auch bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät wird – bei ansonsten unveränderten Verhältnissen – die Einschwingzeit verkürzt, nämlich dadurch, dass zunächst eine Anfangsspannung und dann eine niedrigere Funktionsspannung zur Verfügung gestellt wird. Die Anfangsspannung ist also größer als die Funktionsspannung, wobei die Funktionsspannung die Spannung ist, die für den eigentlichen Messbetrieb erforderlich ist, die also den – konstanten – Spulenstrom fließen lässt, der zu der gewollten magnetischen Feldstärke im Messrohr bzw. im durch das Messrohr fließenden Medium führt. Erfindungsgemäß wird aber mehr erreicht als eine Verkürzung der Einschwingzeit. Das wird weiter unten noch erläutert.

Für das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät ist wesentlich, dass die Anfangsspannung größer ist als die Funktionsspannung. So kann die Funktionsspannung relativ klein sein, nämlich dann, wenn der Widerstand der Feldspule bzw. der Feldspulen relativ klein ist oder / und der – die erforderliche magnetische Feldstärke bestimmende – Spulenstrom relativ gering ist. Die erforderliche Funktionsspannung kann aber auch relativ groß sein, nämlich dann, wenn der Widerstand der Feldspule bzw. der Feldspulen relativ groß ist oder / und – der geforderten magnetischen Feldstärke wegen – der notwendige Spulenstrom relativ groß ist. Bei dem erfindungsgemäßen

magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät muss also die Spulenstromversorgung insgesamt so ausgelegt sein, dass auch bei der größten Funktionsspannung, die im Einzelfall erforderlich sein kann, noch der Maßgabe genügt werden kann, dass die Anfangsspannung größer ist als die Funktionsspannung.

5

Das, was zuvor ausgeführt ist, berücksichtigend, kann die Spulenstromversorgung bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät in ganz unterschiedlicher Weise realisiert sein. Insbesondere kann die für das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät insgesamt zur Verfügung stehende Versorgungsspannung die Anfangsspannung sein. Insbesondere dann, aber nicht nur dann, kann die Funktionsspannung durch eine Pulsweitenmodulation aus der Versorgungsspannung gewonnen werden. Dann, aber nicht nur dann, kann zur Erzeugung der Funktionsspannung ein PWM-gesteuerter Schaltregler vorgesehen sein.

10

15

Dass bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät zur Erzeugung eines geschalteten magnetischen Gleichfelds und damit zur Erzeugung eines geschalteten Gleichstroms als Spulenstrom eine Umschaltbrücke vorgesehen sein kann, ist weiter oben bereits ausgeführt, – und bei dem bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät, von dem die Erfindung ausgeht, ist eine solche Umschaltbrücke vorgesehen (vgl. in der DE 199 07 864 A 1 Spalte 4, Zeilen 53 bis 67, und die Umschaltbrücke 13 in der Fig. 3). Ist nun auch bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät eine Umschaltbrücke vorgesehen, im Übrigen auch ein Mikrocontroller vorgesehen (siehe den Mikrocontroller 18 bei dem aus der DE 199 07 864 A 1 bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät), dann empfiehlt sich eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Umschaltbrücke vom Mikrocontroller umgesteuert wird.

20

25

30

Ist bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät ein Mikrocontroller vorgesehen, durch den, wie zuvor erläutert, die Umschaltbrücke umgesteuert werden kann, dann, aber nicht nur dann, empfiehlt es sich, den Spannungsumschalter vom Mikrocontroller zu steuern.

35

Weiter oben ist gesagt, dass erfindungsgemäß nicht nur die Einschwingzeit verkürzt wird, dass erfindungsgemäß mehr erreicht wird. Wesentlich für das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät ist, wie mehrfach ausgeführt, dass zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt sind, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung. Da die Anfangsspannung größer als die Funktionsspannung ist, muss die Anfangsspannung so gewählt sein, dass sie größer ist als die maximal erforderliche Funktionsspannung, also die Funktionsspannung, die für den erforderlichen Spulenstrom benötigt wird, wenn der Widerstand der Feldspule bzw. der Feldspulen relativ groß ist und wenn – der geforderten magnetischen Feldstärke wegen – ein relativ großer Spulenstrom fließen soll. Ist die Spulenstromversorgung so realisiert, wird jedoch eine kleinere Funktionsspannung als die maximale Funktionsspannung, insbesondere eine relativ kleine Funktionsspannung benötigt, dann würde die in der Feldspule bzw. in den Feldspulen nicht "verbrauchte" Leistung im Stromregler "verbraucht", nämlich als unerwünschte Verlustleistung. Das wird erfindungsgemäß dadurch verhindert, dass einerseits eine Anfangsspannung zur Verfügung gestellt wird, die eine gewünscht kurze Einschwingzeit realisiert, dass andererseits nur eine solche Funktionsspannung zur Verfügung gestellt wird, die für den jeweiligen Einzelfall funktionsnotwendig ist.

Ist bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät, wie auch bei dem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät, von dem die Erfindung ausgeht, und wie heute üblich, ein Mikrocontroller vorgesehen, so kann der Mikrocontroller bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät drei Funktionen haben, nämlich die Funktion der Umsteuerung der Umschaltbrücke, die Funktion der Steuerung des Spannungsumschalters und die Funktion der Steuerung bzw. der Regelung der Funktionsspannung. Der Mikrocontroller gibt dann also nicht nur vor, wann von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung – und umgekehrt – umgeschaltet wird, er gibt auch vor, welche Funktionsspannung an der Feldspule bzw. an den Feldspulen zur Verfügung steht.

Selbstverständlich sind neben den schon beschriebenen Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchfluss-

messgeräts weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen, auch Abwandlungen möglich.

5 Weiter oben ist ausgeführt, dass bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät die Anfangsspannung die Versorgungsspannung sein kann. Sinnvoll kann jedoch auch eine Ausführungsform sein, bei der die Anfangsspannung zwar aus der Versorgungsspannung gewonnen wird, aber nicht die Versorgungsspannung direkt ist. So kann die Anfangsspannung in vergleichbarer Weise wie die Funktionsspannung durch eine Pulsweitenmodulation aus der Versorgungsspannung gewonnen werden, kann auch in-
10 soweit zur Erzeugung der Anfangsspannung ein PWM-gesteuerter Schaltregler vorgesehen sein.

Bei dem bekannten magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät, von dem die
15 Erfindung ausgeht, ist, wie bereits ausgeführt, ein Stromregler vorgesehen (Stromregler 11 in der Fig. 3 der DE 199 07 864 A 1). Ein solcher Stromregler ist, wie ausgeführt, in der Regel auch bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät vorgesehen. Jedoch kann statt eines Stromreglers auch ein Strommesswiderstand vorgesehen sein. Der Spulenstrom durch die Feldspule bzw. durch die Feldspulen ist dann proportional der
20 Funktionsspannung. Bei dieser Ausführungsform muss der tatsächlich fließende Spulenstrom gemessen werden, nämlich mit Hilfe des Strommesswiderstandes, damit er bei der Ermittlung des Durchflusses rechnerisch berücksichtigt werden kann.

25 Ist bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät statt eines Stromreglers ein Strommesswiderstand vorgesehen, dann kann der dem Spulenstrom proportionale Spannungsabfall am Strommesswiderstand als Referenzspannung verwendet werden, also aus der Messelektrodenspannung an den Messelektroden und der Referenzspannung der Durchfluss bestimmt
30 werden.

Im Übrigen kann es zweckmäßig sein, bei dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät den Takt des PWM-Signals mit dem
35 Takt der Messung der Messelektrodenspannung zu synchronisieren. Dabei kann der Takt des PWM-Signals dem Takt der Messung der Messelektroden-

spannung entsprechen, der Takt des PWM-Signals kann aber auch ohne Weiteres dem n-fachen des Takts der Messung der Messelektrodenspannung entsprechen, wobei n vorzugsweise eine ganze Zahl größer als Null ist.

- 5 Für das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät kann eine bevorzugte Funktionsweise wie folgt beschrieben werden:

Der Mikrocontroller erfasst den Spannungsabfall über dem Stromregler oder, falls anstelle eines Stromreglers ein Strommesswiderstand vorgesehen ist, über den Strommesswiderstand und bestimmt davon abhängig den Umschaltzeitpunkt des Spannungsumschalters und die Einstellung des PWM-gesteuerten Schaltreglers, also die Einstellung der Funktionsspannung.

15 Zweckmäßigerweise arbeitet das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät insoweit pulsierend, als einem Messbetrieb eine Messpause, der Messpause wieder ein Messbetrieb, dem Messbetrieb wieder eine Messpause usw. folgen. Das wird weiter unten noch erläutert.

Wie eingangs ausgeführt, betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts. Dieses Verfahren ist bei einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät der eingangs beschriebenen Art im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass für die Spulenstromversorgung zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt werden, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung, und dass von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung – und umgekehrt – umgeschaltet wird, nämlich mit Hilfe eines Spannungsumschalters. Dabei kann im Einzelnen so vorgegangen werden, wie das zuvor in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät beschrieben worden ist. Insbesondere kann dann, wenn statt eines Stromreglers in Reihe zu der Feldspule bzw. zu den Feldspulen ein Strommesswiderstand vorgesehen ist, der am Strommesswiderstand auftretende Spannungsabfall als Referenzspannung verwendet werden und aus der Messelektrodenspannung an den Messelektroden und der Referenzspannung der Durchfluss bestimmt werden.

Wie dargelegt, gibt es verschiedene Möglichkeiten, das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen auf die auf den Patentanspruch 1 rückbezogenen Patentansprüche und auf die folgende Beschreibung in Verbindung mit der
5 Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 das Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer zu einem erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät gehörenden Magnetfelderzeugungseinrichtung,
10

Fig. 2 eine erste graphische Darstellung,

Fig. 3 eine zweite graphische Darstellung und

15 Fig. 4 eine dritte graphische Darstellung;

auch anhand der graphischen Darstellungen in den Fig. 2 bis 4 wird nachfolgend die Erfindung erläutert.

20 Zu einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät gehören – funktionsnotwendig – ein nicht dargestelltes Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums, eine Magnetfelderzeugungseinrichtung 1 zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des nicht dargestellten Messrohrs verlaufenden wechselnden Magnetfeldes, mindestens zwei
25 – insbesondere das Medium berührende –, ebenfalls nicht dargestellte Messelektroden und eine wiederum nicht dargestellte Auswerteschaltung.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, gehören zu der Magnetfelderzeugungseinrichtung 1 mindestens eine Feldspule 2 sowie vorliegend ein Stromregler 3, eine Umschaltbrücke 4 und ein Mikrocontroller 5. Nicht dargestellt ist, dass
30 statt eines Stromreglers 3 auch ein Strommesswiderstand in Reihe zu der Feldspule 2 (bzw. in Reihe zu Feldspulen) vorgesehen sein kann.

Erfindungsgemäß sind für die Spulenstromversorgung, also die Stromversorgung der Feldspule 2 bzw. von zwei Feldspulen, zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt, nämlich eine Anfangsspannung und
35 eine niedrigere Funktionsspannung. Es ist ein Spannungsumschalter 6 für das

Umschalten von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung – und umgekehrt – vorgesehen.

5 In dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Anfangsspannung die Versorgungsspannung. Die Funktionsspannung wird durch eine Pulsweitenmodulation aus der Versorgungsspannung gewonnen. Im Ausführungsbeispiel ist zur Erzeugung der Funktionsspannung ein PWM-gesteuerter Schaltregler 7 vorgesehen.

10 Für das in der Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Magnetfelderzeugungseinrichtung 1 eines erfindungsgemäßen magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts gilt weiter, dass die Umschaltbrücke 4 und der Spannungsumschalter 6 jeweils vom Mikrocontroller 5 umgesteuert bzw. gesteuert werden.

15 Die Fig. 1 zeigt, dass der Spannungsabfall über dem Stromregler 3 dem Mikrocontroller 5 zugeführt wird. Die Umschaltbrücke 4 wird vom Mikrocontroller 5 gesteuert und auch der Spannungsumschalter 6 wird vom Mikrocontroller 5 gesteuert. Außerdem beeinflusst der Mikrocontroller 5 den PWM-gesteuerten Schaltregler 7 – in Abhängigkeit vom Spannungsabfall über den
20 Stromregler 3 – so, dass die Funktionsspannung den Wert hat, der erforderlich ist, dass der Spulenstrom über die Feldspule 2 bzw. die Feldspulen so groß ist, dass die geforderte magnetische Feldstärke – im nicht dargestellten Messrohr bzw. in dem durch das Messrohr fließenden Medium – vorliegt.

25 In dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Spannungsumschalter 6 einen Öffner 8 und einen Schließer 9. Der Spannungsumschalter 6 bekommt sein Steuersignal vom Mikrocontroller 5. Ohne ein Steuersignal vom Mikrocontroller 5 sind also der Öffner 8 geschlossen und der Schließer 9 geöffnet, während beim Vorliegen eines Steuersignals vom Mikrocontroller 5
30 der Öffner 8 geöffnet und der Schließer 9 geschlossen sind. Die daraus resultierenden Zusammenhänge für den Spulenstrom in der Feldspule 2 zeigt die graphische Darstellung in Fig. 2. Im unteren Teil dieser graphischen Darstellung ist das Vorliegen bzw. Nicht-Vorliegen eines Steuerimpulses vom Mikrocontroller 5 dargestellt, im oberen Teil der graphischen Darstellung der in
35 der Feldspule 2 fließende Spulenstrom.

Die graphische Darstellung in Fig. 3 zeigt, dass das erfindungsgemäße magnetisch-induktive Durchflussmessgerät pulsierend betrieben werden kann, dass nämlich jeweils einem Messbetrieb eine Messpause, einer Messpause ein Messbetrieb, einem Messbetrieb eine Messpause usw. folgen kann.

5

Wie bereits ausgeführt, erfasst der Mikrocontroller 5 den Spannungsabfall über dem Stromregler 3 und bestimmt davon abhängig den Umschaltzeitpunkt des Spannungsumschalters 6 und die Einstellung des PWM-Schaltreglers 7.

10

Die graphische Darstellung in Fig. 4 zeigt im oberen Teil idealisiert den geschalteten Gleichstrom, im unteren Teil reale Verhältnisse. In den Zeitabschnitten a und b ist die Anfangsspannung wirksam, während im Zeitabschnitt c die Funktionsspannung wirksam ist. Dabei ist der Zeitabschnitt a kleiner als der Zeitabschnitt b und der Zeitabschnitt, der sich aus der Differenz des Zeitabschnitts b und des Zeitabschnitts a ergibt, soll klein sein gegenüber der halben Impulsdauer, also klein gegenüber $T/2$.

15

Wie ausgeführt, kann statt des im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 vorgesehenen Stromreglers 3 ein Strommesswiderstand in Reihe zu der Feldspule 2 bzw. zu Feldspulen vorgesehen sein kann. Das gibt die Möglichkeit, den am Strommesswiderstand auftretenden Spannungsabfall als Referenzspannung zu verwenden, also aus der Messelektrodenspannung an den Messelektroden und der Referenzspannung den Durchfluss zu bestimmen.

20

Zur Erfindung gehört zunächst das, was in den Patentansprüchen beschrieben ist. Zur Erfindung gehört aber auch das, was im allgemeinen Teil der Beschreibung und im speziellen Teil der Beschreibung dargelegt ist, und auch dann, wenn es nicht Inhalt von Patentansprüchen ist.

25

30

35

Patentansprüche:

1. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät, mit mindestens einem Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums, mit mindestens einer Magnetfelderzeugungseinrichtung (1) zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohrs verlaufenden wechselnden Magnetfeldes, mit mindestens zwei – insbesondere das Medium berührenden– Messelektroden und mit einer Auswerteschaltung, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtung (1) mindestens eine Feldspule (2), vorzugsweise einen Stromregler (3), vorzugsweise eine Umschaltbrücke (4) und vorzugsweise einen Mikrocontroller (5) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass für die Spulenstromversorgung zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt werden, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung, und dass ein Spannungsumschalter (6) für das Umschalten von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung – und umgekehrt – vorgesehen ist.

20

2. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anfangsspannung die Versorgungsspannung ist.

3. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsspannung durch eine Pulsweitenmodulation aus der Versorgungsspannung gewonnen wird.

25

4. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung der Funktionsspannung ein PWM-gesteuerter Schaltregler (7) vorgesehen ist.

30

5. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtung eine Umschaltbrücke (4) und einen Mikrocontroller (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltbrücke (4) vom Mikrocontroller (5) umgesteuert wird.

35

6. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtung einen Mikrocontroller (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsumschalter (6) vom Mikrocontroller (5) gesteuert wird.
- 5
7. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in Reihe zu der Feldspule (2) bzw. zu den Feldspulen ein Strommesswiderstand vorgesehen ist.
- 10
8. Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräts, mit mindestens einem Messrohr für den Durchfluss eines elektrisch leitenden Mediums mit mindestens einer Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines zumindest auch senkrecht zur Längsachse des Messrohrs verlaufenden wechselnden Magnetfeldes, mit mindestens zwei – insbesondere das Medium berührenden – Messelektroden und mit einer Auswerteschaltung, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtung mindestens eine Feldspule, vorzugsweise einen Stromregler, vorzugsweise eine Umschaltbrücke und vorzugsweise einen Mikrocontroller aufweist,
- 15
- dadurch gekennzeichnet,**
- 20
- dass für die Spulenstromversorgung zwei unterschiedliche Spulenspannungen zur Verfügung gestellt werden, nämlich eine Anfangsspannung und eine niedrigere Funktionsspannung, und dass von der Anfangsspannung auf die Funktionsspannung – und umgekehrt – umgeschaltet wird, vorzugsweise mit Hilfe eines Spannungsumschalters.
- 25
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtung einen Strommesswiderstand aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der am Strommesswiderstand auftretende Spannungsabfall als Referenzspannung verwendet wird und aus der Messelektrodenspannung an den Messelektroden und der Referenzspannung der Durchfluss bestimmt wird.
- 30

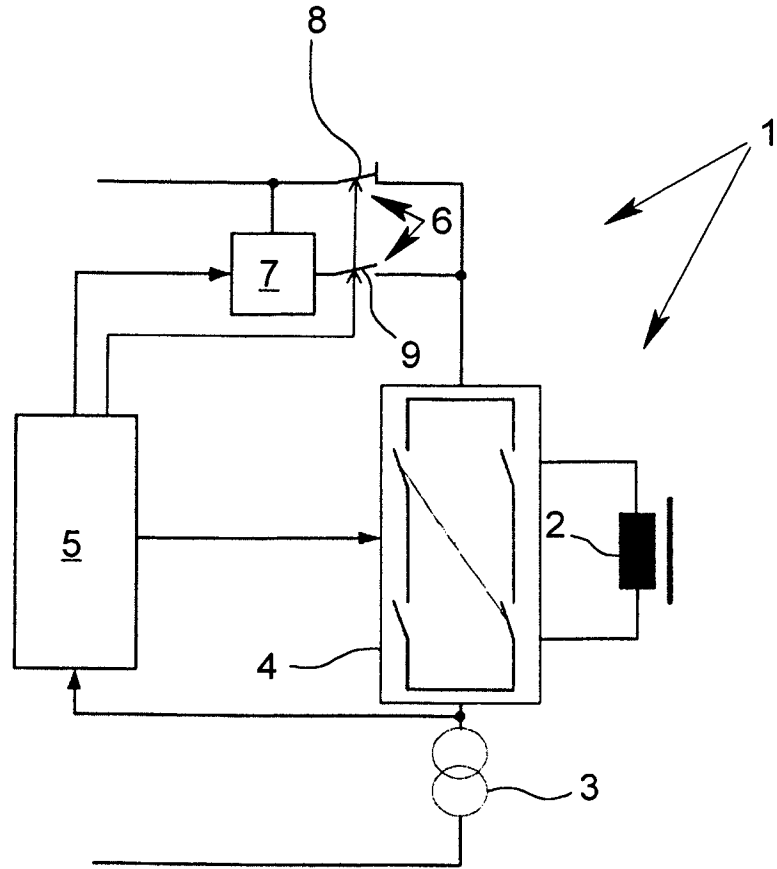


Fig. 1

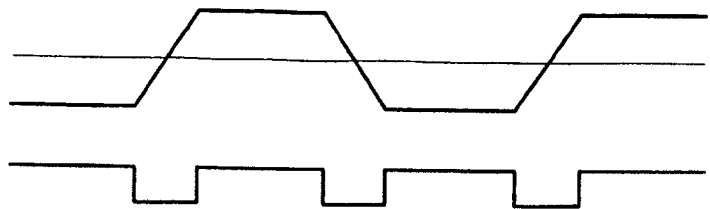


Fig. 2

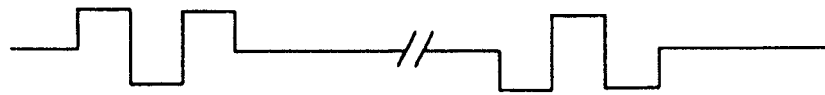


Fig. 3

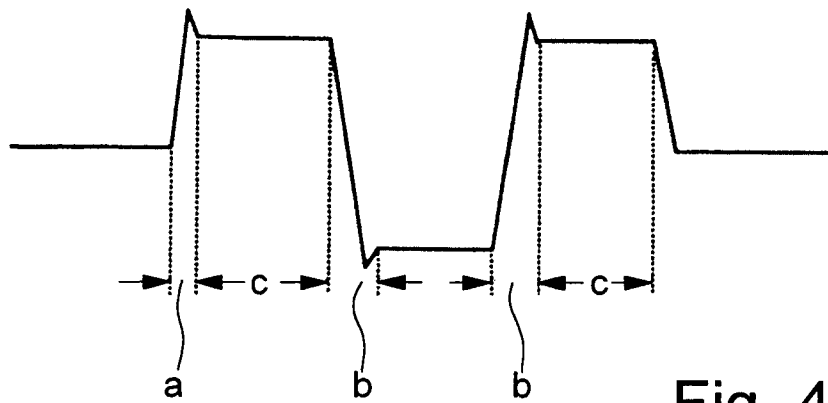
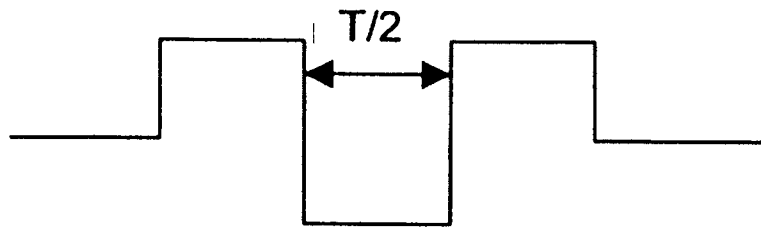


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/002064

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	US 4 784 000 A (GAERTNER MAX H [US]) 15 November 1988 (1988-11-15) abstract column 4, lines 6-38 column 5, lines 16-19 figures 1, 2, 4	1-9
X	US 4 204 240 A (SCHMOOCK ROY F [US]) 20 May 1980 (1980-05-20) abstract column 3, line 45 - column 8, line 25 figures 1, 3, 5A, 5B, 8, 9	1-9
A	US 4 144 751 A (YOKOYAMA AKIRA) 20 March 1979 (1979-03-20) column 2, lines 40-49 figure 3	2
	----- -/--	

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 17 December 2014	Date of mailing of the international search report 05/01/2015
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 Baytekin, Hüseyin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/002064

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 158 279 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 28 November 2001 (2001-11-28) abstract page 5, column 7, paragraphs [0032], [0033] page 7; figures 1, 2 -----	3,4
A	EP 1 031 820 A1 (KROHNE MESSTECHNIK KG [DE]) 30 August 2000 (2000-08-30) page 5, column 7, paragraph [0022] page 6, column 9, lines 14-26 page 9; figure 3 -----	5,6
A	EP 1 628 116 A2 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP [JP]) 22 February 2006 (2006-02-22) page 4, column 6, lines 37-42 page 11, column 20, paragraph [0108] page 14, column 26, lines 26-46 page 19; figure 6 -----	7,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2014/002064

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4784000	A	15-11-1988	NONE	

US 4204240	A	20-05-1980	CA 1136219 A1	23-11-1982
			DE 2942412 A1	08-05-1980
			FR 2439980 A1	23-05-1980
			GB 2032625 A	08-05-1980
			US 4204240 A	20-05-1980

US 4144751	A	20-03-1979	NONE	

EP 1158279	A1	28-11-2001	EP 1158279 A1	28-11-2001
			US 2002000798 A1	03-01-2002

EP 1031820	A1	30-08-2000	AT 332488 T	15-07-2006
			DE 19907864 A1	14-09-2000
			DK 1031820 T3	18-09-2006
			EP 1031820 A1	30-08-2000
			JP 4089769 B2	28-05-2008
			JP 2000241213 A	08-09-2000
			US 6453754 B1	24-09-2002

EP 1628116	A2	22-02-2006	EP 1628116 A2	22-02-2006
			JP 4899346 B2	21-03-2012
			JP 2006170968 A	29-06-2006
			US 2006032316 A1	16-02-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01F1/60
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER 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	US 4 784 000 A (GAERTNER MAX H [US]) 15. November 1988 (1988-11-15) Zusammenfassung Spalte 4, Zeilen 6-38 Spalte 5, Zeilen 16-19 Abbildungen 1, 2, 4	1-9
X	US 4 204 240 A (SCHMOOCK ROY F [US]) 20. Mai 1980 (1980-05-20) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 25 Abbildungen 1, 3, 5A, 5B, 8, 9	1-9
A	US 4 144 751 A (YOKOYAMA AKIRA) 20. März 1979 (1979-03-20) Spalte 2, Zeilen 40-49 Abbildung 3	2
	----- -/--	

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

17. Dezember 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/01/2015

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

Baytekin, Hüseyin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 158 279 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 28. November 2001 (2001-11-28) Zusammenfassung Seite 5, Spalte 7, Absätze [0032], [0033] Seite 7; Abbildungen 1, 2 -----	3,4
A	EP 1 031 820 A1 (KROHNE MESSTECHNIK KG [DE]) 30. August 2000 (2000-08-30) Seite 5, Spalte 7, Absatz [0022] Seite 6, Spalte 9, Zeilen 14-26 Seite 9; Abbildung 3 -----	5,6
A	EP 1 628 116 A2 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP [JP]) 22. Februar 2006 (2006-02-22) Seite 4, Spalte 6, Zeilen 37-42 Seite 11, Spalte 20, Absatz [0108] Seite 14, Spalte 26, Zeilen 26-46 Seite 19; Abbildung 6 -----	7,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/002064

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4784000	A	15-11-1988	KEINE
US 4204240	A	20-05-1980	CA 1136219 A1 23-11-1982 DE 2942412 A1 08-05-1980 FR 2439980 A1 23-05-1980 GB 2032625 A 08-05-1980 US 4204240 A 20-05-1980
US 4144751	A	20-03-1979	KEINE
EP 1158279	A1	28-11-2001	EP 1158279 A1 28-11-2001 US 2002000798 A1 03-01-2002
EP 1031820	A1	30-08-2000	AT 332488 T 15-07-2006 DE 19907864 A1 14-09-2000 DK 1031820 T3 18-09-2006 EP 1031820 A1 30-08-2000 JP 4089769 B2 28-05-2008 JP 2000241213 A 08-09-2000 US 6453754 B1 24-09-2002
EP 1628116	A2	22-02-2006	EP 1628116 A2 22-02-2006 JP 4899346 B2 21-03-2012 JP 2006170968 A 29-06-2006 US 2006032316 A1 16-02-2006