

(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  
06. August 2020 (06.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/156713 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01N 22/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084414

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Dezember 2019 (10.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 102 142.1  
29. Januar 2019 (29.01.2019) 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: MEASURING DEVICE FOR DETERMINING A DIELECTRIC CONSTANT

(54) Bezeichnung: MESSGERÄT ZUR BESTIMMUNG EINES DIELEKTRIZITÄTSWERTES

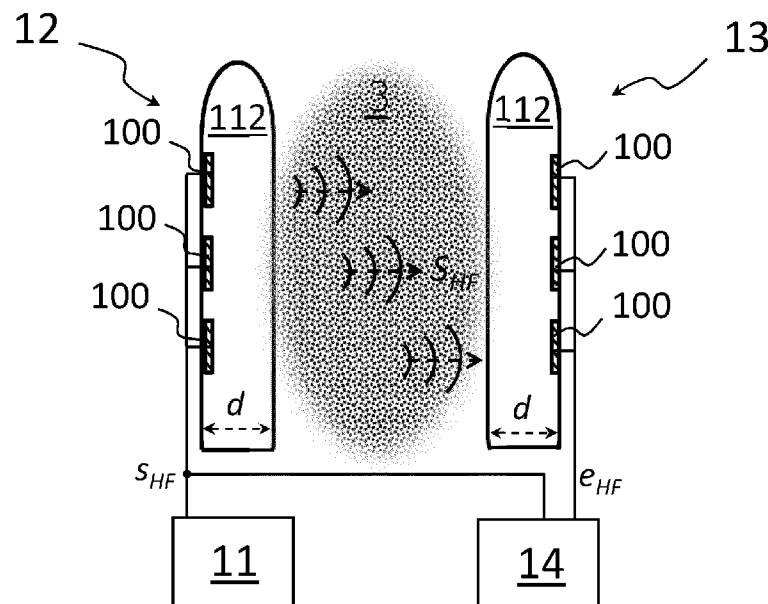


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a measuring device (1) and to a corresponding method for measuring the dielectric constant (DK) of contents (3). The measuring device comprises the following components: a signal-generating unit (11) for controlling a transmitting unit (12) by means of a high-frequency electrical signal ( $S_{HF}$ ) such that a radar signal ( $S_{HF}$ ) is emitted toward the contents (3); a receiving unit (13) for subsequently receiving the radar signal ( $S_{HF}$ ); and an evaluation unit (14) for determining an amplitude of the received signal ( $e_{HF}$ ), a phase shift and/or a signal propagation time of the radar signal ( $S_{HF}$ ) on the basis of the received signal ( $e_{HF}$ ). The dielectric constant (DK) can be determined using the determined signal propagation time, the phase shift and/or the determined amplitude. According to the invention, the transmitting unit (12) and/or the receiving



WO 2020/156713 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)

---

unit (13), respectively, comprise at least two radiation elements (100), which are arranged in a corresponding number of lines (201, 202, 203) among each other. As a result of the phase delay, which increases for each line (201, 202, 203), the measuring range over which the dielectric constant (DK) can be determined is increased.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Messgerät (1) und eine entsprechendes Verfahren zur Messung eines Dielektrizitätswertes (DK) eines Füllgutes (3). Das Messgerät umfasst folgende Komponenten: Eine Signalerzeugungseinheit (11) zur Ansteuerung einer Sende-Einheit (12) mittels eines elektrischen Hochfrequenz-Signals ( $s_{HF}$ ), so dass ein Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) in Richtung des Füllgutes (3) ausgesendet wird; Eine Empfangs-Einheit (13) zum anschließenden Empfang des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ), und: Eine Auswertungseinheit (14), um anhand des Empfangs-Signals ( $e_{HF}$ ) eine Amplitude des Empfangs-Signals ( $e_{HF}$ ), eine Phasenverschiebung und/oder eine Signal-Laufzeit des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) zu ermitteln. Anhand der ermittelten Signal-Laufzeit, der Phasenverschiebung und/oder der ermittelten Amplitude kann der Dielektrizitätswert (DK) bestimmt werden. Erfindungsgemäß umfassen die Sende-Einheit (12) bzw. die Empfangs-Einheit (13) mindesten zwei Strahlelemente (100), die in einer korrespondierenden Anzahl an Zeilen (201, 202, 203) untereinander angeordnet sind. Durch die pro Zeile (201, 202, 203) zunehmende Phasenverzögerung erhöht sich der Messbereich, über den der Dielektrizitätswert (DK) bestimmt werden kann.

## MESSGERÄT ZUR BESTIMMUNG EINES DIELEKTRIZITÄTSWERTES

Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes eines Füllgutes sowie ein 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, Grenzstandmessegäten, 10 Durchflussmessgeräten, Druck- und Temperaturmessgeräten, pH-Messgeräten, Leitfähigkeitsmessgeräten, oder Dielektrizitätswert-Messgeräten zum Einsatz kommen. Sie erfassen die entsprechenden Prozessvariablen, wie Füllstand, Grenzstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert, Redoxpotential, Leitfähigkeit, oder den 15 Dielektrizitätswert. Dabei werden unter dem Begriff „Behälter“ im Rahmen der Erfindung auch nicht-abgeschlossene Behältnisse, wie beispielsweise Becken, Seen oder fließende Gewässer verstanden. Eine Vielzahl dieser Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

Die Bestimmung des Dielektrizitätswertes (auch bekannt als „*Dielektrizitätskonstante*“, 20 „*Dielektrizitätszahl*“ oder „*Relative Permittivität*“) 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. Zur Bestimmung des Dielektrizitätswertes kann nach dem Stand der Technik vor allem bei flüssigen Füllgütern 25 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 Füllstandsmessung mitzubestimmen. Dies erfordert das Messprinzip des geführten Radars, bei dem Mikrowellen über einen elektrisch leitfähigen Wellenleiter in das Medium geführt werden. Beschrieben ist diese kombinierte Füllstands- und Dielektrizitäts-Messung in der Offenlegungsschrift DE 10 35 2015 117 205 A1.

Eine weitere Alternative zum kapazitiven oder Mikrowellen-basierten Dielektrizitätswert-Messung besteht in induktiver Messung. Dieses Messprinzip beruht darauf, dass die 40 resultierende Impedanz einer Spule nicht nur von ihrer Windungszahl, dem Windungsmaterial und dem Material des Spulenkerns abhängt, sondern auch vom

Füllgut, das jeweils an die Spule angrenzt und somit vom Magnetfeld der Spule durchdrungen wird. Dementsprechend kann der Dielektrizitätswert mittels Messung der komplexen Spulen-Impedanz bestimmt werden.

5 Auf Basis der oben genannten Messprinzipien ist gegebenenfalls eine sehr genaue Bestimmung des Dielektrizitätswertes möglich. Allerdings nimmt der Wertebereich, in dem der Dielektrizitätswert bestimmbar ist, in der Regel umso mehr ab, je genauer der Wert messbar ist. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Messgerät bereitzustellen, mit dem der Dielektrizitätswert über einen möglichst großen Wertebereich  
10 bestimmbar ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Messgerät zur Messung eines Dielektrizitätswertes eines Füllgutes, das folgende Komponenten umfasst:

- Eine Signalerzeugungseinheit, die konzipiert ist, um
- 15 - eine Sende-Einheit derart mittels eines elektrischen Hochfrequenz-Signals anzusteuern, dass die Sende-Einheit ein Radar-Signal in Richtung des Füllgutes aussendet,
- eine Empfangs-Einheit, die so im Behälter anordbar ist, um das Radar-Signal nach Durchlauf durch das Füllgut als Empfangs-Signal zu empfangen, und
- 20 - eine Auswertungseinheit, die ausgelegt ist, um zumindest anhand des Empfangs-Signals
  - o eine Amplitude des Empfangs-Signals, eine Phasenverschiebung des Empfangs-Signals zum Hochfrequenz-Signal und/oder eine Signal-Laufzeit des Radar-Signals zwischen der Sende-Einheit und der
  - 25 Empfangs-Einheit zu ermitteln, und
  - o um anhand der ermittelten Signal-Laufzeit, der Phasenverschiebung und/oder der ermittelten Amplitude den Dielektrizitätswert zu bestimmen.

Zur Erhöhung des Messbereichs zeichnet das erfindungsgemäße Messgerät dadurch aus, dass die Sende-Einheit und/oder die Empfangs-Einheit zumindest zwei  
30 Strahlelemente, die in einer korrespondierenden Anzahl an Zeilen untereinander angeordnet sind, umfassen/umfasst. Dabei ist in Bezug zur jeweils anderen Einheit, also der Sende- oder Empfangs-Einheit, vor den Strahlern eine das Radar-Signal transmittierende Schicht angebracht.

35 Unter dem Begriff „Einheit“ wird im Rahmen der Erfindung prinzipiell jede elektronische Schaltung verstanden, die für ihren Einsatzzweck geeignet ausgelegt ist. Es kann sich also je nach Anforderung um eine Anlogschaltung zur Erzeugung bzw. Verarbeitung entsprechender analoger Signale handeln. Es kann sich jedoch auch um eine (halbleiterbasierte) Digitalschaltung wie einem FPGA oder einen Speichermedium in  
40 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 Einheiten des Messgerätes im Sinne der Erfindung potentiell auch auf einen gemeinsamen physikalischen Speicher zurückgreifen bzw. mittels derselben physikalischen Digitalschaltung betrieben werden.

Im Kontext dieser Erfindung definiert sich der Begriff „Radar“ als allgemein als Signal bzw. elektromagnetische Welle mit einer Frequenz zwischen 0.03 GHz und 300 GHz. Bezüglich des erfindungsgemäßen Messgerätes ist es jedoch von Vorteil, wenn die Signalerzeugungs-Einheit ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal mit einer Frequenz oberhalb von 1 GHz zu erzeugen.

Unter der Funktion eines „Strahlelementes“ wird im Rahmen der Erfindung zum einen die Wirkweise von Antennen im Allgemeinen verstanden, wonach das Radar-Signal im Nahfeld als auch im Fernfeld abgestrahlt wird. Unter Strahlelementen werden jedoch auch jegliche Elemente verstanden, die Radar-Signale lediglich im Nahfeld abstrahlen. Aufgrund der reziproken Eigenschaften des Sendens und Empfangens gilt diese Eigenschaft analog zur Abstrahlung ebenso für den Empfang des Radar-Signals.

Erfindungsgemäß wird der Effekt genutzt, dass zwischen den einzelnen Zeilen eine zu- bzw. abnehmende Phasenverzögerung eingestellt werden kann. Diese bewirkt einen Messbereich-erhöhenden Effekt, wie es analog hierzu in der Audiotechnik als „Dynamik-Kompression“ bzw. in der Bildverarbeitung als „Tone Mapping“ bekannt ist.

Zum einen ist es möglich, eine zunehmende Phasenverzögerung pro Zeile zu erreichen, indem dem zumindest einen Strahlelement jeder Zeile zumindest ein Verzögerungsglied derart vor- bzw. nachgeschaltet wird, so dass das Hochfrequenz-Signal pro Zeile mit jeweils einer definiert zunehmenden Phasen-Verzögerung ausgesendet wird, bzw. dass das durch das zumindest eine Strahlelement empfangene Empfangs-Signal mit zunehmender Zeile um jeweils eine definiert zu- oder abnehmende Phase verzögert ist. Realisiert werden kann ein Verzögerungsglied beispielsweise, wie es in der Veröffentlichungsschrift DE102012106938 A1 beschrieben ist.

Alternativ kann die Phase des Radar-Signals Zeilen-abhängig verzögert werden, indem die Sende-Einheit und die Empfangs-Einheit derart zueinander verkippt werden, dass das zumindest eine Strahlelement jeder Zeile mit zunehmender Zeile einen jeweils zu- oder abnehmenden Abstand zu dem zumindest einen Strahlelement der korrespondierenden Zeile der jeweils anderen Einheit aufweist. Diese Variante der verkippten Anordnung beschränkt sich nicht allein darauf, dass beide Einheiten (Sende- und Empfangs-Einheit)

eine korrespondierende Anzahl an Zeilen, in denen jeweils zumindest ein Strahlelement angeordnet ist, umfassen.

Darüber hinaus besteht eine weitere Möglichkeit zur Realisierung der Zeilenabhängigen Phasenverzögerung darin, dass die transmittierende Schicht eine Dicke aufweist, die pro Zeile jeweils definiert zu- oder abnimmt. Vor allem, wenn die pro Zeile zunehmende Phasenverzögerung des Radar-Signals durch eine zu- oder abnehmende Schichtdicke der transmittierenden Schicht eingestellt werden soll, bietet es sich an, die transmittierende Schicht aus einem Material zu fertigen, das eine relativen Dielektrizitätszahl zwischen 2 und 40 aufweist, bzw. wenn dieses Material eine magnetische Permeabilität zwischen 0,5 und 10 aufweist. Dementsprechend können als potentielle Materialien beispielsweise:

- Keramiken wie  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- (Glasfaserverstärkte) Kunststoffe, wie insbesondere PE, PP, PTFE,
- oder metallische Gläser, wie beispielsweise gemäß der Veröffentlichungsschrift US 20160113113 A1 beschrieben,

eingesetzt werden.

Im Rahmen der Erfindung ist es nicht vorgeschrieben, wie viele Strahlelemente pro Zeile angeordnet sind. Zu einer Vergrößerung der Apertur in seitlicher Richtung und somit zu einer Steigerung der Auflösung der Dielektrizitätswert-Messung ist es jedoch vorteilhaft, wenn pro Zeile zumindest zwei, insbesondere mehr als 5 Strahlelemente an der Sende-Einheit bzw. der Empfangs-Einheit angeordnet sind. Im Falle mehrerer Strahlelemente pro Zeile bietet es sich an, wenn eine Leiterbahnstruktur an der Sende-Einheit bzw. der Empfangs-Einheit die Strahlelemente einer Zeile derart symmetrisch kontaktiert, dass das Hochfrequenz-Signal bzw. das Empfangs-Signal an jedem Strahlelement der jeweiligen Zeile phasengleich ist. Hierdurch wird verhindert, dass die Strahlelemente der selben Zeile unterschiedliche Phasenverzögerungen hervorrufen.

Neben der Anzahl an Strahlelementen ist es zudem nicht fest vorgegeben, wie viele Zeilen die Sende-Einheit oder die Empfangs-Einheit umfasst. Da auch mit steigender Anzahl an Zeilen die Apertur erhöht wird bzw. Auflösung der Dielektrizitätswert-Messung steigt, ist es jedoch von Vorteil, wenn die Sende-Einheit bzw. die Empfangs-Einheit mehr als zwei, insbesondere mehr als 5 Zeilen mit jeweils zumindest einem Strahlelement umfassen/umfasst. Zur kompakten Auslegung der Sende-Einheit und der Empfangs-Einheit ist es allgemein von Vorteil, die Strahlelemente als Planar-Strahler, insbesondere als Patch-, Spiral-, Dipol- oder Fraktal-Antennen auszugestalten.

Das anzuwendende Verfahren zur Bestimmung der Signallaufzeit des Radar-Signals (und somit zur Bestimmung des Realteils des Dielektrizitätswertes) ist erfindungsgemäß nicht

fest vorgegeben. So kann als Messprinzip beispielsweise das Pulslaufzeit-Verfahren, das FMCW-Verfahren (Akronym für „*Frequency Modulated Continuous Wave*“) oder ein Phasenauswertungs-Verfahren, wie bspw. ein interferometrisches Verfahren, angewendet werden. Die Messprinzipien des FMCW- und Pulsradar- basierten Laufzeit-  
5 Messverfahren werden beispielsweise in „*Radar Level Measurement*“; *Peter Devine, 2000* beschrieben.

Wenn das Messgerät die Signallaufzeit mittels des FMCW-Verfahrens bestimmen soll, so ist die Signalerzeugungs-Einheit auszulegen, um das Hochfrequenz-Signal derart mit  
10 einer variierenden Frequenz zu erzeugen, so dass die Auswertungs-Einheit die Signal-Laufzeit anhand einer Differenzfrequenz zwischen dem ausgesendeten Radar-Signal und dem empfangenen Radar-Signal bestimmen kann. Bei Implementierung des Pulslaufzeit-Verfahrens ist die Signalerzeugungs-Einheit auszulegen, um das Hochfrequenz-Signal derart pulsförmig zu erzeugen, so dass die Auswertungs-Einheit die Signal-Laufzeit  
15 anhand einer Pulslaufzeit zwischen der Sende-Einheit und der Empfangs-Einheit bestimmen kann. Unabhängig vom Messprinzip zur Bestimmung der Laufzeit ist es von Vorteil, wenn die Signalerzeugungs-Einheit ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal mit einer Frequenz von mindestens 1 GHz zu erzeugen. Je höher die Frequenz eingestellt wird, desto kompakter kann das Messgerät insgesamt ausgelegt werden. Außerdem kann  
20 bei höheren Frequenzen auch der Dielektrizitätswert von Füllgütern mit höherer elektrischer Leitfähigkeit, wie beispielsweise Salz-haltigen Flüssigkeiten, bestimmt werden, ohne dass ein Kurzschluss zwischen der Sende-Einheit und der Empfangs-Einheit verursacht wird.

25 Analog zum erfindungsgemäßen Messgerät wird die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, zudem durch ein entsprechendes Messverfahren gelöst, mittels dem ein Dielektrizitätswert eines in einem Behälter befindlichen Füllgutes bestimmt werden kann. Korrespondierend zum Messgerät umfasst das Messverfahren folgende Verfahrensschritte:

- 30
- Aussenden eines Radar-Signals in Richtung des Füllgutes,
  - Empfang des Radar-Signals nach Durchlauf durch das Füllgut,
  - Bestimmung einer Amplitude des empfangenen Radar-Signals, einer Phasenverschiebung zwischen Aussenden und Empfang des Radar-Signals und/oder einer Signal-Laufzeit zwischen Aussenden und Empfang des Radar-

35

  - Ermittlung des Dielektrizitätswertes anhand der Amplitude, der Phasenverschiebung und/oder der Signallaufzeit.

40 Das Verfahren zeichnet sich analog zum erfindungsgemäßen Messgerät dadurch aus, dass das Radar-Signal über Strahlelemente, die in zumindest zwei untereinander

angeordneten Zeilen angeordnet sind, derart ausgesendet und/oder empfangen wird, so dass das von dem zumindest einen Strahlelement pro Zeile empfangene Empfangs-Signal mit zunehmender Zeile um jeweils eine definiert zu- oder abnehmende Phase verzögert ist.

5

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

Fig. 1: eine schematische Anordnung eines erfindungsgemäßen Messgerätes an einem Behälter,

10

Fig. 2: einen prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Messgerätes,

Fig. 3: eine Frontalansicht der Sende-Einheit bzw. der Empfangs-Einheit, und

15

Fig. 4: eine mögliche symmetrische Ansteuerung der Strahlelemente in einer Zeile der Sende-Einheit bzw. der Empfangs-Einheit.

Zum allgemeinen Verständnis des erfindungsgemäßen Messgerätes 1 ist in Fig. 1 eine schematische Anordnung des Messgerätes 1 an einem geschlossenen Behälter 2  
20 gezeigt. Es versteht sich dabei von selbst, dass die Erfindung auch an offenen Behältnissen wie Rohren eingesetzt werden kann. In dem in Fig. 2 gezeigten Behälter 2 befindet sich ein Füllgut 3, dessen Dielektrizitätswert DK zu bestimmen ist. Hierzu ist das Messgerät 1 seitlich an einem Anschluss des Behälters 2, wie bspw. einem Flanschanschluss angeordnet. Dabei ist das Messgerät 1 so ausgelegt, dass eine Sende-  
25 Einheit 12 und eine Empfangs-Einheit 13 des Messgerätes 1 über die Innenwand des Behälters 2 hinaus in das Behälter-Innere abstehen und dadurch in Kontakt mit dem Füllgut 3 stehen. Diese Einheiten 12, 13 sind in der gezeigten Ausführungsform parallel, also ohne Verkippung zueinander ausgerichtet. Dabei befindet sich das Füllgut 3  
30 zumindest teilweise zwischen diesen zwei Einheiten 12, 13 befindet.

30

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 oder Mehl. Je nach Art des Füllgutes 3 weist es also einen sehr unterschiedlichen  
35 Dielektrizitätswert DK auf. Dementsprechend muss das Messgerät 1 ausgelegt sein, den Dielektrizitätswert DK in einem sehr weiten Messbereich bestimmen zu können.

35

Das Messgerät 1 kann mit einer übergeordneten Einheit 4, zum Beispiel einem Prozessleitsystem, verbunden sein. Als Schnittstelle kann etwa „PROFIBUS“,  
40 „HART“ oder „Wireless HART“ implementiert sein. Hierüber kann der Dielektrizitätswert

40

DK übermittelt werden. Es können aber auch anderweitige Informationen über den allgemeinen Betriebszustand des Messgerätes 1 kommuniziert werden.

5 Der prinzipielle schaltungstechnische Aufbau des Messgerätes 1 wird anhand von Fig. 2 näher veranschaulicht: Wie zu erkennen ist, dient die Sende-Einheit 12 zum Aussenden eines Radar-Signal  $S_{HF}$ . Die parallel gegenüber angeordnete Empfangs-Einheit 13 dient zum Empfang des Radar-Signals  $S_{HF}$ , nachdem es das Füllgut 3 zwischen den zwei Einheiten 12, 13 durchdrungen hat.

10 Zur Erzeugung des Radar-Signals  $S_{HF}$  steuert eine Signalerzeugungseinheit 11 die Sende-Einheit 12 mittels eines entsprechenden Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  an. Dabei wird die Wellenlänge des Radar-Signals  $S_{HF}$  durch die Frequenz des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  festgelegt. Da der Dielektrizitätswert DK des Füllgutes 3 erfindungsgemäß durch Messung der Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  bzw. durch Messung der  
15 Signal-Laufzeit zwischen der Sende-Einheit 12 und der Empfangs-Einheit 13 ermittelt wird, ist die Empfangs-Einheit 13 an eine hierzu ausgelegte Auswertungs-Einheit 14 angeschlossen. Hierdurch empfängt die Auswertungs-Einheit 14 das an der Empfangs-Einheit 13 eintreffende Radar-Signal  $S_{HF}$  entsprechend als elektrisches Empfangssignal  $e_{HF}$ . Da sich die Amplitude proportional zum Imaginärteil des Dielektrizitätswertes DK  
20 verhält, kann anhand der Amplitude des empfangenen Radar-Signals  $S_{HF}$  der Imaginärteil bestimmt werden. Analog gilt dies für die Signal-Laufzeit bzw. die Phasenverschiebung und den Realteil des Dielektrizitätswertes DK.

25 Da es erfindungsgemäß nicht fest vorgeschrieben ist, welches Messprinzip zur Bestimmung der Signal-Laufzeit des Radar-Signals  $S_{HF}$  eingesetzt wird, sind die Auswertungs-Einheit 14 und der Signalerzeugungseinheit 11 in Abhängigkeit des implementierten Messprinzips auszulegen. Hierbei kann auf jeweils bekannte Schaltungskomponenten zurückgegriffen werden: Im Fall von FMCW kann die Signalerzeugungseinheit 11 auf Basis einer PLL („*Phase Locked Loop*“) aufgebaut sein;  
30 Die Auswertungs-Einheit 14 kann mittels eines Mischers das gesendete Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  mit dem Empfangs-Signal  $e_{HF}$  mischen, um anhand der Differenzfrequenz des gemischten Signals die Laufzeit zu ermitteln. Dies kann beispielsweise per FFT („*Fast Fourier Transformation*“) des gemischten Signals  $e_{HF}$  mittels eines entsprechenden Rechenblocks erfolgen.

35 Bei Implementierung des Puls-Laufzeit-Verfahrens kann die Signalerzeugungseinheit 11 zur pulsförmigen Erzeugung des Hochfrequenz-Signals  $s_{HF}$  einen entsprechend zyklisch angesteuerten Oszillator, beispielsweise einen spannungsgesteuerten Oszillator oder lediglich einen Quarzoszillator, umfassen. Die Auswertungs-Einheit 14 kann das  
40 Empfangs-Signal  $e_{HF}$  beim Puls-Laufzeit-Verfahren durch Unterabtastung verarbeiten.

Somit kann die Auswertungs-Einheit 14 die Signal-Laufzeit des korrespondierenden Signalmaximums anhand des abgetasteten und somit zeitgedehnten Signals ermitteln. Es versteht sich im Zusammenhang der Laufzeit-Bestimmung von selbst, dass alternativ zum Puls-Laufzeit-Verfahren oder dem FMCW-Verfahren jegliche andere geeignete Methode zur Bestimmung der Signal-Laufzeit angewendet werden kann. Eine weitere mögliche Methode zur Laufzeit-Bestimmung ist beispielsweise in der Veröffentlichungsschrift WO 2017045788 A1 beschrieben.

Bezüglich der Struktur können die Sende-Einheit 12 und die Empfangs-Einheit 13 prinzipiell analog aufgebaut sein: Kern der Erfindung ist hierbei, dass die Sende-Einheit 12 und/oder die Empfangs-Einheit 13 nicht nur ein Strahlelement 100 aufweisen, sondern zumindest zwei Strahlelemente 100, die Zeilenförmig untereinander angeordnet sind. Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante weisen beide Einheiten 12, 13 drei Zeilen 201, 202, 203 auf, in denen jeweils Strahlelemente 100 angeordnet sind (vgl. auch Fig. 3). Vor den Strahlelementen 100 (in Bezug zur jeweils anderen Einheit 12, 13) ist zu deren Schutz gegen das Füllgut 3 jeweils eine Schicht 112 angebracht, die für das Radar-Signal  $S_{HF}$  transmittierend ist. Geeignete Schicht-Materialien sind beispielsweise  $Al_2O_3$ , PE, PP, PTFE oder metallische Gläser.

Im Sinne der Erfindung sind die Strahlelemente 100 der einzelnen Zeilen 201, 202, 203 so durch die Sende-Einheit 12 bzw. die Empfangs-Einheit 13 anzusteuern, dass das von den Strahlelementen 100 empfangene Empfangs-Signal  $e_{HF}$  mit zunehmender Zeile 201, 202, 203 um jeweils eine definiert zu- oder abnehmende Phase verzögert wird. Dies kann prinzipiell auf zwei Arten implementiert werden: Zum einen kann das Radar-Signal  $S_{HF}$  bereits an der Sende-Einheit 12 mit pro Zeile zunehmender Phasenverzögerung ausgesendet werden. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann die pro Zeile zunehmende Phasenverzögerung auch an der Empfangs-Einheit 13 herbeigeführt werden. Durch die pro Zeile 201, 202, 203 zunehmende Phasenverzögerung erhöht sich der Messbereich, über den der Dielektrizitätswert DK bestimmt werden kann.

Sowohl im Fall der Sende-Einheit 12 als auch im Fall der Empfangs-Einheit 13 ist eine entsprechende Realisierung der pro Zeile 201, 202, 203 zunehmenden Phasenverzögerung wiederum auf verschiedene Arten möglich: Beispielsweise kann die transmittierende Schicht 112 eine pro Zeile 201, 202, 203 zu- oder abnehmende Schichtdicke  $d$  aufweisen, so dass sich ein Keil- oder Stufen-förmiger Querschnitt dieser Schicht 112 ergibt. Hierdurch liegt jeder Zeile 201, 202, 203 eine verschieden lange „quasi-optische“ Signal-Laufstrecke des Radar-Signals  $S_{HF}$  zugrunde, wodurch sich eine entsprechende Phasenverzögerung zwischen den Zeilen 201, 202, 203 der jeweiligen Einheit 12, 13 einstellt. Da eine höhere Dielektrizitätszahl der Schicht 112 eine höhere „Brechung“ des Radar-Signals  $S_{HF}$  erzeugt, ist es von Vorteil, wenn die Schicht 112 einen

relativen Dielektrizitätszahl zwischen 2 und 40 aufweist, bzw. wenn das Material eine magnetische Permeabilität zwischen 0,5 und 10 aufweist.

5 Anstelle einer zunehmenden Schichtdicke  $d$  der transmittierenden Schicht 112 kann der gleiche Effekt erzielt werden, indem die Sende-Einheit 12 und die Empfangs-Einheit 13 entsprechend verkippt zueinander ausgereicht werden. Da die Schichtdicke  $d$  bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante über die Zeilen 201, 202, 203 konstant ist und keine Verkipfung eingestellt ist (die Sende-Einheit 12 und die Empfangs-Einheit 13 sind parallel zueinander ausgerichtet), ist die pro Zeile 201, 202, 203 zunehmende  
10 Phasenverzögerung dort jedoch durch die eine entsprechende Ansteuerung der einzelnen Zeilen 201, 202, 203 durch die Signal-Erzeugungseinheit 11 bzw. durch die Auswertungseinheit 14 einzustellen. Hierzu können den Zeilen 201, 202, 203 wie in Fig. 3 gezeigt ist, je nach einzustellender Phasenverzögerung, entsprechende Verzögerungsglieder 15 vorgeschaltet (bzw. im Falle der Empfangs-Einheit 13  
15 nachgeschaltet) werden.

Die in Fig. 3 gezeigte, serielle Anordnung der zwei Verzögerungselemente 15 bewirkt in Bezug auf die drei Zeilen 201, 202, 203, dass die Antennen 100 untersten Zeile 203 nicht verzögert werden, während die oberste Zeile 201 im Vergleich zur zweiten Zeile 202 die  
20 doppelte Phasenverzögerung erfährt (vorausgesetzt, beide Verzögerungsglieder 15 erzeugen dieselbe Phasenverzögerung). Pro Zeile 201, 202, 203 nimmt also die Phasenverzögerung um den Wert jeweils eines Verzögerungsgliedes 15 ab. Zwecks individueller Anpassung der Phasenverzögerung können die Phasenverzögerungsglieder 15 natürlich auch so konzipiert werden, dass sie nicht dieselbe Phasenverzögerung  
25 hervorrufen.

Aufgrund der hohen Frequenz des Radar-Signals im GHz-Bereich ist es zwecks kompakter Auslegung vorzuziehen, wenn die Strahlelemente 100 als Planar-Strahler ausgelegt sind. Beispielsweise können die Strahlelemente 100 als Patch-, Spiral- oder  
30 Fraktal-Antennen ausgelegt werden, die auf einem Leiterplattensubstrat angeordnet sind. Somit können die Strahlelemente 100 analog zu Leiterbahnen bspw. als Kupferlage aufgebracht bzw. strukturiert werden. Bei einer Frequenz zwischen 2 GHz und 30 GHz ist die Kantenlänge der Patch-Antennen zwischen 0,2 mm und 50 mm zu dimensionieren. Sofern kein Fernfeld ausgebildet werden soll, ist die Kantenlänge deutlich kleiner als ein  
35 Viertel der Wellenlänge des Radar-Signals  $S_{HF}$  zu bemaßen. Eine Abstrahlung lediglich im Nahfeld weist den Vorteil auf, dass das Radar-Signal  $S_{HF}$  mit höherer Sende-Leistung ausgestrahlt werden kann, ohne gegen behördliche Funk-Zulassungsvorschriften zu verstoßen.

Sofern die Strahlelemente 100 der Sende-Einheit 12 bzw. der Empfangs-Einheit 13 auf einem Leiterplattensubstrat angebracht sind, können die Strahlelemente 100 über entsprechende Leiterbahnen, die insbesondere als Mikrostreifenleitungen ausgelegt sein können, mit der Signalerzeugungs-Einheit 11 bzw. der Auswertungs-Einheit 14 kontaktiert werden.

5

Damit die Strahlelemente 100 der jeweiligen Zeile 201, 202, 203 nicht untereinander (sofern die Zeile mehr als ein Strahlelement 100 umfasst) eine abweichende Phase bezüglich des Radar-Signals  $S_{HF}$  hervorrufen, ist die Weglänge jeder Leiterbahn zum entsprechenden Strahlelement 100 der jeweiligen Zeile 201, 202, 203 gleich lang auszugleichen. Eine mögliche Variante, dies bei einer geraden Anzahl an Strahlelementen 100 pro Zeile 201, 202, 203 zu realisieren, ist in Fig. 4 gezeigt. Dort sind die vier Strahlelemente 100 einer Zeile 201, 202, 203 über eine baumförmige Leiterbahnstruktur 300 auf ein Potential zusammengefasst. Dabei umfasst die Leiterbahnstruktur 300 zwei Ebenen der Verästelung, wobei auf jeder Ebene jeweils zwei gleich lange Leiterbahnäste zu den Strahlelementen 100 abzweigen. Hierdurch sind die Strahlelemente 100 dieser Zeile 201, 202, 203 symmetrisch kontaktiert, so dass das Hochfrequenz-Signal  $s_{HF}$  bzw. das Empfangs-Signal  $e_{HF}$  an jedem Strahlelement 100 der jeweiligen Zeile 201, 202, 203 phasengleich ist.

10

15

20

## Bezugszeichenliste

	1	Messgerät
	2	Behälter
5	3	Füllgut
	4	Übergeordnete Einheit
	11	Signalerzeugungseinheit
	12	Sende-Einheit
	13	Empfangs-Einheit
10	14	Auswertungseinheit
	15	Verzögerungsglied
	100	Strahlelemente
	112	Transmittierende Schicht
	201 -203	Zeilen
15	300	Leiterbahnstruktur
	DK	Dielektrizitätswert
	d	Dicke der transmittierenden Schicht
	e <sub>HF</sub>	Empfangs-Signal
	S <sub>HF</sub>	Radar-Signal
20	s <sub>HF</sub>	Hochfrequenz-Signal

## Patentansprüche

1. Messgerät zur Messung eines Dielektrizitätswertes (DK) eines Füllgutes (3), umfassend:

- 5
- Eine Signalerzeugungseinheit (11), die konzipiert ist, um
  - eine Sende-Einheit (12) derart mittels eines elektrischen Hochfrequenz-Signals ( $s_{HF}$ ) anzusteuern, dass die Sende-Einheit (12) ein Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) in Richtung des Füllgutes (3) aussendet,
  - eine Empfangs-Einheit (13), die so im Behälter (2) anordbar ist, um das Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) nach Durchlauf durch das Füllgut (3) als Empfangs-Signal ( $e_{HF}$ ) zu empfangen, und
  - eine Auswertungs-Einheit (14), die ausgelegt ist, um zumindest anhand des Empfangs-Signals ( $e_{HF}$ )
    - 15 ○ eine Amplitude des Empfangs-Signals ( $e_{HF}$ ), eine Phasenverschiebung des Empfangs-Signals ( $e_{HF}$ ) zum Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) und/oder eine Signal-Laufzeit des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) zwischen der Sende-Einheit (12) und der Empfangs-Einheit (13) zu ermitteln, und
    - 20 ○ um anhand der ermittelten Signal-Laufzeit, der Phasenverschiebung und/oder der ermittelten Amplitude den Dielektrizitätswert (DK) zu bestimmen,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Sende-Einheit (12) und/oder die Empfangs-Einheit (13) zumindest zwei Strahlelemente (100), die in einer korrespondierenden Anzahl an Zeilen (201, 202, 203) untereinander angeordnet sind, umfassen/umfasst,

25 wobei in Bezug zur jeweils anderen Einheit (12, 13) vor den Strahlern (100) eine für das Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) transmittierende Schicht (112) angebracht ist.

2. Messgerät nach Anspruch 1, wobei dem zumindest einen Strahlelement (100) jeder Zeile (201, 202, 203) zumindest ein Verzögerungsglied (15) derart vor- bzw.

30 nachgeschaltet ist, dass das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) pro Zeile (201, 202, 203) mit jeweils einer definiert zunehmenden Phasen-Verzögerung ausgesendet wird, bzw. dass das durch das zumindest eine Strahlelement (100) empfangene Empfangs-Signal ( $e_{HF}$ ) mit zunehmender Zeile (201, 202, 203) um jeweils eine definiert zu- oder abnehmende Phase verzögert ist.

35

3. Messgerät nach Anspruch 1, wobei die Sende-Einheit (12) und die Empfangs-Einheit (13) derart verkippt zueinander angeordnet sind, dass die zumindest ein Strahlelement (100) jeder Zeile (201, 202, 203) mit zunehmender Zeile (201, 202, 203) einen jeweils zu- oder abnehmenden Abstand zu dem zumindest einen Strahlelement (100) der

40 korrespondierenden Zeile (201, 202, 203) der jeweils anderen Einheit (12, 13) aufweist,

sofern beide Einheiten (12, 13) eine korrespondierende Anzahl an Zeilen, in denen jeweils zumindest ein Strahlelement (100) angeordnet ist, umfassen.

5 4. Messgerät nach Anspruch 1, wobei die transmittierende Schicht (112) eine Dicke (d) aufweist, die pro Zeile (201, 202, 203) jeweils definiert zu- oder abnimmt.

10 5. Messgerät nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei pro Zeile (201, 202, 203) zumindest zwei, insbesondere mehr als 5 Strahlelementen (100) angeordnet sind.

15 6. Messgerät nach Anspruch 5, wobei eine Leiterbahnstruktur (300) an der Sende-Einheit (12) bzw. der Empfangs-Einheit (13) die Strahlelemente (100) einer Zeile (201, 202, 203) derart symmetrisch kontaktiert, dass das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) bzw. das Empfangs-Signal ( $e_{HF}$ ) an jedem Strahlelement (100) der jeweiligen Zeile (201, 202, 203) phasengleich ist.

20 7. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sende-Einheit (12) bzw. die Empfangs-Einheit (13) mehr als zwei, insbesondere mehr als 5 Zeilen (201, 202, 203) mit jeweils zumindest einem Strahlelement (100) umfassen/umfasst.

25 8. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die transmittierende Schicht (112) aus einem Material gefertigt ist, dass eine relative Dielektrizitätszahl zwischen 2 und 40 aufweist, und/oder wobei das Material, aus dem transmittierende Schicht (112) gefertigt ist, eine magnetische Permeabilität zwischen 0,5 und 10 aufweist.

30 9. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungseinheit (12) ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) derart mit einer variierenden Frequenz (f) zu erzeugen, dass die Signal-Laufzeit mittels der Auswertungseinheit (14) anhand einer Frequenzdifferenz zwischen dem ausgesendeten Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) und dem empfangenen Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) bestimmbar ist.

35 10. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungseinheit (12) ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) derart pulsformig auszusenden, dass die Signal-Laufzeit mittels der Auswertungseinheit (14) anhand einer Pulslaufzeit zwischen der Sende-Einheit (12) der Empfangs-Einheit (13) bestimmbar ist.

11. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Signalerzeugungs-Einheit (11) ausgelegt ist, das Hochfrequenz-Signal ( $s_{HF}$ ) mit einer Frequenz von mindestens 1 GHz zu erzeugen.
- 5 12. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strahlelemente (100) als Planar-Strahler, insbesondere als Patch-, Spiral- oder Fraktal-Antennen ausgelegt sind.
- 10 13. Verfahren zur Messung eines Dielektrizitätswertes (DK) eines in einem Behälter (2) befindlichen Füllgutes (3) mittels des Messgerätes (1) nach einer der vorhergehenden Ansprüche, folgende Verfahrensschritte umfassend:
- Aussenden eines Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) in Richtung des Füllgutes (3),
  - Empfang des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) nach Durchlauf durch das Füllgut (3),
  - Bestimmung einer Amplitude des empfangenen Radar-Signals ( $S_{HF}$ ), einer
  - 15 Phasenverschiebung zwischen Aussenden und Empfang des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ) und/oder einer Signal-Laufzeit zwischen Aussenden und Empfang des Radar-Signals ( $S_{HF}$ ), und
  - Ermittlung des Dielektrizitätswertes (DK) anhand der Amplitude, der Phasenverschiebung und/oder der Signallaufzeit,
- 20 dadurch gekennzeichnet, dass
- das Radar-Signal ( $S_{HF}$ ) über Strahlelemente (100), die in zumindest zwei untereinander angeordneten Zeilen (201, 202, 203) angeordnet sind, derart ausgesendet und/oder empfangen wird, so dass das von dem zumindest einen Strahlelement (100) pro Zeile (201, 202, 203) empfangene Empfangs-Signal ( $e_{HF}$ ) mit zunehmender Zeile (201, 202,
- 25 203) um jeweils eine definiert zu- oder abnehmende Phase verzögert ist.

1/3

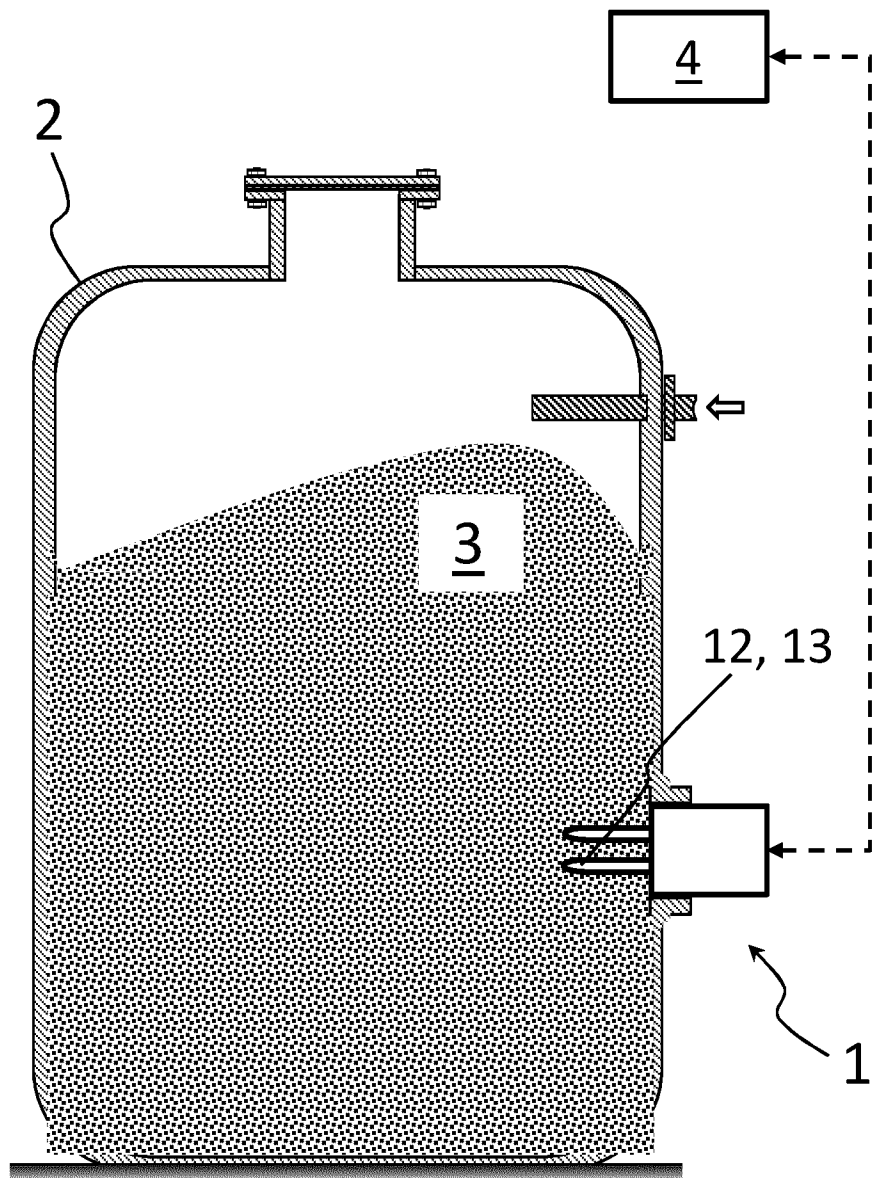


Fig. 1

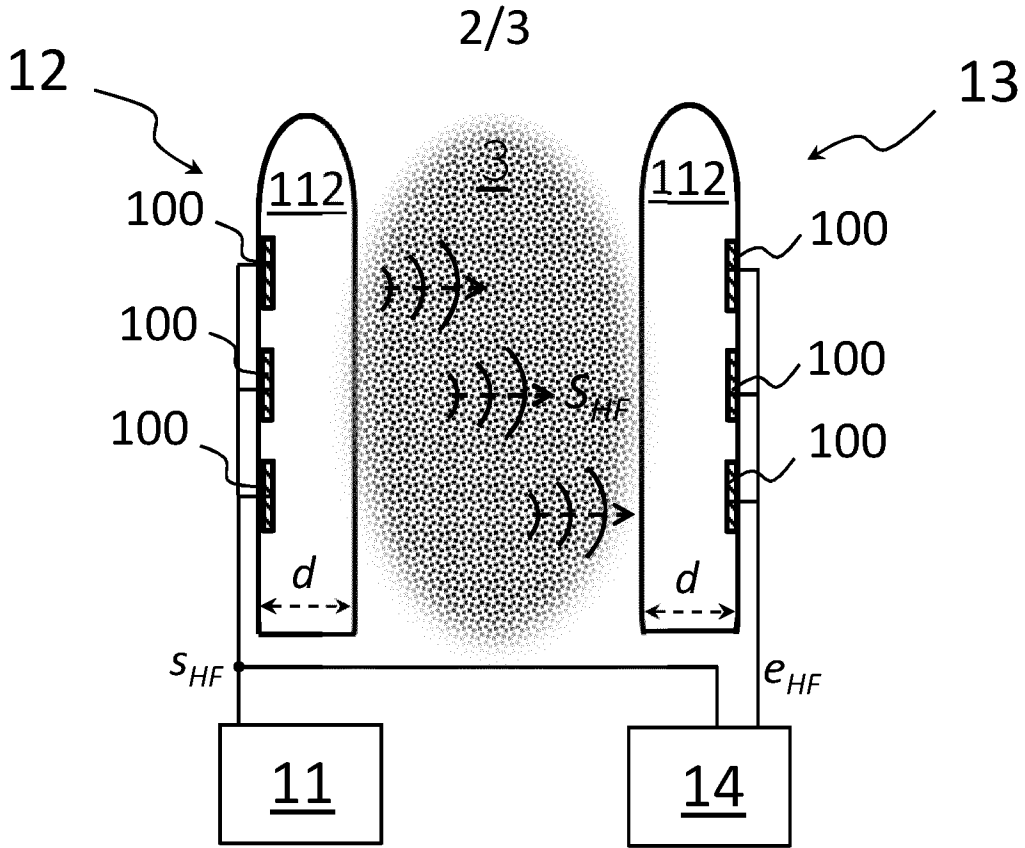


Fig. 2

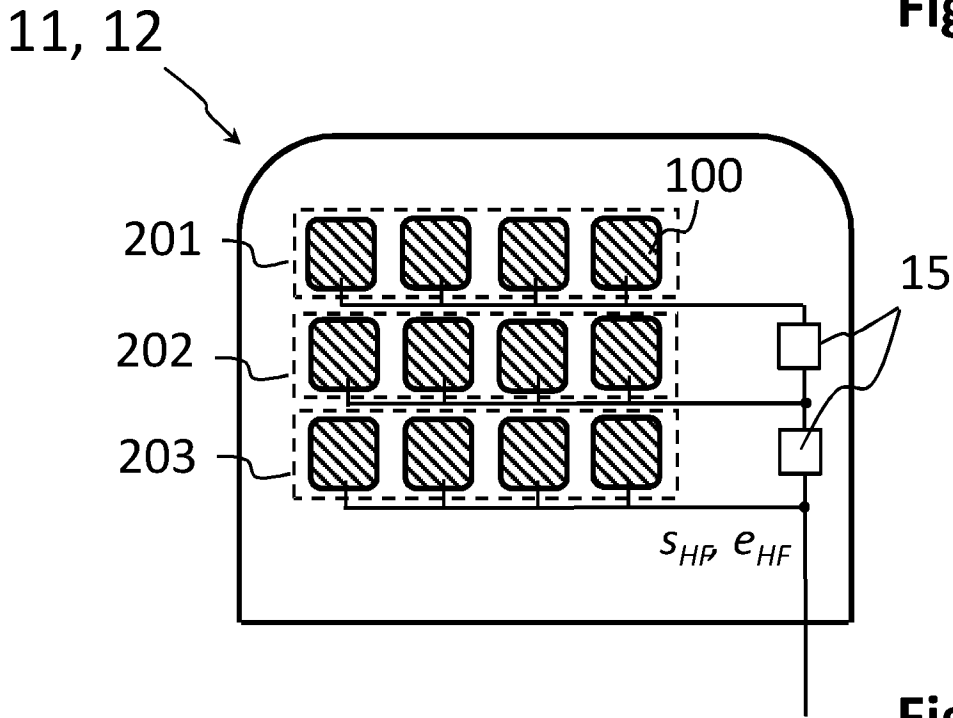


Fig. 3

3/3

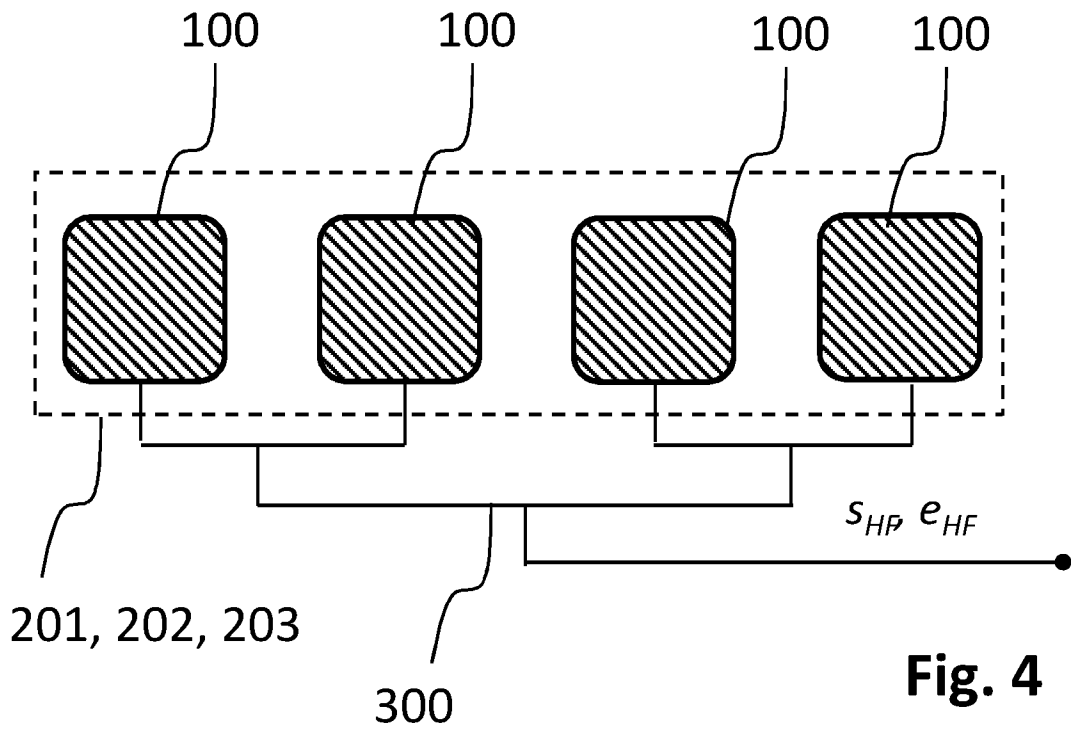


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/084414**

<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 Y	US 2003117150 A1 (NOIK CHRISTINE [FR] ET AL) 26 June 2003 (2003-06-26) paragraphs [0032] - [0051]; figures	1,7-9,11,13 2,3,5,6,10,12
Y	US 2006097916 A1 (BOGOSANOVIC MIRJANA [NZ]) 11 May 2006 (2006-05-11) paragraphs [0100], [0112], [0122]; figures 3, 19	2,5,6,12
Y	US 2003036674 A1 (BOUTON CHAD EDWARD [US]) 20 February 2003 (2003-02-20) paragraphs [0073], [0080]; figures 2, 3	3,10
<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>14 April 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>22 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-Shalganov, J</b> Telephone No.

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

International application No.

**PCT/EP2019/084414**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2003117150	A1	26 June 2003	FR	2833705	A1	20 June 2003
				GB	2387913	A	29 October 2003
				US	2003117150	A1	26 June 2003
US	2006097916	A1	11 May 2006	AU	2003278626	A1	23 April 2004
				CA	2501088	A1	15 April 2004
				EP	1550178	A1	06 July 2005
				NZ	521823	A	25 November 2005
				US	2006097916	A1	11 May 2006
				WO	2004032281	A1	15 April 2004
US	2003036674	A1	20 February 2003	AT	343347	T	15 November 2006
				AT	550806	T	15 April 2012
				AU	2002327367	A1	17 February 2003
				CA	2455402	A1	06 February 2003
				DE	60215668	T2	30 August 2007
				EP	1414339	A2	06 May 2004
				EP	1647306	A2	19 April 2006
				EP	1834667	A2	19 September 2007
				US	2003036674	A1	20 February 2003
				WO	03009752	A2	06 February 2003

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	US 2003/117150 A1 (NOIK CHRISTINE [FR] ET AL) 26. Juni 2003 (2003-06-26)	1,7-9, 11,13
Y	Absätze [0032] - [0051]; Abbildungen	2,3,5,6, 10,12
Y	----- US 2006/097916 A1 (BOGOSANOVIC MIRJANA [NZ]) 11. Mai 2006 (2006-05-11)	2,5,6,12
Y	Absätze [0100], [0112], [0122]; Abbildungen 3, 19	
Y	----- US 2003/036674 A1 (BOUTON CHAD EDWARD [US]) 20. Februar 2003 (2003-02-20)	3,10
Y	Absätze [0073], [0080]; Abbildungen 2, 3	
	-----	



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

14. April 2020

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/04/2020

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/EP2019/084414

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003117150 A1	26-06-2003	FR 2833705 A1	20-06-2003
		GB 2387913 A	29-10-2003
		US 2003117150 A1	26-06-2003
-----			
US 2006097916 A1	11-05-2006	AU 2003278626 A1	23-04-2004
		CA 2501088 A1	15-04-2004
		EP 1550178 A1	06-07-2005
		NZ 521823 A	25-11-2005
		US 2006097916 A1	11-05-2006
		WO 2004032281 A1	15-04-2004
-----			
US 2003036674 A1	20-02-2003	AT 343347 T	15-11-2006
		AT 550806 T	15-04-2012
		AU 2002327367 A1	17-02-2003
		CA 2455402 A1	06-02-2003
		DE 60215668 T2	30-08-2007
		EP 1414339 A2	06-05-2004
		EP 1647306 A2	19-04-2006
		EP 1834667 A2	19-09-2007
		US 2003036674 A1	20-02-2003
		WO 03009752 A2	06-02-2003
-----			