

(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  
30. Juli 2020 (30.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/151869 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation: *G01N 22/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084412
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Dezember 2019 (10.12.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 101 598.7  
23. Januar 2019 (23.01.2019) DE
- (71) Anmelder: **ENDRESS+HAUSER SE+CO. KG** [DE/DE];  
Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).
- (72) Erfinder: **BLÖDT, Thomas**; Moosmattweg 18/1, 79585 Steinen (DE).
- (74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil am Rhein (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: TESTING DEVICE FOR DETERMINING A DIELECTRIC VALUE

(54) Bezeichnung: MESSGERÄT ZUR BESTIMMUNG EINES DIELEKTRIZITÄTSWERTES

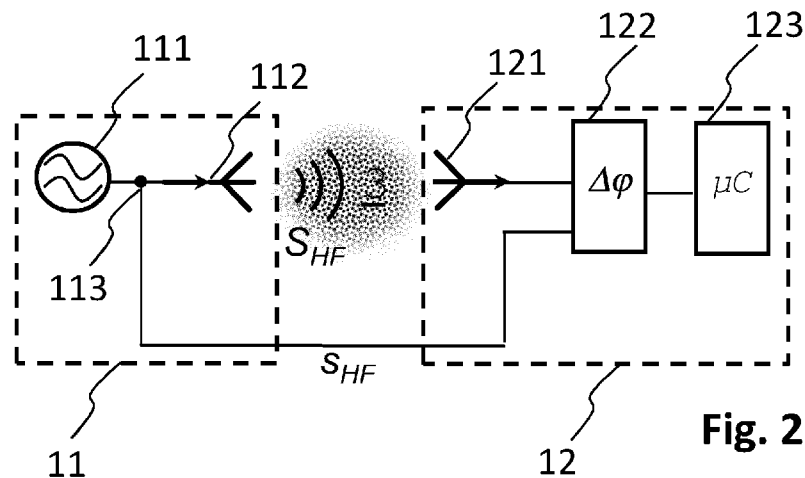


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a testing device for determining a dielectric value (DK) of a filled material (3) and to a method for operating same. The concept underlying the invention is based on transmitting a high-frequency signal ( $S_{HF}$ ) in the form of a radar signal ( $S_{HF}$ ) using a transmitter antenna (112) towards the filling material (3), and on receiving the radar signal ( $S_{HF}$ ) using a receiver antenna (121) after said signal has passed through the filling material (3). A phase detector (122) of the receiver unit (12) of the testing device (1) generates a first evaluation signal ( $s_{real}$ ) which changes proportionally to a phase difference between the received radar signal ( $S_{HF}$ ) and the generated high-frequency signal ( $S_{HF}$ ). An evaluation circuit (123) of the receiver unit (12) determines at least one real part ( $Re_{DK}$ ) of the dielectric value (DK) on the basis of the first evaluation signal ( $s_{real}$ ). This method for determining the dielectric value is advantageous in that the testing device (1) can be used on the container (2) without having to be calibrated thereon.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Bestimmung eines Dielektrizitätswertes (DK) eines Füllgutes (3), sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb. Die zugrunde liegende Idee basiert darauf, ein Hochfrequenz-Signal ( $S_{HF}$ ) als Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) mittels einer Sende-Antenne (112) in Richtung des Füllgutes (3) auszusenden, und das Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) nach Durchgang durch das Füllgut (3) mittels einer Empfangs-Antenne (121) zu empfangen. Ein Phasendetektor (122) der Empfangs-Einheit (12) des Messgerätes (1) erzeugt ein erstes Auswertungssignal

WO 2020/151869 A1

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

---

( $s_{\text{real}}$ ), das sich proportional mit einer Phasendifferenz zwischen dem empfangenen Radar-Signal ( $S_{\text{HF}}$ ) und dem erzeugten Hochfrequenz-Signal ( $S_{\text{HF}}$ ) ändert. Eine Auswertungs-Schaltung (123) der Empfangs-Einheit (12) bestimmt anhand des ersten Auswertungssignals ( $s_{\text{real}}$ ) zumindest einen Realteil ( $\text{Re}_{\text{DK}}$ ) des Dielektrizitätswertes (DK). Vorteilhaft an dieser Methode der Dielektrizitätswert-Bestimmung ist, dass das Messgerät (1) am Behälter (2) eingesetzt werden kann, ohne dort kalibriert werden zu müssen.

## Messgerät zur Bestimmung eines Dielektrizitätswertes

Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Bestimmung eines Dielektrizitätswertes eines Füllgutes sowie ein entsprechendes Verfahren zum Betrieb des Messgerätes.

5

In der Automatisierungstechnik, insbesondere in der Prozessautomatisierungstechnik, werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung und/oder zur Beeinflussung von Prozessvariablen dienen. Zur Erfassung von Prozessvariablen werden Sensoren eingesetzt, die beispielsweise in Füllstandsmessgeräten, Durchflussmessgeräten, Druck- und Temperaturmessgeräten, pH-Redoxpotential-Messgeräten, Leitfähigkeitsmessgeräten, usw. zum Einsatz kommen. Sie erfassen die entsprechenden Prozessvariablen, wie Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert, Redoxpotential, Leitfähigkeit oder den Dielektrizitätswert. Eine Vielzahl dieser Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

10

15

Die Bestimmung des Dielektrizitätswertes (auch bekannt als „Dielektrizitätskonstante“ oder „Relative Permittivität“) von Füllgütern in Behältern ist sowohl bei Feststoffen, als auch bei flüssigen Füllgütern, wie beispielsweise Treibstoffen, Abwässern oder Chemikalien von großem Interesse, da dieser Wert einen zuverlässigen Indikator für Verunreinigungen, den Feuchtegehalt oder die Stoffzusammensetzung darstellen kann. Dabei werden unter dem Begriff „Behälter“ im Rahmen der Erfindung auch nicht-abgeschlossene Behältnisse, wie beispielsweise Becken, Seen oder fließende Gewässer verstanden.

20

25

Zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes kann nach dem Stand der Technik vor allem bei flüssigen Füllgütern auf das kapazitive Messprinzip zurückgegriffen werden. Dabei wird der Effekt genutzt, dass sich die Kapazität eines Kondensators proportional mit dem Dielektrizitätswert desjenigen Mediums, das sich zwischen den zwei Elektroden des Kondensators befindet, ändert.

30

Alternativ ist es auch möglich, den Dielektrizitätswert eines (flüssigen) Mediums in einem Behälter-Inneren quasi parasitär bei dessen Radar-basierten Füllstandsmessung mitzubestimmen. Dies erfordert das Messprinzip des geführten Radars, bei dem Mikrowellen über einen elektrisch leitfähigen Wellenleiter in das Medium geführt werden.

35

Beschrieben ist diese kombinierte Füllstands- und Dielektrizitäts-Messung in der Offenlegungsschrift DE 10 2015 117 205 A1.

40

In der Regel ist das Messgerät vor Ort in der jeweiligen Prozessanlage zu kalibrieren, um die Einbausituation mit zu berücksichtigen. Zum einen bedeutet dies einen Mehraufwand beim Einbau. Zum anderen wird das Messgerät bzw. die entsprechende Sensorik jedoch

oftmals in geschlossenen Behältern angeordnet. Daher ist die Schaffung eines definierten Kalibrierzustandes, wie das Vorhalten eines Kalibrier-Mediums mit definiertem Dielektrizitätswert, zumindest in diesen Fällen erst gar nicht möglich.

- 5 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Messgerät bereitzustellen, das keine Kalibration erfordert.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Messgerät zur Bestimmung eines Dielektrizitätswertes eines Füllgutes. Hierzu umfasst das Messgerät:

- 10 - Eine Signalerzeugungs-Einheit, mit
- o einem Hochfrequenz-Schwingkreis, der ausgelegt ist, ein elektrisches Hochfrequenz-Signal zu erzeugen,
  - o einer Sende-Antenne, die konzipiert ist, das Hochfrequenz-Signal als Radar-Signal in Richtung des Füllgutes auszusenden, und
- 15 - eine Empfangs-Einheit, mit
- o einer Empfangs-Antenne, die konfiguriert ist, um das Radar-Signal nach Durchgang durch das Füllgut zu empfangen, und
  - o eine Auswertungs-Schaltung, die ausgelegt ist, anhand einer Phasendifferenz oder einer Signalstärke des empfangenen Radar-Signals
- 20 den Dielektrizitätswert zu bestimmen.

- Unter dem Begriff „Einheit“ wird im Rahmen der Erfindung prinzipiell jede elektronische Schaltung verstanden, die für den angedachten Einsatzzweck geeignet ausgelegt ist. Es kann sich also je nach Anforderung um eine Analogschaltung zur Erzeugung bzw.
- 25 Verarbeitung entsprechender analoger Signale handeln. Es kann sich jedoch auch um eine Digitalschaltung wie einem FPGA oder einen Speichermedium in Zusammenwirken mit einem Programm handeln. Dabei ist das Programm ausgelegt, die entsprechenden Verfahrensschritte durchzuführen bzw. die notwendigen Rechenoperationen der jeweiligen Einheit anzuwenden. In diesem Kontext können verschiedene elektronische
- 30 Einheiten des Füllstandsmessgerätes im Sinne der Erfindung potentiell auch auf einen gemeinsamen physikalischen Speicher zurückgreifen bzw. mittels derselben physikalischen Digitalschaltung betrieben werden.

- Die Funktionsweise des Messgerätes beruht erfindungsgemäß darauf, den
- 35 Dielektrizitätswert zumindest realwertig zu bestimmen, indem die Phasendifferenz des Radar-Signals zwischen Aussenden und Empfang gemessen wird. Diese kann ohne Kalibration dem Dielektrizitätswert des Füllgutes zugeordnet werden, da die Phasendifferenz des empfangenen Radar-Signals in Bezug zur Signalerzeugungs-Einheit ermittelt wird. Hierzu kann die Empfangs-Einheit einen Phasendetektor umfassen, der
- 40 ausgelegt ist, ein erstes Auswertungssignal, das sich proportional mit einer

Phasendifferenz zwischen dem empfangenen Radar-Signal und dem Hochfrequenz-Signal ändert, zu erzeugen. Korrespondierend hierzu hat die Signalerzeugungseinheit einen Signalteiler zu umfassen, mittels dem das Hochfrequenz-Signal aus der Signalerzeugungseinheit auskoppelbar ist. Dementsprechend kann einer der Eingänge des Phasendetektors zur Erzeugung des Auswertungssignals an den Signalteiler  
5  
angeschlossen werden. Hierdurch kann die Auswertungs-Schaltung anhand des ersten Auswertungssignals zumindest einen Realteil des Dielektrizitätswertes bestimmen.

Die Auswertungs-Schaltung kann außerdem ausgelegt werden, um zusätzlich oder  
10  
alternativ zum Realteil einen Imaginärteil des Dielektrizitätswertes zu bestimmen, wenn die Empfangs-Einheit einen Amplituden-Detektor zur Erfassung der Signalstärke des empfangenen Radar-Signals umfasst. Dabei ist der Amplituden-Detektor so auszulegen, dass er das zweite Auswertungssignal in Abhängigkeit der Signalstärke des empfangenen Radar-Signals erzeugt. [Erwähnen, dass es sich um Analog-Signal oder ein  
15  
entsprechend codiertes Digital-Signal handeln kann].

In diesem Fall kann die Auswertungs-Schaltung den Imaginärteil direkt anhand des zweiten Auswertungssignals bestimmen. Die Bestimmung kann jedoch auch indirekt erfolgen, indem der Amplituden-Detektor zumindest einen ersten regelbaren Empfangs-  
20  
Verstärker umfasst, der das zweite Auswertungssignal mittels Verstärkung des empfangenen Radar-Signals erzeugt. Die Auswertungs-Schaltung ist dabei so auszulegen, dass sie die Verstärkung des Empfangs-Verstärkers derart mittels eines Regelsignals regelt, dass das zweite Auswertungssignal in etwa konstant ist. Somit kann die Auswertungs-Schaltung anhand des zweiten Regelsignals den Imaginärteil des  
25  
Dielektrizitätswertes bestimmen.

Die Dynamik der Dielektrizitätswert-Messung kann weiter erhöht werden, wenn parallel oder in Reihe zum ersten Empfangs-Verstärker zumindest ein zweiter Empfangs-  
30  
Verstärker angeordnet ist, der analog zum ersten Empfangs-Verstärker mittels Verstärkung des empfangenen Radar-Signals das zweite Auswertungssignal erzeugt.

Zur Anpassung der Sende-Leistung des Radar-Signals kann die Signalerzeugungseinheit mindestens einen Sende-Verstärker umfassen, der entsprechend das Hochfrequenz-Signal des Hochfrequenz-Schwingkreises verstärkt. Dabei kann der erste  
35  
Sende-Verstärker derart regelbar ausgelegt werden, dass die Verstärkung des ersten Sende-Verstärkers mittels des Regelsignals der Auswertungs-Schaltung regelbar ist. Hierdurch kann der ein hoher Dynamik-Bereich abgedeckt werden, was insbesondere bei der Messung an stark dämpfenden Füllgütern vorteilhaft ist.

Um die Güte des Messgerätes bestimmen zu können, oder um negative Interferenzen zu vermeiden, kann die Signalerzeugungseinheit ein Verzögerungsglied umfassen, das ausgelegt ist, um das Hochfrequenz-Signal um eine definierte Phase zu verzögern.

5 Um die Güte zu bestimmen, ist das Verzögerungsglied so auszulegen, dass es mittels eines Steuersignals einschaltbar ist. Korrespondierend hierzu ist die Empfangs-Einheit auszulegen, um nach Einschalten des Verzögerungsgliedes anhand des zweiten Auswertungssignals eine Güte des Messgerätes zu bestimmen zu können. Dadurch wird der Effekt genutzt, dass die Amplitude des empfangenen Radar-Signals bei Verzögerung  
10 exponentiell abnimmt, wobei die Auswerte-Schaltung anhand der zugehörigen Zeitkonstante die Güte berechnen kann. Während einer Güte-Messung ist es notwendig, dass der Sende-Verstärker mittels des Steuersignals auf einen konstanten Verstärkungsfaktor einstellbar ist, um die Amplitude des empfangenen Radar-Signals hierdurch nicht zu beeinflussen.

15

Zur Unterdrückung von negativen Interferenzen kann das Verzögerungsglied ausgelegt werden, die Phase derart zu steuern, dass die Signalstärke des empfangenen Radar-Signals am Amplituden-Detektor einen vordefinierten Grenzwert überschreitet. Die Phase wird also derart geregelt, dass die Amplitude des empfangenen Radar-Signals kein  
20 Minimum, das durch etwaige negative Interferenz verursacht ist, aufweist.

Die Frequenz des Radar-Signals ist grob auf den Typ an Füllgut bzw. an den Messbereich des Dielektrizitätswertes anzupassen. Allgemein ist es in diesem Zusammenhang von Vorteil, wenn der Hochfrequenz-Schwingkreis ausgelegt ist, das  
25 Hochfrequenz-Signal mit einer konstanten Frequenz zwischen 1 GHz und 30 GHz zu erzeugen.

Analog zum erfindungsgemäßen Messgerät wird die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, durch ein Verfahren zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes mittels des  
30 Messgerätes nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten gelöst. folgende Verfahrensschritte umfasst dieses Verfahren:

- Erzeugung eines elektrischen Hochfrequenz-Signals mittels eines Hochfrequenz-Schwingkreises,
- Aussenden des Hochfrequenz-Signals als Radar-Signal in Richtung des Füllgutes  
35 mittels einer Sende-Antenne,
- Empfangs des Radar-Signals nach Durchgang durch das Füllgut mittels einer Empfangs-Antenne,
- Erzeugung eines ersten Auswertungssignals, das sich proportional mit einer Phasendifferenz zwischen dem empfangenen Radar-Signal und dem  
40 ausgekoppelten Hochfrequenz-Signal ändert, mittels eines Phasendetektors,

- Bestimmung eines Realteils des Dielektrizitätswertes anhand des ersten Auswertungssignals durch eine Auswertungseinheit.

Zur Bestimmung des Imaginärteils des Dielektrizitätswertes kann das Verfahren folgende  
5 Verfahrensschritte ergänzt werden:

- Erzeugung eines von der Signalstärke des empfangenen Radar-Signals abhängiges, zweites Auswertungssignal mittels eines Amplituden-Detektors, und
- Bestimmung eines Imaginärteils des Dielektrizitätswertes durch die Auswertungseinheit anhand des zweiten Auswertungssignals.

10

Wenn das Messgerät ausgelegt ist, die Güte zu messen, kann das Verfahren so erweitert werden, dass die Funktionstüchtigkeit überwacht werden kann (auch bekannt unter dem Begriff „*Predictive Maintenance*“). In diesem Fall ist das Verfahren um folgende Verfahrensschritte zu erweitern:

15

- Bestimmung einer Güte des Messgerätes anhand des zweiten Auswertungssignals, und
- Einstufung des Messgerätes als nicht funktionsfähig, sofern die Güte einen vordefinierten Mindestwert unterschreitet.

20

Anhand der nachfolgenden Figuren wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Ein erfindungsgemäßes Messgerät zur Dielektrizitätswert-Messung eines Füllgutes in einem Behälter,

25

Fig. 2: einen schematischen Aufbau des erfindungsgemäßen Messgerätes,

Fig. 3: eine mögliche Realisierungsvariante der Empfangs-Einheit des Messgerätes, und

30

Fig. 4: eine mögliche Realisierungsvariante der Signalerzeugungs-Einheit des Messgerätes.

35

Zum allgemeinen Verständnis des erfindungsgemäßen Dielektrizitätswert-Messgerätes 1 ist in Fig. 1 eine schematische Anordnung des Messgerätes 1 an einem Behälter 2 mit einem Füllgut 3 gezeigt: Zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes DK des Füllgutes 3 ist das Messgerät 1 seitlich an einem Anschluss des Behälters 2, bspw. einem  
40 Flanschanschluss angeordnet. Hierzu ist das Messgerät 1 in etwa formschlüssig zur Behälter-Innenwand angebracht, wobei das Messgerät 1 zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes DK eine Signalerzeugungs-Einheit 11 und eine Empfangs-Einheit 12 umfasst, die je nach Auslegung zumindest teilweise in das Behälter-Innere überstehen können. Bei dem Füllgut 3 kann es sich um Flüssigkeiten wie Getränke, Lacke, Zement

oder Treibstoffe, wie Flüssiggase oder Mineralöle handeln. Denkbar ist jedoch auch die Verwendung des Messgerätes 1 bei Schüttgut-förmigen Füllgütern 3, wie bspw. Getreide.

Das Messgerät 1 kann mit einer übergeordneten Einheit 4, zum Beispiel einem Prozessleitsystem, verbunden sein. Als Schnittstelle kann etwa „PROFIBUS“, „HART“, „Wireless HART“ oder „Ethernet“ implementiert sein. Hierüber kann der Dielektrizitätswert DK als Betrag, oder komplexwertig mit Realteil und Imaginärteil übermittelt werden. Es können aber auch anderweitige Informationen über den allgemeinen Betriebszustand des Messgerätes 1 kommuniziert werden.

Der prinzipielle schaltungstechnische Aufbau des erfindungsgemäßen Messgerätes 1 ist in Fig. 2 dargestellt: Grundlegend basiert das Messgerät 1 auf einer Signalerzeugungseinheit 11, die zur Abstrahlung eines Radar-Signals  $S_{HF}$  gen Füllgut 2 dient, sowie einer Empfangseinheit 12 zum Empfang des Radar-Signals  $S_{HF}$ , nachdem es das Füllgut 3 durchdrungen hat. Hierzu umfasst die Signalerzeugungseinheit 11 eine Sende-Antenne 112, die von einem Hochfrequenz-Schwingkreis 111 entsprechend mit einem elektrischen Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  angesteuert wird. Zur Generierung des Radar-Signals  $S_{HF}$  weist das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  dabei eine vorzugsweise konstante Frequenz zwischen 0,1 GHz bis 240 GHz auf. Dementsprechend kann der Hochfrequenz-Schwingkreis 111 im einfachsten Fall als Quarz-Oszillator ausgelegt werden, der gegebenenfalls auf Oberwellenauskopplung ausgelegt ist. Daneben könnte auch eine Gunn-Diode oder ein Halbleiter-Oszillator eingesetzt werden.

Die Sende-Antenne 112 und die korrespondierende Empfangs-Antenne 121 der Empfangs-Einheit 12 sind auf die Frequenz des Radar-Signals  $S_{HF}$  bzw. des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  anzupassen. So können die Antennen 112, 121 bspw. als planare Patch-Antennen mit entsprechenden Kantenlängen konzipiert werden. Bei Auslegung der Antennen 112, 121 als Planar-Antennen kann das Messgerät 1 so ausgelegt werden, dass es planar mit der Innenwand des Behälters 2 abschließt. Eine nicht-planarer Auslegung des Messgerätes 1, bei der zumindest die Antennen 112, 121 in den Innenraum des Behälters 2 überstehen, bietet wiederum den Vorteil, dass die Antennen 112, 121 zueinander ausgereichtet sein können. Dies erhöht die Auflösung der Messung.

Erfindungsgemäß wird der Dielektrizitätswert DK des Füllgutes 3 dadurch bestimmt, dass die Phasendifferenz  $\Delta\phi$  des Radar-Signals  $S_{HF}$ , die sich zwischen den Antennen 112, 121 bei Durchgang durch das Füllgut 3 einstellt, gemessen wird. Hierzu umfasst die Empfangs-Einheit 12 einen Phasendetektor 122, dessen einer Eingang an die Empfangs-Antenne 121 angeschlossen ist. Ausgelegt sein kann der Phasendetektor 122

beispielsweise als Hochfrequenz-Mischer oder als Gilbert-Zelle, die nicht in Sättigung betrieben ist.

Der zweite Eingang des Phasendetektors 122 greift das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  in der Signalerzeugungseinheit 11 zwischen dem Hochfrequenz-Schwingkreis 111 und der Sende-Antenne 112 ab. Hierzu weist die Signalerzeugungseinheit 11 einen entsprechenden Signalteiler 113 auf. Dabei kann der Signalteiler 113 beispielsweise als insbesondere asymmetrischer Leistungsteiler ausgelegt sein. Somit vergleicht der Phasendetektor 122 die Phasendifferenz  $\Delta\varphi$  vor Aussenden und nach Empfang des Radar-Signals  $S_{HF}$ . Dementsprechend repräsentiert das Ausgangssignal  $s_{real}$  des Phasendetektors 122 im Falle einer Auslegung als Mischers die Phasendifferenz  $\Delta\varphi$  in Form eines analogen Spannungswertes.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich wird, kann das analoge Ausgangssignal  $s_{real}$  des Phasendetektors 122 in der Auslegung als Mischer oder Gilbert-Zelle einer Analog-/Digital-Wandlung unterzogen werden, so dass eine Auswertungs-Schaltung 123, beispielsweise ein Microcontroller, auf Basis des digitalisierten Signals  $s_{real}$  den Dielektrizitätswert DK bestimmen kann. Dabei beruht die Berechnung des Realteils  $Re_{DK}$  des Dielektrizitätswertes DK auf dem Zusammenhang

20

$$Re_{DK} \sim \Delta\varphi$$

Dadurch, dass die Phasendifferenz  $\Delta\varphi$  unmittelbar in Bezug zur Phase des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  am Hochfrequenz-Schwingkreis 111 bestimmt wird, kann der Dielektrizitätswert DK bzw. der Realteil  $Re_{DK}$  ohne vorherige Kalibration des Messgerätes 1 am Behälter 2 gemessen werden.

Mit der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsvariante der Empfangs-Einheit 12 ist es zudem möglich, neben dem Realteil  $Re_{DK}$  des Dielektrizitätswertes DK auch dessen Imaginärteil  $Im_{DK}$  zu bestimmen. Hierzu wird das Radar-Signal  $S_{HF}$  nach Empfang durch die Empfangs-Antenne 121 über einen Leistungsteiler 124 abgezweigt und dem Eingang eines Empfangs-Verstärker 126 als Teil eines Amplituden-Detektors 125 zugeführt. Prinzipiell nutzt diese Ausführungsform der Empfangs-Einheit 123 zur Bestimmung des Imaginärteils  $Im_{DK}$  den Effekt, dass der Imaginärteil  $Im_{DK}$  proportional zur Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  ist. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsvariante wird zur Bestimmung des Imaginärteils  $Im_{DK}$  jedoch nicht direkt die Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  gemessen. Vielmehr regelt die Auswert-Schaltung 123 den Verstärkungsfaktor des Empfangs-Verstärkers 126 mittels eines entsprechenden Regelsignals  $s_c$  in der Form, dass das Ausgangs-Signal  $s_{im}$  des Empfangs-Verstärkers 126 in etwa konstant gehalten wird. Aufgrund dieser Form der Regelung liefert das

40

Regelsignal  $s_c$  die eigentliche Information über die Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$ , so dass die Auswertungs-Schaltung 123 den Imaginärteil  $Im_{DK}$  des Dielektrizitätswertes  $DK$  anhand des jeweils aktuellen Wertes des Regelsignals  $s_c$  bestimmen kann. Sofern der Microcontroller der Auswertungs-Schaltung 123 keinen  
5 Analog-Eingang aufweist, ist dem Empfangs-Verstärker 126, wie in Fig. 3 gezeigt, ein entsprechender Analog-/Digital-Wandler nachzuschalten. Die Messung des Imaginärteils  $Im_{DK}$  des Dielektrizitätswertes  $DK$  mittels des Regelsignals  $s_c$  bietet den Vorteil, dass wiederum die Dynamik der Dielektrizitätswert-Messung erhöht wird. Dem Empfangs-Verstärker 126 kann, wie in Fig. 3 dargestellt, ein als Diode ausgelegter HF-Detektor  
10 nachgeschaltet werden, um die Signalstärke in Abhängigkeit der Temperatur zu ermitteln zu können. Hierzu kann der Microcontroller einen Quotienten aus dem ersten Auswertungssignal  $s_{real}$  zum zweiten Auswertungssignal  $s_{im}$  bilden.

Die Dynamik des Messgerätes 1 kann weiter erhöht werden, wenn parallel oder in Reihe  
15 zum Empfangs-Verstärker 126 weitere Verstärker angeordnet sind, um ebenfalls mittels Verstärkung des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  das zweite Auswertungssignal  $s_{im}$  zu erzeugen (nicht dargestellt in Fig. 3). Dabei können die etwaigen weiteren Verstärker analog zum Empfangs-Verstärker 123 geregelt werden. Anstelle der Regelung des Empfangs-Verstärkers 123 und der Bestimmung des Imaginärteils  $Im_{DK}$  anhand des  
20 Regelsignals ist es zwecks simplerer Auslegung alternativ auch denkbar, den Empfangs-Verstärker 123 nicht zu regeln und den Imaginärteil  $Im_{DK}$  direkt anhand des Auswertungssignals  $s_{im}$ , also dem Ausgangs-Signal des Empfangs-Verstärkers 123 zu bestimmen.

25 Fig. 4 zeigt eine mögliche Erweiterung der Signalerzeugungseinheit 11, mit der die Güte des Messgerätes 1 gemessen bzw. überwacht werden kann. Dabei bezieht sich die Güte im Rahmen der Anmeldung auf die Definition Bandbreite pro Mittenfrequenz.

Zu Dessen Bestimmung ist zwischen dem Hochfrequenz-Schwingkreis 111 und der  
30 Sende-Antenne 112 ein Verzögerungsglied 115 zwischengeschaltet. Im Wesentlichen besteht das Verzögerungsglied 115 aus zwei Signalweichen, zwischen denen zum einen ein direkter Signalpfad des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  verläuft. Zum anderen ist zwischen den Signalweichen ein verzögernder Signalpfad angeordnet, der das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  um eine definierte Phase  $\varphi$  verzögert. Realisiert werden kann ein verzögernder  
35 Signalpfad beispielsweise, wie es in der Veröffentlichungsschrift DE102012106938 A1 beschrieben ist.

Die Signalweichen der Verzögerungseinheit 115 sind dabei so ausgelegt, dass das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  bei Anliegen eines Steuersignals  $s_t$  über den verzögernden  
40 Signalpfad geführt wird, während das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  ansonsten über den

direkten Signalpfad geführt wird. Dabei kann die Signaltechnisch vordere Signalweiche bspw. als Wilkinson-Leistungsteiler ausgelegt sein, dem in jedem Signalpfad jeweils ein Verstärker nachgeschaltet ist. Je nachdem, ob der verzögernde-, oder der nicht-verzögernde Pfad durchgeschaltet werden soll, ist die Verstärkung des korrespondierenden Verstärkers auf unendlich einzustellen, der andere Verstärkungsfaktor ist entsprechend auf null zu setzen.

Das Umschalten vom direkten zum verzögernden Signalpfad kann durch das Steuersignal  $s_t$  auch der Auswertungs-Schaltung 123 auf Seite der Empfangs-Einheit 12 mitgeteilt werden, indem beispielsweise das Steuersignal  $s_t$  zeitgleich auch an einem Eingang des Microcontrollers angelegt wird. Hierdurch kann der Auswerte-Schaltung 123 der Zeitpunkt des Verzögerns mitgeteilt werden, so dass die Auswerte-Schaltung 123 eine entsprechende Änderung des zweiten Auswertungssignals  $s_{im}$  infolge des Umschaltens an der Verzögerungseinheit 115 detektiert werden kann.

Da im Falle eines analogen zweiten Auswertungssignals  $s_{im}$  eine abrupte Verzögerung der Phase  $\varphi$  des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  zu einem exponentiellen Abfall der Amplitude führt, kann die Auswerte-Schaltung anhand der korrespondierenden Zeitkonstante die Güte des Messgerätes 1 bestimmen. Dabei kann das Messgerät 1 so weiterentwickelt werden, dass es sich bei Unterschreiten einer vordefinierten Mindest-Güte als funktionsuntüchtig einstuft und diesen Fehler-Zustand gegebenenfalls an die übergeordnete Einheit 4 übermittelt. Der Grund für eine Verminderung der Güte kann zum einen durch Alterung interner elektronischer Komponenten hervorgerufen werden. Zum anderen kann die Güte jedoch auch durch eine gehemmte Übertragung des Radar-Signals  $S_{HF}$  zwischen den Antennen 112, 121 aufgrund von Ansatzbildung verringert werden.

Sofern auch die Signal-Erzeugungseinheit 11 einen Sende-Verstärker 114 aufweist, muss dieser so ausgelegt sein, dass der Sende-Verstärker 114 während der Bestimmung der Güte das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  mit einer konstanten Verstärkung verstärkt, damit die Amplitudenmessung des zweiten Auswertungssignals  $s_{im}$  hiervon nicht überlagert wird. Zu diesem Zweck kann der Sende-Verstärker 114 wiederum entsprechend mittels des Steuersignals  $s_t$  gesteuert werden. Alternativ kann dem Sende-Verstärker 114 die einsetzende Verzögerung auch derart mittels des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  mitgeteilt werden, dass ein separater Regelkreis RK, wie in Fig. 4 dargestellt ist, die einsetzende Verzögerung anhand des abgezweigten Hochfrequenz-Signals erkennt und die Verstärkung des Sende-Verstärkers 114 in diesem Fall konstant hält. Weiterhin kann der Regelkreis RK beispielsweise so realisiert sein, dass, sofern keine Phasenverzögerung  $\varphi$  detektiert wird, der Sende-Verstärker 114 mittels desjenigen Regelsignals  $r_t$  geregelt wird,

mit dem auch der Empfangs-Verstärker 126 geregelt wird. Dadurch erhöht sich die Dynamik, mit der das Messgerät 1 den Dielektrizitätswert DK bestimmen kann.

5 Alternativ oder zusätzlich zur Bestimmung der Güte kann die Phasenverzögerung  $\varphi$ , die mittels des Verzögerungsgliedes 115 einstellbar ist, auch eingesetzt werden, um negative Interferenz des Radar-Signals  $S_{HF}$  bei Durchgang durch das Füllgut 3 zu vermeiden. In diesem Fall ist die Phasenverzögerung  $\varphi$  so einzustellen, dass die Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  bzw. das zweite Auswertungssignal kein Interferenzbedingtes Minimum aufweist, sondern einen definierten Grenzwert überschreitet. Da die  
10 Amplitude durch die Auswerte-Schaltung 123 detektierbar ist, kann auch eine entsprechende Regelung des Verzögerungsgliedes 115 durch die Auswerte-Schaltung 123 erfolgen.

## Bezugszeichenliste

	1	Messgerät
	2	Behälter
5	3	Füllgut
	4	Übergeordnete Einheit
	11	Signalerzeugungs-Einheit
	12	Empfangs-Einheit
	111	Hochfrequenz-Schwingkreis
10	112	Sende-Antenne
	113	Signalteiler
	114	Sende-Verstärker
	115	Verzögerungsglied
	121	Empfangs-Antenne
15	122	Phasendetektor
	123	Auswertungs-Schaltung
	124	Leistungsteiler
	125	Amplituden-Detektor
	126	Empfangs-Verstärker
20	DK	Dielektrizitätswert
	$\text{Im}_{\text{DK}}$	Imaginärteil des Dielektrizitätswertes
	$\text{Re}_{\text{DK}}$	Realteil des Dielektrizitätswertes
	$S_{\text{HF}}$	Radar-Signal
	$s_c$	Regelsignal
25	$s_{\text{im}}$	Zweites Auswertungssignal
	$s_{\text{real}}$	Erstes Auswertungssignal
	$s_t$	Steuersignal
	$s_{\text{HF}}$	Hochfrequenz-Signal
	x	Verstärkungsfaktor
30	$\varphi$	Phase
	$\Delta\varphi$	Phasendifferenz

**Patentansprüche**

1. Messgerät zur Bestimmung eines Dielektrizitätswertes (DK) eines Füllgutes (3), umfassend:
- 5       - Eine Signalerzeugungseinheit (11), mit
- einem Hochfrequenz-Schwingkreis (111), der ausgelegt ist, ein elektrisches Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) zu erzeugen,
  - einer Sende-Antenne (112), die konzipiert ist, das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) als Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) in Richtung des Füllgutes (3) auszusenden,
- 10       und
- eine Empfangseinheit (12), mit
- einer Empfangs-Antenne (121), die konfiguriert ist, um das Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) nach Durchgang durch das Füllgut (3) zu empfangen, und
  - eine Auswertungs-Schaltung (123), die ausgelegt ist, anhand einer
- 15       Phasendifferenz ( $\Delta\varphi$ ) oder einer Signalstärke des empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) den Dielektrizitätswert (DK) zu bestimmen.
2. Messgerät nach Anspruch 1, wobei die Empfangseinheit (12) einen Phasendetektor (122) umfasst, wobei der Phasendetektor (122) ausgelegt ist, ein erstes
- 20       Auswertungssignal ( $s_{real}$ ) zu erzeugen, das sich proportional mit der Phasendifferenz ( $\Delta\varphi$ ) zwischen dem empfangenen Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) und dem Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) ändert, wobei die Signalerzeugungseinheit (11) einen Signalteiler (113) umfasst, mittels dem das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) auskoppelbar ist, wobei der Phasendetektor (122) zur Erzeugung des Auswertungssignals ( $s_{real}$ ) an den Signalteiler (113) angeschlossen ist,
- 25       und wobei die Auswertungs-Schaltung (123) ausgelegt ist, anhand des ersten Auswertungssignals ( $s_{real}$ ) zumindest einen Realteil ( $Re_{DK}$ ) des Dielektrizitätswertes (DK) zu bestimmen.
3. Messgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Empfangseinheit (12) einen
- 30       Amplituden-Detektor (124), der ein von der Signalstärke des empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) abhängiges, zweites Auswertungssignal ( $s_{im}$ ) erzeugt, umfasst.
4. Messgerät nach Anspruch 3, wobei die Auswertungs-Schaltung (123) ausgelegt ist, mittels des zweiten Auswertungssignals ( $s_{im}$ ) einen Imaginärteil ( $Im_{DK}$ ) des
- 35       Dielektrizitätswertes (DK) zu bestimmen.
5. Messgerät nach Anspruch 3, wobei der Amplituden-Detektor (124) zumindest einen ersten regelbaren Empfangs-Verstärker (125) umfasst, wobei der Empfangs-Verstärker (125) ausgelegt ist, das zweite Auswertungssignal ( $s_{im}$ ) mittels Verstärkung des
- 40       empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) zu erzeugen,

- wobei die Auswertungs-Schaltung (123) ausgelegt ist, die Verstärkung ( $x$ ) des Empfangs-Verstärkers (125) derart mittels eines Regelsignals ( $s_c$ ) zu regeln, dass das zweite Auswertungssignal ( $s_{im}$ ) in etwa konstant ist, und wobei die Auswerte-Schaltung (123) ausgelegt ist, anhand des zweiten Regelsignals ( $s_c$ ) den Imaginärteil ( $Im_{DK}$ ) des Dielektrizitätswertes (DK) zu bestimmen.
- 5
6. Messgerät nach Anspruch 5, wobei parallel oder in Reihe zum ersten Empfangs-Verstärker (124) zumindest ein zweiter Empfangs-Verstärker angeordnet ist, um mittels Verstärkung des empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) das zweite Auswertungssignal ( $s_{im}$ ) zu erzeugen.
- 10
7. Messgerät nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungs-Einheit (11) zumindest einen Sende-Verstärker (114), der das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) verstärkt, umfasst.
- 15
8. Messgerät nach Anspruch 5 und 7, wobei der erste Sende-Verstärker (114) derart regelbar ausgelegt ist, dass die Verstärkung des ersten Sende-Verstärkers (114) mittels des Regelsignals ( $s_c$ ) der Auswerte-Schaltung (123) regelbar ist.
- 20
9. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungs-Einheit (11) ein Verzögerungsglied (115) umfasst, das ausgelegt ist, um das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) um eine definierte Phase ( $\varphi$ ) zu verzögern.
- 25
10. Messgerät nach Anspruch 9, wobei das Verzögerungsglied (115) mittels eines Steuersignals ( $s_t$ ) einschaltbar ist, und wobei die Empfangs-Einheit (12) ausgelegt ist, nach Einschalten des Verzögerungsgliedes (115) anhand des zweiten Auswertungssignals ( $s_{im}$ ) eine Güte des Messgerätes (1) zu bestimmen.
- 30
11. Messgerät nach Anspruch 7 und 10, wobei der Sende-Verstärker (114) mittels des Steuersignals ( $s_t$ ) auf einen konstanten Verstärkungsfaktor einstellbar ist.
- 35
12. Messgerät nach Anspruch 3 und 9, wobei das Verzögerungsglied (115) ausgelegt ist, die Phasenverzögerung ( $\varphi$ ) derart einzustellen, dass die Signalstärke des empfangen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) am Amplituden-Detektor (124) maximal ist.
13. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hochfrequenz-Schwingkreis (111) ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) mit einer konstanten Frequenz zwischen 2 GHz und 30 GHz zu erzeugen.

14. Verfahren zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes (DK) mittels des Messgerätes (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, folgende Verfahrensschritte umfassend:
- Erzeugung eines elektrischen Hochfrequenz-Signals ( $s_{HF}$ ) mittels eines Hochfrequenz-Schwingkreises (111),
  - 5 - Aussenden des Hochfrequenz-Signals ( $s_{HF}$ ) als Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) in Richtung des Füllgutes (3) mittels einer Sende-Antenne (112),
  - Empfangs des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) nach Durchgang durch das Füllgut (3) mittels einer Empfangs-Antenne (121),
  - Erzeugung eines ersten Auswertungssignals ( $s_{real}$ ), das sich proportional mit einer Phasendifferenz ( $\Delta\varphi$ ) zwischen dem empfangenen Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) und dem ausgekoppelten Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) ändert, mittels eines Phasendetektors (122),
  - 10 - Bestimmung eines Realteils ( $Re_{DK}$ ) des Dielektrizitätswertes (DK) anhand des ersten Auswertungssignals ( $s_{real}$ ) durch eine Auswertungseinheit (123).
- 15
15. Verfahren, nach Anspruch 14, folgende Verfahrensschritte umfassend:
- Erzeugung eines von der Signalstärke des empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) abhängiges, zweites Auswertungssignal ( $s_{im}$ ) mittels eines Amplituden-Detektors (124),
  - 20 - Bestimmung eines Imaginärteils ( $Im_{DK}$ ) des Dielektrizitätswertes (DK) durch die Auswertungseinheit (123) anhand des zweiten Auswertungssignals ( $s_{im}$ ).
16. Verfahren nach Anspruch 15, folgende Verfahrensschritte umfassend:
- Bestimmung einer Güte des Messgerätes (1) anhand des zweiten Auswertungssignals ( $s_{im}$ ), und
  - 25 - Einstufung des Messgerätes (1) als nicht funktionsfähig, sofern die Güte einen vordefinierten Mindestwert unterschreitet.

1/3

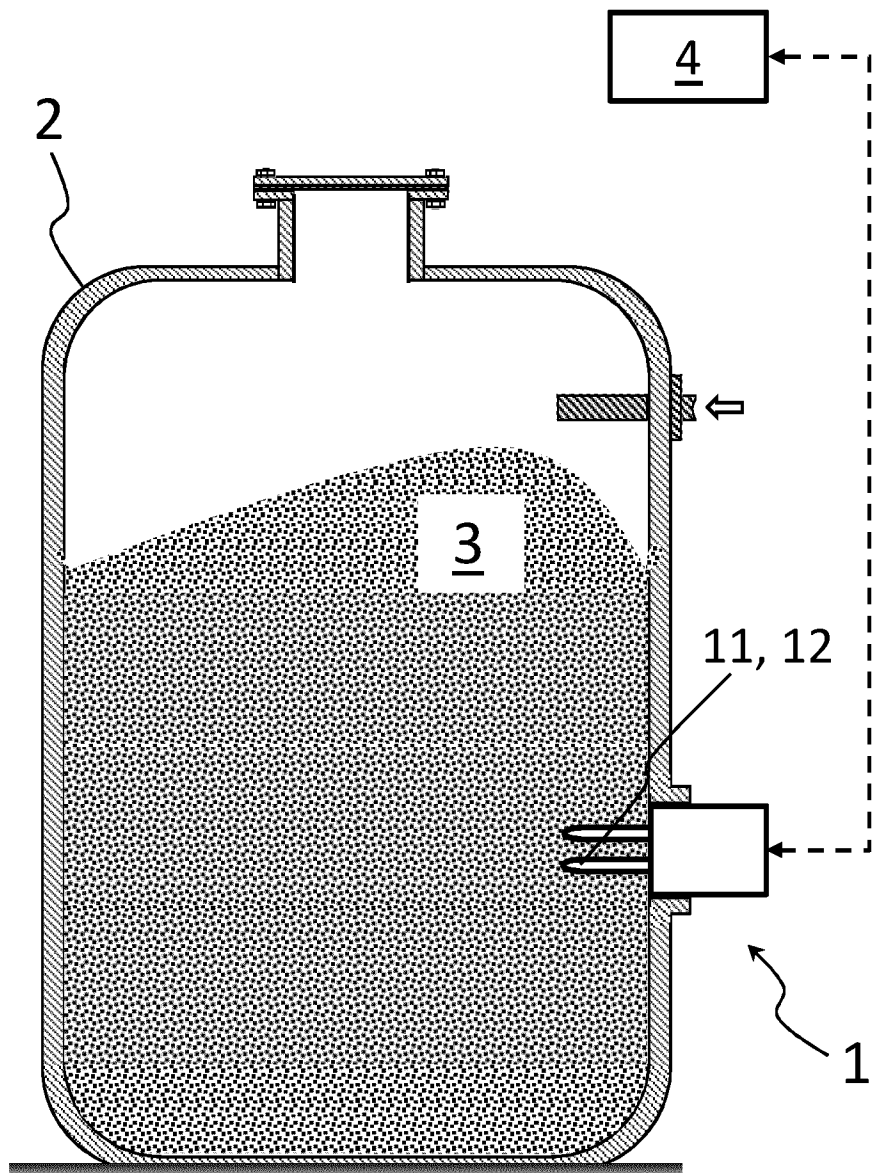


Fig. 1

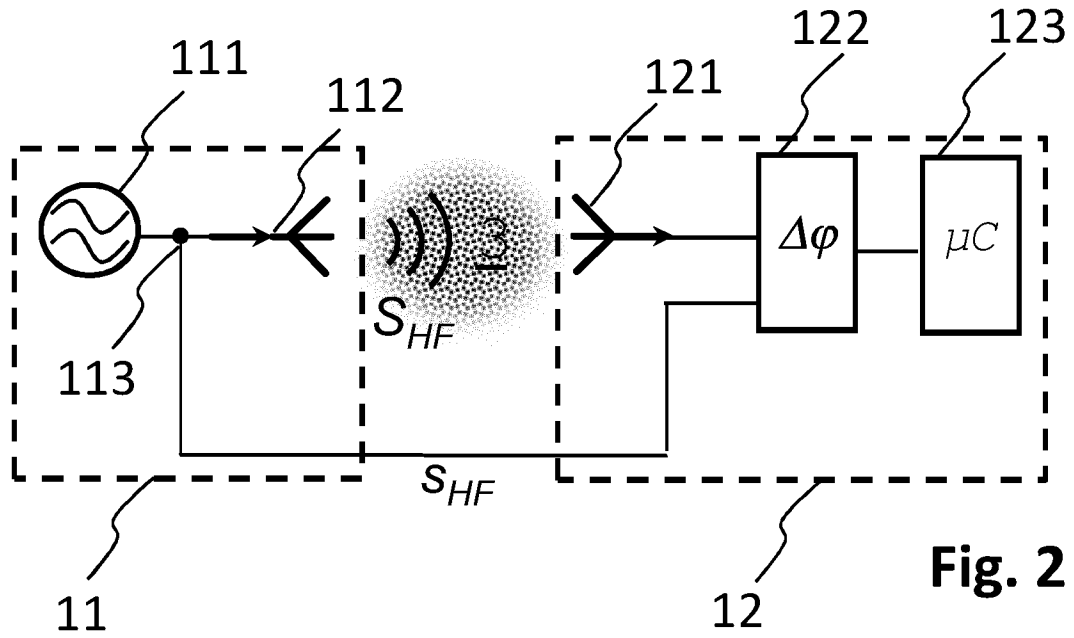


Fig. 2

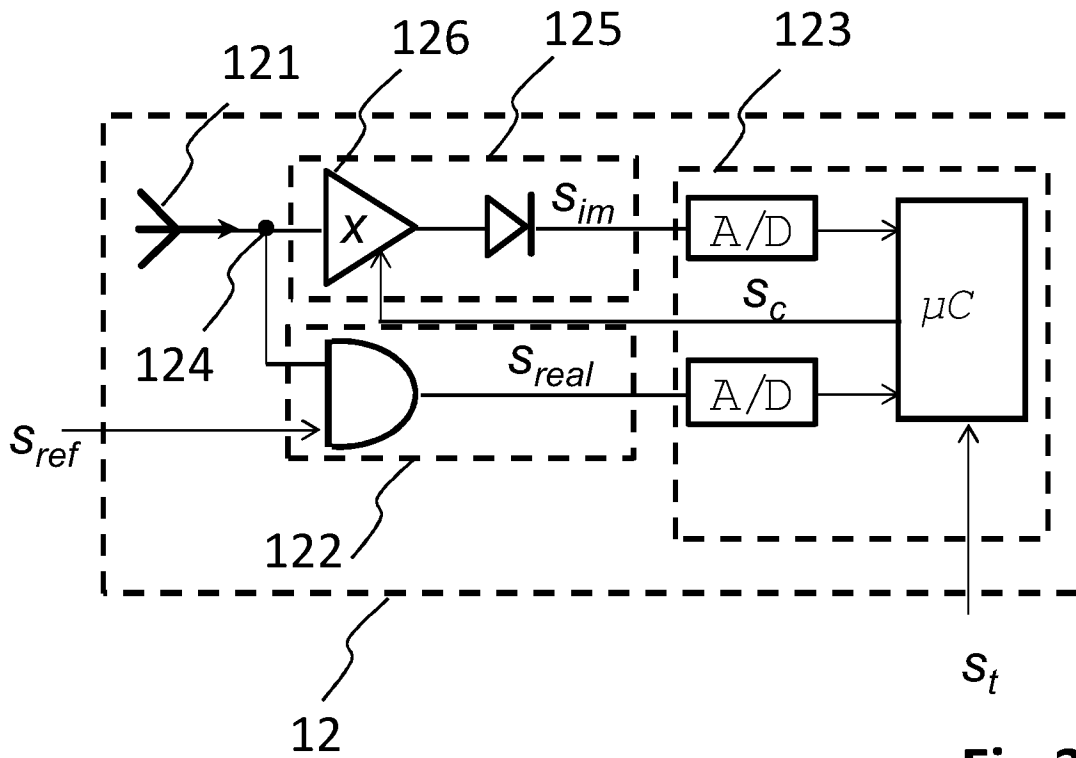


Fig.3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/084412**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G01N 22/00</b> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	DE 102017130728 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 27 June 2019 (2019-06-27) paragraphs [0016] - [0039]; figures 1-3	1,3,5,7,8,13
X	US 8629681 B1 (TRABELSI SAMIR [US] ET AL) 14 January 2014 (2014-01-14) column 6, line 1 - column 8, line 41; figures 1, 8	1-4,13-16
X Y	US 2008319685 A1 (XIE CHENG-GANG [GB] ET AL) 25 December 2008 (2008-12-25) paragraphs [0052] - [0057]; figure 2	1,3,5-8,13 9-12
Y	US 6012324 A (JAKKULA PEKKA [FI] ET AL) 11 January 2000 (2000-01-11) column 5, lines 12-25; figures 1, 2	9-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>08 April 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 April 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Wilhelm-Shalганov, J</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/084412**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017130728	A1	27 June 2019	DE	102017130728	A1	27 June 2019
				US	2019187071	A1	20 June 2019
US	8629681	B1	14 January 2014	NONE			
US	2008319685	A1	25 December 2008	DK	1926991	T3	28 July 2014
				EP	1926991	A1	04 June 2008
				GB	2430493	A	28 March 2007
				US	2008319685	A1	25 December 2008
				WO	2007034132	A1	29 March 2007
US	6012324	A	11 January 2000	AU	7434898	A	11 December 1998
				CA	2290366	A1	26 November 1998
				EP	0983503	A1	08 March 2000
				FI	972172	A	22 November 1998
				JP	2001525934	A	11 December 2001
				US	6012324	A	11 January 2000
				WO	9853306	A1	26 November 1998

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01N22/00

ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01N

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

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

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	DE 10 2017 130728 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 27. Juni 2019 (2019-06-27) Absätze [0016] - [0039]; Abbildungen 1-3 -----	1,3,5,7, 8,13
X	US 8 629 681 B1 (TRABELSI SAMIR [US] ET AL) 14. Januar 2014 (2014-01-14) Spalte 6, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 41; Abbildungen 1, 8 -----	1-4, 13-16
X	US 2008/319685 A1 (XIE CHENG-GANG [GB] ET AL) 25. Dezember 2008 (2008-12-25) Absätze [0052] - [0057]; Abbildung 2 -----	1,3,5-8, 13
Y		9-12
Y	US 6 012 324 A (JAKKULA PEKKA [FI] ET AL) 11. Januar 2000 (2000-01-11) Spalte 5, Zeilen 12-25; Abbildungen 1, 2 -----	9-12



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

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. April 2020

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/04/2020

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

Wilhelm-Shalganov, J

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084412

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017130728 A1	27-06-2019	DE 102017130728 A1	27-06-2019
		US 2019187071 A1	20-06-2019
-----			
US 8629681	B1 14-01-2014	KEINE	
-----			
US 2008319685	A1 25-12-2008	DK 1926991 T3	28-07-2014
		EP 1926991 A1	04-06-2008
		GB 2430493 A	28-03-2007
		US 2008319685 A1	25-12-2008
		WO 2007034132 A1	29-03-2007
-----			
US 6012324	A 11-01-2000	AU 7434898 A	11-12-1998
		CA 2290366 A1	26-11-1998
		EP 0983503 A1	08-03-2000
		FI 972172 A	22-11-1998
		JP 2001525934 A	11-12-2001
		US 6012324 A	11-01-2000
		WO 9853306 A1	26-11-1998
-----			