

(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. April 2020 (30.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/083797 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01F 23/296 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/078473

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Oktober 2019 (21.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 218 066.0
22. Oktober 2018 (22.10.2018) DE

(71) Anmelder: **VITESCO TECHNOLOGIES GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) **Erfinder: PFEIFFER, Karl-Friedrich**; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, Thomas-Dehler-Str. 27 / 5.St., 81737 München (DE). **GROTEVENT, Henning**; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, Thomas-Dehler-Str. 27 / 5.St., 81737 München (DE). **HEINRICH, Stephan**; c/o Continental Automotive GmbH, Intellectual Property, Thomas-Dehler-Str. 27 / 5.St., 81737 München (DE).

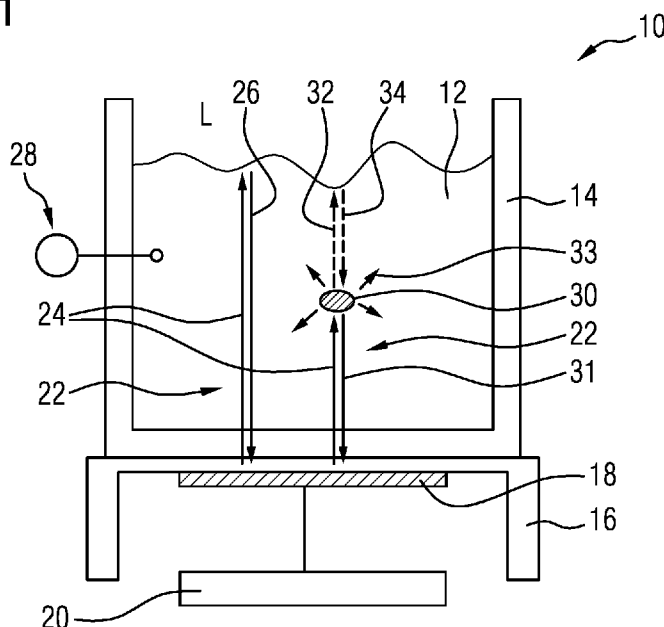
(74) **Anwalt: WALDMANN, Alexander**; c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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,

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE FILL LEVEL AND/OR THE QUALITY OF A FLUID IN A FLUID CONTAINER

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BESTIMMEN DES FÜLLSTANDS UND/ODER DER QUALITÄT EINES FLUIDS IN EINEM FLUIDBEHÄLTER

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention discloses a method for operating a fluid sensor device for determining the fill level and/or the quality of a fluid in a fluid container. The fluid sensor device (10) comprises a sound transducer unit (18) with an adjustable sound signal frequency. The method comprises the following steps: actuating the sound transducer unit (18) in such a manner that the unit transmits a sound signal with a first sound signal frequency along a sound signal path (22) into the fluid; receiving a sound signal in response to the sound signal transmitted by the sound transducer unit (18); evaluating the sound signal received to determine whether an inhomogeneity is present in the fluid (12) in the sound signal path (22) within the fluid (12); and actuating the sound transducer unit (20) in such a manner that said unit transmits a sound signal of a second sound signal frequency into the fluid (12) when determining the fill level and/or the

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.

- (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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

quality of the fluid (12), the second sound signal being smaller than the first sound signal frequency.

(57) **Zusammenfassung:** Es ist ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidsensorvorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids in einem Fluidbehälter offenbart. Die Fluidsensorvorrichtung (10) umfasst eine Schallwandlereinheit (18) mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Ansteuern der Schallwandlereinheit (18) derart, dass diese ein Schallsignal mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalfads (22) in das Fluid aussendet, Empfangen eines Schallsignals in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit (18) ausgesendeten Schallsignals, Auswerten des empfangenen Schallsignals dahingehend, ob im Schallsignalfad (22) innerhalb des Fluids (12) eine Inhomogenität im Fluid (12) vorhanden ist, und Ansteuern der Schallwandlereinheit (20) derart, dass diese beim Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität des Fluids (12) ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid (12) aussendet, die kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids in einem Fluidbehälter

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids, wie beispielsweise einer Harnstofflösung, in einem Fluidbehälter, insbesondere in einem Fluidbehälter eines Fahrzeugs.

10

Zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids kann beispielsweise eine akustische Messvorrichtung eingesetzt werden. Ein Schallwandler der akustischen Messvorrichtung kann sowohl als Schallerzeuger als auch als Schallempfänger arbeiten. Für eine Bestimmung des Füllstands des Fluids im Fluidbehälter können mittels des Schallwandlers beispielsweise Schallimpulse, insbesondere Ultraschallimpulse, in das zu vermessende Fluid abgegeben werden. Die Schallimpulse können von einer Grenzfläche zwischen dem Fluid und einem weiteren Medium, wie beispielsweise der darüber befindlichen Luft, reflektiert werden. Aus der Laufzeit der Schallimpulse können dann Rückschlüsse auf den Füllstand des Fluids im Fluidbehälter geschlossen werden.

20

Ferner können mittels desselben oder eines separat vorgesehen Schallwandlers Schallsignale in Richtung eines im Fluid angeordneten Referenzreflektors zum Ermitteln einer Schallgeschwindigkeit im Fluid ausgesendet werden. Diese Schallgeschwindigkeit kann dann unter anderem auch zur Bestimmung der Qualität des Fluids in dem Fluidbehälter herangezogen werden.

25

30

Allerdings hat sich gezeigt, dass derartige akustische Messvorrichtungen nicht immer einwandfrei arbeiten. Beispielsweise können die Schallimpulse nicht nur an der Grenzfläche zwischen dem zu vermessenden Fluid und der darüber befindlichen Luft reflektiert werden, sondern auch an anderen Grenzflächen, an denen es zu einer Änderung der akustischen Eigenschaften kommt. Werden die Schallimpulse an derartigen Grenzflächen reflektiert oder gestreut, kommt es zu

einer Schwächung des Schallsignals. Ist die Schwächung groß genug, kann das dazu führen, dass die Messung fehlerhaft oder gar unbrauchbar ist.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidsensorvorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids in einem Fluidbehälter bereitzustellen, mit dem die Bestimmung des Füllstands und/oder der Qualität des Fluids weniger fehleranfällig ist und die Fluidsensorvorrichtung damit zuverlässiger und genauer betrieben werden kann. Ferner ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fluidsensorvorrichtung
10 zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität des Fluids bereitzustellen, die mittels eines derartigen Verfahrens betrieben werden kann.

Die Aufgaben werden mit einem Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1 sowie mit einer Fluidsensorvorrichtung gemäß dem Patentanspruch 7 gelöst. Bevorzugte und
15 vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidsensorvorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder
20 der Qualität eines Fluids in einem Fluidbehälter bereitgestellt. Die Fluidsensorvorrichtung umfasst dabei mindestens eine Schallwandlereinheit, die eine einstellbare Schallsignalfrequenz aufweist. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Ansteuern der Schallwandlereinheit derart, dass die Schallwandlereinheit ein Schallsignal mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang
25 eines ersten Schallsignalfads in das Fluid aussendet, Empfangen eines Schallsignals in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit ausgesendeten Schallsignals, Auswerten des empfangenen Schallsignals dahingehend, ob im Schallsignalfad innerhalb des Fluids eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist, und Ansteuern der Schallwandlereinheit derart, dass die Schallwandlereinheit beim
30 Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität des Fluids ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid aussendet, die kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist.

Im Rahmen dieser Offenbarung bezeichnet der Begriff „Inhomogenität“ eine Inhomogenität der Schalltransmission im Schallsignalpfad innerhalb des Fluids. Die Inhomogenität in der Schalltransmission kann beispielsweise in der Form von Streuzentren im Fluid, insbesondere in der Form von festkörperartigen
5 (beispielsweise Kristalle) oder gasförmigen (beispielsweise Luftblasen) Streuzentren sein. Eine derartige Inhomogenität im Fluid führt dazu, dass das von der Schallwandlereinheit ausgesandte Schallsignal zumindest teilweise an diesen Streuzentren gestreut wird. Die Streuung führt zu einem geschwächten Schallsignal, sodass unter Umständen eine Messung im Fluid fehlerhaft oder gar
10 unbrauchbar sein kann.

Der Erfindung liegt daher der Gedanke zugrunde, dass eine Streuung aufgrund einer Inhomogenität im Fluid bzw. aufgrund von Streuzentren im Schallsignalpfad innerhalb des Fluids von der Größe der Streuzentren im Vergleich zur verwendeten
15 Schallsignalwellenlänge abhängt. Die Erfindung liegt ferner der Gedanke zugrunde, dass über die Wahl der verwendeten Schallsignalfrequenz und damit der verwendeten Schallsignalwellenlänge die Streuung an den Streuzentren im Fluid beeinflusst werden kann. Die Erfindung liegt ferner der Gedanke zugrunde, dass bei der Verwendung einer größeren Schallsignalwellenlänge (und damit einer kleineren
20 Schallsignalfrequenz) der effektive Streuquerschnitt der Streuzentren im Fluid kleiner und damit die Auswirkung der Streuzentren auf das Schallsignal minimiert werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass, wenn eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist bzw. Streuzentren
25 festgestellt wurden, die Schallwandlereinheit derart angesteuert wird, dass diese ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid aussendet, die kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist. Dadurch wird der effektive Streuquerschnitt der Streuzentren kleiner, sodass die Auswirkung der Streuzentren auf das Schallsignal verringert werden kann.

30 Besonders vorteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist die Tatsache, dass die erste Schallsignalfrequenz beispielsweise eine Referenzschallsignalfrequenz sein kann, mit der das zu beurteilende Fluid auf Inhomogenitäten überprüft wird. Wird dann eine derartige Inhomogenität im Fluid festgestellt, wird die

Schallwandlereinheit derart angesteuert, dass diese ein Schallsignal mit einer (Mess-)Schallsignalfrequenz aussendet, die kleiner als die Referenzschallsignalfrequenz ist.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es also, dass trotz vorhandener Inhomogenitäten im Fluid eine merkliche Schwächung des Schallsignals vermieden werden kann und dadurch eine Messung im Fluid weniger fehlerhaft ist bzw. die Zuverlässigkeit der Fluidsensorvorrichtung erhöht bzw. der Betriebsbereich erweitert werden können.

10

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist der Schritt des Auswertens des empfangenen Schallsignals dahingehend, ob im Schallsignalfeld der Schallwandlereinheit eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist, ferner die folgenden Schritte auf: Ermitteln einer Schallsignaldämpfung des

15

Schallsignals, Vergleichen der ermittelten Schallsignaldämpfung mit einer vorbestimmten Referenzschallsignaldämpfung und Feststellen, dass eine Inhomogenität in der Form von Streuzentren im Fluid vorhanden ist, dadurch, dass die ermittelte Schallsignaldämpfung um zumindest einen Schallsignaldämpfungsschwellenwert größer als die

20

Referenzschallsignaldämpfung ist. In dieser Ausgestaltung ist es möglich, durch einen einfachen Vergleich zwischen der ermittelten Schallsignaldämpfung und einer Referenzschallsignaldämpfung zu beurteilen, ob eine Inhomogenität in der Form von Streuzentren im Fluid vorhanden ist. Indem die ermittelte

25

Schallsignaldämpfung zumindest um den Schallsignaldämpfungsschwellenwert größer als die Referenzschallsignaldämpfung sein muss, wird sichergestellt, dass kleinere Änderungen in der Schallsignaldämpfung nicht bereits als Inhomogenität im Fluid beurteilt werden. Der Schallsignaldämpfungsschwellenwert kann beispielsweise auf Erfahrungswerten, Messreihen, Modellen oder Anforderungen in der Signalverarbeitung basieren.

30

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren ferner die Schritte: Ermitteln einer Fluidtemperatur des Fluids, Vergleichen der ermittelten Fluidtemperatur mit einer vorbestimmten Referenzfluidtemperatur und Feststellen,

dass eine Inhomogenität in der Form von festkörperartigen Streuzentren vorhanden ist, dadurch, dass die ermittelte Schallsignaldämpfung um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert größer als die Referenzschallsignaldämpfung ist und die ermittelte Fluidtemperatur um zumindest einen Fluidtemperaturschwellenwert kleiner als die Referenzfluidtemperatur ist. In dieser Ausgestaltung kann durch die zusätzliche Berücksichtigung der Fluidtemperatur des zu vermessenden Fluids festgestellt werden, ob die Inhomogenität in der Form von festkörperartigen Streuzentren, beispielsweise in der Form von Partikel, die durch Kristallisation zumindest eines Fluidbestandteils (wie Wasser, Paraffin, etc.) des Fluids entstanden sind, vorhanden sind. In dieser Ausgestaltung wird neben dem bereits beschriebenen Vergleich zwischen der ermittelten Schallsignaldämpfung und der Referenzschallsignaldämpfung die ermittelte Fluidtemperatur mit der Referenzfluidtemperatur verglichen. Die Referenzfluidtemperatur kann dabei wiederum auf Basis von Erfahrungswerten, Messreihen oder Modellen ermittelt sein und beispielsweise in Form einer Look-up-Tabelle vorhanden sein. Der Fluidtemperaturschwellenwert verhindert, dass bereits kleinere Abweichungen zwischen ermittelter Fluidtemperatur und der Referenzfluidtemperatur als Inhomogenitäten in der Form von festkörperartigen Streuzentren interpretiert werden. Der Fluidtemperaturschwellenwert trägt somit auch zur Robustheit des Verfahrens bei.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung kann dann, wenn festgestellt wurde, dass die Inhomogenität in Form von festkörperartigen Streuzentren vorhanden ist, die Fluidtemperatur zumindest auf die vorbestimmte Referenzfluidtemperatur angehoben werden, sodass beispielsweise eine (weitere) Kristallisation des zumindest einen Fluidbestandteils verhindert werden kann und die bereits auskristallisierten Partikel gegebenenfalls wieder aufgelöst werden können. Das Anheben der Referenzfluidtemperatur kann beispielsweise bei einem beheizten Fluidbehälter durch entsprechende Ansteuerung der Fluidbehälterheizung erfolgen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren die folgenden Schritte: Ermitteln eines kinematischen Kenngröße des Fluids kennzeichnenden Werts, Vergleichen des ermittelten Werts mit einem

vorbestimmten kinematische Referenzwert und Feststellen, dass eine Inhomogenität in der Form von gasförmigen Streuzentren im Fluid vorhanden ist, dadurch, dass die ermittelte Schallsignaldämpfung um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert größer als die

- 5 Referenzschallsignaldämpfung ist und ferner der ermittelte Wert um zumindest einen Schwellenwert größer als die kinematische Referenzwert ist. In dieser Ausgestaltung wird demnach neben einem Vergleich von ermittelter Schallsignaldämpfung und Referenzschallsignaldämpfung ein Wert, der eine kinematische Kenngröße des Fluids kennzeichnet, mit einem entsprechenden
- 10 kinematischen Referenzwert verglichen. Der eine kinematische Kenngröße kennzeichnende Wert kann beispielsweise eine Beschleunigung des Fluids im Fluidbehälter, eine Verwirbelung des Fluids im Fluidbehälter oder ein Schwappen des Fluids im Fluidbehälter sein. Derartige Bewegungen des Fluids führen in der Regel zu einem Vermischen des Fluids mit der darüber befindlichen Luft, sodass
- 15 Gasblasen im Fluid entstehen können, die wiederum als gasförmige Streuzentren zu einer Schwächung des Schallsignals beitragen. Eine derartige Verwirbelung kann beispielsweise dann vermehrt auftreten, wenn ein den Fluidbehälter aufweisendes Fahrzeug einer großen Fahrdynamik unterliegt.
- 20 Durch den zusätzlichen Vergleich des ermittelten Werts mit dem kinematische Referenzwert unter Berücksichtigung eines entsprechenden Schwellenwerts können Rückschlüsse auf gasförmige Streuzentren im Fluid geschlossen werden. Diese Ausgestaltung kann also beispielsweise dabei helfen, dass bei starken Schwankungen des Füllstands im Fluidbehälter und der damit einhergehenden
- 25 Bildung von gasförmigen Streuzentren (Gasblasen), dennoch eine zuverlässige und weniger fehleranfällige Messung durchgeführt werden kann. Der kinematische Referenzwert wie auch der Schwellenwert können wiederum auf Messreihen, Erfahrungswerten oder Modellen beruhen und beispielsweise über
- Look-up-Tabellen verfügbar sein.

30

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Schallwandlereinheit mehrere, separate Schallwandlermodule auf, die jeweils eine einstellbare Schallsignalfrequenz aufweisen. Das Verfahren wird dabei für jedes dieser

mehreren Schallwandlermodule durchgeführt, wobei, wenn in zumindest einem der Schallsignalpfade des jeweiligen Schallwandlermoduls eine Inhomogenität im Fluid festgestellt wurde, sämtliche Schallwandlermodule mit der zweiten Schallsignalfrequenz (d. h. mit der gegenüber der Referenzschallsignalfrequenz verringert Schallsignalfrequenz) angesteuert werden.

Wenn beispielsweise die Schallwandlereinheit eine mehrere Schallwandlermodule aufweisende kapazitive mikromechanische Ultraschallwandlereinheit (CMUT) oder eine mehrere Schallwandlermodule aufweisende piezoelektrische

mikromechanische Ultraschallwandlereinheit (PMUT) ist, kann es vorkommen, dass im Schallsignalpfad eines dieser Schallwandlermodule eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist, während im Schallsignalpfad eines anderen Schallwandlermoduls keine Inhomogenität vorhanden ist. Da das insgesamt empfangene Schallsignal aber immer eine Überlagerung der einzelnen Schallsignale der jeweiligen

Schallwandlermodule ist, führt das dazu, dass das Überlagerungsschallsignal durch die Inhomogenität im Fluid gestört bzw. gedämpft ist. In einem solchen Fall könnte man mit dieser bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens alle Schallwandlermodule derart ansteuern, dass jede der Schallwandlermodule ein Schallsignal mit der zweiten Schallsignalfrequenz aussendet. Dadurch würde das Überlagerungsschallsignal trotz der vorhandenen Inhomogenität in einem der Schallsignalpfade der Schallwandlermodule weniger stark von der Inhomogenität im Fluid beeinflusst werden. Dadurch kann die Zuverlässigkeit der Fluidmessvorrichtung verbessert und Fehleranfälligkeit des Messergebnisses verringert werden.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Fluidsensorvorrichtung zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids in einem Fluidbehälter bereitgestellt. Die erfindungsgemäße Fluidsensorvorrichtung umfasst eine Schallwandlereinheit, die dazu ausgebildet ist, ein Schallsignal mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalpfads in das Fluid auszusenden und in Erwiderung auf das ausgesendete Schallsignal ein Schallsignal zu empfangen. Die erfindungsgemäße Fluidsensorvorrichtung umfasst ferner eine Steuereinheit zum Ansteuern der

Schallwandlereinheit, wobei die Steuereinheit zum Durchführen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung bzw. Ausgestaltungen davon ausgebildet ist.

- 5 Weitere Merkmale und Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden dem Fachmann durch Ausüben der vorliegenden Lehre und Betrachten der beiliegenden Zeichnungen ersichtlich. Es zeigen:

10 FIG 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fluidsensorvorrichtung mit einer Schallwandlereinheit, deren Schallsignalfrequenz einstellbar ist, wobei im Schallsignalpfad der Schallwandlereinheit eine Inhomogenität im Fluid in der Form eines Streuzentrums vorhanden ist,

15 FIG 2 eine schematische Ansicht einer Gegenüberstellung von einem Schallsignal, bei dem keine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist, und einem Schallsignal, bei dem eine Inhomogenität im Fluid in Form von Streuzentren vorhanden ist,

20 FIG 3 eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fluidsensorvorrichtung, wobei die Schallwandlereinheit, mehrere Schallwandlermodule mit jeweils einstellbarer Schallsignalfrequenz aufweist und wobei im Schallsignalpfad einer der Schallwandlermodule keine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist während im Schallsignalpfad eines anderen
25 der Schallwandlermodule eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist,

FIG 4 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, mit dem eine Inhomogenität im Fluid in der Form von Streuzentren kompensiert wird,

30 FIG 5 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit dem eine Inhomogenität im Fluid in der Form von festkörperartigen Streuzentren kompensiert wird,

35 FIG 6 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, mit dem eine Inhomogenität im Fluid in der Form von gasförmigen Streuzentren kompensiert wird, und

FIG 7 eine schematische Ansicht einer Füllstandsvariabilität als Beispiel für einen eine kinematische Kenngröße des Fluids kennzeichnenden Werts.

5 Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Es sei zunächst auf FIG 1 verwiesen, die eine Fluidsensorvorrichtung 10 zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids 12 in einem Fluidbehälter 14 zeigt. Das Fluid 12 kann beispielsweise ein flüssiges Medium zur
10 Schadstoffreduktion in Abgasen sein, das beispielsweise in Reduktionsmittel und/oder ein Reduktionsmittelvorläufer, wie eine wässrige Harnstofflösung, aufweist. Alternativ kann es sich bei dem Fluid auch um ein Öl handeln, wie beispielsweise ein Getriebeöl für ein Getriebe eines Fahrzeugs oder dergleichen. Des Weiteren kann es sich auch um andere im Fahrzeug verwendete Fluide wie
15 zum Beispiel Scheibenwischwasser oder Kühlmittel handeln.

Die Fluidsensorvorrichtung 10 umfasst den Fluidbehälter 14 zum Aufnehmen des Fluids 12, ein Sensorgehäuse 16 und eine Schallwandlereinheit 18, die an dem Sensorgehäuse 16 angeordnet ist. Die Fluidsensorvorrichtung 10 umfasst ferner
20 eine Steuereinheit 20, die zum Ansteuern der Schallwandlereinheit 18 ausgebildet ist.

Die Schallwandlereinheit 18 ist dazu ausgebildet, ein Schallsignal entlang eines Schallsignalfads 22 in das Fluid auszusenden und in Erwiderung auf das
25 ausgesendet Schallsignal ein Schallsignal zu empfangen. Exemplarisch sind in der FIG 1 das von der Schallwandlereinheit 18 ausgesendete Schallsignal 24 und das durch eine Reflexion an einer Grenzfläche zwischen dem Fluid 12 und der darüberliegenden Luft L empfangene Schallsignal 26 dargestellt. Die Schallwandlereinheit 18 kann ferner Schallsignale mit einer einstellbaren
30 Schallsignalfrequenz aussenden bzw. empfangen.

Wie ferner in FIG 1 gezeigt ist, kann eine Messanordnung 28 vorhanden sein. Die Messanordnung 28 kann verschiedene Parameter des Fluids 12 im Fluidbehälter 14 ermittelt. Beispielsweise kann die Messanordnung 28 eine
35 Temperaturmessanordnung sein, mit der die Fluidtemperatur des Fluids 12 erfasst werden kann. Selbst verständlich ist es auch möglich, dass die Messanordnung 28 andere Parameter des Fluids 12 erfassen kann. Die Messanordnung 28 kann Teil

der Fluidsensorvorrichtung 10 sein. Die Messanordnung 28 kann aber auch ein separates Bauteil sein.

Wie ferner in FIG 1 gezeigt ist, weist das Fluid 12 eine Inhomogenität 30 im Schallsignalpfad 22 auf. Obwohl die Schallsignalpfade 22 getrennt voneinander dargestellt sind, kann es sich dabei um ein und denselben Schallsignalpfad handeln. Die getrennte Darstellung dient lediglich der besseren Übersicht.

Die Inhomogenität 30 steht exemplarisch für beispielsweise eine festkörperartige oder gasförmige Inhomogenität im Fluid bzw. für ein festkörperartiges oder gasförmiges Streuzentrum im Fluid. Ein festkörperartiges Streuzentrum kann beispielsweise ein auskristallisiertes Partikel im Fluid 12 sein. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn das Fluid 12 eine Temperatur aufweist, bei der Bestandteile des Fluids 12, wie beispielsweise Wasser oder Paraffin, auskristallisieren und dadurch ein kristallines Partikel im Fluid 12 entsteht. Ein gasförmiges Streuzentrum kann beispielsweise eine Luftblase im Fluid 12 sein, die dadurch entsteht, wenn das Fluid 12 stark geschüttelt wird oder sich aufgrund von Verwirbelungen oder Schwappen des Fluids 12 mit der darüber befindlichen Luft L vermischt. Gasförmige Streuzentren können aber auch durch andere Gasansammlungen im Fluid 12 entstehen.

Würde nun ein derartiges festkörperartiges oder gasförmiges Streuzentrum im Schallsignalpfad 22 der Schallwandlereinheit 18 vorhanden sein, dann käme es an der Grenzfläche zwischen dem Fluid 12 und dem Streuzentrum 30 zu einer Inhomogenität in der Schalltransmission. Die Inhomogenität in der Schalltransmission führt dazu, dass das ausgesendete Schallsignal 24 teilweise zur Schallwandlereinheit 18 zurückreflektiert wird (dargestellt durch den Pfeil 31), teilweise transmittiert wird (dargestellt durch den gestrichelten Pfeil 32) und teilweise in alle Richtungen gestreut wird (exemplarisch dargestellt durch den Pfeil 33). Ferner würde das teilweise transmittierte Schallsignal (dargestellt durch den Pfeil 32) an der Grenzfläche zwischen dem Fluid 12 und der Luft L reflektiert werden (dargestellt durch den Pfeil 34), wobei dieses reflektierte Schallsignal dann wiederum zumindest teilweise zur Schallwandlereinheit 18 transmittiert oder an dem Streuzentren 30 reflektiert wird.

Die Folge des Streuzentrums 30 bzw. der Inhomogenität in der Schalltransmission im Fluid 12 ist also, dass das von der Schallwandlereinheit 18 empfangene Signal gestört bzw. gedämpft ist.

Es sei nun auf FIG 2 verwiesen, in der zwei Schallsignale gegenübergestellt sind.

Ein erstes (ungestörtes) Schallsignal 36 entspricht einem Beispiel für ein

Schallsignal, dass die Schallwandlereinheit 18 messen würde, wenn im

5 Schallsignalfad 22 keine Inhomogenität bzw. kein Streuzentrum 30 vorhanden

wäre. Demgegenüber zeigt FIG 2 ferner ein zweites (gestörtes) Schallsignal 38, das

beispielhaft für ein Schallsignal steht, das die Schallwandlereinheit 18 messen

würde, wenn im Schallsignalfad 22 ein Streuzentrum 30 bzw. eine Inhomogenität

in der Schalltransmission vorliegen würde. Wie deutlich zu erkennen ist, weist das

10 ungestörte Schallsignal 36 eine Amplitude 40 (beispielhaft als

peak-to-peak-Amplitude gezeigt) auf, die deutlich größer ist als eine Amplitude 42

des gestörten Schallsignals 38. Die verringerte Amplitude 42 gegenüber der

Amplitude 40 führt dazu, dass man das Schallsignal 38 auch als gedämpftes

Schallsignal bezeichnen kann. Mit anderen Worten weist das ungestörte oder

15 ungedämpfte Schallsignal 36 eine größere Amplitude 40 auf, als das gestörte oder

gedämpfte Schallsignal 38. Oder mit wieder anderen Worten: Die

Schallsignaldämpfung des gestörten Schallsignals 38 ist größer als die

Schallsignaldämpfung des ungestörten Schallsignals 36. Wenn die

Schallsignaldämpfung groß genug ist, führt das dazu, dass unter Umständen das im

20 Fluid 12 ermittelte Schallsignal fehlerhaft oder gar unbrauchbar wird. In einem

solchen Fall wäre es also nicht mehr möglich, eine brauchbare Messung im Fluid 12

durchzuführen.

Es sei nun auf FIG 3 verwiesen, die eine weitere Ausführungsform der

25 erfindungsgemäßen Fluidsensorvorrichtung 10 zeigt. Zur besseren Übersicht ist die

Messanordnung 28 in FIG 3 nicht gezeigt, kann aber wie in FIG 1 vorhanden sein.

Im Unterschied zur Fluidsensorvorrichtung 10 von FIG 1 weist die

Fluidsensorvorrichtung 10 von FIG 3 eine Schallwandlereinheit 18 auf, die mehrere

30 matrixförmig nebeneinander angeordnete Schallwandlermodule aufweist. Im

konkreten Beispiel von FIG 3 weist die Schallwandlereinheit 18 sechs

nebeneinander angeordnete Schallwandlermodule (1 bis 6) in einer ersten Richtung

auf. Des Weiteren weist die Schallwandlereinheit 18 weitere nebeneinander

angeordnete Schallwandlermodule (nicht gezeigt) in einer zweiten Richtung, die

35 unter einem Winkel, beispielsweise 90° , zur ersten Richtung angeordnet ist, auf.

Alternativ sind auch jegliche weiteren Ausführungsformen der mehreren

Schallwandlermodule denkbar, beispielsweise eine kreisförmige Anordnung oder

eine unsortierte Anordnung. Die Schallwandlereinheit 18 kann beispielsweise eine

kapazitive mikromechanische Ultraschallwandlereinheit (CMUT) oder eine piezoelektrische mikromechanische Ultraschallwandlereinheit (PMUT) sein.

Jedes der Schallwandlermodule 1 bis 6 ist dazu ausgebildet, ein Schallsignal entlang eines jeweiligen Schallsignalfads in das Fluid auszusenden und in Erwidern auf das ausgesendete Schallsignal ein Schallsignal zu empfangen. In FIG 3 ist dies beispielhaft anhand des Schallsignalfads 200 des Schallwandlermoduls 2 und anhand des Schallsignalfads 300 des Schallwandlermoduls 4 gezeigt. Das von dem Schallwandlermodul 2 ausgesendete Schallsignal ist mit dem Bezugszeichen 202 und das von dem Schallwandlermodul 2 empfangene Schallsignal ist mit dem Bezugszeichen 204 bezeichnet. Das von dem Schallwandlermodul 4 ausgesendete Schallsignal ist mit dem Bezugszeichen 302 bezeichnet und das von dem Schallwandlermodul 4 empfangene Signal ist mit dem Bezugszeichen 304 bezeichnet.

Jedes der Schallwandlermodule 1 bis 6 ist separat und individuell durch die Steuereinheit 20 ansteuerbar, wobei jedes der Schallwandlermodule 1 bis 6 ein Schallsignal mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz aussenden und empfangen kann. Insbesondere kann die Steuereinheit 20 die Schallwandlermodule 1 bis 6 derart ansteuern, dass ein Überlagerungsschallsignal ausgesendet und wieder empfangen wird, wobei sich das Überlagerungsschallsignal durch Überlagerung der jeweiligen Schallsignale der jeweiligen Schallwandlermodule 1 bis 6 ergibt. Idealerweise steuert die Steuereinheit 20 die Schallwandlermodule 1 bis 6 derart an, dass sich eine (in guter Näherung) ebene Schallwelle in dem zu vermessenen Fluid 12 ergibt bzw. von der Schallwandlereinheit 18 empfangen wird.

Ähnlich wie in FIG 1 ist auch in FIG 3 beispielhaft eine Inhomogenität in der Schalltransmission bzw. ein Streuzentrum 30 im Fluid 12 schematisch dargestellt. Wie zu erkennen ist, befindet sich das Streuzentrum 30 im Schallsignalfad 300 des Schallwandlermoduls 4. Demgegenüber befindet sich kein Streuzentrum im Schallsignalfad 200 des Schallwandlermoduls 2. Mit anderen Worten ist der Schallsignalfad 200 des Schallwandlermoduls 2 frei von Inhomogenitäten im Fluid 12, während der Schallsignalfad 300 des Schallwandlermoduls 4 eine Inhomogenität in der Form eines Streuzentrums 30 aufweist. Als Folge des Streuzentrums 30 im Schallsignalfad 300 ergäbe sich aufgrund der Streuung der Schallsignale am Streuzentrum 30 ein gestörtes Überlagerungsschallsignal für die

Schallwandlereinheit 18. Auch hier wäre unter Umständen das Messergebnis fehlerhaft oder gar unbrauchbar

Es sei nun auf FIG 4 verwiesen, in der eine Ausführungsform eines
5 erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt ist, mit dem eine Inhomogenität im Schallsignalpfad der Schallwandlereinheit 18 innerhalb des Fluids kompensiert werden kann.

Das Verfahren beginnt mit dem Start bei Schritt 400. Danach folgt der Schritt 402,
10 bei dem die Steuereinheit 20 die Schallwandlereinheit 18 derart ansteuert, dass die Schallwandlereinheit 18 ein Schallsignal (wie beispielsweise das Schallsignal 24) mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalpfads (wie beispielsweise entlang des Schallsignalpfads 22) in das Fluid aussendet.

15 Im nächsten Schritt 404 empfängt die Schallwandlereinheit 18 ein Schallsignal (wie beispielsweise das Schallsignal 26 oder 31) in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit 18 ausgesendeten Schallsignals.

Im darauffolgenden Schritt 406 wird das empfangene Schallsignal dahingehend
20 ausgewertet, ob im Schallsignalpfad (beispielsweise Schallsignalpfad 22) innerhalb des Fluids 12 eine Inhomogenität im Fluid 12 (beispielsweise in Form des Streuzentrums 30) vorhanden ist. Dazu wird in einem Schritt 408 eine Schallsignaldämpfung des Schallsignals ermittelt. Die Schallsignaldämpfung kann beispielsweise durch die Amplitude (beispielsweise peak-to-peak-Amplitude) des
25 Schallsignals abgeschätzt werden. Je kleiner die Amplitude des Schallsignals ist, desto größer wäre beispielsweise die Schallsignaldämpfung. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Schallsignaldämpfung anhand anderer Schallsignalparameter zu bestimmen. Es ist also nicht zwingend notwendig, dass die Schallsignaldämpfung anhand der Amplitude des Schallsignals abgeschätzt wird.
30 Dies ist lediglich eine von mehreren Möglichkeiten und sollte daher nicht einschränkend betrachtet werden.

Wenn nun beispielsweise ein Streuzentrum 30 im Schallsignalpfad 22 innerhalb des Fluids 12 vorhanden ist, könnte die Schallsignaldämpfung des dazugehörigen
35 Schallsignals 38 durch die Amplitude 42 abgeschätzt bzw. ermittelt werden.

Im nächsten Schritt 410 wird nun die ermittelte Schallsignaldämpfung (beispielsweise durch die Amplitude 42 abgeschätzt) mit einer vorbestimmten

Referenzschallsignaldämpfung verglichen. Die Referenzschallsignaldämpfung ist die Schallsignaldämpfung, die auftreten würde, wenn das Schallsignal nicht gestört wäre bzw. sich keine Inhomogenität oder kein Streuzentrum im Schallsignalfad befinden würde. Mit Bezug zu FIG 2 könnte man die Referenzschallsignaldämpfung
5 beispielsweise durch die Amplitude 40 des ungestörten Schallsignals 36 abschätzen.

Im nächsten Schritt 412 wird nun festgestellt, dass eine Inhomogenität in der Form von Streuzentren im Fluid 12 vorhanden ist, dadurch, dass die ermittelte
10 Schallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch Amplitude 42) um zumindest einen Schallsignaldämpfungsschwellenwert größer als die Referenzschallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch Amplitude 40) ist. Der Schallsignaldämpfungsschwellenwert kann beispielsweise exemplarisch in Form einer Schwellenwertamplitude 44 ausgedrückt werden, die um einen
15 vorbestimmten Betrag kleiner als die Amplitude 40 des ungestörten Schallsignals 36 aber größer als die Amplitude 42 des gestörten Schallsignals 38 ist. Der Schallsignaldämpfungsschwellenwert beruht beispielsweise auf Erfahrungswerten, Messreihen, Modellen oder Anforderungen in der Signalverarbeitung, die notwendig sind, um aus dem Schallsignal ein brauchbares Messergebnis ermittelt
20 zu können. Mit anderen Worten trägt der Schallsignaldämpfungsschwellenwert dazu bei, dass nicht bereits kleinere Änderungen der Schallsignaldämpfung (bzw. kleinere Änderungen der Amplitude des Schallsignals) mit einer Inhomogenität im Fluid 12 in Verbindung gebracht werden.

Wenn also die ermittelte Schallsignaldämpfung (abgeschätzt durch Amplitude 42) um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert (abgeschätzt durch Schwellenwertamplitude 44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (abgeschätzt durch Amplitude 40) ist, dann wird im Schritt 412 festgestellt, dass das Schallsignal (beispielsweise Schallsignal 38) aufgrund von Streuzentren im
30 Schallsignalfad innerhalb des Fluids 12 gestört ist.

Wenn nun festgestellt wurde, dass im Schallsignalfad innerhalb des Fluids eine Inhomogenität in der Form von Streuzentren vorhanden sind, wird das Verfahren zum nächsten Schritt 414 übergehen, bei dem die Steuereinheit 20 die
35 Schallwandlereinheit 18 derart ansteuert, dass die Schallwandlereinheit 18 ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid 12 aussendet, die kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist. Durch das Aussenden eines Schallsignals mit einer kleineren Schallsignalfrequenz wird die Wellenlänge des

ausgesendeten Schallsignals vergrößert. Dadurch wird der effektive Streuquerschnitt des Streuzentrums (beispielsweise des Streuzentrums 30) verkleinert und damit die Auswirkung auf das Schallsignal minimiert. Damit kann auch bei einem Fluid, das eine Inhomogenität im Schallsignalfad aufweist, ein
5 brauchbares Messergebnis ermittelt werden.

Das Verfahren endet schließlich beim Schritt 416.

Es sei nun auf FIG 5 verwiesen, die eine weitere Ausführungsform des
10 erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt. Im Gegensatz zum Verfahren gemäß FIG 4 kann beim Verfahren gemäß FIG 5 nicht nur festgestellt werden, ob Streuzentren vorhanden sind, sondern auch festgestellt werden, ob diese Streuzentren festkörperartige Streuzentren sind.

15 Das Verfahren beginnt wiederum beim Schritt 500. Im nächsten Schritt 502 wird die Schallwandlereinheit 18 wiederum von der Steuereinheit 20 derart angesteuert, dass diese ein Schallsignal mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalfads in das Fluid 12 aussendet. Anschließend folgt im Schritt 504 das
20 Empfangen des Schallsignals in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit 18 ausgesendeten Schallsignals.

Das Verfahren gemäß FIG 5 weist nun einen zusätzlichen Schritt 506 auf, bei dem die Fluidtemperatur des Fluids 12 bestimmt wird. Das Bestimmen der Fluidtemperatur kann beispielsweise mittels der Messanordnung 28 (siehe FIG 1)
25 erfolgen.

Anschließend erfolgt wiederum der Schritt 508, bei dem das empfangene Schallsignal dahingehend ausgewertet wird, ob im Schallsignalfad innerhalb des Fluids 12 eine Inhomogenität vorhanden ist. Hierzu wird im Schritt 510 die
30 Schallsignaldämpfung des Schallsignals ermittelt (beispielsweise wiederum anhand der Amplitude 42). Dann erfolgt im Schritt 512 wieder ein Vergleich der ermittelten Schallsignaldämpfung mit einer vorbestimmten Referenzschallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch die Amplitude 40). Im Gegensatz zum Verfahren gemäß FIG 4 wird jedoch im Verfahren gemäß FIG 5 in einem weiteren Schritt 514
35 die ermittelte Fluidtemperatur mit einer vorbestimmten Referenzfluidtemperatur verglichen. Die Referenzfluidtemperatur kann beispielsweise wieder auf Basis von Erfahrungswerten, Messreihen oder Modellen ermittelt sein und in der Form von Look-up-Tabellen vorhanden sein.

Im darauf folgenden Schritt 516 wird nun festgestellt, dass die Inhomogenität im Fluid 12 in der Form von festkörperartigen Streuzentren vorhanden ist, dadurch, dass in einem Schritt 518 die ermittelte Schallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch Amplitude 42) um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert (beispielsweise abgeschätzt durch die Schwellenwertamplitude 44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch die Amplitude 40) ist und dadurch, dass in einem Schritt 520 die ermittelte Fluidtemperatur um zumindest einen Fluidtemperaturschwellenwert kleiner als die Referenzfluidtemperatur ist.

Der Fluidtemperaturschwellenwert kann beispielsweise wieder auf Basis von Messreihen, Erfahrungswerten oder Modellen ermittelt sein und dient dazu, dass nicht bereits kleinere Änderungen der Fluidtemperatur dazu führen, dass das Verfahren eine Inhomogenität in Form von festkörperartigen Streuzentren feststellt. Der Temperaturschwellenwert trägt somit zur Robustheit des Verfahrens bei.

Festkörperartige Streuzentren können beispielsweise dadurch entstehen, dass Fluidbestandteile des Fluids 12, wie beispielsweise Wasser oder Paraffin, bei geringen Fluidtemperaturen auskristallisieren und ein kristallines Partikel bilden, das als Streuzentrum im Schallsignalfad der Schallwandlereinheit 18 wirkt.

Sobald nun im Schritt 516 festgestellt wurde, dass eine Inhomogenität in der Form von festkörperartigen Streuzentren vorhanden ist, geht das Verfahren zum Schritt 522 über, bei dem die Schallwandlereinheit 18 von der Steuereinheit 20 derart angesteuert wird, dass diese ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid 12 aussendet. Dabei ist die zweite Schallsignalfrequenz wiederum kleiner als die erste Schallsignalfrequenz. Die Idee ist auch hier, dass durch die Verkleinerung der Schallsignalfrequenz die Wellenlänge des Schallsignals vergrößert und damit der effektive Streuquerschnitt der festkörperartigen Streuzentren verkleinert wird, womit Auswirkungen auf das Schallsignal minimiert werden können.

Das Verfahren endet schließlich mit dem Schritt 524.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens gemäß FIG 5 besteht darin, dass für den Fall, dass eine Inhomogenität in Form von festkörperartigen Streuzentren festgestellt wurde, die Fluidtemperatur des Fluids 12 zumindest auf die vorbestimmte

Referenzfluidtemperatur angehoben werden kann. Dadurch können sich bereits auskristallisierte Partikel wieder auflösen bzw. wird ein weiteres Auskristallisieren von Fluidbestandteilen des Fluids 12 vermieden. Das Anheben der Fluidtemperatur kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Steuereinheit 20 eine Heizung des Fluidbehälters 14 entsprechend ansteuert.

Es sei nun auf FIG 6 verwiesen, dass eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt. Im Gegensatz zu den Verfahren gemäß FIGs 4 und 5 kann beim Verfahren gemäß FIG 6 festgestellt werden, ob Streuzentren in der Form von gasförmigen Streuzentren vorliegen. Derartige gasförmige Streuzentren sind beispielsweise dann vorhanden, wenn das Fluid 12 im Fluidbehälter 14 stark verwirbelt wird oder stark hin- und her schwappt. In diesen Fällen vermischt sich das Fluid 12 mit der darüberliegenden Luft L, sodass es zu Lufteinschlüssen kommen kann, die sich als Gasblasen im Fluid 12 ausdrücken.

Das Verfahren beginnt wiederum beim Schritt 600. Im nächsten Schritt 602 wird die Schallwandlereinheit 18 durch die Steuereinheit 20 derart angesteuert, dass Schallwandlereinheit 18 ein Schallsignal mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalfads in das Fluid 12 aussendet. Anschließend folgt im Schritt 604 das Empfangen des Schallsignals in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit 18 ausgesendeten Schallsignals.

Im Gegensatz zu den Verfahren gemäß FIGs 4 und 5 weist das Verfahren gemäß FIG 6 den zusätzlichen Schritt 606 auf, bei dem ein eine kinematische Kenngröße des Fluids 12 kennzeichnender Wert ermittelt wird.

Die kinematische Kenngröße kann beispielsweise eine Beschleunigung des Fluids 12 im Fluidbehälter 14 sein. Die kinematische Kenngröße kann aber auch eine Verwirbelung oder ein Schwappen des Fluids 12 im Fluidbehälter 14 sein.

Ein Beispiel, wie man einen Wert, der eine kinematische Kenngröße des Fluids 12 kennzeichnet, abschätzen kann, ist in FIG 7 angegeben. FIG 7 zeigt schematisch eine Füllstandsvariabilität des Fluids 12 im Fluidbehälter 14. Die Füllstandsvariabilität kann als eine maximale Füllstandsänderung des Fluid 12 im Fluidbehälter 14 über einen vorgegebenen Zeitraum sein. Beispielfhaft ist in FIG 7 eine Füllstandsvariabilität 46 dargestellt, die dann auftritt, wenn das Fluid 12 im Fluidbehälter 14 beispielsweise einer geringen Beschleunigung, oder einem

geringen Schwappen, oder einer geringen Verwirbelung ausgesetzt ist. Dies wäre beispielsweise dann der Fall, wenn die Fahrdynamik eines den Fluidbehälter 14 aufweisenden Fahrzeugs gering wäre. FIG 7 zeigt schematisch ferner eine weitere Füllstandsvariabilität 48, die dann auftritt, wenn das Fluid 12 im Fluidbehälter 14
5 beispielsweise einer großen Beschleunigung, oder einem großen Schwappen, oder einer großen Verwirbelung ausgesetzt ist. Dies wäre beispielsweise dann der Fall, wenn die Fahrdynamik des Fahrzeugs groß wäre. Die Füllstandsvariabilität ist also ein Beispiel für einen eine kinematische Kenngröße des Fluids 12 kennzeichnenden Wert.

10

Im Schritt 606 wird nun ein eine kinematische Kenngröße des Fluids 12 kennzeichnender Wert ermittelt. Beispielsweise wird die Füllstandsvariabilität 48 des Fluids 12 im Fluidbehälter 14 ermittelt. Selbstverständlich können im Schritt 606 auch andere Werte, die eine kinematische Kenngröße des Fluids kennzeichnen,
15 ermittelt werden.

Im nächsten Schritt 608 wird nun wiederum das empfangene Schallsignal dahingehend ausgewertet, ob im Schallsignalfeld innerhalb des Fluids 12 eine Inhomogenität vorhanden ist. Hierzu wird wie in den Verfahren gemäß FIGs 4 und 5,
20 wiederum in einem Schritt 610 die Schallsignaldämpfung des Schallsignals ermittelt (beispielsweise wiederum anhand der Amplitude 42). Dann erfolgt im Schritt 612 ein Vergleich der ermittelten Schallsignaldämpfung mit der vorbestimmten Referenzschallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch die Amplitude 40).

25

Im Gegensatz zu den Verfahren gemäß FIGs 4 und 5 wird jedoch im Verfahren gemäß FIG 6 in einem weiteren Schritt 614 der ermittelte Wert, der die kinematische Kenngröße des Fluids 12 kennzeichnet (also beispielsweise die Füllstandsvariabilität 48), mit einem vorbestimmten kinematische Referenzwert
30 verglichen. Der vorbestimmte kinematische Referenzwert kann beispielsweise die Füllstandsvariabilität 46 von FIG 7 sein, die dann auftritt, wenn das Fahrzeug beispielsweise einer geringen Fahrdynamik unterliegt. Der kinematische Referenzwert kann wiederum auf Basis von Erfahrungswerten, Messreihen oder Modellen ermittelt sein und in der Form von Look-up-Tabellen vorhanden sein.

35

Im darauffolgenden Schritt 616 wird nun festgestellt, dass die Inhomogenität im Fluid 12 in der Form von gasförmigen Streuzentren vorhanden ist, dadurch, dass in einem Schritt 618 die ermittelte Schallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch Amplitude 42) um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert (beispielsweise abgeschätzt durch die Schwellenwertamplitude 44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (beispielsweise abgeschätzt durch die Amplitude 40) ist und dadurch, dass in einem Schritt 620 der ermittelte Wert, der die kinematische Kenngröße des Fluids kennzeichnet (also beispielsweise die Füllstandsvariabilität 48), um zumindest einen vorbestimmten Schwellenwert größer als der kinematische Referenzwert (beispielsweise abgeschätzt durch die Füllstandsvariabilität 46) ist.

Der vorbestimmte Schwellenwert kann beispielsweise in der Form einer Füllstandsvariabilität 50 (siehe FIG 7) sein, die größer als die Füllstandsvariabilität 46 aber dennoch kleiner als die Füllstandsvariabilität 48 ist.

Wie auch die anderen Schwellenwerte oder Referenzwerte kann der Schwellenwert für die kinematische Kenngröße anhand von Erfahrungswerten, Messreihen oder Modellen abgeschätzt werden und in Form von Look-up-Tabellen vorhanden sein.

Der vorbestimmte Schwellenwert dient wiederum dazu, dass nicht bereits kleinere Änderung der kinematischen Kenngröße dahingehend interpretiert werden, dass eine Inhomogenität in Form von gasförmigen Streuzentren im Fluid 12 vorhanden ist. Der Schwellenwert für die kinematische Kenngröße trägt also wiederum zur Robustheit des Verfahrens bei.

Sobald nun im Schritt 616 festgestellt wurde, dass eine Inhomogenität in der Form von gasförmigen Streuzentren vorhanden ist, geht das Verfahren wiederum zum Schritt 622 über, bei dem die Schallwandlereinheit 18 von der Steuereinheit 20 derart angesteuert wird, dass diese ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid 12 aussendet, die wiederum kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist. Die Idee ist auch hier, dass durch die Verkleinerung der Schallsignalfrequenz die Wellenlänge des Schallsignals vergrößert und damit der effektive Streuquerschnitt der gasförmigen Streuzentren verkleinert werden kann.

Das Verfahren endet schließlich mit dem Schritt 624.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass für den Fall, dass die Fluidsensorvorrichtung eine Schallwandlereinheit 18 mit mehreren matrixförmig nebeneinander

angeordneten Schallwandlermodulen (siehe FIG 3) aufweist, jedes der in Zusammenhang mit FIGs 4 bis 6 beschriebene Verfahren von jedem der Schallwandlermodule der Schallwandlereinheit 18 durchgeführt werden kann. Wird dann bei zumindest einem der Schallwandlermodule eine Inhomogenität innerhalb des Fluids im entsprechenden Schallsignalfeld des jeweiligen Schallwandlermoduls vorhanden sein bzw. festgestellt werden, dann steuert die Steuereinheit 20 sämtliche Schallwandlermodule derart an, dass jedes der Schallwandlermodule ein Schallsignal mit der zweiten Schallsignalfrequenz, also mit der gegenüber der ersten Schallsignalfrequenz verringerten Schallsignalfrequenz, aussendet. Dadurch ist sichergestellt, dass selbst für den Fall, dass zumindest in einem der Schallsignalfelder der Schallwandlermodule eine Inhomogenität vorhanden ist, diese Inhomogenität kompensiert wird und ein brauchbares Überlagerungsschallsignal erhalten wird, sodass die Fluidsensorvorrichtung 10 weiterhin zuverlässig betrieben werden kann.

Obwohl als Beispiel für einen die kinematische Kenngröße kennzeichnenden Wert die Füllstandsvariabilität genannt wurde, ist es selbstständig auch möglich, dass andere Werte herangezogen werden können. Beispielsweise ist es denkbar, dass Betriebszustände einer Kraftstoffpumpe dazu verwendet werden können, die kinematische Kenngröße des Fluids 12 abzuschätzen. Die Darstellung der Füllstandsvariabilität im Zusammenhang mit der kinematische Kenngröße ist also nur eines von vielen Beispielen, wie man die kinematische Kenngröße des Fluids 12 abschätzen kann, und sollte daher nicht einschränkend verstanden werden.

Obwohl in Zusammenhang mit den FIGs 4 bis 6 drei separate Verfahren beschrieben wurden, ist es selbst verständlich auch möglich, dass diese Verfahren miteinander kombiniert werden können. So ist es denkbar, dass sowohl die Schallsignaldämpfung als auch die Fluidtemperatur als auch die kinematische Kenngröße des Fluids 12 bei der Auswertung, ob eine Inhomogenität im Fluid vorhanden ist, miteinander kombiniert werden können.

Mit den Verfahren gemäß FIGs 4 und 6 ist es möglich, Fluidsensorvorrichtungen zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids auch dann zuverlässig betreiben zu können, wenn das zu vermessene Fluid eine Inhomogenität in Form von Streuzentren (sei es festkörperartige oder gasförmige Streuzentren) aufweist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Fluidsensorvorrichtung (10) zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids (12) in einem

Fluidbehälter (14), wobei die Fluidsensorvorrichtung (10) eine Schallwandlereinheit (18) mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz aufweist und wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

- Ansteuern der Schallwandlereinheit (18) derart, dass diese ein Schallsignal mit einer ersten Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalfads (22) in das Fluid aussendet,

- Empfangen eines Schallsignals in Erwiderung auf das von der Schallwandlereinheit (18) ausgesendeten Schallsignal,

- Auswerten des empfangenen Schallsignals dahingehend, ob im Schallsignalfad (22) innerhalb des Fluids (12) eine Inhomogenität im Fluid (12) vorhanden ist, und

- Ansteuern der Schallwandlereinheit (20) derart, dass diese beim Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität des Fluids (12) ein Schallsignal mit einer zweiten Schallsignalfrequenz in das Fluid (12) aussendet, die kleiner als die erste Schallsignalfrequenz ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Auswerten des empfangenen Schallsignals dahingehend, ob im Schallsignalfad (22) der Schallwandlereinheit (18) eine Inhomogenität im Fluid (12) vorhanden ist, ferner die folgenden Schritte aufweist:

- Ermitteln einer Schallsignaldämpfung (42) des Schallsignals,

- Vergleichen der ermittelten Schallsignaldämpfung (42) mit einer vorbestimmten Referenzschallsignaldämpfung (40), und

- Feststellen, dass eine Inhomogenität in der Form von Streuzentren (30) im Fluid (12) vorhanden ist, dadurch, dass die ermittelte Schallsignaldämpfung (42) um zumindest einen Schallsignaldämpfungsschwellenwert (44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (40) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, ferner mit den Schritten:

- Ermitteln einer Fluidtemperatur des Fluids (12),
- Vergleichen der ermittelten Fluidtemperatur mit einer vorbestimmten Referenzfluidtemperatur und

5 - Feststellen, dass eine Inhomogenität in der Form von festkörperartigen Streuzentren (30) vorhanden ist, dadurch, dass

- die ermittelte Schallsignaldämpfung (42) um zumindest den Schallsignaldämpfungsschwellenwert (44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (40) ist und
- die ermittelte Fluidtemperatur um zumindest einen

10 Fluidtemperaturschwellenwert kleiner als die Referenzfluidtemperatur ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, wenn festgestellt wurde, dass die Inhomogenität in der Form von festkörperartigen Streuzentren (30) vorhanden ist, die Fluidtemperatur zumindest auf die vorbestimmte Referenzfluidtemperatur

15 angehoben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, ferner mit den Schritten:

- Ermitteln eines kinematischen KenngröÙe des Fluids kennzeichnenden Werts (48),

20 - Vergleichen des ermittelten Werts (48) mit einem vorbestimmten kinematischen Referenzwert (46) und

- Feststellen, dass eine Inhomogenität in der Form von gasförmigen Streuzentren (30) im Fluid vorhanden ist, dadurch, dass

- die ermittelte Schallsignaldämpfung (42) um zumindest den

25 Schallsignaldämpfungsschwellenwert (44) größer als die Referenzschallsignaldämpfung (40) ist und

- der ermittelte Wert (48) um zumindest einen Schwellenwert (50) größer als der kinematische Referenzwert (46) ist.

30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schallwandlereinheit (18) mehrere Schallwandlermodule (1-6) mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz aufweist,

das jeweilige Verfahren für jedes der mehreren Schallwandlermodule (1-6) durchgeführt wird, und

- wobei sämtliche Schallwandlermodule (1-6) mit der zweiten Schallsignalfrequenz angesteuert werden, wenn in zumindest einem der
- 5 Schallsignalfade (200, 300) eine Inhomogenität im Fluid (12) vorhanden ist.

7. Fluidsensorvorrichtung (10) zum Bestimmen des Füllstands und/oder der Qualität eines Fluids (12) in einem Fluidbehälter (14), mit:

- einer Schallwandlereinheit (18), die dazu ausgebildet ist, ein
- 10 Schallsignal mit einer einstellbaren Schallsignalfrequenz entlang eines Schallsignalfads (22; 200, 300) in das Fluid auszusenden und in Erwiderung auf das ausgesendete Schallsignal ein Schallsignal zu empfangen, und
- einer Steuereinheit (20) zum Ansteuern der Schallwandlereinheit (18),
- wobei die Steuereinheit (20) dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der
- 15 Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen.

FIG 1

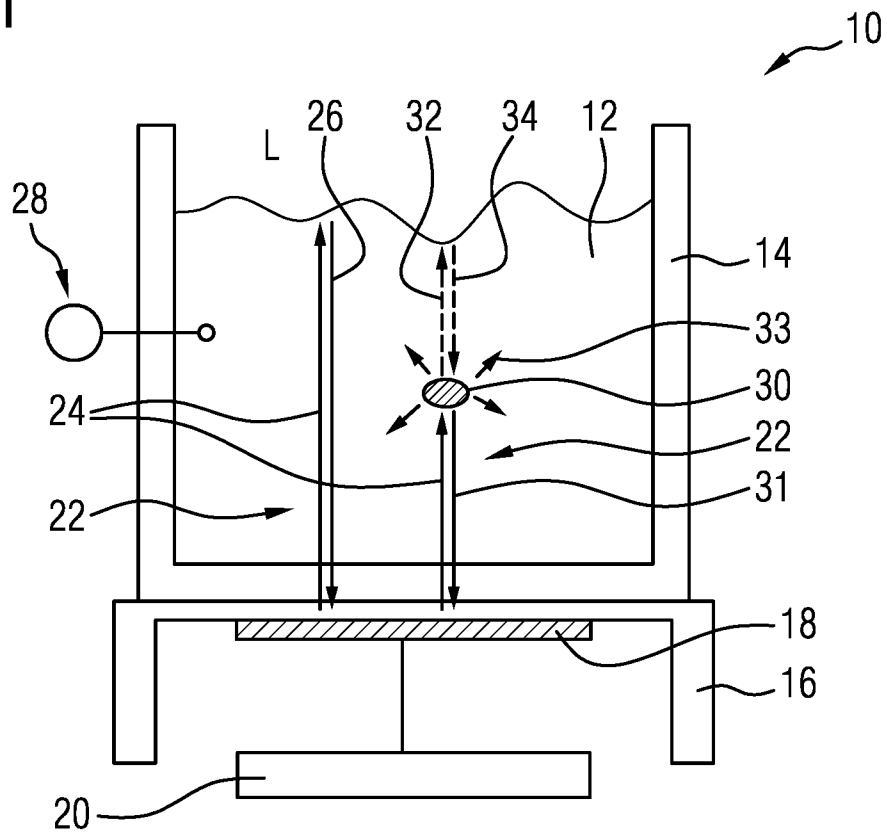


FIG 2

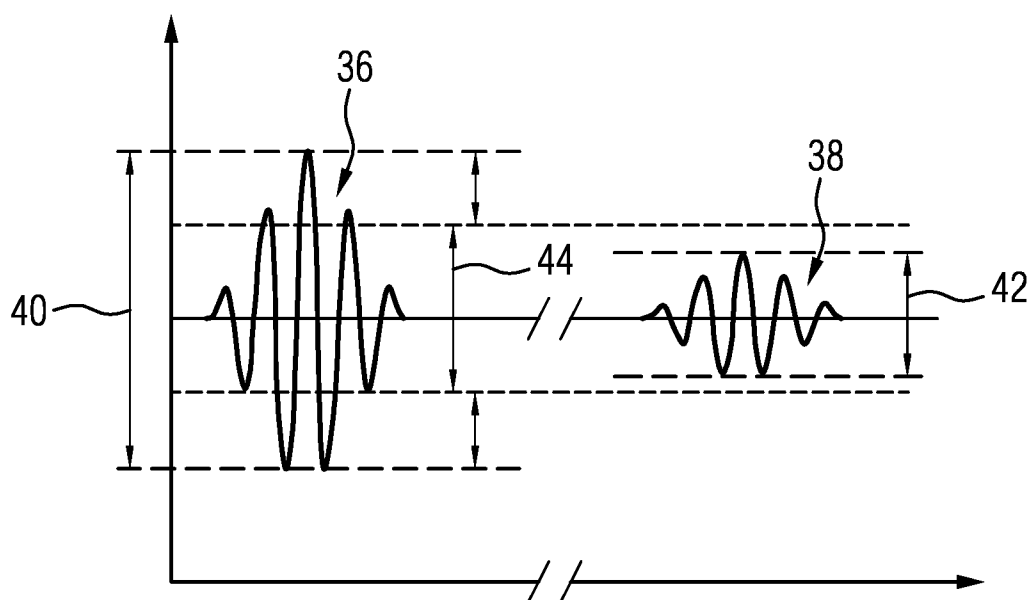


FIG 3

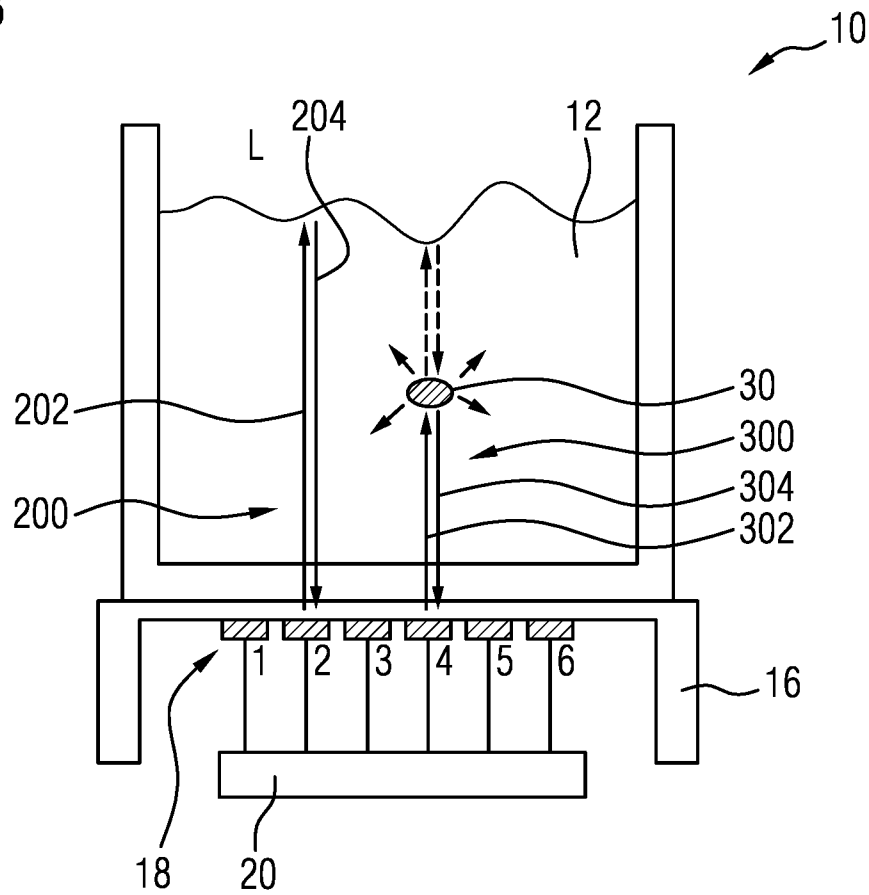


FIG 4

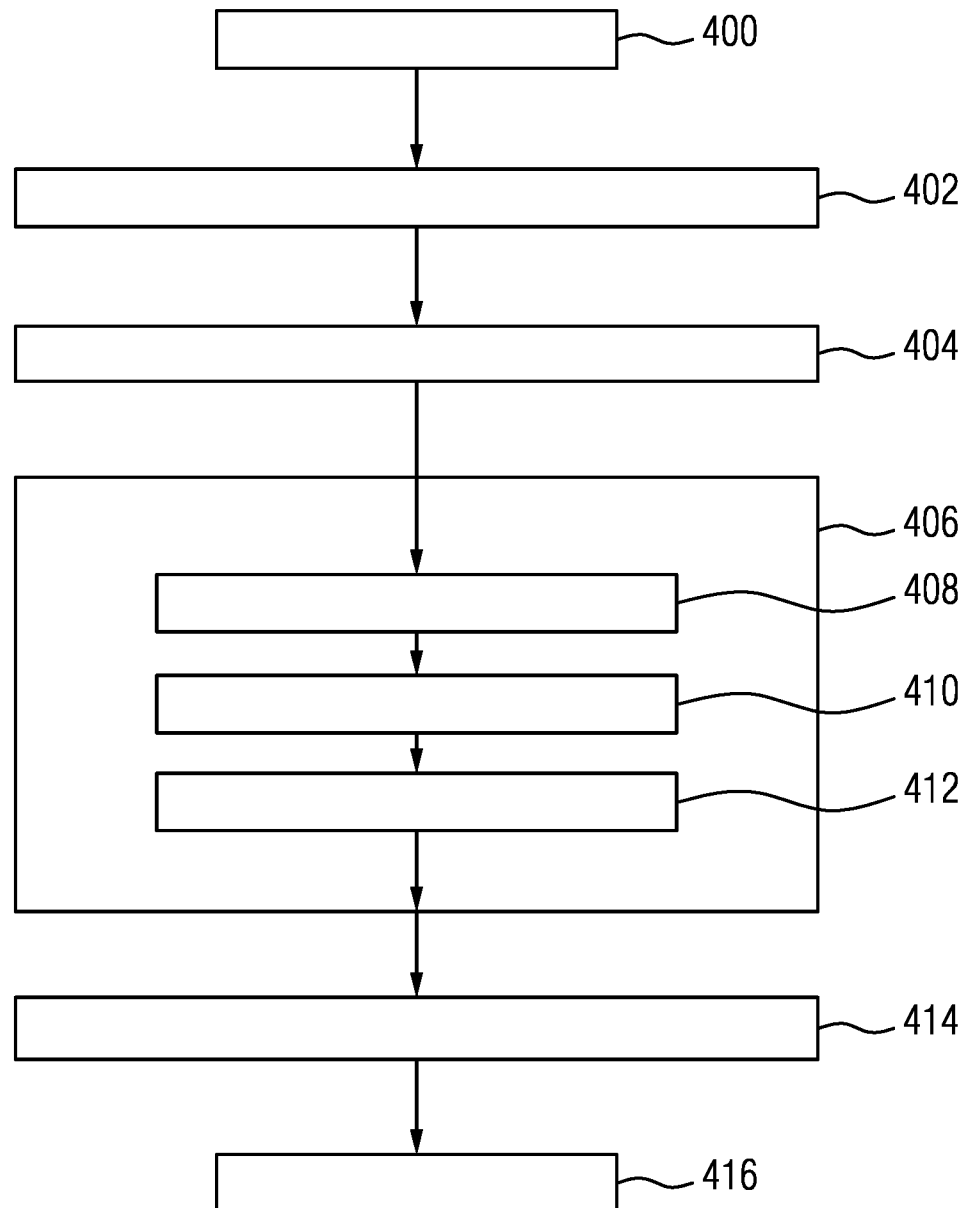


FIG 5

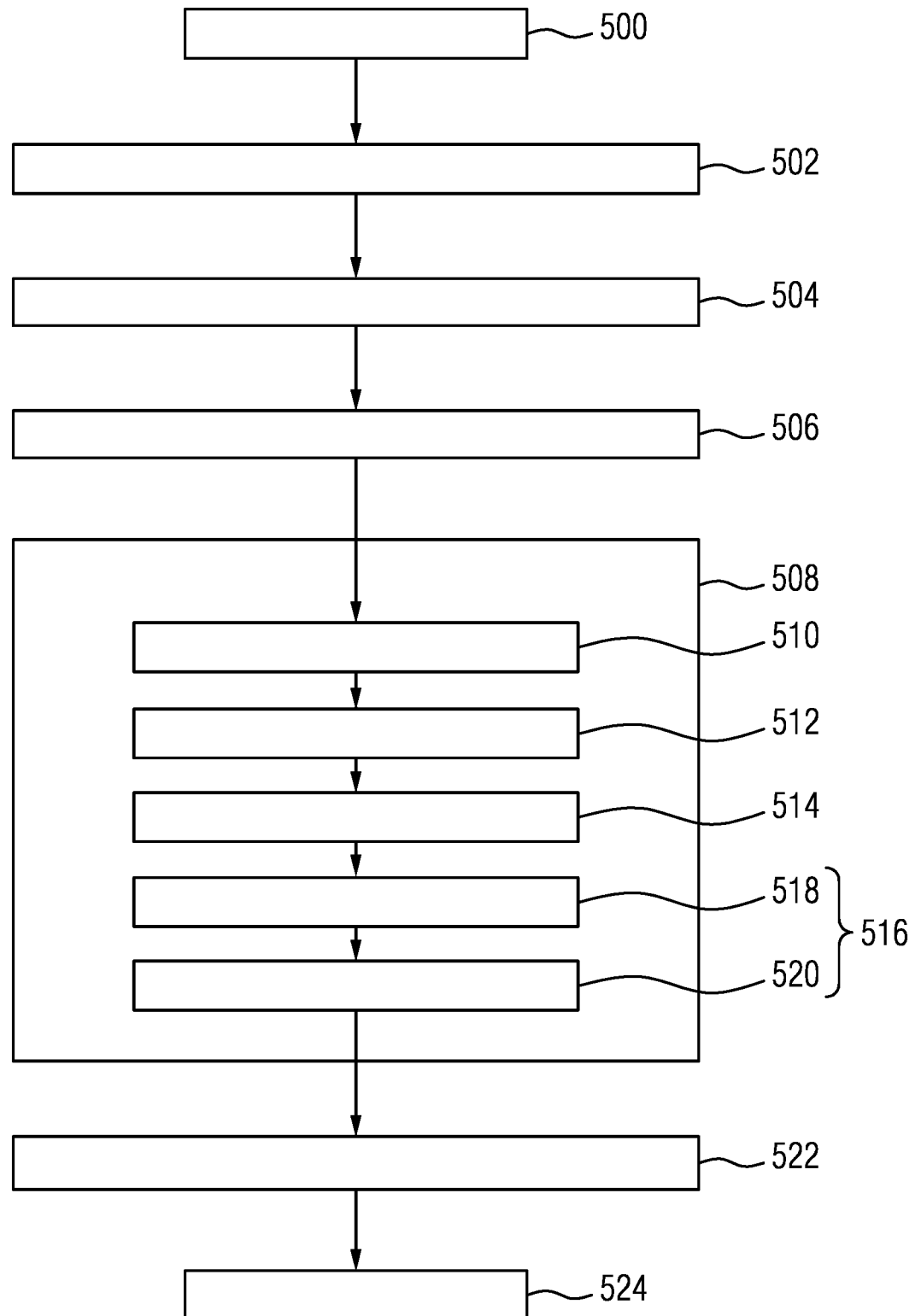


FIG 6

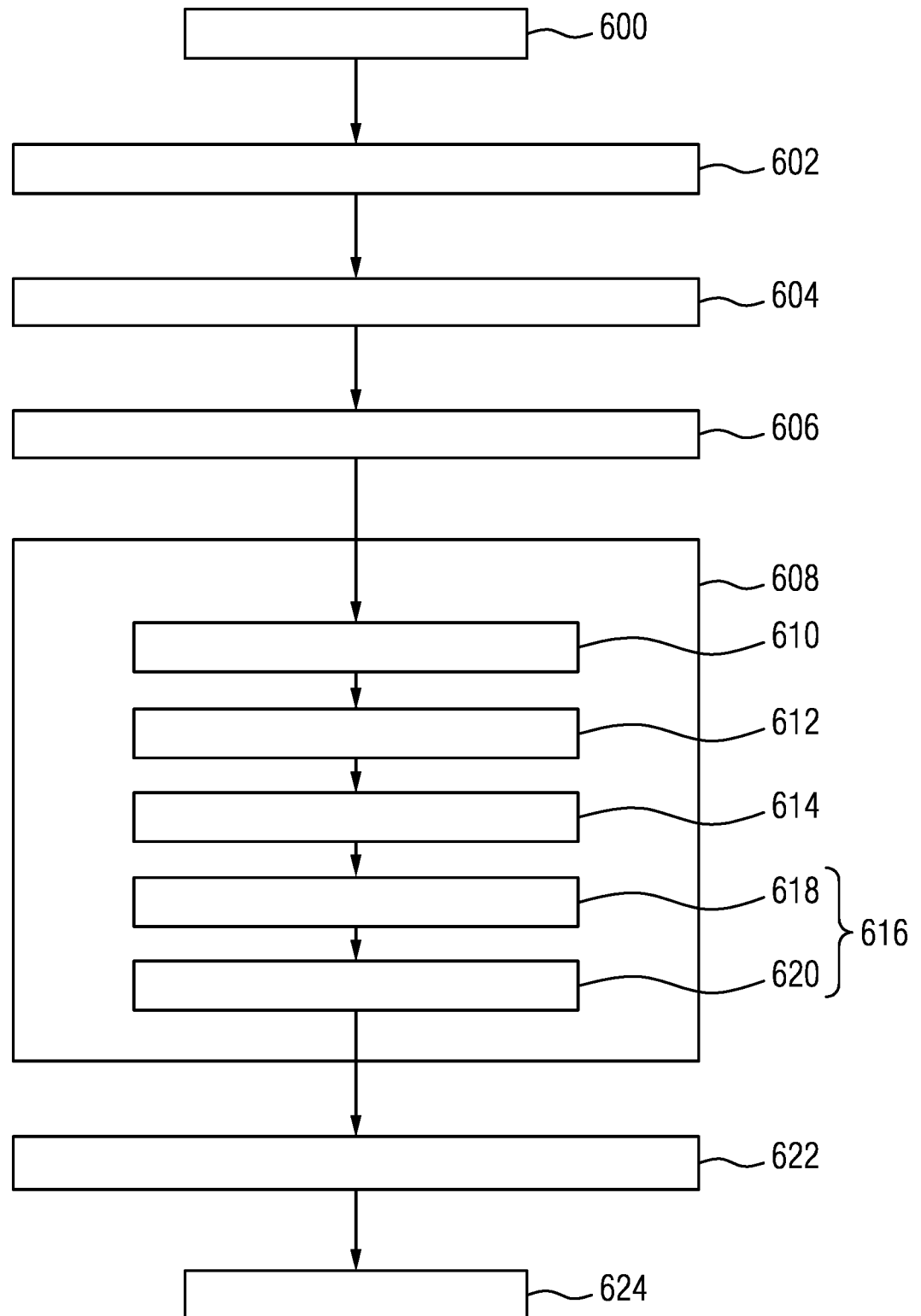
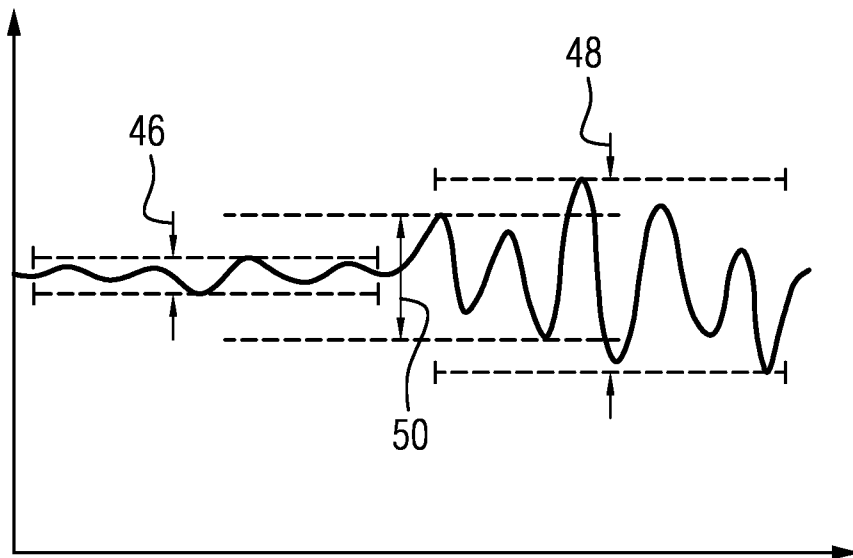


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/078473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01F 23/296**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6898151 B1 (LYON QUINTON [CA]) 24 May 2005 (2005-05-24) figures 1,2,4 claim 4 column 1, line 5 - line 18 column 1, line 48 - line 56 column 3, line 3 - line 40	1-3,5-7 4
A	CARBÓ RAFAEL ET AL. "The effect of temperature on sound wave absorption in a sediment layer" <i>THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS FOR THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, NEW YORK, NY, US,</i> Vol. 108, No. 4, October 2000 (2000-10), pages 1545-1547 DOI: 10.1121/1.1289360 ISSN: 0001-4966, XP012001931 figure 4	3,4
A	EP 2667164 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 27 November 2013 (2013-11-27) paragraph [0169]; figure 15	4,5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 January 2020

Date of mailing of the international search report

27 January 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Rambaud, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/078473

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014366626 A1 (KURODA HIDEHIKO [JP] ET AL) 18 December 2014 (2014-12-18) figures 1-4	4,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/078473

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6898151	B1	24 May 2005	CA	2286537	A1	21 April 2000
				GB	2342996	A	26 April 2000
				US	6898151	B1	24 May 2005
EP	2667164	A1	27 November 2013	NONE			
US	2014366626	A1	18 December 2014	EP	2799820	A1	05 November 2014
				JP	5774469	B2	09 September 2015
				JP	2013140029	A	18 July 2013
				US	2014366626	A1	18 December 2014
				WO	2013100046	A1	04 July 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01F23/296
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01F

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 898 151 B1 (LYON QUINTON [CA]) 24. Mai 2005 (2005-05-24)	1-3,5-7
A	Abbildungen 1,2,4 Anspruch 4 Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 18 Spalte 1, Zeile 48 - Zeile 56 Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 40 ----- -/-	4



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

8. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/01/2020

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

Rambaud, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CARBÓ RAFAEL ET AL: "The effect of temperature on sound wave absorption in a sediment layer", THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS FOR THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, NEW YORK, NY, US, Bd. 108, Nr. 4, Oktober 2000 (2000-10), Seiten 1545-1547, XP012001931, ISSN: 0001-4966, DOI: 10.1121/1.1289360 Abbildung 4 -----	3,4
A	EP 2 667 164 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 27. November 2013 (2013-11-27) Absatz [0169]; Abbildung 15 -----	4,5
A	US 2014/366626 A1 (KURODA HIDEHIKO [JP] ET AL) 18. Dezember 2014 (2014-12-18) Abbildungen 1-4 -----	4,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/078473

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6898151	B1	24-05-2005	CA 2286537 A1 21-04-2000
			GB 2342996 A 26-04-2000
			US 6898151 B1 24-05-2005

EP 2667164	A1	27-11-2013	KEINE

US 2014366626	A1	18-12-2014	EP 2799820 A1 05-11-2014
			JP 5774469 B2 09-09-2015
			JP 2013140029 A 18-07-2013
			US 2014366626 A1 18-12-2014
			WO 2013100046 A1 04-07-2013
