

(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  
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/175257 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01F 23/284** (2006.01) **H03B 5/18** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059356
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
21. Mai 2012 (21.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 078 060.2 24. Juni 2011 (24.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG** [DE/DE]; Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLÖDT, Thomas** [DE/DE]; Hermann-Burte-Strasse 33, 79689 Maulburg (DE).
- (74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING OR MONITORING THE LEVEL OF A MEDIUM IN A CONTAINER

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG ODER ÜBERWACHUNG DES FÜLLSTANDES EINES FÜLLGUTS IN EINEM BEHÄLTER

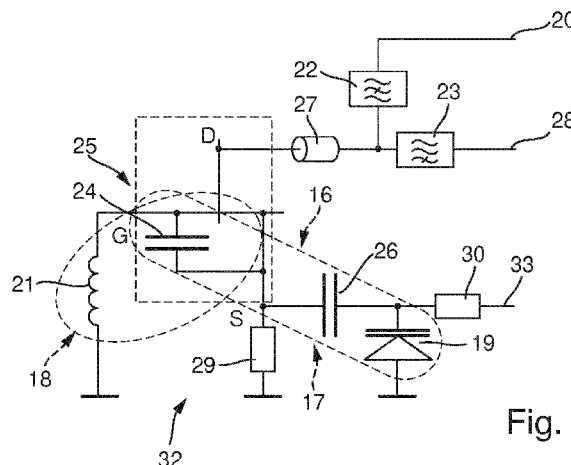


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a device for determining or monitoring the level (F) of a medium (2) in a container (1), comprising a radio-frequency oscillator (32) generating radio-frequency measurement signals, an injection/extraction unit (34), an antenna (10) which transmits the measurement signals (Sx) injected by the injection/extraction unit (34) in the direction of the surface (3) of the medium (2) and receives the measurement signals (Rx) reflected on the surface (3) of the medium (2), and an evaluation circuit (35) to which the measurement signals (Rx) reflected on the surface (3) of the medium (2) are directed and which determines the level (F) in the container (1) using a time-of-flight difference process. A transistor (12) including a source branch (S), a drain branch (D), and a gate branch (G), at least one frequency-setting component (18), and at least one frequency-determining component (17) are associated with the radio-frequency oscillator (32). According to the invention, the frequency-determining component (17) of the radio-frequency oscillator (32) is arranged in the source branch (S) of the transistor (12).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/175257 A1

**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)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung des Füllstandes (F) eines Füllguts (2) in einem Behälter (1) mit einem hochfrequente Messsignale erzeugenden Hochfrequenzoszillator (32), mit einer Ein-/Auskoppeleinheit (34), mit einer Antenne (10), wobei die Antenne (10) die über die Ein-/Auskoppeleinheit (34) eingekoppelten Messsignale (Sx) in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) aussendet bzw. die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Messsignale (Rx) empfängt, und mit einer Auswerteschaltung (35), der die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Messsignale (Rx) zugeleitet werden und die den Füllstand (F) in dem Behälter (1) über ein Laufzeitdifferenzverfahren ermittelt. Dem Hochfrequenzoszillator (32) sind ein Transistor (12) mit Sourcezweig (S), Drainzweig (D) und Gatezweig (G), zumindest eine Frequenzeinstellende Komponente (18) und zumindest eine Frequenzbestimmende Komponente (17) zugeordnet. Die Frequenzbestimmende Komponente (17) des Hochfrequenzoszillators (32) ist erfindungsgemäß im Sourcezweig (S) des Transistors (12) angeordnet.

## **Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter**

Die Erfindung betrifft ein Füllstandsmessgerät bzw. eine Vorrichtung zur Bestimmung  
5 oder Überwachung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter mit einem  
hochfrequente Messsignale erzeugenden Hochfrequenz-oszillator, mit einer Ein-  
/Auskoppeleinheit, mit einer Antenne, wobei die Antenne die hochfrequenten  
Messsignale in Richtung der Oberfläche des Füllguts aussendet und die an der  
10 Oberfläche des Füllguts reflektierten Messsignale empfängt, und mit einer  
Auswerteschaltung, die anhand der Laufzeitdifferenz der ausgesendeten Messsignale  
und der reflektierten hochfrequenten Messsignale den Füllstand in dem Behälter  
ermittelt. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf einen Hochfrequenzoszillator, der  
insbesondere bei einer Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung des Füllstandes  
eines Füllguts in einem Behälter verwendbar ist.

15 Bekannte Füllstandsmessgeräte bestimmen den Füllstand nach einem  
Laufzeitdifferenzverfahren. Laufzeitdifferenzverfahren nutzen die physikalische  
Gesetzmäßigkeit aus, wonach die Laufstrecke gleich dem Produkt aus Laufzeit und  
Ausbreitungsgeschwindigkeit ist. Im Falle der Füllstandsmessung entspricht die  
20 Laufstrecke dem doppelten Abstand zwischen Antenne und Oberfläche des Füllguts. Das  
Nutzechosignal, also das an der Oberfläche des Füllguts reflektierte Messsignal, und  
dessen Laufzeit werden anhand der sog. Echokurve bzw. der digitalisierten Hüllkurve  
bestimmt, wobei die Hüllkurve die Amplituden der Echosignale als Funktion des  
Abstandes 'Antenne – Oberfläche des Füllguts' wiedergibt. Der Füllstand selbst ergibt  
25 sich dann aus der Differenz zwischen dem bekannten Abstand der Antenne zum Boden  
des Behälters und dem durch die Messung bestimmten Abstand der Oberfläche des  
Füllguts zur Antenne. Füllstandsmessgeräte werden in Behältern mit einer Höhe bis zu  
30m eingesetzt.

30 Es können alle bekannten Verfahren angewendet werden, die es ermöglichen,  
verhältnismäßig kurze Entfernungen mittels reflektierter Messsignale zu bestimmen.  
Handelt es sich bei den Messsignalen um Mikrowellen bzw. hochfrequente Messsignale,  
so kann sowohl das Pulsradar- als auch das Frequenzmodulations-Dauerstrichradar  
(FMCW-Radar) zum Einsatz kommen. Mikrowellenmessgeräte, die Pulsradar  
35 verwenden, werden von der Anmelderin unter der Bezeichnung 'MICROPILOT'  
angeboten und vertrieben. Die von den bekannten Mikrowellen-Füllstandsmessgeräten  
verwendeten Frequenzen liegen beispielsweise bei 6 GHz, 26 GHz oder 76 GHz.

Schematisch ist eine Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstands in einem Behälter in Fig. 1 dargestellt. Eine Beschreibung der Fig. 1 findet sich in der Figurenbeschreibung.

Eine wesentliche Komponente eines Mikrowellen-Füllstandsmessgeräts ist das  
5 Hochfrequenzmodul. Das Hochfrequenzmodul umfasst einen Hochfrequenzoszillator, der die Mikrowellen-Messsignale erzeugt, und eine Sende-/Empfangsweiche, die das Aussenden der Mikrowellen-Messsignale bzw. das Empfangen der reflektierten Mikrowellen-Messsignale regelt.

10 Ein bekanntes Verfahren zur Erzeugung von hochfrequenten Messsignalen schlägt vor, einem Hochfrequenzoszillator eine gepulste Versorgungsspannung zuzuführen. Ein für die Anwendung in der Füllstandsmesstechnik geeigneter Oszillator weist bevorzugt eine relativ geringe Güte und eine hohe Ausgangsleistung auf. Die geringe Güte ist notwendig, um innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne ein möglichst schnelles  
15 Einschwingen bis zur Maximalamplitude und ein sauberes Abschwingen des Oszillators zu erreichen. Die Güte eines Oszillators bezeichnet hierbei die Zeitspanne für ein Ein- oder Abschwingen eines Oszillators als Vielfaches der Schwingungszeit. Eine relativ hohe Ausgangsleistung ist notwendig, um über einen Bereich von mindestens 30m verlässliche Füllstandsmessungen sicherzustellen.

20 Die Schaltungsanordnung eines Oszillators besteht im Wesentlichen aus einem aktiven Bauelement, das eine Schwingung erzeugt, und einer als Rückkopplung ausgestalteten Beschaltung, über die das gewünschte Schwingungsverhalten eingestellt wird. Bekannte Oszillatoren arbeiten sowohl im Bereich niedriger als auch im Bereich hoher Frequenzen  
25 bevorzugt nach dem Colpitts-, Hartley- oder Clapp-Prinzip. Kommt bei einem Oszillator mit einstellbarer Frequenz als aktives Bauelement ein Feldeffekttransistor zum Einsatz, so werden bei den bekannten Schaltungsanordnungen die Schwingungsfrequenz und der einstellbare Bereich im Wesentlichen durch die Beschaltung des Gates des Feldeffekttransistors bestimmt. Hierbei wird das veränderliche Bauelement, bei dem es  
30 sich beispielsweise um eine einstellbare Kapazität handelt, in die Beschaltung des Gates eingebracht. Üblicherweise handelt es sich bei der einstellbaren Kapazität um eine Kapazitätsdiode. Die Schaltungsanordnung eines Clapp-Oszillators ist in Fig. 2 dargestellt. Eine Beschreibung des Schaltbildes findet sich in der Figurenbeschreibung.

35 Die bekannten Oszillatorprinzipien eignen sich sehr gut, um im Bereich niedriger Frequenzen einen breiten Abstimmbereich zu erhalten. Unter niedrige Frequenzen wird hier insbesondere der Frequenzbereich unterhalb von einem GHz verstanden. Parasitäre Effekte der Bauelemente, insbesondere zusätzliche Kapazitäten und Induktivitäten,

führen jedoch bei Frequenzen, die über bzw. weit über einem GHz liegen, zu einem immer kleiner werdenden Abstimmbereich. Der Abstimmbereich bezeichnet übrigens den Bereich, in welchem die Frequenz eingestellt werden kann. Um die Abstimmbereiche von Oszillatoren verschiedener Frequenzbereiche zu vergleichen, wird der relative Abstimmbereich verglichen. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis von (absolutem) Abstimmbereich und Mittenfrequenz, wobei die Mittenfrequenz in der Mitte zwischen der unteren und oberen Grenzfrequenz liegt. Der absolute Abstimmbereich ergibt sich aus der Differenz der oberen und unteren maximal einstellbaren Grenzfrequenz. Der Abstimmbereich ist ein zusammenhängender, ununterbrochener Frequenzbereich.

Mit den bekannten frequenzeinstellbaren Oszillatoren mit Kapazitätsdioden lassen sich theoretisch Abstimmbereiche von bis zu 10% der Mittenfrequenz bzw. der Resonanzfrequenz erreichen. Allerdings ist ein Abstimmbereich von mehr als 5% technisch sehr aufwändig zu realisieren. Zudem treten auch weitere Nachteile auf. Ein wesentlicher Nachteil ist eine Verringerung der Ausgangsleistung über den gesamten Abstimmbereich.

Wird ein Hochfrequenzoszillator in einem Füllstandsmessgerät eingesetzt, so steht üblicherweise eine relativ niedrige Spannung zur Verfügung. Nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich, das Füllstandsmessgerät in einem explosionsgefährdeten Bereich einzusetzen. Durch diese Randbedingung wird der verwendbare Kapazitätsbereich der Kapazitätsdiode weiter eingeschränkt. Die Folge hiervon ist ein weiter eingeschränkter nutzbarer Einstellbereich der Kapazitätsdiode.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Füllstandsmessgerät vorzuschlagen, das sich durch einen Hochfrequenzoszillator mit einem relativ großen nutzbaren Abstimmbereich auszeichnet.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass dem Hochfrequenzoszillator ein Transistor mit Sourcezweig, Drainzweig und Gatezweig, zumindest eine frequenzeinstellende Komponente und zumindest eine frequenzbestimmende Komponente zugeordnet sind, wobei die frequenzbestimmende Komponente des Hochfrequenzoszillators im Sourcezweig des Transistors angeordnet ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass das Hochfrequenzmodul so ausgelegt ist, dass es breitbandige Hochfrequenzpulse erzeugt. Alternativ wird vorgeschlagen, dass das Hochfrequenzmodul so ausgelegt ist, dass es FMCW Signale bzw. frequenzmodulierte Dauerstrich-Signale erzeugt.

Bevorzugt handelt es sich bei dem Transistor um einen Feldeffekttransistor oder um einen bipolaren Transistor.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass die frequenzeinstellende Komponente im Gatezweig angeordnet ist. Bevorzugt handelt es sich bei der frequenzeinstellenden Komponente um eine Induktivität, die mit einer parasitären Kapazität des Transistors zusammenwirkt.

10 Wie bereits gesagt, ist die frequenzbestimmende Komponente erfindungsgemäß im Sourcezweig des Transistors angeordnet. Bevorzugt handelt es sich bei der frequenzbestimmenden Komponente um einen kapazitiven Spannungsteiler. Der kapazitive Spannungsteiler besteht in vorteilhafter Weise aus einer in dem Transistor vorhandenen parasitären Kapazität oder aus einer außerhalb des Transistors angeordneten ersten Kapazität und einer Reihenschaltung, die sich aus einer zweiten  
15 Kapazität und einer dritten Kapazität zusammensetzt. Als günstig wird es angesehen, wenn als dritte Kapazität eine Varaktordiode eingesetzt wird.

Darüber hinaus sieht eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungs-gemäßen Vorrichtung vor, dass parallel zur Reihenschaltung aus zweiter und dritter Kapazität,  
20 insbesondere zur Varaktordiode, ein Widerstand geschaltet ist, über den der Arbeitspunkt des Transistors einstellbar ist.

Gemäß einer einfachen und kostengünstigen Ausgestaltung ist der Hochfrequenzoszillator in Mikrostreifenleitungstechnik ausgeführt. Die Ausgestaltung  
25 zeichnet sich durch eine einfache Fertigbarkeit aus.

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

30 Fig. 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter,

Fig. 2: ein Schaltbild eines aus dem Stand der Technik bekannt gewordenen Clapp-Oszillators,

35 Fig. 3: ein Schaltbild einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungs-gemäßen Hochfrequenzoszillators,

Fig. 4: eine Darstellung des in Fig. 3 gezeigten Hochfrequenzoszillators, umgesetzt in Mikrostreifenleitungstechnik mit diskreten Bauelementen und

Fig. 5: eine alternative Darstellung des in Fig. 4 gezeigten Aufbaus des  
5 Hochfrequenzoszillators in Mikrostreifenleitungstechnik mit diskreten Bauelementen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Füllstandsmessgeräts 6, bei der der erfindungsgemäße Hochfrequenzoszillator 32 bevorzugt zum Einsatz kommt. In dem Behälter 1 ist das Füllgut 2 gelagert. Der Füllstand des Füllguts 2 in dem Behälter 1 wird  
10 mittels des Füllstandsmessgeräts 6 über ein Laufzeitdifferenzverfahren ermittelt. Im gezeigten Fall ist die Antenneneinheit 10 mit Signalerzeugungs-, Sende- und Empfangseinheit räumlich von der Regel-/Auswerteeinheit 9 abgesetzt. Der Datenaustausch und die Stromversorgung zwischen dem die Signale erzeugenden Hochfrequenzmodul – in der Fig. 1 nicht gesondert dargestellt – und der Sensorelektronik  
15 9 erfolgt über die Verbindungsleitungen 7, 8. Es versteht sich von selbst, dass in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung als Füllstandsmessgerät 6 auch ein Kompaktgerät eingesetzt werden kann.

Die Antenneneinheit 10 ist in der Öffnung 5 im Deckel 4 des Behälters 1 montiert ist.  
20 Über die Antenneneinheit 10 werden Messsignale Tx, insbesondere Mikrowellen, in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts 2 abgestrahlt. Die reflektierten Echosignale Rx werden in der Antenneneinheit 10 empfangen. Anhand der Laufzeitdifferenz der Messsignale Tx / Echosignale Rx ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 9 u.a. den aktuellen Füllstand des Füllguts 2 in dem Behälter 1.

25 In Fig. 2 ist die Schaltungsanordnung eines aus dem Stand der Technik bekannt gewordenen Clapp-Oszillators dargestellt. Über den Anschluss 11 des Clapp-Oszillators erfolgt sowohl die Stromversorgung als auch die Abnahme des erzeugten Schwingungssignals. Der Clapp-Oszillator besteht im Wesentlichen aus einem aktiven  
30 Bauelement, hier einem Feldeffekttransistor 12, und einer Rückkopplungsschaltung. Über die Rückkopplung wird ein gewünschtes Schwingungsverhalten des Oszillators erreicht.

Bei dem Clapp-Oszillator werden die Frequenz und der Abstimmbereich im Wesentlichen  
35 über die Beschaltung des Gatezweiges G des Feldeffekttransistors 12 eingestellt. Der frequenzbestimmende Schwingkreis besteht aus der Induktivität 14 und den drei Kondensatoren 15, 15.1, 15.2. Die beiden Kondensatoren 15.1, 15.2 bilden einen Spannungsteiler, an dem ein Teil der Schwingkreisspannung auf die Source

rückgekoppelt wird. Über die Dimensionierung des Spannungsteilers lässt sich maßgeblich die Ausgangsleistung des Oszillators bestimmen.

Als frequenzeinstellende Komponente kommt eine einstellbare Kapazität 15 zum Einsatz.

- 5 Bei der einstellbaren Kapazität 15 handelt es sich üblicherweise um eine Kapazitätsdiode. Über den Widerstand 13 wird der Arbeitspunkt des Feldeffekttransistors 12 eingestellt. Aufgrund hoher Toleranzen werden für einstellbare Hochfrequenzoszillatoren Oszillatorprinzipien mit nur einer Kapazitätsdiode bevorzugt. Als Reflexionsresonator bestimmt die Beschaltung des Gatezweigs G maßgeblich die
- 10 Ausgangsfrequenz des Hochfrequenz-oszillators, weshalb die Kapazitätsdiode 15 in die Beschaltung des Gatezweigs G eingefügt ist.

Fig. 3 zeigt ein Schaltbild einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungs-gemäßen Hochfrequenzoszillators 32. Bevorzugt wird der Hochfrequenz-oszillator 32 in dem in Fig.

15 1 dargestellten Füllstandsmessgerät 6 eingesetzt. Allerdings ist es auch möglich, den erfindungsgemäßen Hochfrequenz-oszillator z.B. in Verbindung mit einem Kommunikationsgerät einzusetzen.

- Erfindungsgemäß umfasst der Hochfrequenzoszillator einen Transistor 25 mit
- 20 Sourcezweig S, Drainzweig D und Gatezweig G als aktives Bauelement, eine frequenzeinstellende Komponente 18 und eine frequenzbestimmende Komponente 17 auf. Im Gegensatz zum bekannten Stand der Technik findet sich die frequenzbestimmende Komponente 17 des Hochfrequenzoszillators 32 nicht im Gatezweig G, sondern im Sourcezweig S des Transistors 25. Bei der in Fig. 3 gezeigten
- 25 Schaltung ist als Transistor 25 ein Feldeffekttransistor eingesetzt. Es versteht sich von selbst, dass es sich bei dem Transistor 25 auch um einen bipolaren Transistor handeln kann. Bei den einzelnen Zweigen wird dann korrekt von einem Basis-, Emitter- und Kollektorzweig gesprochen.

- 30 Der erfindungsgemäße spannungsgesteuerte Hochfrequenzoszillator 32 ist so ausgelegt, dass er breitbandige Hochfrequenzpulse erzeugt. Alternativ ist der Hochfrequenzoszillator so ausgelegt, dass er FMCW Signale bzw. frequenzmodulierte Dauerstrich-Signale erzeugt. Dies ist problemlos möglich, da ein pulsbarer Hochfrequenzoszillator nichts anderes als einen Sonderfall eines Dauerstrich-
- 35 Hochfrequenzoszillators darstellt. Ebenso können von dem Hochfrequenzoszillator 32 auch sog. Chirp-Signale erzeugt werden.

Im Drainzweig (D) ist eine Leitung 27 mit definierter Laufzeit vorgesehen. An diese Leitung 27 angesetzt, finden sich zwei Filter 22, 23, wobei das Filter 22 als Tiefpass oder Bandsperre ausgebildet ist, während es sich bei dem Filter 23 um einen Bandpass oder um einen Hochpass handelt. Der Tiefpass 22 bzw. die Bandsperre 22 unterdrückt  
5 Signalanteile des hochfrequenten Ausgangssignals am Anschluss 20 für die Spannungsversorgung. Hierdurch wird sichergestellt, dass beim Betreiben des Hochfrequenzoszillators 32 als Pulsoszillator alle Signalanteile der Hochfrequenzpulse nach dem Anschluss 28 durchgelassen werden. Vor den Hochfrequenzausgang 28 ist der Bandpass 23 bzw. der Hochpass 23 geschaltet. Der Bandpass 23 bzw. der Hochpass  
10 23 stellt für die Frequenzanteile der Spannungsversorgung 20, inklusive der Gleichspannungsanteile im Dauerbetrieb, eine unüberwindliche Sperre dar.

Während die frequenzbestimmende Komponente 17 im Sourcezweig S angeordnet ist, ist die frequenzeinstellende Komponente 18 im Gatezweig G angeordnet. Bei der  
15 frequenzeinstellenden Komponente 18 handelt es sich im gezeigten Fall um eine Induktivität 21, die mit der parasitären Kapazität 24 des Transistors 12 zusammenwirkt. Dieser Aufbau ist somit sehr einfach. Außerdem zeigt sich bei der erfindungsgemäßen Gatebeschaltung ein deutlich kleinerer Einfluss auf die Ausgangsfrequenz, als dies bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen der Falle ist.

20 Bei der frequenzbestimmenden Komponente 17 handelt es sich um einen kapazitiven Spannungsteiler 16, der sich bevorzugt aus einer in dem Transistor 25 vorhandenen parasitären Kapazität 24 und einer Reihenschaltung, bestehend aus der zweiten Kapazität 26 und der dritten Kapazität 19, zusammensetzt. Bei der dritten Kapazität 19  
25 handelt es sich bevorzugt um eine Varaktordiode. In Abhängigkeit von dem Transistortyp kann die parasitäre Kapazität 24 auch außerhalb des Transistors 25 angeordnet sein. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausgestaltung stellt die parasitäre Kapazität 24 übrigens die größte aller parasitären Kapazitäten des Transistors 25 und des Transistorgehäuses dar.

30 Der kapazitive Spannungsteiler 16 bestimmt maßgeblich die Ausgangsfrequenz und den Abstimmbereich des Hochfrequenzoszillators 32. Die Kapazität 26 dient zudem als Trennung der Steuerspannung der Kapazitäts- bzw. Varaktordiode 19 von der Einstellung des Arbeitspunkts des Transistors 25 durch den Widerstand 29.

35 Der Widerstand 30, der dem Eingang 33 des Steuersignals (Spannung zur Einstellung der Frequenz) nachgeschaltet ist, hat einen deutlich größeren Wert als der Wellenwiderstand für die Hochfrequenzsignale. Daher wirkt der Widerstand 30 für die Hochfrequenzsignale annähernd als Isolator. Hingegen tritt für die niederfrequenten

Abstimmungsspannung aufgrund des hohen Innenwiderstands der Kapazitätsdiode 19 in Sperrrichtung nur ein sehr kleiner Spannungsabfall am Widerstand 30 auf.

- Bei den bekannten spannungsgesteuerten Hochfrequenzoszillatoren mit nur einer Kapazitätsdiode erhöht sich mit steigender Steuerspannung die Ausgangsfrequenz. Als vorteilhaft ist in Verbindung mit der erfindungs-gemäßen Lösung anzusehen, dass bei entsprechend angepasster Dimensionierung der Bauelemente eine zunehmende Frequenzabsenkung mit steigender Steuerspannung erreicht werden kann.
- Da die Kapazitätsdiode 19 in der Sourcebeschaltung angeordnet ist, besteht eine leichte Abhängigkeit zwischen der Ausgangsfrequenz und der Ausgangsleistung. Diese Abhängigkeit lässt sich durch ein angepasstes Filter 23 oder ein zusätzliches in der Fig. 3 nicht gesondert dargestelltes Filter kompensieren.
- Mit dem in Fig. 3 dargestellten Oszillatorprinzip lässt sich technisch ein Abstimmungsbereich von mehr als 10% der Mittenfrequenz erreichen.
- Die Figuren Fig. 4 und Fig. 5 zeigen jeweils eine Darstellung des in Fig. 3 gezeigten Hochfrequenzoszillators, umgesetzt in Mikrostreifenleitungstechnik mit diskreten Bauelementen. Im C-Band wird die Bandsperre 22 aus Fig. 3 durch eine hochohmige Mikrostreifenleitung mit einem Radialstub 37 realisiert, der Bandpass durch einen diskreten Kondensator 41 und die Leitung mit definierter Laufzeit 27 durch ein Stück Mikrostreifenleitung 38. Der Feldeffekt-transistor 25 mit einem Teil des kapazitiven Spannungsteilers, die Varaktor-diode 44, die Kapazität 42 und die Widerstände 40, 43 werden als diskrete Bauelemente ausgeführt. Die Induktivität der Gatebeschaltung des Transistors 25 ist durch die Mikrostreifenleitung 46 und drei Durchkontaktierungen 36 realisiert. Technisch bedingt tritt eine weitere Laufzeit 39 zwischen dem Transistor 25 und der Varaktordiode 44 auf. Diese begrenzt den Einstellbereich der Varaktordiode 44 jedoch nur geringfügig. Weitere Durchkontaktierungen 45, welche die Bauelemente 40, 44 mit der Massefläche der Platinenunterseite verbinden, sind als Kreise dargestellt.

**Bezugszeichenliste**

|    |    |                                                  |
|----|----|--------------------------------------------------|
|    | 1  | Behälter                                         |
| 5  | 2  | Füllgut                                          |
|    | 3  | Oberfläche des Füllguts                          |
|    | 4  | Deckel                                           |
|    | 5  | Öffnung                                          |
|    | 6  | Füllstandsmessgerät / Feldgerät                  |
| 10 | 7  | Verbindungsleitung                               |
|    | 8  | Verbindungsleitung / Versorgungsleitung          |
|    | 9  | Regel-/Auswerteeinheit / Sensorelektronik        |
|    | 10 | Antenne                                          |
|    | 11 | Anschluss                                        |
| 15 | 12 | Transistor                                       |
|    | 13 | Widerstand                                       |
|    | 14 | Induktivität                                     |
|    | 15 | Einstellbare Kapazität                           |
|    | 16 | Kapazitiver Spannungsteiler                      |
| 20 | 17 | Frequenzbestimmende Komponente                   |
|    | 18 | Frequenzeinstellende Komponente                  |
|    | 19 | Varaktordiode / Sperrdiode                       |
|    | 20 | Spannungsversorgung                              |
|    | 21 | Induktivität                                     |
| 25 | 22 | Tiefpass / Bandsperre                            |
|    | 23 | Hochpass / Bandpass                              |
|    | 24 | parasitäre Kapazität                             |
|    | 25 | Transistor                                       |
|    | 26 | Kapazität                                        |
| 30 | 27 | Leitung definierter Laufzeit                     |
|    | 28 | Hochfrequenz Ausgang                             |
|    | 29 | Widerstand                                       |
|    | 30 | Widerstand                                       |
|    | 32 | Hochfrequenzoszillators                          |
| 35 | 33 | Steuerspannung                                   |
|    | 34 | Sende-/Empfangsweiche bzw. Ein-/Auskoppeleinheit |
|    | 35 | Auswerteeinheit                                  |

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung des Füllstandes (F) eines Füllguts (2) in einem Behälter (1) mit einem hochfrequente Messsignale erzeugenden  
5 Hochfrequenzoszillator (32), mit einer Ein-/Auskoppeleinheit (34), mit einer Antenne (10), wobei die Antenne (10) die hochfrequenten Messsignale (Sx) in Richtung der Oberfläche (3) des Füllguts (2) aussendet und die an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierten Messsignale (Rx) empfängt, und mit einer Auswerteeinheit (35), die anhand der Laufzeitdifferenz der ausgesendeten Messsignale (Tx) und der reflektierten Messsignale (Rx)  
10 den Füllstand (F) in dem Behälter (1) ermittelt,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass dem Hochfrequenzoszillator (32) ein Transistor (12) mit Sourcezweig (S), Drainzweig (D) und Gatezweig (G), zumindest eine frequenzeinstellende Komponente (18) und zumindest eine frequenzbestimmende Komponente (17) zugeordnet sind, und  
15 dass die frequenzbestimmende Komponente (17) des Hochfrequenz-oszillators (32) im Sourcezweig (S) des Transistors (12) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
20 dass das Hochfrequenzmodul (32) so ausgelegt ist, dass es breitbandige Hochfrequenzpulse erzeugt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
25 dass das Hochfrequenzmodul (32) so ausgelegt ist, dass es FMCW Signale bzw. frequenzmodulierte Dauerstrich-Signale erzeugt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
30 dass es sich bei dem Transistor (12) um einen Feldeffekttransistor oder um einen bipolaren Transistor handelt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
35 dass die frequenzeinstellende Komponente (18) im Gatezweig (G) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass es sich bei der frequenzeinstellenden Komponente (18)) um eine Induktivität (21) handelt, die mit einer parasitären Kapazität (24) des Transistors (12) zusammenwirkt.

5 7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass es sich bei der frequenzbestimmenden Komponente (17) um einen kapazitiven Spannungsteiler (16) handelt, der sich bevorzugt aus einer in dem Transistor (12) vorhandenen parasitären Kapazität (24) und/oder aus einer außerhalb des Transistors

10 (12) angeordneten ersten Kapazität (26) und einer Reihenschaltung, bestehend aus einer zweiten Kapazität (26) und einer dritten Kapazität (19), zusammensetzt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

15 dass es sich bei der dritten Kapazität (19) um eine Varaktordiode handelt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass parallel zur Reihenschaltung aus zweiter Kapazität (26) und dritter Kapazität (19),  
20 insbesondere zur Varaktordiode, ein Widerstand (29) geschaltet ist, über den der Arbeitspunkt des Transistors (12) einstellbar ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

25 dass der Hochfrequenzoszillator (32) in Mikrostreifenleitungstechnik ausgeführt ist.

1/3

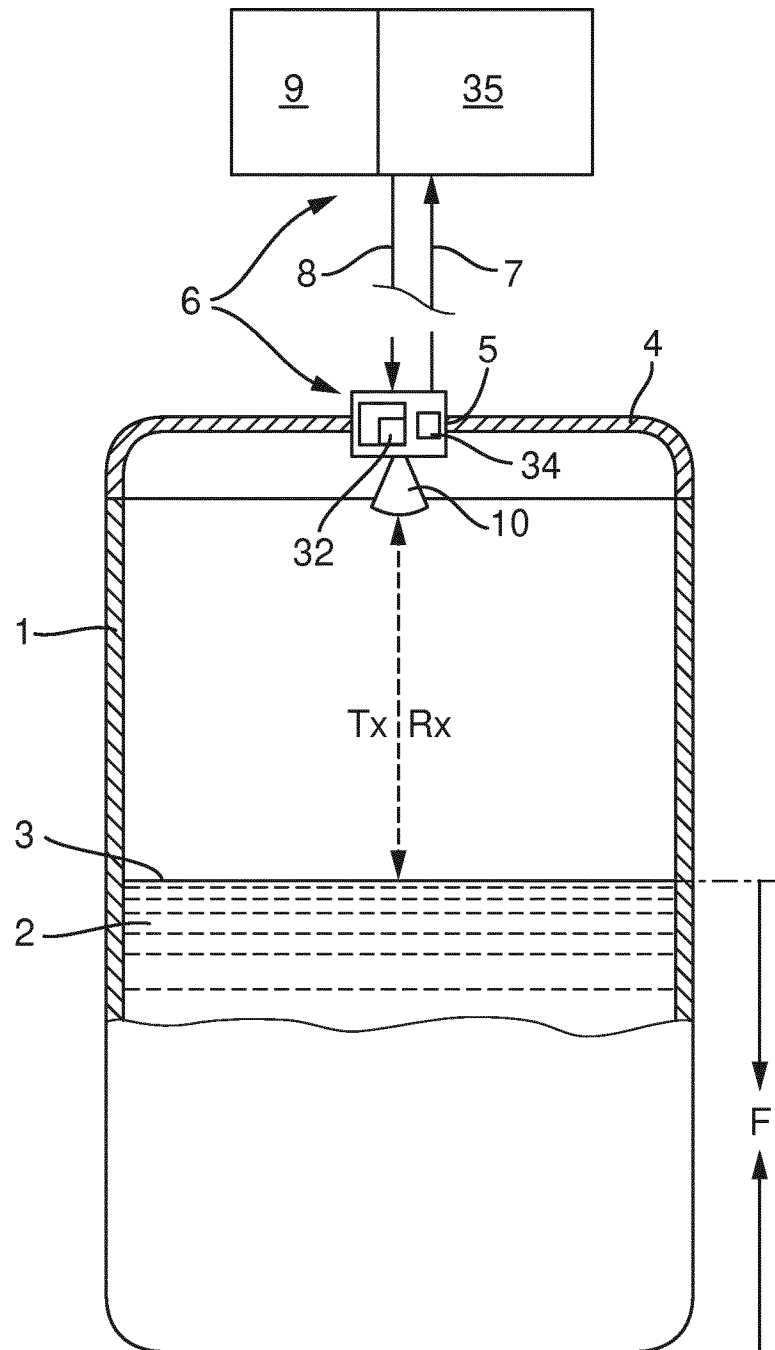


Fig. 1

2/3

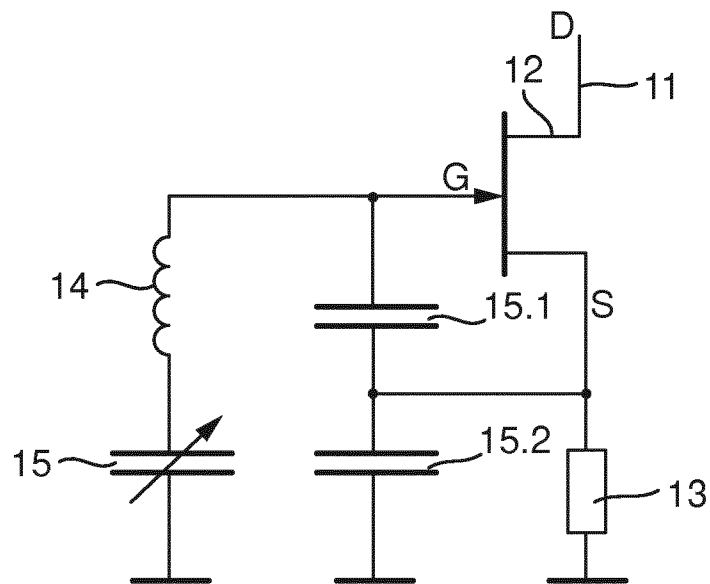


Fig. 2 (Stand der Technik)

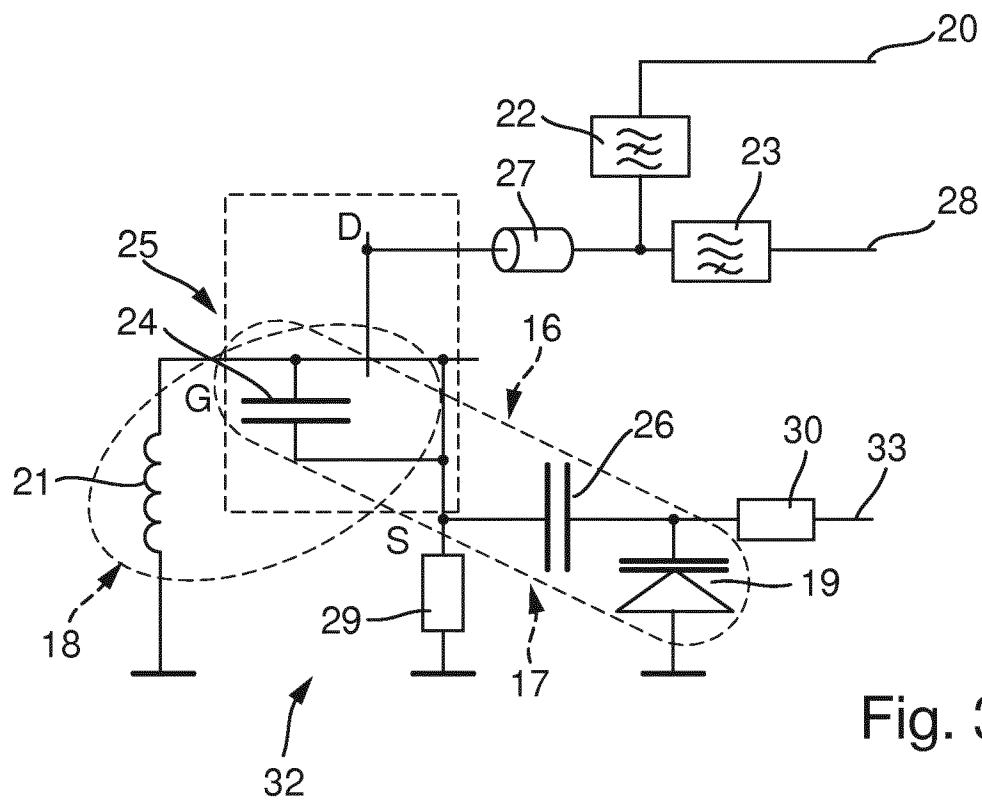


Fig. 3

3/3

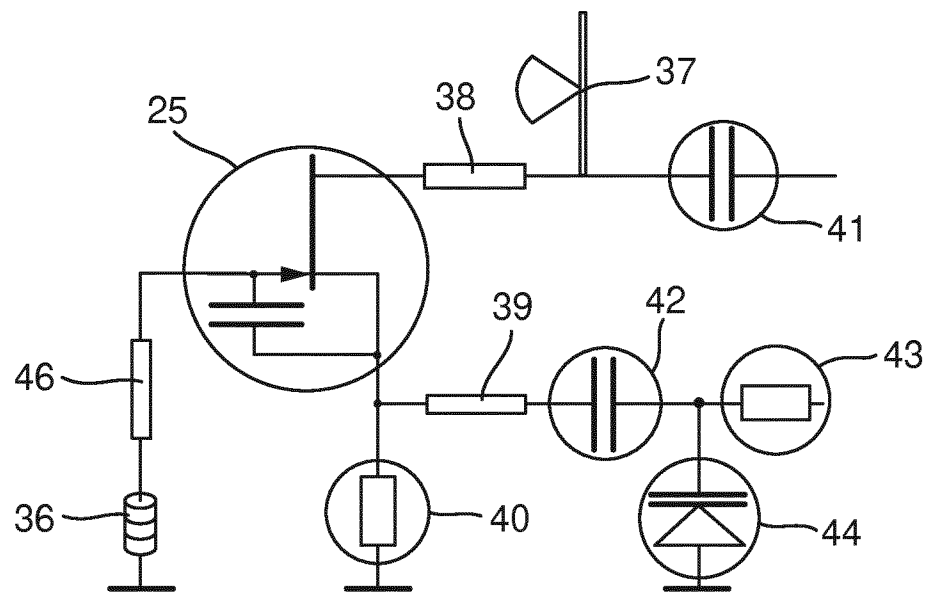


Fig. 4

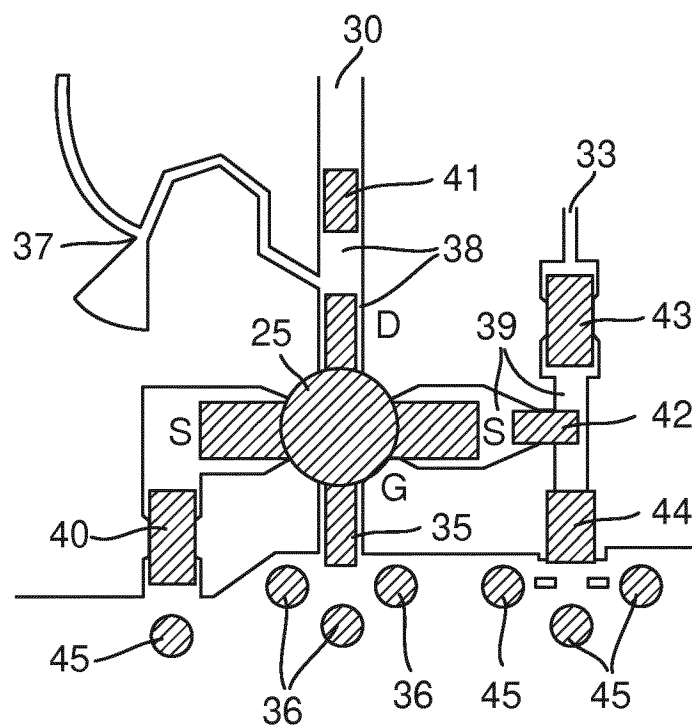


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/059356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01F23/284 H03B5/18  
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 H03B

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | EP 2 211 152 A2 (MAGNETROL INTERNAT INC [US]) 28 July 2010 (2010-07-28)<br>paragraphs [0019], [0020], [0030] - [0033]; figures 1-3,6<br>-----  | 1-10                  |
| Y         | US 4 670 722 A (RAUSCHER CHRISTEN [US])<br>2 June 1987 (1987-06-02)<br>column 2, line 6 - column 4, line 24;<br>figures<br>-----               | 1-5,7-10              |
| Y         | EP 0 321 329 A1 (THOMSON HYBRIDES MICROONDES [FR]) 21 June 1989 (1989-06-21)<br>column 2, line 50 - column 4, line 42;<br>figures 2,3<br>----- | 1-10                  |



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

10 October 2012

Date of mailing of the international search report

31/10/2012

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

Politsch, Erich

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059356

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 2211152                                | A2 | 28-07-2010          | EP 2211152 A2              | 28-07-2010          |
|                                           |    |                     | US 2010188296 A1           | 29-07-2010          |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |
| US 4670722                                | A  | 02-06-1987          | NONE                       |                     |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |
| EP 0321329                                | A1 | 21-06-1989          | DE 3866225 D1              | 19-12-1991          |
|                                           |    |                     | EP 0321329 A1              | 21-06-1989          |
|                                           |    |                     | FR 2625051 A1              | 23-06-1989          |
|                                           |    |                     | US 4868526 A               | 19-09-1989          |
| -----                                     |    |                     |                            |                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01F23/284 H03B5/18  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01F H03B

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, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                       | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Y          | EP 2 211 152 A2 (MAGNETROL INTERNAT INC [US]) 28. Juli 2010 (2010-07-28)<br>Absätze [0019], [0020], [0030] - [0033];<br>Abbildungen 1-3,6<br>-----       | 1-10               |
| Y          | US 4 670 722 A (RAUSCHER CHRISTEN [US])<br>2. Juni 1987 (1987-06-02)<br>Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 24;<br>Abbildungen<br>-----                  | 1-5,7-10           |
| Y          | EP 0 321 329 A1 (THOMSON HYBRIDES MICROONDES [FR])<br>21. Juni 1989 (1989-06-21)<br>Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 42;<br>Abbildungen 2,3<br>----- | 1-10               |



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

10. Oktober 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/10/2012

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

Politsch, Erich

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059356

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2211152 A2                                      | 28-07-2010                    | EP 2211152 A2                     | 28-07-2010                    |
|                                                    |                               | US 2010188296 A1                  | 29-07-2010                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 4670722 A                                       | 02-06-1987                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| EP 0321329 A1                                      | 21-06-1989                    | DE 3866225 D1                     | 19-12-1991                    |
|                                                    |                               | EP 0321329 A1                     | 21-06-1989                    |
|                                                    |                               | FR 2625051 A1                     | 23-06-1989                    |
|                                                    |                               | US 4868526 A                      | 19-09-1989                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |