

(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
17. Oktober 2019 (17.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/197268 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G10K 9/122 (2006.01) G10K 9/22 (2006.01)
G01S 7/521 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/058506

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. April 2019 (04.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 205 527,0
12. April 2018 (12.04.2018) DE

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

(72) Erfinder: **GERLACH, Andre**; Anne-Frank-Str. 5/1, 71229 Leonberg-Hoefingen (DE). **LIEBLER, Marko**; Friedenstr. 56, 75015 Bretten (DE). **SCHEUFELE, Bernd**; Hirschgartenstr. 36, 73257 Koengen (DE). **HENNEBERG, Johannes**; Sonnenbergstrasse 27, 71093 Weil Im Schoenbuch (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, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SOUND TRANSDUCER

(54) Bezeichnung: SCHALLWANDLER

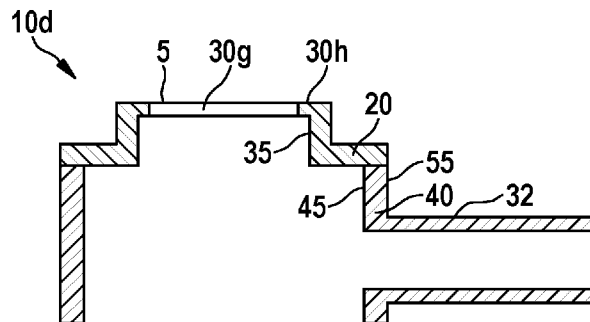


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to a sound transducer (10d), which comprises a diaphragm cup (20), a transducer element and a housing (40). The diaphragm cup (20) has a diaphragm (5) and a wall. The diaphragm (5), the wall of the diaphragm cup (20) and at least part of the housing (40) are formed in one piece from a plastic. In at least one first region (30g) of the diaphragm cup (20), the plastic is filled with a first filler. The invention further relates to an ultrasonic sensor having the sound transducer (10d) according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Schallwandler (10d), der einen Membrantopf (20), ein Wandlerelement und ein Gehäuse (40) umfasst. Der Membrantopf (20) weist eine Membran (5) und eine Wandung auf. Die Membran (5), die Wandung des Membrantopfs (20) und zumindest ein Teil des Gehäuses (40) sind einstückig aus einem Kunststoff ausgebildet. In mindestens einem ersten Bereich (30g) des Membrantopfs (20) ist der Kunststoff mit einem ersten Füllstoff gefüllt. Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Ultraschallsensor mit dem erfindungsgemäßen Schallwandler (10d).



WO 2019/197268 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5 Beschreibung

Schallwandler

10 Die Erfindung betrifft einen Schallwandler umfassend einen Membrantopf, ein Wandlerelement und ein Gehäuse, wobei der Membrantopf eine Membran und eine Wandung aufweist.

Stand der Technik

15 Ultraschallsensoren werden unter anderem in Automobil- und Industrieranwendungen zur Erfassung eines Umfelds eingesetzt. Objekte in der Umgebung können erkannt werden, indem durch den Ultraschallsensor ein Ultraschallsignal ausgesendet wird und das von einem Objekt reflektierte Ultraschallecho wieder empfangen wird. Aus der Laufzeit zwischen dem
20 Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des Ultraschallechos sowie der bekannten Schallgeschwindigkeit kann dann die Entfernung zu dem Objekt berechnet werden.

25 Die Ultraschallsensoren umfassen typischerweise einen Schallwandler mit einer Membran, einem Wandlerelement und einem Gehäuse. Bei dem Wandlerelement handelt es sich beispielsweise um ein piezokeramisches Element, welches nach Anlegen einer elektrischen Spannung die Membran in eine Schwingung versetzt bzw. zum Empfangen von Ultraschallechos die vom Schalldruck vor der Membran angeregten Schwingungen auf der Membran in ein
30 elektrisches Signal umwandelt. Derartige Schallwandler sind im Stand der Technik bekannt, siehe hierzu beispielsweise DE 10 2012 201 884 A1. Es ist bekannt, solche Ultraschallsensoren einteilig aus einem Kunststoff auszubilden.

Der Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, einen Schallwandler zu entwickeln, dessen Schwingungsverhalten von Membran und Membrantopf einfacher eingestellt werden können.

5 Offenbarung der Erfindung

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Schallwandler gemäß des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Der Schallwandler umfasst einen Membrantopf, ein Wandlerelement und ein Gehäuse. Der Membrantopf selbst weist hierbei eine
10 Membran und eine Wandung auf. Die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses ist einstückig aus einem Kunststoff ausgebildet. Beispiele für solch einen Kunststoff sind Epoxidharz, Polyurethan, Polyamid oder Polyoxymethylen. Der Kunststoff bezeichnet hierbei ein Matrixmaterial, also entsprechend den Grundwerkstoff des Schallwandlers.
15 Durch Verwendung eines solchen einheitlichen Matrixwerkstoffes kann der Schallwandler beispielsweise in nur einem Prozess einteilig erzeugt werden. In mindestens einem ersten Bereich des Membrantopfs ist der Kunststoff, aus dem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind, mit einem ersten Füllstoff gefüllt. Durch
20 die Füllung des Kunststoffs mit dem ersten Füllstoff in dem mindestens einen ersten Bereich des Membrantopfs kann das Schwingverhalten des Membrantopfs einfach auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Bereiche des Membrantopfs, die bei einer Anregung der Membran durch Ultraschallsignale weniger stark mitschwingen sollen, können in diesem
25 Zusammenhang beispielsweise mit einem Füllstoff gefüllt sein und somit eine höhere innere Dämpfung aufweisen, als Bereiche ohne Füllstoff. Möglichkeiten zur Herstellung solch eines Schallwandlers sind beispielsweise das Multi-Materialspritzgussverfahren oder das Injektionsverfahren. Durch die konstruktive Gestaltung des zugehörigen Werkzeugs und einer vorgesehenen zeitlichen
30 Abfolge der Injektion können verschiedene Bereiche im Schallwandler erzeugt werden.

Vorzugsweise ist der Kunststoff, aus dem der Membrantopf einstückig ausgebildet ist, nicht vollständig mit dem ersten Füllstoff gefüllt. Es ist
35 mindestens ein zweiter Bereich des Membrantopfs ausgebildet, der frei von

jeglichen Füllstoffen ist. So kann beispielsweise der Kunststoff in dem Bereich der Wandung des Membrantopfs mit dem ersten Füllstoff gefüllt sein, der Kunststoff im Bereich der Membran jedoch frei von dem ersten Füllstoff sein. Somit können ungewollte Schwingungen der Wandung verhindert oder
5 zumindest reduziert werden. Es besteht in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit, Bereiche des Membrantopfs, welche im Vergleich zu anderen Bereichen keine hohe Funktionsfähigkeit erfordern, mit sogenannten inaktiven Füllstoffen zu füllen. Solche inaktiven Füllstoffe sind als Werkstoffe deutlich billiger als das Kunststoffmaterial und dienen dazu den Kunststoff zu strecken.
10 Alternativ oder zusätzlich ist mindestens ein dritter Bereich des Membrantopfs ausgebildet, innerhalb dessen der Kunststoff mit einem zweiten Füllstoff gefüllt ist, der unterschiedlich zu dem ersten Füllstoff ist. Somit ergibt sich eine weitere Möglichkeit, zur Einstellung des Schwingverhaltens des Membrantopfs. Beispielsweise kann der Kunststoff in bestimmten Bereichen der Membran mit
15 zueinander unterschiedlichen Füllstoffen gefüllt sein, um somit eine bestimmte, gewünschte Richtcharakteristik des Schallwandlers zu erreichen. In dem ersten und/oder dritten Bereich des Membrantopfs liegt der Volumenanteil der Füllstoffe zwischen 5 und 80 Prozent. Vorzugsweise liegt der Volumenanteil der Füllstoffe zwischen 15 und 60 Prozent. Der Volumenteil in dem ersten und dritten Bereich
20 des Membrantopfs kann jeweils gleich oder unterschiedlich sein

Bevorzugt handelt es sich bei dem ersten oder zweiten Füllstoff um Kurzfasern. Kurzfasern weisen den Vorteil eines relativ hohen Elastizitätsmoduls bei gleichzeitig geringem Gewicht gegenüber anderen möglichen Füllstoffen auf.
25 Somit ist beispielsweise eine Ausbildung der Wandung des Membrantopfs mit geringer Wandstärke im Vergleich zu Wandungen aus Kunststoff ohne Füllung mit Kurzfasern möglich. Alternativ kann es sich bei dem ersten und zweiten Füllstoff um Kurzfasern handeln. Somit kann beispielsweise der Kunststoff in einem Bereich des Membrantopfs mit geschnittenen Kohlenstofffasern und in
30 einem zweiten Bereich zumindest teilweise mit Kurzglasfasern gefüllt sein. Kurzfasern aus im Wesentlichen Kohlenstoff weisen ein im Vergleich zu den kurzen Glasfasern höheres Elastizitätsmodul auf und sind daher für Bereiche zu bevorzugen, in denen eine höhere Steifigkeit erforderlich ist. Kurze Glasfasern weisen demgegenüber eine höhere Zug- und Druckfestigkeit auf, was zu einer

Aussteifung des Kunststoffes bei gleichzeitiger Erhaltung einer gewissen Flexibilität sorgen kann.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem ersten oder zweiten Füllstoff um wenigstens ein Material, welches eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind. Ein Beispiel hierfür ist Metallpulver aus Aluminium und/oder Messing und/oder Edelstahl. Die Partikel des Metallpulvers können hierbei eine symmetrische Form in Form beispielsweise einer Kugel aufweisen. Alternativ können die Partikel des Metallpulvers aber auch eine unsymmetrische Form aufweisen. Bevorzugt ist die Partikelgröße kleiner als die kleinste Abmessung des Schallwandlers. Ein Kunststoff, welcher mit solch einem Füllstoff gefüllt ist, weist eine größere Dichte und Steifigkeit im Vergleich zu einem ungefüllten Kunststoff auf. Durch die Erhöhung der Dichte und Steifigkeit kann beispielsweise die akustische Impedanz von bestimmten Bereichen des Membrantopfs erhöht werden. Auch weist beispielsweise ein Kunststoff, welcher mit solch einem Füllstoff gefüllt ist, eine erhöhte Robustheit gegenüber dem Eindringen von Fremdpartikeln auf. So können beispielsweise Bereiche, die gegenüber der äußeren Umgebung nicht abgeschlossen sind, zum Schutz gegenüber Fremdpartikeln mit solch einem Füllstoff gefüllt sein. Abhängig von dem Metall, aus dem das Metallpulver ausgebildet ist, ist die Wirkung der oben beschriebenen Effekte unterschiedlich stark ausgeprägt. So weist Aluminium beispielsweise eine niedrigere Dichte und ein geringeres Elastizitätsmodul auf, als Messing. So kann es auch sein, dass es sich bei dem ersten und zweiten Füllstoff um wenigstens ein Material, welches eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind, handelt. Ein erster Bereich, der einen hohen Schutz gegenüber dem Eindringen von Fremdpartikeln aufweisen sollte, kann beispielsweise aus einem mit Messingpulver gefüllten Kunststoff ausgebildet sein. Ein zweiter Bereich des Membrantopfs, der vergleichsweise keinen hohen Schutz gegenüber dem Eindringen von Fremdpartikeln verlangt kann mit einem Füllstoff gefüllt sein, welcher in der Herstellung vergleichsweise billig ist.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem ersten oder zweiten Füllstoff um wenigstens ein Material, welches eine niedrigere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind. Insbesondere handelt es sich hierbei um luftgefüllte Glashohlkörper oder luftgefüllte Kunststoffhohlkörper. Bei dem Kunststoff, aus dem die Kunststoffhohlkörper ausgebildet sind, kann es sich beispielsweise um denselben Kunststoff handeln, aus welchem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind. Alternativ kann es sich aber auch um einen unterschiedlichen Kunststoff handeln. Die Hohlkörper können hierbei eine symmetrische Form in Form beispielsweise einer Kugel oder einer Hohlfaser aufweisen. Alternativ können die Hohlkörper auch eine unsymmetrische Form aufweisen. Bevorzugt ist die Hohlkörpergröße kleiner als die kleinste Abmessung des Schallwandlers. Ein Kunststoff, welcher mit solch einem Füllstoff gefüllt ist, weist eine geringere Dichte und Steifigkeit im Vergleich zu einem ungefüllten Kunststoff auf. Durch die Verringerung der Dichte und Steifigkeit kann beispielsweise die akustische Impedanz von bestimmten Bereichen des Membrantopfs verringert werden. Somit kann beispielsweise die Richtcharakteristik der Membran des Membrantopfs eingestellt werden. Auch kann es sich bei dem ersten und zweiten Füllstoff um ein Material handeln, welches eine niedrigere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran, die Wandung des Membrantopfs und zumindest ein Teil des Gehäuses einstückig ausgebildet sind. Luftgefüllte Glashohlkörper sind in der Herstellung beispielsweise billiger als luftgefüllte Kunststoffhohlkörper, besitzen dafür aber geringere Dichte und Steifigkeit als luftgefüllte Kunststoffhohlkörper. Diese unterschiedlichen Eigenschaften können für unterschiedliche Bereiche des Membrantopfs genutzt werden.

Bevorzugt ist die Membran des Membrantopfs zumindest teilweise aus dem mit dem ersten Füllstoff gefüllten Kunststoff ausgebildet. Hierbei ergeben sich vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung der Membran. Beispielsweise kann der Kunststoff zumindest in einem inneren, kreisförmigen Bereich der Membran mit einem ersten Füllstoff gefüllt sein. So kann beispielsweise die Impedanz der Membran auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Auch kann beispielsweise der Kunststoff in einem inneren, ellipsenförmigen Bereich der

Membran mit einem ersten Füllstoff gefüllt sein. So kann die Richtcharakteristik der Membran optimiert werden. Vorzugsweise ist der Kunststoff im Bereich der Wandung des Membrantopfs und des zumindest einen Teil des Gehäuses frei von Füllstoffen. Hierdurch ergibt sich ein preisgünstiger Schallwandler.

5

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Ultraschallsensor mit dem zuvor beschriebenen Schallwandler.

Kurze Beschreibung der Figuren

10

Figuren 1 bis 8 zeigen schematisch verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Schallwandlers.

Figur 9 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Ultraschallsensor.

15

Figur 1 zeigt in der Draufsicht eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallwandlers 10a. Die gestrichelte Linie 35 soll hierbei die in dieser Draufsicht nicht erkennbare Innenfläche der Wandung des Membrantopfs darstellen. Die weitere gestrichelte Linie 45 stellt hierbei die in dieser Draufsicht nicht erkennbare Innenfläche eines Teils des Gehäuses 40 dar.

20

Der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 des Schallwandlers 10a einstückig ausgebildet sind, ist in dieser ersten Ausführungsform in einem ersten Bereich 30a, welcher der Membran 5 entspricht, vollständig mit einem ersten Füllstoff gefüllt. Bei dem ersten Füllstoff handelt es sich um ein Material, welches eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. Beispielsweise kann es sich bei dem ersten Füllstoff um ein Metall und/oder eine Keramik handeln. Durch diese Ausgestaltung kann nicht nur die Übertragung von Schwingungen auf den Gehäuseteil 40 reduziert werden, sondern es können zusätzlich die mechanischen Eigenschaften der Membran 5 derart eingestellt werden, dass ein bestimmtes vorgegebenes Abstrahlverhalten erreicht wird. Zum anderen wird hiermit die Robustheit der

25

30

Membran 5 gegenüber dem Eindringen von Fremdartikel in das Innere des Schallwandlers 10a erhöht.

Figur 2 zeigt in der Draufsicht eine zweite Ausführungsform des
5 erfindungsgemäßen Schallwandlers 10b. Hierbei ist im Unterschied zu der ersten
Ausführungsform des Schallwandlers 10a in Figur 1, der Kunststoff in einem
ersten kreisförmigen Bereich 30b im Zentrum der Membran 5 mit Kurzfasern als
erste Füllstoffe gefüllt. In einem zweiten Bereich 30c, der den ersten Bereich 30b
ringförmig umgibt, ist der Kunststoff mit einem zweiten Füllstoff gefüllt, welcher
10 eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die
Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40
einstückig ausgebildet sind. In einem äußeren Rand 30d der Membran 5, sowie
im Rest des Schallwandlers 10b ist der Kunststoff hierbei wieder mit dem ersten
Füllstoff gefüllt. Durch die Gestaltung des Schallwandlers mit in bestimmten
15 Bereichen unterschiedlich verstärkter Membran 5 bietet sich die Möglichkeit zwei
oder mehr resonante Arbeitsfrequenzen mit unterschiedlichen
Richtcharakteristiken der Schallabstrahlung und des Schallempfangs zu
realisieren. Mehrere Arbeitsfrequenzen können mit Hilfe einer geeigneten
Elektronik genutzt werden, um Situationsabhängig eine geeignete
20 Richtcharakteristik auszuwählen.

Figur 3 zeigt in der Draufsicht eine dritte Ausführungsform des
erfindungsgemäßen Schallwandlers 10c. Hierbei ist einem ersten,
25 ellipsenförmigen Bereich 30f im Zentrum der Membran 5 der Kunststoff mit
einem ersten Füllstoff gefüllt, welcher eine niedrigere Dichte aufweist, als der
Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und
zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. In einem dritten
Bereich im Rest des Schallwandlers 10c ist der Kunststoff hierbei frei von
Füllstoffen. Auch hiermit lassen sich die mechanischen Eigenschaften der
30 Membran 5 derart eingestellt werden, dass ein bestimmtes vorgegebenes
Abstrahlverhalten erreicht wird.

Figur 4 zeigt eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen
Schallwandlers 10d im Längsschnitt. Hierbei ist der Kunststoff in einem ersten
35 Bereich 30g im Zentrum der Membran 5 mit einem ersten Füllstoff gefüllt,

welcher eine niedrigere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. Der Kunststoff ist in einem zweiten Bereich 30h im Randbereich der Membran und im Bereich der Wandung des Membrantopfs 20 demgegenüber mit einem zweiten Füllstoff gefüllt, welcher eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. In einem dritten Bereich im Sensorgehäuse 40 ist der Kunststoff hierbei frei von Füllstoffen. Durch diese Gestaltung des Schallwandlers lässt sich beispielsweise verhindern, dass sich die Schwingungen der Membran 5 auf den Membrantopf 20 und weiter auf das Sensorgehäuse 40 ausbreiten.

Figur 5 zeigt eine fünfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallwandlers 10e im Längsschnitt. Hierbei ist im Unterschied zu der vierten Ausführungsform in Figur 4, der Kunststoff im Randbereich 30j der Membran 5, in der Wandung des Membrantopfs 20 und in dem Teil des Sensorgehäuses 40 mit Kurzfasern gefüllt.

In Figur 6 ist wiederum im Unterschied zu der fünften Ausführungsform in Figur 5 der Kunststoff in einem ersten Bereich 30k, welcher der Membran 5 entspricht, vollständig mit dem ersten Füllstoff gefüllt. Der erste Füllstoff weist hierbei eine niedrigere Dichte auf, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind.

Auch durch die in Figur 5 und Figur 6 gezeigten Ausführungsformen des Schallwandlers 10e und 10f lassen sich beispielsweise verhindern, dass Membrantopf und Sensorgehäuse während einer Schwingung der Membran mitschwingen.

Figur 7 zeigt im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsformen einen Schallwandler 10g, bei dem die Membran 5 zumindest teilweise zweilagig ausgebildet ist. Der Kunststoff ist hierbei in einem ersten Bereich, in einer unteren Lage 30l der Membran 5, welche zur Innenseite des Schwallwandlers

10g gerichtet ist, mit einem ersten Füllstoff gefüllt. Der erste Füllstoff weist hierbei eine niedrigere Dichte auf, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. In einer zweiten Lage 30m der Membran 5, welche zur Außenumgebung des Schallwandlers 10g gerichtet ist, ist der Kunststoff demgegenüber mit Kurzfasern gefüllt. Figur 8 zeigt demgegenüber eine weitere Möglichkeit der Gestaltung, bei der jedoch die untere Lage 30n der Membran 5 mit einem ersten Füllstoff gefüllt ist, welcher eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran 5, die Wandung des Membrantopfs 20 und zumindest ein Teil des Gehäuses 40 einstückig ausgebildet sind. Durch die zweilagige Ausbildung der Membran können in beiden Fällen Impedanzanpassungsschichten zur Anwendung des Schallwandlers z.B. in Wasser erzeugt werden.

Figur 9 zeigt schematisch in einem Längsschnitt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors 60. In diesem Fall umfasst der Ultraschallsensor 60 den Schallwandler 10e gemäß Figur 5. Er könnte jedoch auch jede andere Schallwandlerform gemäß der vorherigen Ausführungsformen umfassen. Zusätzlich weist der Ultraschallsensor 60 hierbei ein Wandlerelement 70 in Form eines Piezoelements auf, welches an der Unterseite der Membran 5e angeordnet ist. Das Wandlerelement 70 ist hierbei über ein Verbindungskabel 90 mit den elektronischen Bauteilen 80 des Ultraschallsensors 60 verbunden. Bei den elektronischen Bauteilen 90 des Ultraschallsensors 60 kann es sich beispielsweise um eine Leiterplatte und/oder eine Recheneinheit des Ultraschallsensors 60 handeln.

30

35

Ansprüche

- 5 1. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) umfassend einen Membrantopf (20), ein Wandlerelement (70) und ein Gehäuse (40), wobei der Membrantopf (20) eine Membran (5) und eine Wandung aufweist, wobei die Membran (5), die Wandung des Membrantopfs (20) und zumindest ein Teil des Gehäuses (40) einstückig aus einem Kunststoff ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass in 10 mindestens einem ersten Bereich (30a, 30b, 30f, 30g, 30i, 30k, 30l, 30n) des Membrantopfs (20) der Kunststoff mit einem ersten Füllstoff gefüllt ist.
- 15 2. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein zweiter Bereich des Membrantopfs (20) ausgebildet ist, wobei der Kunststoff in dem mindestens einen zweiten Bereich (30c, 30h, 30j, 30m, 30o, 31) des Membrantopfs (20) frei von Füllstoffen ist.
- 20 3. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein dritter Bereich (30e, 32) des Membrantopfs (20) ausgebildet ist, wobei der Kunststoff in dem mindestens einen dritten Bereich (30e, 32) mit zu dem mindestens einen ersten Bereich (30a, 30b, 30f, 30g, 30i, 30k, 30l, 25 30n) des Membrantopfs (20) unterschiedlichen zweiten Füllstoff gefüllt ist.
- 30 4. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten und/oder zweiten Füllstoff um Kurzfasern handelt.
- 35 5. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten oder zweiten Füllstoff um wenigstens ein Material, insbesondere ein Metall und/oder eine Keramik, handelt, welches eine höhere Dichte aufweist, als der Kunststoff, aus dem die Membran (5), die Wandung

des Membrantopfs (20) und zumindest ein Teil des Gehäuses (40) einstückig ausgebildet sind.

- 5
6. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten oder zweiten Füllstoff um wenigstens ein Material, insbesondere luftgefüllte Glashohlkörper und/oder luftgefüllte Kunststoffhohlkörper, handelt, die eine niedrigere Dichte aufweisen, als der Kunststoff, aus dem die Membran (5), die Wandung des Membrantopfs (20) und
- 10
- zumindest ein Teil des Gehäuses (40) einstückig ausgebildet sind.
7. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (5) des Membrantopfs (20) zumindest teilweise aus dem mit dem ersten Füllstoff gefüllten Kunststoff ausgebildet ist.
- 15
8. Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung des Membrantopfs (20) und der zumindest eine Teil des Gehäuses (40) frei von Füllstoffen sind.
- 20
9. Ultraschallsensor (60) mit einem Schallwandler (10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 10g, 10h) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
- 25
- 30
- 35

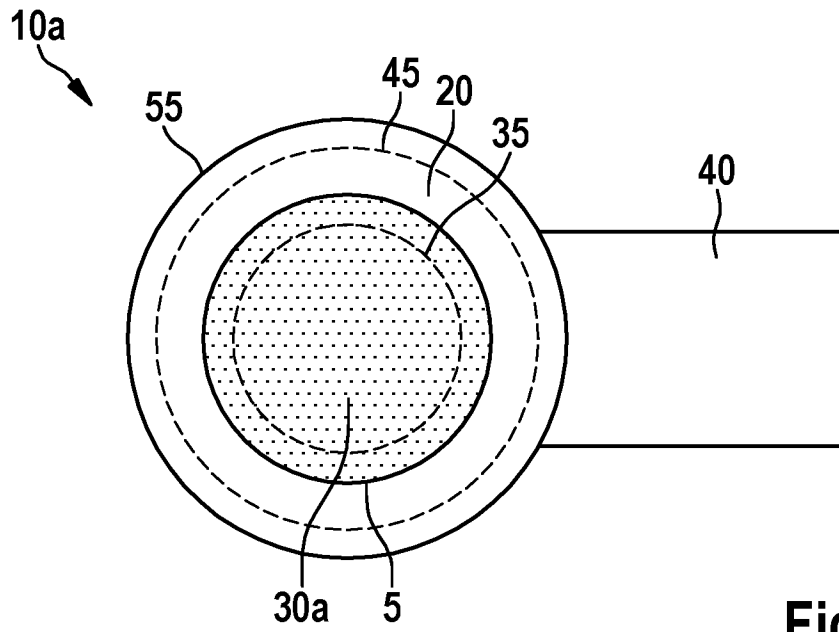


Fig. 1

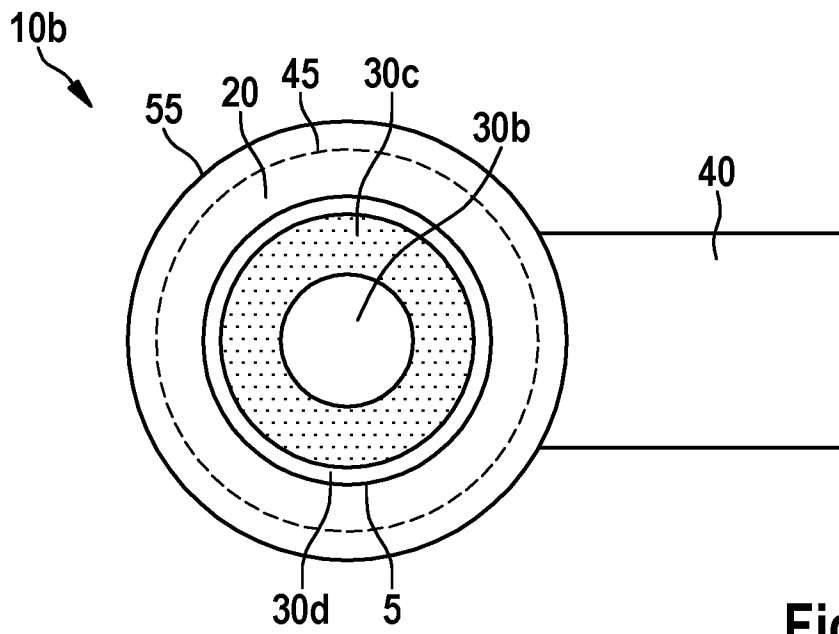


Fig. 2

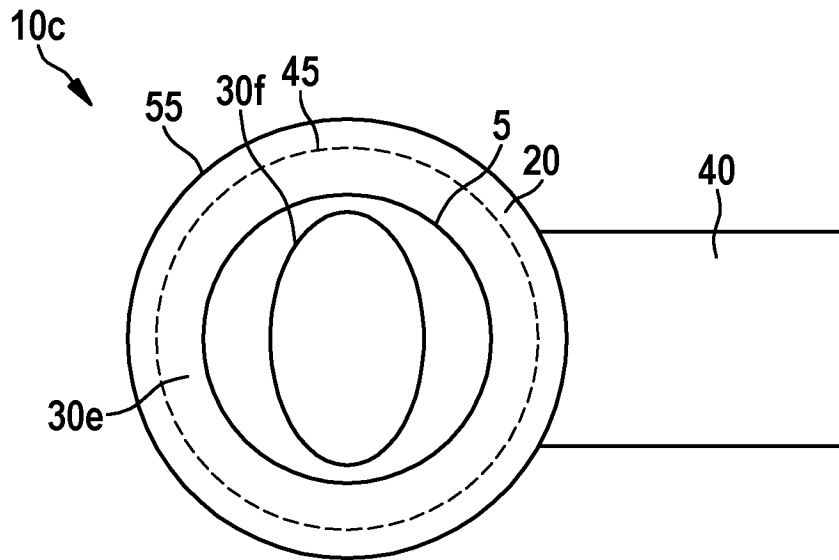


Fig. 3

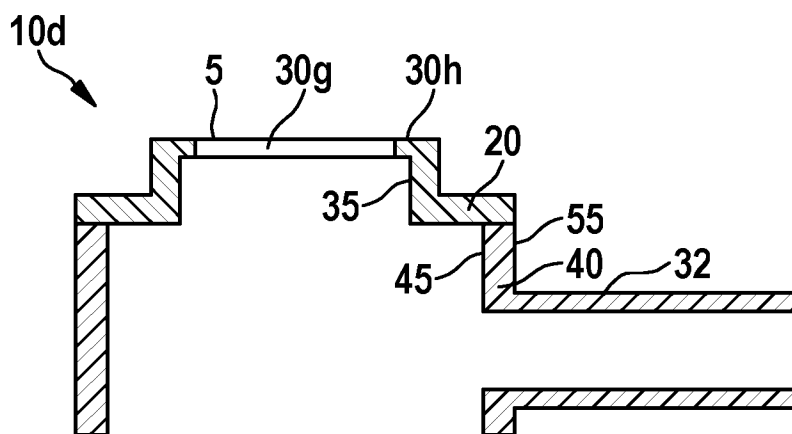


Fig. 4

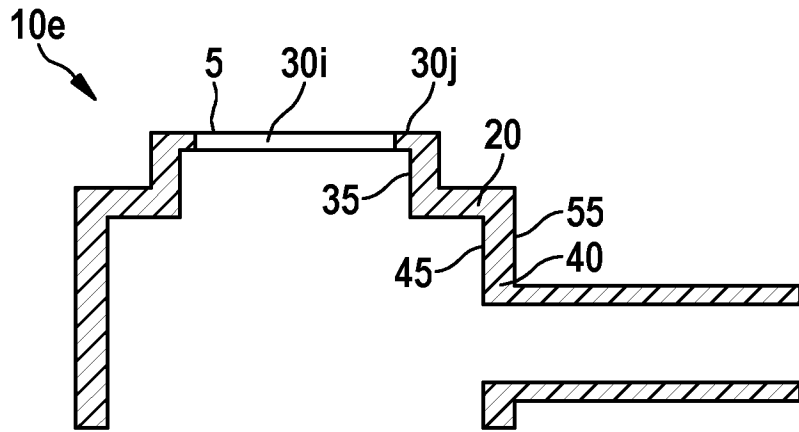


Fig. 5

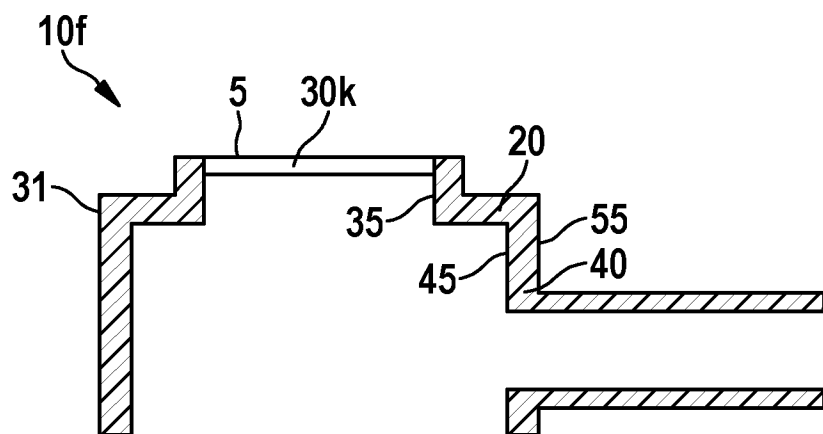


Fig. 6

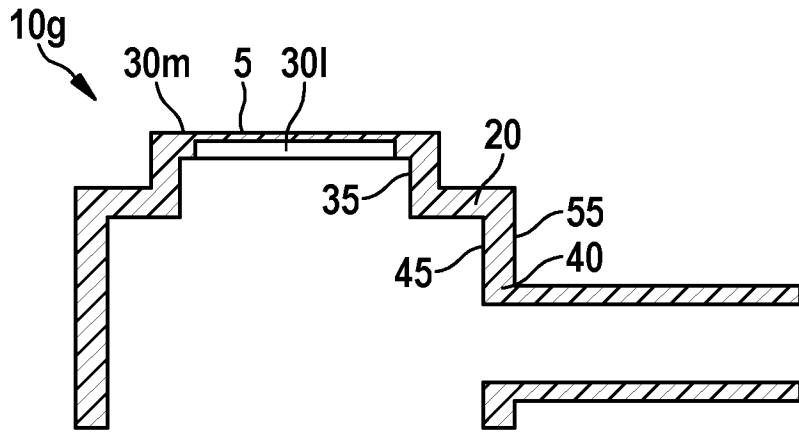


Fig. 7

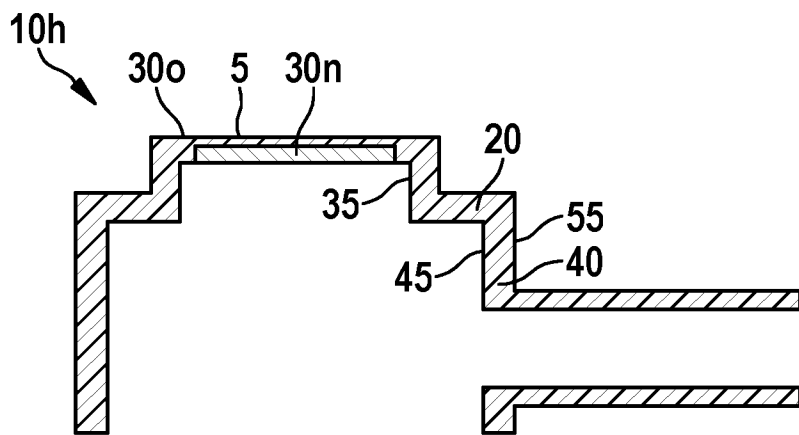


Fig. 8

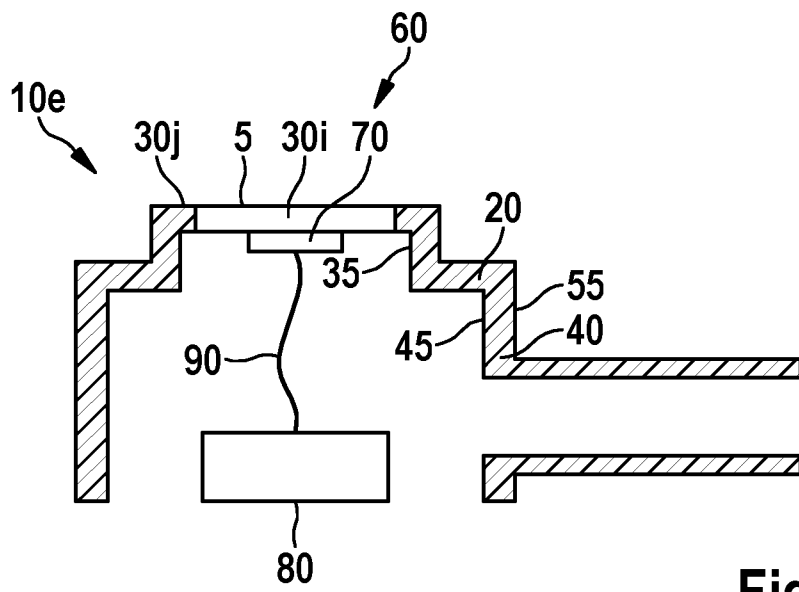


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/058506

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G10K 9/122</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/521</i> (2006.01)i; <i>G10K 9/22</i> (2006.01)i; <i>H04R 17/00</i> (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) B06B; H04R; G10K; G01S; H04S		
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.
Y A	DE 102013222076 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 April 2015 (2015-04-30) paragraph [0007] - paragraph [0009] paragraph [0013] paragraph [0022] figure 1 claim 1	1-3,5-7,9 4,8
Y A	DE 102010018993 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 03 November 2011 (2011-11-03) paragraph [0012] paragraph [0020] - paragraph [0021] figure 1	1-3,5-7,9 4,8
A	DE 102006040344 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 06 March 2008 (2008-03-06) paragraph [0008] - paragraph [0013]	1-9
A	DE 102006050037 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 April 2008 (2008-04-30) paragraph [0010] - paragraph [0018] figure 2	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 06 August 2019		Date of mailing of the international search report 13 August 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 Hippchen, Sabine Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/058506

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102013222076	A1	30 April 2015	NONE	
DE	102010018993	A1	03 November 2011	NONE	
DE	102006040344	A1	06 March 2008	AU 2007291400 A1	06 March 2008
				CN 101512637 A	19 August 2009
				DE 102006040344 A1	06 March 2008
				EP 2059922 A2	20 May 2009
				JP 5322939 B2	23 October 2013
				JP 2010501869 A	21 January 2010
				US 2009314575 A1	24 December 2009
				WO 2008025608 A2	06 March 2008
DE	102006050037	A1	30 April 2008	CN 101529272 A	09 September 2009
				DE 102006050037 A1	30 April 2008
				EP 2082258 A1	29 July 2009
				ES 2401464 T3	19 April 2013
				KR 20090074055 A	03 July 2009
				RU 2009119360 A	27 November 2010
				US 2010296692 A1	25 November 2010
				US 2014026396 A1	30 January 2014
				US 2017034637 A1	02 February 2017
				WO 2008049681 A1	02 May 2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/058506

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G10K9/122 G01S7/521 G10K9/22 H04R17/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B06B H04R G10K G01S H04S

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.
Y A	DE 10 2013 222076 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. April 2015 (2015-04-30) Absatz [0007] - Absatz [0009] Absatz [0013] Absatz [0022] Abbildung 1 Anspruch 1 -----	1-3,5-7, 9 4,8
Y A	DE 10 2010 018993 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 3. November 2011 (2011-11-03) Absatz [0012] Absatz [0020] - Absatz [0021] Abbildung 1 -----	1-3,5-7, 9 4,8
A	DE 10 2006 040344 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. März 2008 (2008-03-06) Absatz [0008] - Absatz [0013] ----- -/--	1-9

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. August 2019	13/08/2019

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 Hippchen, Sabine
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 050037 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. April 2008 (2008-04-30) Absatz [0010] - Absatz [0018] Abbildung 2 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/058506

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013222076 A1	30-04-2015	KEINE	

DE 102010018993 A1	03-11-2011	KEINE	

DE 102006040344 A1	06-03-2008	AU 2007291400 A1	06-03-2008
		CN 101512637 A	19-08-2009
		DE 102006040344 A1	06-03-2008
		EP 2059922 A2	20-05-2009
		JP 5322939 B2	23-10-2013
		JP 2010501869 A	21-01-2010
		US 2009314575 A1	24-12-2009
		WO 2008025608 A2	06-03-2008

DE 102006050037 A1	30-04-2008	CN 101529272 A	09-09-2009
		DE 102006050037 A1	30-04-2008
		EP 2082258 A1	29-07-2009
		ES 2401464 T3	19-04-2013
		KR 20090074055 A	03-07-2009
		RU 2009119360 A	27-11-2010
		US 2010296692 A1	25-11-2010
		US 2014026396 A1	30-01-2014
		US 2017034637 A1	02-02-2017
		WO 2008049681 A1	02-05-2008
