

(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
29. August 2019 (29.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/162021 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 29/024 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/051545

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2019 (23.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 202 587.8
21. Februar 2018 (21.02.2018) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **LIEBLER, Marko**; Friedenstr. 56, 75015 Bret-
ten (DE). **SCHEUFELE, Bernd**; Hirschgartenstr. 36,
73257 Koengen (DE). **KLENGE, Stefan**; Gerteisenstr. 45,
70839 Gerlingen (DE). **BACHHUBER, Frank**; Buchenstr.
5, 70199 Stuttgart (DE). **GERLACH, Andre**; Anne-Frank-
Str. 5/1, 71229 Leonberg-Hoefingen (DE). **WEINMANN,**

Reinold; Bauernackerweg 8, 73733 Esslingen Am Neckar
(DE).

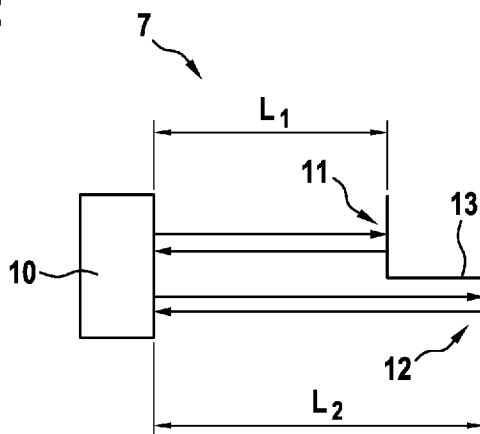
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

(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,

(54) Title: APPARATUS FOR QUALITY DETERMINATION, TANK APPARATUS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR QUALITÄTSBESTIMMUNG, TANKVORRICHTUNG

Fig. 2



(57) **Abstract:** The invention relates to an apparatus (9) for de-
termining the quality of a liquid, in particular of an exhaust-gas
aftertreatment medium, comprising at least one test unit (7) which
can be arranged in a tank (2) which stores the liquid, which test
unit has at least one ultrasound transducer (10) for emitting and
receiving an ultrasound signal and at least two ultrasound reflec-
tor surfaces (11, 12, 14) for reflecting the emitted ultrasound sig-
nal to the at least one ultrasound converter (10). Provision is made
for the at least two ultrasound reflector surfaces (11, 12, 14) to be
formed or arranged directly on a common carrier element (13) of
one-piece design at different distances from the ultrasound trans-
ducer (10).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrich-
tung (9) zur Qualitätsbestimmung einer Flüssigkeit, insbesonde-
re eines Abgasnachbehandlungsmittels, mit zumindest einer in
einem die Flüssigkeit aufbewahrenden Tank (2) anordenbaren
Prüfeinheit (7), die zumindest einen Ultraschallwandler (10) zum
Aussenden und Empfangen eines Ultraschallsignals und zumin-
dest zwei Ultraschallreflektorflächen (11, 12, 14) zum Reflektie-
ren des ausgesandten Ultraschallsignals zu dem zumindest einen
Ultraschallwandler (10) aufweist. Es ist vorgesehen, dass die zu-
mindest zwei Ultraschallreflektorflächen (11, 12, 14) direkt an ei-
nem gemeinsamen und einstückig ausgebildeten Trägerelement
(13) in unterschiedlichen Entfernungen zu dem Ultraschallwand-
ler (10) ausgebildet oder angeordnet sind.



WO 2019/162021 A1

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)

Beschreibung

5 Titel

Vorrichtung zur Qualitätsbestimmung, Tankvorrichtung

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Qualitätsbestimmung einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmittels, mit zumindest einer in einem die Flüssigkeit aufbewahrenden Tank anordenbaren Prüfeinheit, die zumindest einen Ultraschallwandler zum Aussenden und Empfangen eines Ultraschallsignals und zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen zum Zurück-Reflektieren des ausgesandten Ultraschallsignals zu dem zumindest einen Ultraschallwandler aufweist.

15

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Tankvorrichtung, insbesondere Reduktionsmitteltankvorrichtung für ein Abgasnachbehandlungssystem eines Kraftfahrzeugs, mit einem Tank zur Aufbewahrung und Bereitstellung einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmittels, und mit einer Vorrichtung zur Qualitätsbestimmung der Flüssigkeit, wobei die Vorrichtung zumindest eine in dem Tank angeordnete Prüfeinheit aufweist.

20

Stand der Technik

25

Vorrichtungen und Tankvorrichtungen der eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. Um die immer strenger werdenden gesetzlichen Vorgaben für Abgasemissionen von Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren zu erfüllen, ist es erforderlich, insbesondere bei Dieselmotoren, die Stickoxide (NOx) im Abgas zu reduzieren. Hierfür sind Abgasnachbehandlungssysteme im Einsatz, die Stickoxide selektiv mithilfe von Ammoniak zu Stickstoff reduzieren. Insbesondere die sogenannte selektive katalytische Reduktion (SCR = Selective Catalytic Reduction) hat sich dabei als besonders effizient herausgestellt. Als Reduktionsmittel wird dabei eine wässrige Harnstofflösung eingesetzt, die in einen Abgasstrang stromaufwärts eines SCR-Katalysators eingebracht wird. Die Harnstofflösung bildet vor und/oder in dem Katalysator Ammoniak, der

30

35

letztendlich zur gewünschten Verringerung der Stickoxide im Abgas mithilfe des SCR-Katalysators führt.

Um einen sicheren Betrieb der Abgasnachbehandlungseinrichtung zu gewährleisten, ist das Reduktionsmittel in ausreichender Menge und Qualität in dem Tank bereitzustellen. Bei einer zu geringen Qualität, die sich insbesondere durch eine zu geringe Konzentration des Reduktionsmittels in der Flüssigkeit darstellt, nimmt der Wirkungsgrad des Abgasnachbehandlungssystems deutlich ab. Bei einem zu hohen Harnstoffanteil beziehungsweise bei einer zu hohen Harnstoffkonzentration reagiert das zu viel gebildete Ammoniak nicht mit den Stickoxiden im Abgas und es wird Ammoniak emittiert. Es ist daher von hoher Bedeutung, die Qualität beziehungsweise Konzentration des Reduktionsmittels, insbesondere des Harnstoffanteils in dem Reduktionsmittel, überwachen zu können, auch um ein unzulässiges Nachbetanken des Tanks mit Wasser anstelle von Reduktionsmitteln zu erfassen.

Aus dem Stand der Technik sind bereits unterschiedliche Vorrichtungen bekannt, die berührungsfrei mithilfe von Ultraschallsignalen die Qualität beziehungsweise Konzentration eines Reduktionsmittels überwachen. So offenbart beispielsweise die Offenlegungsschrift US 2016/041024 A eine Vorrichtung der eingangs genannten Art. Diese weist einen piezo-elektrischen Schallwandler als Ultraschallwandler auf, der zugleich Sender und Empfänger ist. Der Ultraschallwandler sendet zunächst ein Ultraschallsignal in die in dem Tank befindliche Flüssigkeit aus, wobei das Ultraschallsignal durch einen Ultraschallreflektor zu dem Ultraschallwandler zurück reflektiert wird und die Flüssigkeit erneut durchläuft. Aus der dabei gemessenen Laufzeit des Ultraschallsignals zwischen Aussenden und Empfangen und der als bekannt angenommenen Länge des Laufwegs wird die Schallgeschwindigkeit der Flüssigkeit und damit die Konzentration des Reduktionsmittels in der Flüssigkeit erkannt. Aufgrund temperaturbedingter, mechanisch bedingter und alterungsbedingter Änderungen der im System verwendeten Materialien kann es jedoch zu Veränderungen der tatsächlichen Messstrecke kommen, wodurch sich das Messergebnis verändern kann. Um eine derartige Veränderung zu berücksichtigen, wird in der Offenlegungsschrift DE 10 2015 212 622 A1 vorgeschlagen, thermische Verformungen des Reflektors physikalisch zu

modellieren und bei der Auswertung der gemessenen Laufzeit mittels eines temperaturabhängigen Korrekturfaktors zu berücksichtigen.

5 Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2013 219 643 A1 ist es außerdem bekannt, zwei Reflektoren vorzusehen, um thermisch und alterungsbedingte Änderungen der Messstrecke, die sich negativ auf die Genauigkeit der Prüfeinheit auswirken, zu reduzieren. Dabei sind die Reflektoren jeweils als Reflektorzylinder ausgebildet, dessen Mantelfläche eine Reflektorfläche bildet, sodass die jeweilige Reflektorfläche an einem separaten Trägerelement angeordnet ist, 10 wobei die Reflektorzylinder auf einer separaten Grundplatte befestigt beziehungsweise gehalten sind. Die Konzentrationsbestimmung basiert dabei außerdem nicht auf einer Laufzeitmessung eines Ultraschallsignals, sondern auf der Auswertung des gemessenen Laufunterschieds zwischen den zwei verschieden weit von dem Schallwandler entfernt angeordneten 15 Reflektorzylinder. Eine weitere Vorrichtung zur Qualitätsbestimmung ist auch aus der Offenlegungsschrift DE 10 2011 086 774 A1 bekannt, wobei hier ein Reflektor in einem Winkel zum Schallwandler angeordnet ist.

Offenbarung der Erfindung

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass sie kostengünstig herstellbar ist und die Messgenauigkeit der Prüfeinheit deutlich verbessert. Durch eine vorteilhafte Anordnung und Gestaltung von zumindest zwei Reflektorflächen wird die Messgenauigkeit 25 optimiert und bietet präzise Messergebnisse insbesondere auch dann, wenn sich die Temperatur im Messmedium und/oder der Umgebung verändert. Auch mechanische Spannungen, die durch Fertigungs- und/oder Montagetoleranzen entstehen können, sowie durch materialbedingte Alterungseffekte, werden dabei durch die vorteilhafte Vorrichtung berücksichtigt. Die Erfindung beruht dabei auf 30 der Idee, zwei Schallausbreitungspfade mit einem durch die Reflektorgeometrie bekannten Laufwegunterschied zwischen diesen beiden Pfaden zu nutzen. Erfindungsgemäß weist hierzu die Prüfeinheit zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen auf, die direkt an einem gemeinsamen und einstückig ausgebildeten Trägerelement in unterschiedlichen Entfernungen zu dem 35 Ultraschallwandler ausgebildet oder angeordnet sind. Die Reflektoreinheit

beziehungsweise das Reflektorbauteil, bestehend aus dem Trägerelement und den zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen, stellt somit eine Baueinheit dar, bei welcher die Anordnung der Reflektorflächen zueinander bereits bei der Herstellung beziehungsweise Vormontage außerhalb des Tanks vorgegeben ist.

5 Unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten spielen aufgrund des einstückig ausgebildeten Trägerelements keine oder nur noch eine untergeordnete Rolle bei der Messung von Laufzeitunterschieden der Ultraschallsignale. Das Material des Trägerelements ist bevorzugt derart gewählt, dass es über den vorgesehenen Einsatztemperaturbereich eine möglichst

10 geringe Wärmedehnung aufweist. Der verbleibende Einfluss der Wärmedehnung kann durch die vorteilhafte Ausbildung systematisch korrigiert werden. Durch die bevorzugte Verwendung eines Differenzmessprinzips wird der Einfluss von Positions- oder Ausrichtungstoleranzen bei der Montage weiterhin minimiert. Der absolute Abstand zwischen Ultraschallwandler und der jeweiligen

15 Ultraschallreflektorfläche geht nicht in die Berechnung der Ausbreitungsgeschwindigkeit ein und muss damit nicht bekannt und im Einsatzbereich nicht konstant gleich sein. Die eigentliche Messstrecke ist allein durch das Reflektorbauteil mit dem einstückig ausgebildeten Trägerelement festgelegt. Das Trägerelement ist beispielsweise durch ein kostengünstiges

20 Fertigungsverfahren, wie etwa ein Stanz- oder Umformverfahren oder auch ein Fließpressverfahren hergestellt. Dadurch ist eine kostengünstige Herstellung auch in der Massenfertigung möglich. Dabei ist die Ausbildung des Reflektorbauteils nicht auf das Vorhandensein von zwei

25 Ultraschallreflektorflächen beschränkt, vielmehr können auch mehr als zwei Ultraschallreflektorflächen an dem Trägerelement ausgebildet oder angeordnet sein.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind die Ultraschallreflektorflächen dazu ausgebildet, das Ultraschallsignal direkt zu dem

30 Ultraschallwandler zurück zu reflektieren. Das bedeutet, dass die Ultraschallreflektorflächen dem Ultraschallwandler gegenüberliegend angeordnet sind, um eine direkte Rückreflexion zu gewährleisten. Hierdurch ergibt sich eine besonders einfache Konstruktion der Prüfeinheit, bei welcher der zu erfassende Laufzeitunterschied sich direkt aus der Entfernung der Ultraschallreflektorflächen

35 zueinander in Richtung zu dem Ultraschallwandler ergibt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist bevorzugt vorgesehen, dass zumindest eine der Ultraschallreflektorflächen dazu ausgebildet ist, das Ultraschallsignal zumindest einmal umzulenken, bevor es zu dem Ultraschallwandler zurückreflektiert wird. In diesem Fall wird das Ultraschallsignal von zumindest einer der Ultraschallreflektorflächen somit nicht direkt zu dem Ultraschallwandler zurückreflektiert, sondern zunächst zu zumindest einer weiteren Reflexionsfläche, insbesondere zu zumindest einem weiteren Ultraschallreflektor gelenkt beziehungsweise reflektiert, von welchem aus das Ultraschallsignal zu dem Ultraschallwandler zurückgelenkt/-reflektiert wird. Durch das mehrfache Umlenken wird die Laufzeitdifferenz der zurückreflektierten Ultraschallsignale erhöht. Die Laufzeitdifferenz der beiden zurückreflektierten Ultraschallsignale muss mindestens so groß sein, dass beide Ultraschallsignale eindeutig zeitlich voneinander getrennt werden können. Längere Laufzeitdifferenzen erhöhen aufgrund der längeren Laufwegunterschiede außerdem die Genauigkeit der Mediencharakterisierung. Durch die vorstehend beschriebene vorteilhafte Ausbildung wird eine Erhöhung der Laufwegunterschiede in einfacher Art und Weise realisiert. Während vorliegend davon ausgegangen wird, dass zwei Ultraschallsignale zu dem Ultraschallwandler zurückreflektiert werden, ist es auch möglich, mehr als zwei Ultraschallsignale zurück zu reflektieren, beispielsweise indem zumindest drei oder mehr Ultraschallreflektoren dem Ultraschallwandler gegenüberliegen und das ausgesendete Ultraschallsignal in unterschiedlicher Art und Weise direkt oder indirekt, zu dem Ultraschallwandler zurückreflektieren.

Gemäß einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung weist zumindest eine der Reflektorflächen eine Krümmung auf oder ist gekrümmt, insbesondere konkav oder konvex, ausgebildet. Hierdurch wird das Signal-Rauschverhältnis des Ultraschallsignales verbessert. In Abhängigkeit von der Krümmung der Ultraschallreflektor-Oberfläche ist auch eine Schallfeldfokussierung möglich. Dazu ist die betroffene Ultraschallreflektorfläche beispielsweise in der Form eines Paraboloids, Kugelschalenabschnitts oder Zylinderschalenabschnitts geformt.

Weiterhin ist zumindest eine der Reflektorenflächen bevorzugt neben und in Laufrichtung des Ultraschallsignals versetzt zu dem Ultraschallwandler und

gegenüber einer anderen der Ultraschallreflektorflächen angeordnet. Damit liegt die eine Ultraschallreflektorfläche neben dem Ultraschallwandler, jedoch in Laufrichtung versetzt zu diesem, sodass die Signale nicht die gleiche Laufzeit zwischen den beiden Ultraschallreflektorflächen einerseits und dem
5 Ultraschallwandler und der anderen Ultraschallreflektorfläche andererseits nicht die gleiche Laufzeit aufweisen, sodass eine Auswertung der empfangenen Ultraschallsignale eindeutig möglich ist und insbesondere Mehrfachreflexionen gut voneinander trennbar sind. Der eine Ultraschallwandler reflektiert dann das erfasste Signal zurück zu dem anderen Ultraschallwandler, welcher das
10 mehrfach reflektierte Ultraschallsignal anschließend zurück zu dem Ultraschallwandler reflektiert. Hierdurch ergibt sich ein besonders großer Laufzeitunterschied zwischen den beiden vom Ultraschallwandler erfassten Ultraschallsignalen.

Weiterhin weist bevorzugt die eine oder die andere Ultraschallreflektorfläche eine gekrümmte Reflexionsfläche auf, insbesondere während die andere oder eine Ultraschallreflektorfläche eine gerade beziehungsweise ebene Oberfläche aufweist. Dabei wird die Wahl der Krümmung insbesondere davon abhängig gemacht, ob der Ultraschallwandler eine divergierende Ultraschallwelle
20 aussendet oder eine ebene Welle. Sendet der Ultraschallwandler als Ultraschallsignal eine divergierende Welle aus, so ist die gegenüberliegende Ultraschallreflektorfläche bevorzugt derart gekrümmt ausgebildet, dass die zurückreflektierte Ultraschallwelle eben ist. Dadurch wird erreicht, dass ein Teil des zurückreflektierten Ultraschallsignals auf den Ultraschallwandler trifft und ein
25 anderer Teil auf den danebenliegenden Ultraschallreflektor. Der auf den Ultraschallwandler treffende Teil wird als erstes Echo detektiert. Der andere Teil wird zurück an der dem Ultraschallwandler gegenüberliegenden Ultraschallreflektorfläche reflektiert, trifft dort erneut auf die gekrümmte Reflektorfläche und wird unter erneuter Reflexion zurück auf den
30 Ultraschallwandler gelenkt, wo er als zweites Echo empfangen wird. Sendet der Ultraschallwandler hingegen eine ebene Welle als Ultraschallsignal aus, so ist der dem Ultraschallwandler gegenüberliegende Ultraschallreflektor zweckmäßigerweise derart gekrümmt oder eben ausgebildet, dass das zurückreflektierte Ultraschallsignal beziehungsweise die zurückreflektierte Welle

gekrümmt ist und dadurch sowohl den Ultraschallwandler als auch den danebenliegenden Ultraschallreflektor trifft.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass das Trägerelement zumindest eine Aussparung in einem reflektorfreien Bereich aufweist. Dadurch wird das Gewicht des Trägerelements reduziert und außerdem auch die Anzahl der Flächen, die das Ultraschallsignal reflektieren können, verringert. Dadurch werden Störsignale und ein Signalrauschen vorteilhaft reduziert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist zumindest einer der Ultraschallreflektorflächen als Beschichtung auf dem Trägerelement ausgebildet. Dadurch ist eine besonders einfache und genaue Positionierung der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche auf dem Trägerelement gewährleistet. Als Materialien für den jeweiligen Ultraschallreflektor sind insbesondere Metalle, Keramiken oder sonstige Materialien mit hoher akustischer Impedanz bevorzugt. Bei Anwendungen mit aggressiven Medien/Fluiden, wird vorzugsweise Edelstahl oder ein anderes Metall, gegebenenfalls mit einer Oberflächenbeschichtung, verwendet. Auch sind gefüllte Kunststoffe bekannt, wobei als Kunststoff beispielsweise Duro- oder Thermoplaste vorgesehen sind. Insbesondere ist die jeweilige Ultraschallreflektorfläche durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt. Hierdurch ergibt sich eine hochpräzise Anordnung der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche auf dem Trägerelement. Zusammen mit der einstückigen Ausbildung des Trägerelements ergibt sich hierdurch eine besonders hohe Präzision bei der Durchführung der Qualitätsbestimmung.

Vorzugsweise sind die Ultraschallreflektorflächen derart angeordnet, dass das Ultraschallsignal an zumindest einer der Ultraschallreflektorflächen mehrfach reflektiert wird. Durch die Mehrfachreflexion ist beispielsweise der Laufweg des Ultraschallsignals verlängerbar, um eine verbesserte Signalauswertung zu ermöglichen.

Weiterhin weist die Vorrichtung bevorzugt ein Steuergerät auf, das dazu ausgebildet ist, die Prüfeinheit, insbesondere den Ultraschallwandler, dazu anzusteuern, als Ultraschallsignale Burst-Signale zu erzeugen und zu empfangen, um in Abhängigkeit einer Laufzeitdifferenz der von den

Ultraschallreflektorflächen zurückreflektierten Ultraschallsignale eine Massenkonzentration der Flüssigkeit zu bestimmen. Vorzugsweise liegt der Frequenzbereich der Burst-Signale zwischen 0,5 MHz und 10 MHz, bevorzugt bei 1 MHz bis 2 MHz. Höhere Frequenzen erlauben eine bessere räumliche Bündelung des Ultraschallfeldes sowie eine genauere Bestimmung der Laufzeit. Mit zunehmender Frequenz steigt jedoch auch die Absorption der Schallenergie im Ausbreitungsmedium. Das Steuergerät ist auch dazu ausgebildet, die von dem Ultraschallwandler empfangenen Ultraschallsignale beziehungsweise Echos auszuwerten, um die Qualitätsbestimmung durchzuführen. Insbesondere ist das Steuergerät dazu ausgebildet, die Bestimmung der Laufzeit zwischen der elektrischen Anregung des Ultraschallwandlers, insbesondere der Piezokeramik, und dem empfangenen Echo mittels einer einfachen Schwellwertbestimmung der Spannungsamplitude des Empfangssignals (Echos) oder über eine Nullpunktdetektion oder die Ermittlung des Eintreffens der Maximalamplitude nach einer Hüllkurvenbestimmung oder der Verwendung von Korrelationsverfahren oder anderen bekannten Methoden zur Laufzeitbestimmung aus Zeitsignalen durchzuführen.

Die erfindungsgemäße Tankvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 zeichnet sich durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Vorrichtung aus. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile.

Weitere Vorteile und bevorzugte Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich insbesondere aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen. Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen

Figur 1 eine vorteilhafte Tankvorrichtung in einer vereinfachten Seitenansicht,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer vorteilhaften Prüfeinheit der Tankvorrichtung,

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit,

Figur 4 ein drittes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit,

Figur 5 ein viertes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit,

Figur 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit,

Figur 7 ein sechstes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit,

Figur 8 ein siebtes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit und

Figur 9 ein achttes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit, jeweils in einer vereinfachten Darstellung.

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung eine vorteilhafte Tankvorrichtung 1 für ein Abgasnachbehandlungssystem eines Kraftfahrzeugs. Die Tankvorrichtung 1 weist einen Tank 2 auf, in welchem ein flüssiges Abgasnachbehandlungsmittel, insbesondere Reduktionsmittel 3, gelagert ist. In dem Tank 2 ist ein Entnahmemodul 4 angeordnet, wobei das Entnahmemodul 4 insbesondere auf dem Boden des Tanks 2 liegt. Das Entnahmemodul trägt eine Fördereinrichtung 5, mittels welcher das Reduktionsmittel aus dem Tank 2 angesaugt und mittels einer Leitung 6 zu beispielsweise einem Dosierventil oder Einspritzventil gefördert werden kann. Das Entnahmemodul 4 weist weiterhin insbesondere einen Filter auf, der der Fördereinrichtung 5 vorgeschaltet ist, sowie optional eine Heizeinrichtung, um gegebenenfalls gefrorenes Abgasnachbehandlungsmittel aufzutauen. Bei dem Reduktionsmittel handelt es sich insbesondere um eine wässrige Harnstofflösung, die dazu verwendet wird, Ammoniak zu erzeugen, der mit dem Abgas einer Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs Stickoxide reduzierend zusammenwirkt. Zum Bestimmen der Konzentration des Harnstoffs in der Flüssigkeit ist eine Prüfeinheit 7 vorhanden, die vorliegend ebenfalls dem Entnahmemodul 4 zugeordnet ist. Alternativ ist die Prüfeinheit 7 separat in dem Tank 2 vorhanden. Zusammen mit einem Steuergerät 8 bildet die Prüfeinheit 7 eine Vorrichtung 9 zum Bestimmen der Qualität der in dem Tank 2 befindlichen Flüssigkeit durch eine Konzentrationsbestimmung.

Anhand der Figuren 2 bis 9 sollen im Folgenden unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Prüfeinheit 7 näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele haben gemeinsam, dass die Prüfeinheit 7 jeweils einen Ultraschallwandler und zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen aufweist, wobei die Ultraschallreflektorflächen an einem einstückig ausgebildeten Trägerelement angeordnet oder ausgebildet sind.

Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7 in einer vereinfachten Darstellung. Die Prüfeinheit 7 weist, wie zuvor bereits erwähnt, einen durch das Steuergerät 8 ansteuerbaren Ultraschallwandler 10 auf, der insbesondere als piezo-keramischer Ultraschallwandler ausgebildet ist. Dem Ultraschallwandler gegenüberliegend sind zwei Ultraschallreflektorflächen 11 und 12 angeordnet, die an einem gemeinsamen und einstückig ausgebildeten Trägerelement 13 angeordnet sind.

Grundsätzlich ist das Verwenden von Ultraschallwandlern zur Bestimmung von Fluideigenschaften aus dem Stand der Technik bekannt. Das Messprinzip basiert dabei auf einer Laufzeitmessung im flüssigen Medium bei einer bekannten Ausbreitungsstrecke zwischen Ultraschallwandler und Empfänger. Über die so ermittelte Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schallsignals im Fluid und gegebenenfalls weiterer erfasster Messgrößen, wie beispielsweise der Fluidtemperatur, können unterschiedliche Medieneigenschaften ermittelt werden. Ein derartiger Ultraschallwandler wird beispielsweise zur Ermittlung und Überwachung der Massenkonzentration der in dem Tank befindlichen Harnstoff-Wasserlösung eingesetzt. Der Ultraschallwandler wandelt ein elektrisches Signal in eine Schallwelle und strahlt diese in das Fluid beziehungsweise in die in dem Tank 2 befindliche Flüssigkeit ab. Ein Empfänger wandelt das auf ihn treffende und von dem Ultraschallwandler ausgesendete Ultraschallsignal in ein elektrisches Signal um, das dann auswertbar ist. Bekannte Ultraschallwandler dienen sowohl als Sender als auch als Empfänger und nutzen den piezo-elektrischen Effekt, um zwischen Schall und elektrischen Signalen zu wandeln. In einem sogenannten Puls-Echo-Betrieb wird zumindest ein Reflektor benötigt, der die vom Ultraschallwandler 10 abgestrahlte Schallwelle über einen bekannten Ausbreitungsweg wieder auf diesen zurückreflektiert. Zu berücksichtigen ist hierbei das Ein- und Ausschwingverhalten des Ultraschallwandlers 10. Dies führt

zu einer vorbestimmten Mindestlänge der Messstrecke, damit die beim Senden des Ultraschallsignals erzeugten mechanischen Schwingungen des Ultraschallwandlers 10 soweit abgeklungen sind, dass beim Empfangen des zurückgestreuten Echos (zurückreflektiertes Ultraschallsignal) eine eindeutige Trennung zwischen Sende- und Empfangssignal möglich ist.

Durch die in Figur 2 gezeigte vorteilhafte Ausbildung der Prüfeinheit 7 ergibt sich eine Messstrecke ΔL , die sich nicht aus dem Abstand der Reflektorflächen zu dem Ultraschallwandler 10, sondern aus dem Abstand der Reflektorflächen 11, 12 zueinander ergibt.

Beide Ultraschallreflektorflächen 11, 12 sind gegenüberliegend zu dem Ultraschallwandler 10 angeordnet. Das Trägerelement 13 ist dabei stufenförmig ausgebildet, wobei die Reflektorfläche 11 auf einer ersten Stufe und die Reflektorfläche 12 auf einer zweiten Stufe liegt. Die zweite Stufe ist dabei weiter beabstandet zu dem Ultraschallwandler 10 als die erste Stufe mit der Reflektorfläche 11. Zwischen der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche 11, 12 und dem Ultraschallwandler 10 ergeben sich somit unterschiedliche Laufwege L_1 und L_2 , aus deren Differenz sich die Messstrecke $\Delta L = L_2 - L_1$ ergibt. Die Messstrecke wird somit durch das einteilige Trägerelement 13 bestimmt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschallsignals c_F berechnet sich nun aus der Laufzeitdifferenz Δt und dem Laufwegunterschied ΔL zu : $c_F = \Delta L / \Delta t$.

Der absolute Abstand zwischen dem Ultraschallwandler 10 und den Ultraschallreflektorflächen 11, 12 geht somit nicht in die Berechnung ein und muss damit auch nicht bekannt oder konstant sein. Dadurch, dass das Trägerelement 13 einteilig ausgebildet ist, finden über den vorgesehenen Einsatztemperaturbereich kaum oder nur geringe Wärmedehnungen statt, die sich dann jedoch auf die beiden Ultraschallreflektorflächen 11, 12 gleichermaßen auswirken. Die Laufzeitdifferenz der beiden vom Ultraschallwandler 10 empfangenen Echos beziehungsweise zurückreflektierten Ultraschallsignale ist mindestens so groß, dass beide Ultraschallsignale eindeutig zeitlich voneinander getrennt werden. Längere Laufzeitdifferenzen aufgrund längerer Laufwegunterschiede erhöhen dabei die Genauigkeit der Mediencharakterisierung. Darüber hinaus können auch mehr als zwei

Ausbreitungspfade realisiert und somit mehr als zwei Echos zur Auswertung herangezogen werden, wie weiter unten näher erörtert.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel von Figur 2 sind die Reflektoren 11, 12 als plane Ultraschallreflektorflächen 11, 12 beziehungsweise als Ultraschallreflektorflächen 11, 12 mit planer/ebener Reflexionsfläche ausgebildet. Um eine möglichst hohe Signalamplitude insbesondere des zurückreflektierten Ultraschallsignals zu erreichen, werden geeignete Reflektormaterialien gewählt. Darüber hinaus kann durch eine gekrümmte Form der Reflektorgeometrie der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche 11, 12 eine gebündelte Rückreflexion zum Ultraschallwandler 11 erfolgen.

Bei der Wahl der Reflektormaterialien ist die akustische Impedanz Z_R der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche 11, 12 möglichst hoch gewählt. Die akustische Impedanz des Mediums ergibt sich aus dem Produkt der spezifischen Dichte des Mediums und der Schallausbreitungsgeschwindigkeit im Medium. Unter der Annahme des Einfalls einer ebenen Welle, aus der Flüssigkeit auf den jeweiligen Ultraschallreflektor 11, 12, ergibt sich der Amplitudenreflexionsfaktor R aus den akustischen Impedanzen Z_F der Flüssigkeit in dem Tank 2 und der jeweiligen Ultraschallreflektorfläche 11, 12: $R = (Z_R - Z_F) / (Z_R + Z_F)$.

Für eine gegebene akustische Impedanz Z_F des zu charakterisierenden Fluids ergibt sich eine hohe Rückstreuung, wenn die Impedanz des Reflektors Z_R deutlich größer ist als die des Fluids: $Z_R \gg Z_F$. Als Reflektormaterialien kommen insbesondere Metalle, Keramiken oder sonstige Materialien mit hoher akustischer Impedanz in Frage. Bei Anwendungen in aggressiven Flüssigkeiten kommen insbesondere Edelstahl oder andere Metalle, gegebenenfalls mit einer Oberflächenbeschichtung zu deren Schutz, in Einsatz. Weitere Alternativen sind gefüllte Kunststoffe, wie beispielsweise Duro- oder Thermoplaste, die mit Metall oder Keramikpulver gefüllt sind. Der jeweilige Ultraschallreflektor 11, 12 ist bevorzugt durch additive Fertigungsverfahren direkt auf dem Trägerelement 13 hergestellt.

Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich von dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass die

Laufzeitdifferenz durch eine Mehrfachreflexion vergrößert ist. Im Unterschied zu dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel ist die zweite Reflektorfläche 12 nicht parallel, sondern schräg zu dem Ultraschallwandler 10 und damit auch zu der Ultraschallreflektorfläche 11 ausgerichtet, sodass das Ultraschallsignal von der Reflektorfläche 12 schräg zurückreflektiert wird. An dem Trägerelement 13 ist dabei eine dritte Reflektorfläche 14 angeordnet, auf welchen das Signal von der Reflektorfläche 12 reflektiert wird, wie durch gestrichelte Pfeile gezeigt. Die Ultraschallreflektorfläche 14 ist derart angeordnet, dass sie wiederum das reflektierte Ultraschallsignal zu dem Ultraschallwandler 10 zurückreflektiert. Dadurch wird die Laufzeit des Ultraschallsignals, das von der Ultraschallreflektorfläche 12 reflektiert wird, verlängert und die Messung optimiert. Vorliegend ist auch die dritte Ultraschallreflektorfläche 14 als ebene Reflektorfläche ausgebildet.

Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich von dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass in dem Trägerelement 13 mehrere Aussparungen 15 ausgebildet sind. Die Aussparungen 15 sind jeweils in reflektorfreien Bereichen des Trägerelements 13 ausgebildet und dienen einerseits zur Gewichtsreduzierung und andererseits zur Minimierung von störenden Rückreflexionen an Flächen des Trägerelements, die nicht Teil der gewollten Ausbreitungspfade der Ultraschallsignale sind. Insbesondere sind nur die zur Reflexion und mechanischen Stabilität benötigten Flächen des Trägerelements aus einem Material mit hoher akustischer Impedanz hergestellt, während weitere Bereiche des Trägerelements aus einem Material mit niedrigerer akustischer Impedanz, beispielsweise aus Kunststoff, bestehen. Insbesondere bestehen das Trägerelement insgesamt aus Kunststoff, wie zuvor bereits erörtert, und die Reflektorflächen 11, 12 und 14 aus einem Material mit hoher Impedanz.

Figur 5 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich von dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der mehrfach umgelenkte Ausbreitungspfad eine noch längere Wegstrecke aufweist. Dazu ist gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 der erste Reflektor 11 näher zu dem Ultraschallwandler 10 angeordnet. Dazu ist der Reflektor 11 an einer vorgesetzten Fläche des Trägerelements 13 angeordnet. Darüber hinaus ist der

zweite Ultraschallreflektor 12 in diesem Ausführungsbeispiel nicht eben, sondern gekrümmt ausgebildet, um eine fokussierte Rückreflexion des Ultraschallsignals zu der dritten Ultraschallreflektorfläche 14 und dem Ultraschallwandler 10 zu erzielen. Dazu ist die Krümmung des Ultraschallreflektors 12 insbesondere paraboloid, kugelabschnittförmig oder zylinderabschnittförmig ausgebildet.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich insbesondere von dem Ausführungsbeispiel von Figur 2 dadurch unterscheidet, dass das Trägerelement 13 insgesamt zylinderförmig ausgebildet ist, wobei es einen ersten Abschnitt 16 mit einem Durchmesser D1 und einem zweiten Abschnitt 17 mit einem Durchmesser D2 aufweist, wobei der Durchmesser D1 deutlich größer ist als der Durchmesser D2, sodass sich einerseits an dem Abschnitt 16 der Reflektor 12 als ringförmige Reflektorfläche ergibt, und der Reflektor 11 an der Stirnseite des Abschnitts 17. Hierdurch ergibt sich ein rotationssymmetrisches Reflektorbauteil, das kostengünstig und bauraumsparend realisiert ist.

Figur 7 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich von dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 dadurch unterscheidet, dass eine Mehrfachreflexion an der Reflektorfläche 12 stattfindet. Dazu sind die zweite Reflektorfläche 12 und die dritte Reflektorfläche 14 derart zueinander angeordnet, dass das von der Reflektorfläche 12 zu der Reflektorfläche 14 reflektierte beziehungsweise gelenkte Ultraschallsignal von der Reflektorfläche 14 zurück zu der Reflektorfläche 12 gelenkt und von da aus zu dem Ultraschallwandler 10 zurückreflektiert wird. Hierzu ist insbesondere ein Winkel von $\alpha = 45^\circ$ durch die ebenen Reflektorflächen 12 und 14 vorgesehen.

Figur 8 zeigt ein siebtes Ausführungsbeispiel der Prüfeinheit 7, das sich von den vorhergehenden Ausführungsbeispielen dadurch unterscheidet, dass der zweite Reflektor 12 neben und in Laufrichtung des Ultraschallsignals versetzt zu dem Ultraschallwandler 10 angeordnet ist. Insbesondere liegt der Ultraschallwandler 10 innerhalb des Reflektors 12, der den Ultraschallwandler 10 somit an zumindest zwei Seiten einschließt. Die Reflektorfläche 11 liegt wie bisher dem Ultraschallwandler 10 gegenüber, weist jedoch eine Fläche auf, die im Wesentlichen der Fläche der Reflektorfläche 12 entspricht. Gemäß dem

vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Ultraschallwandler 10 dazu ausgebildet, divergierende Ultraschallwellen auszusenden, wie durch durchgezogene Linien in Figur 8 gezeigt. Das gesendete Ultraschallsignal trifft auf die Ultraschallreflektorfläche 11, welcher wiederum selbst eine Krümmung aufweist, die derart gewählt ist, dass die von ihr reflektierten Ultraschallwellen als ebene Wellen zu dem Ultraschallwandler 10 und der Reflektorfläche 12 zurückreflektiert werden, wie durch gestrichelte Linien gezeigt. Diese Wellen werden von dem Ultraschallwandler 10 als erstes Echo erfasst. Da die Wellen außerdem die Ultraschallreflektorfläche 12 treffen, reflektieren sie an diesem zurück zu der Reflektorfläche 11, von wo aus sie zu dem Ultraschallwandler 10 als zweites Echo zurückreflektiert werden.

Figur 9 zeigt ein achttes Ausführungsbeispiel, das sich von dem Ausführungsbeispiel von Figur 8 dadurch unterscheidet, dass der Ultraschallwandler 10 dazu ausgebildet ist, ebene Ultraschallsignale beziehungsweise Wellen auszusenden, wie durch durchgezogene Linien gezeigt. Durch eine Krümmung der ersten Reflektorfläche 11 werden divergierende Ultraschallwellen zurückreflektiert, die sowohl auf den Ultraschallwandler 10 als erstes Echo als auch auf die zweite Ultraschallreflektorfläche 12 treffen, um von dort zurück auf die erste Reflektorfläche 11 reflektiert zu werden, welcher wiederum diese zurück zum Ultraschallwandler 10 als zweites Echo reflektiert. Die Krümmung der Reflektorfläche 11 ist dabei derart gewählt, dass eine divergierende Welle in Richtung des Ultraschallwandlers 10 zurückreflektiert wird. Durch die Strahlenausweitung trifft ein Teil dieser Welle auch auf die zweite Reflektorfläche 12, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ebenfalls gekrümmt ausgebildet ist, sodass eine Wellenfokussierung erfolgt, durch welche das Ultraschallsignal von der Reflektorfläche 12 zu der Reflektorfläche 11 fokussiert zurückreflektiert wird, sodass die Wellen erneut auf die gekrümmte Reflektorfläche 11 treffen.

5 Ansprüche

1. Vorrichtung (9) zur Qualitätsbestimmung einer Flüssigkeit, insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmittels, mit zumindest einer in einem die Flüssigkeit aufbewahrenden Tank (2) anordenbaren Prüfeinheit (7), die
10 zumindest einen Ultraschallwandler (10) zum Aussenden und Empfangen eines Ultraschallsignals und zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) zum Reflektieren des ausgesandten Ultraschallsignals zu dem zumindest einen Ultraschallwandler (10) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) direkt an einem gemeinsamen und
15 einstückig ausgebildeten Trägerelement (13) in unterschiedlichen Entfernungen zu dem Ultraschallwandler (10) ausgebildet oder angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ultraschallreflektorflächen (11,12) dazu ausgebildet sind, das Ultraschallsignal
20 direkt zu dem Ultraschallwandler (10) zurück zu reflektieren.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Ultraschallreflektorflächen (12,14) dazu ausgebildet ist, das Ultraschallsignal zumindest einmal umzulenken, bevor es zu dem
25 Ultraschallwandler (10) zurückreflektiert wird.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Ultraschallreflektorflächen (11,12) eine Krümmung aufweist.
30
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) neben und insbesondere in Laufrichtung des Ultraschallsignals versetzt zu dem Ultraschallwandler (10) und gegenüber einer anderen der
35 Ultraschallreflektorflächen (11) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eine und/oder die andere Ultraschallreflektorfläche (11,12) eine gekrümmte Oberfläche aufweist.

5

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägerelement (13) zumindest eine Aussparung (15) in einem reflektorfreien Bereich aufweist.

10

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) als Beschichtung auf dem Trägerelement (13) ausgebildet ist.

15

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) derart angeordnet sind, dass das Ultraschallsignal an zumindest einer der Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) mehrfach reflektiert wird.

20

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Steuergerät (8), das dazu ausgebildet ist, die Prüfeinheit (7), insbesondere den Ultraschallwandler (10), dazu anzusteuern, als Ultraschallsignal zumindest ein Burst-Signal zu erzeugen und zu empfangen, um in Abhängigkeit einer Laufzeitdifferenz der von den Ultraschallreflektorflächen (11,12,14) zurückreflektieren Ultraschallsignale eine Massenkonzentration in der Flüssigkeit zu bestimmen.

25

30

11. Tankvorrichtung (1), insbesondere Reduktionsmitteltankvorrichtung für ein Abgasnachbehandlungssystem eines Kraftfahrzeugs, mit einem Tank zur Aufbewahrung und Bereitstellung einer Flüssigkeit (3), insbesondere eines Abgasnachbehandlungsmittels, und mit einer Vorrichtung (9) zur Qualitätsbestimmung der Flüssigkeit, wobei die Vorrichtung (9) zumindest eine in den Tank (2) anordenbare Prüfeinheit (7) aufweist, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung der Vorrichtung (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

1 / 5

Fig. 1

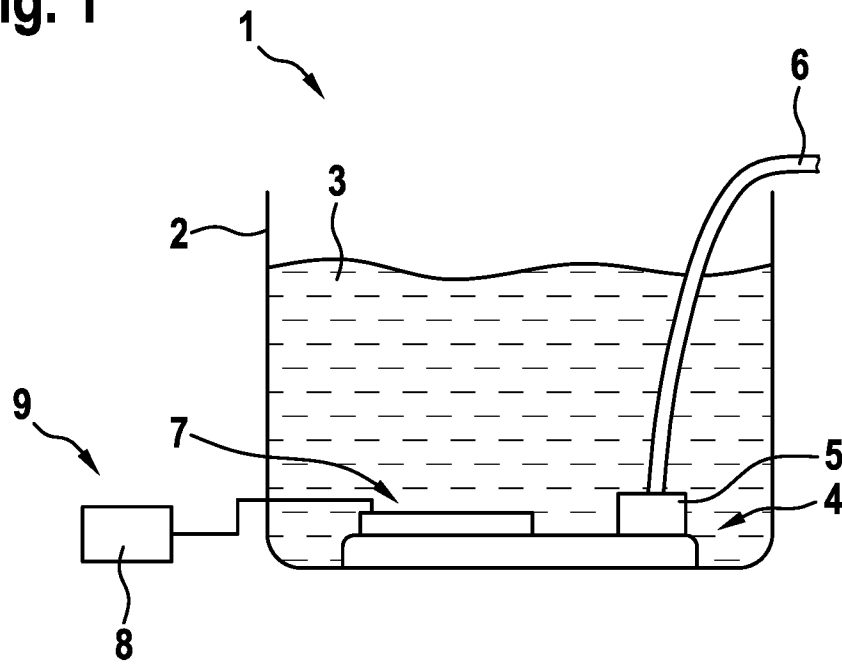
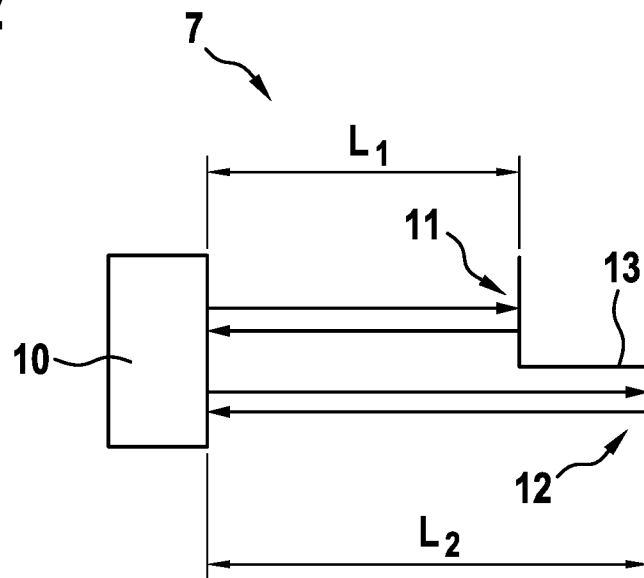


Fig. 2



2 / 5

Fig. 3

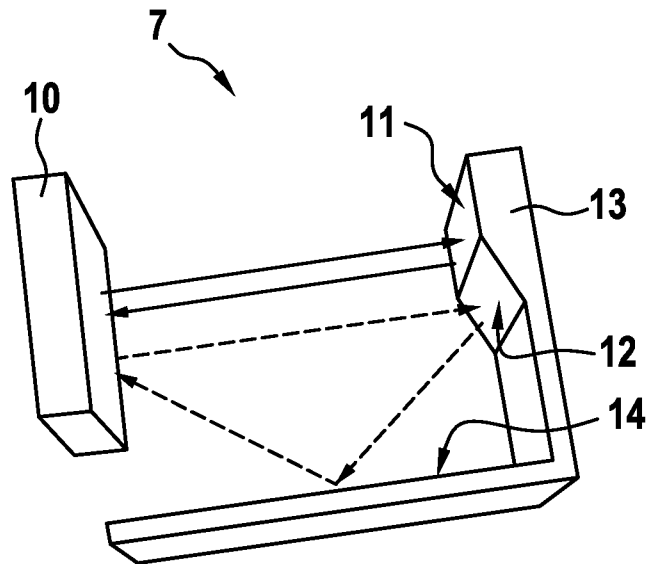
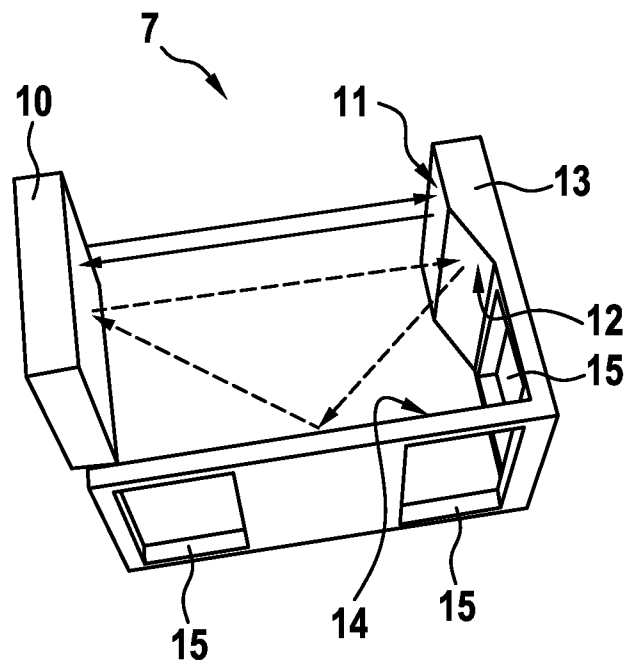


Fig. 4



3 / 5

Fig. 5

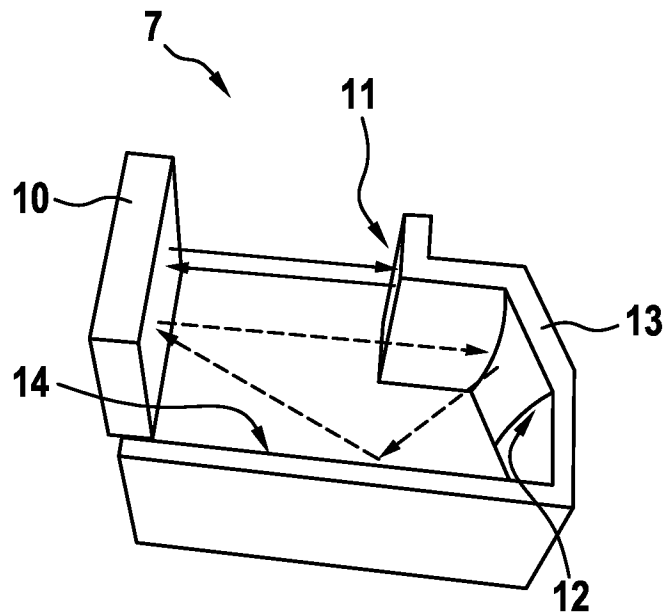
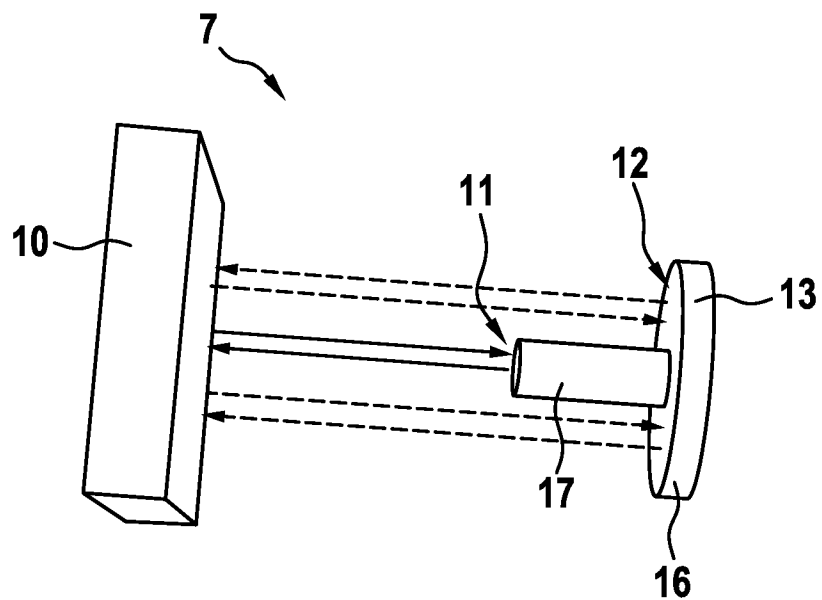


Fig. 6



4 / 5

Fig. 7

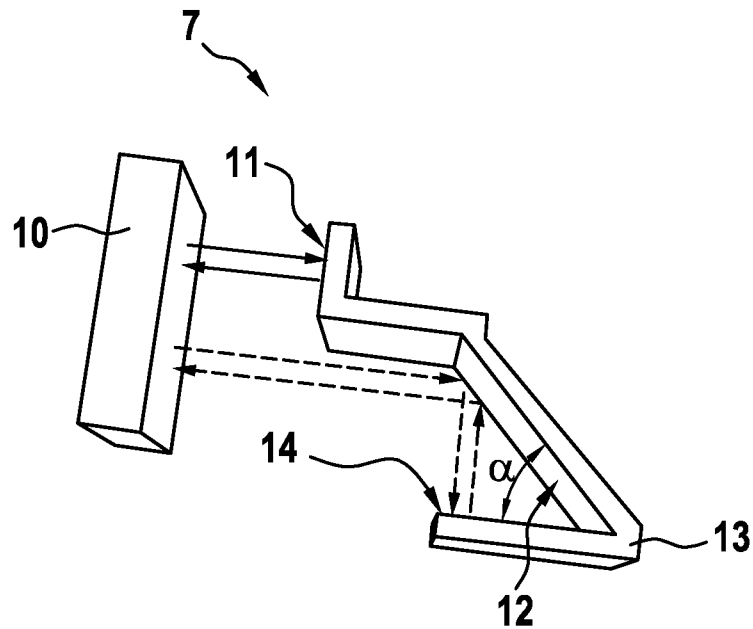


Fig. 8

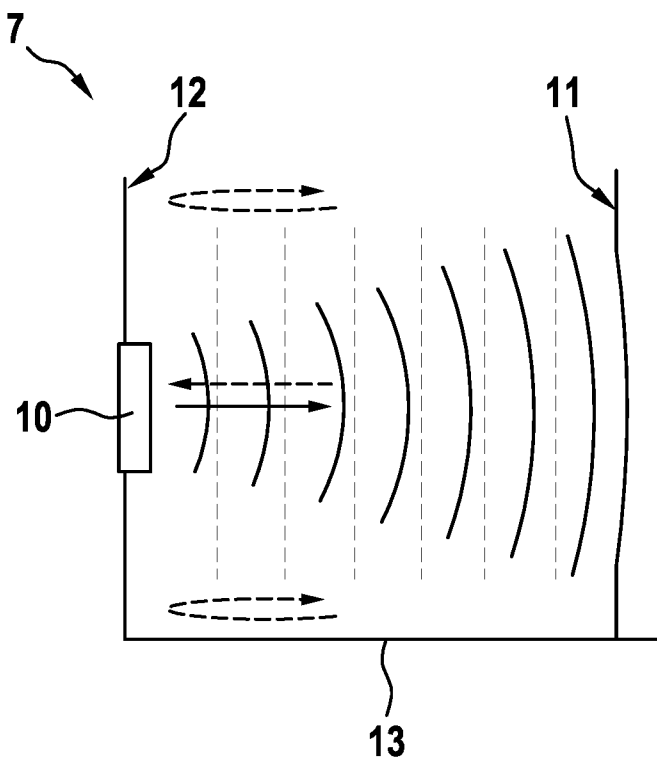
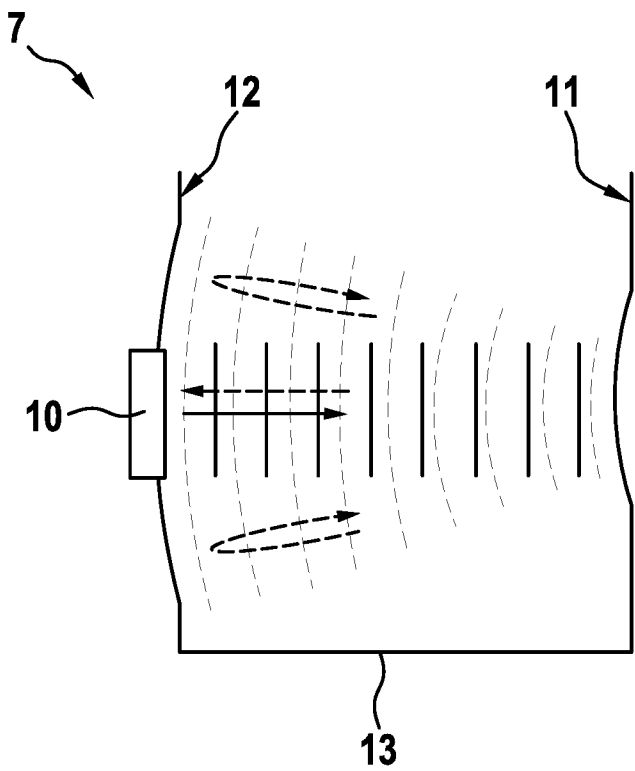


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/051545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 29/024**(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)

G01N; 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 202017104156 U1 (ELKAMET KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH [DE]) 02 August 2017 (2017-08-02)	1,2,7-11
Y	abstract paragraph [0007] - paragraph [0008] paragraph [0100] - paragraph [0109] figures 1, 2A, 2B, 2C, 3C	3,4
X	JP H07311184 A (SUZUKI MOTOR CO) 28 November 1995 (1995-11-28) abstract figure 1	1,2,10
Y	DE 102014210080 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 03 December 2015 (2015-12-03) abstract figure 1	3
Y	US 2014060177 A1 (KLINE BRUCE R [US]) 06 March 2014 (2014-03-06) abstract paragraph [0039]; figures 5, 14	4

☐ 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

27 February 2019

Date of mailing of the international search report

15 March 2019

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

Rouault, Patrick

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/051545

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	202017104156	U1	02 August 2017	DE	202017104156	U1	02 August 2017
				WO	2019011497	A1	17 January 2019
JP	H07311184	A	28 November 1995	NONE			
DE	102014210080	A1	03 December 2015	CN	106415218	A	15 February 2017
				DE	102014210080	A1	03 December 2015
				EP	3063512	A1	07 September 2016
				KR	20160102551	A	30 August 2016
				US	2017089751	A1	30 March 2017
				WO	2015181105	A1	03 December 2015
US	2014060177	A1	06 March 2014	BR	102013022627	A2	17 October 2017
				CA	2825516	A1	05 March 2014
				CN	103674180	A	26 March 2014
				EP	2720007	A1	16 April 2014
				US	2014060177	A1	06 March 2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N29/024
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 20 2017 104156 U1 (ELKAMET KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH [DE]) 2. August 2017 (2017-08-02)	1,2,7-11
Y	Zusammenfassung Absatz [0007] - Absatz [0008] Absatz [0100] - Absatz [0109] Abbildungen 1, 2A, 2B, 2C, 3C	3,4
X	JP H07 311184 A (SUZUKI MOTOR CO) 28. November 1995 (1995-11-28) Zusammenfassung Abbildung 1	1,2,10
Y	DE 10 2014 210080 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 3. Dezember 2015 (2015-12-03) Zusammenfassung Abbildung 1	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

27. Februar 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2019

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

Rouault, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2014/060177 A1 (KLINE BRUCE R [US]) 6. März 2014 (2014-03-06) Zusammenfassung Absatz [0039]; Abbildungen 5, 14 -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/051545

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202017104156 U1	02-08-2017	DE 202017104156 U1	02-08-2017
		WO 2019011497 A1	17-01-2019

JP H07311184 A	28-11-1995	KEINE	

DE 102014210080 A1	03-12-2015	CN 106415218 A	15-02-2017
		DE 102014210080 A1	03-12-2015
		EP 3063512 A1	07-09-2016
		KR 20160102551 A	30-08-2016
		US 2017089751 A1	30-03-2017
		WO 2015181105 A1	03-12-2015

US 2014060177 A1	06-03-2014	BR 102013022627 A2	17-10-2017
		CA 2825516 A1	05-03-2014
		CN 103674180 A	26-03-2014
		EP 2720007 A1	16-04-2014
		US 2014060177 A1	06-03-2014
