

(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
18. August 2016 (18.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/128090 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B06B 1/06 (2006.01) *H01L 41/083* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/079360
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2015 (11.12.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 202 396.6
11. Februar 2015 (11.02.2015) 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). **SCHEUFELE, Bernd**;
Hirschgartenstr. 36, 73257 Koengen (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, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER ASSEMBLY

(54) Bezeichnung : ULTRASCHALLWANDLERANORDNUNG

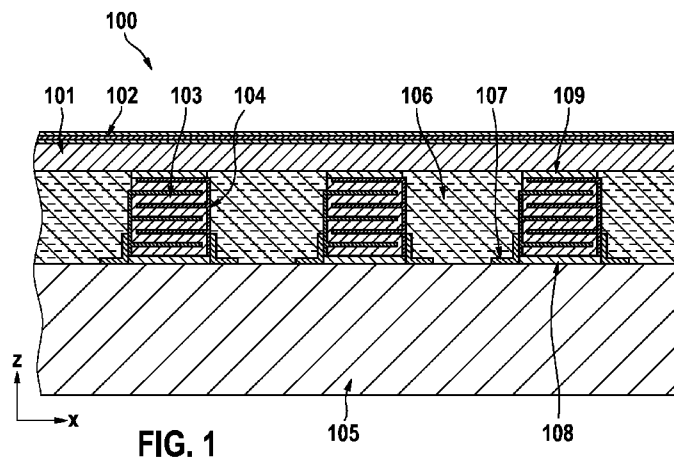


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a sound transducer assembly (100, 200, 300, 400, 500), comprising at least two piezoelectric ultrasonic transducers (103, 203, 303, 403, 503), wherein each piezoelectric transducer (103, 203, 303, 403, 503) comprises a first side, which has a first connecting layer (108, 208, 308, 408, 508), and a second side, which lies opposite the first side and has a second connecting layer (109, 209, 309, 409, 509), wherein the first connecting layer (108, 208, 308, 408, 508) is arranged on a supporting element (105, 205, 305), wherein a membrane layer (101, 201, 301, 401, 501), which acts as a membrane in some regions, is arranged above the second connecting layer (109, 209, 309, 409, 509), wherein there are first intermediate spaces (106, 206, 306, 406, 506) between two piezoelectric ultrasonic transducers (103, 203, 303, 403, 503), the supporting element (105, 205, 305), and the membrane layer (101, 201, 301, 401, 501) and damping material at least partially fills the first intermediate spaces (106, 206, 306, 406, 506).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/128090 A1



Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) mit mindestens zwei piezoelektrischen Ultraschallwandlern (103, 203, 303, 403, 503), wobei jeder piezoelektrische Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) eine erste Seite umfasst, die eine erste Verbindungsschicht (108, 208, 308, 408, 508) aufweist und eine der ersten Seite gegenüberliegende zweite Seite umfasst, die eine zweite Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) aufweist, wobei die erste Verbindungsschicht (108, 208, 308, 408, 508) auf einem Trägerelement (105, 205, 305) angeordnet ist, wobei oberhalb der zweiten Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) eine Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) angeordnet ist, die bereichsweise als Membran fungiert, wobei zwischen zwei piezoelektrischen Ultraschallwandlern (103, 203, 303, 403, 503), dem Trägerelement (105, 205, 305) und der Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) erste Zwischenräume (106, 206, 306, 406, 506) sind und Dämpfungsmaterial die ersten Zwischenräume (106, 206, 306, 406, 506) mindestens teilweise verfüllt.

5 Beschreibung

ULTRASCHALLWANDLERANORDNUNG

Stand der Technik

10

Die Erfindung betrifft eine Schallwandleranordnung mit mindestens zwei piezoelektrischen Ultraschallwandlern.

15

Die Schrift DE 30 20 872 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von Ultraschallschichtwandlern, bei denen eine Piezokeramik und thermoplastisches Kunststoffmaterial durch Heißverkleben miteinander verbunden werden. Zur Erzeugung der für das Verkleben notwendigen Wärmezufuhr wird in der Piezokeramik durch Anlegen elektrischer Signale Verlustwärme produziert.

20

In der Schrift DE 10 2008 049 788 A1 ist ein Ultraschallschichtwandler gezeigt, bei dem übereinander gestapelte Piezoelemente auf einer ersten Oberfläche eine erste Elektrodenschicht und auf der gegenüberliegenden Seite eine zweite Elektrodenschicht aufweisen. In Stapelrichtung orientierte Anschlüsse werden wahlweise durch die erste oder die zweite Elektrodenschicht kontaktiert. Durch

25

matrixförmig auf einem gemeinsamen Träger angeordnete Schichtwandler kann ein Ultraschallarray hergestellt werden. Nachteilig ist hierbei, dass die einzelnen Schichtwandler äußeren Einflüssen, sowohl mechanischer als auch elektrischer Art, ausgesetzt sind.

30

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die einzelnen Ultraschallwandler gegen äußere Einflüsse zu schützen.

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Schallwandleranordnung weist mindestens zwei piezoelektrische Ultraschallwandler auf, d. h. die Schallwandleranordnung ist als Schallwandlerarray ausgestaltet. Die Ultraschallwandler sind vorzugsweise Schichtwandler oder Stapelwandler. Dabei umfasst jeder piezoelektrische Ultraschallwandler eine erste Seite, die eine erste Verbindungsschicht aufweist. Eine der ersten Seite gegenüberliegende zweite Seite weist eine zweite Verbindungsschicht auf. Die erste Verbindungsschicht ist auf einem Trägerelement angeordnet. Oberhalb der zweiten Verbindungsschicht ist eine Membranschicht angeordnet, die bereichsweise als Membran fungiert. Die Membranschicht fungiert vorzugsweise an den Stellen als Membran, die oberhalb der piezoelektrischen Ultraschallwandler angeordnet sind. Durch die Anordnung der piezoelektrischen Ultraschallwandler, der Trägerplatte und der Membranschicht bilden sich Zwischenräume. Die Zwischenräume sind mindestens teilweise mit Dämpfungsmaterial verfüllt. Benachbart angeordnete piezoelektrische Ultraschallwandler weisen einen Abstand von typischerweise weniger als einer halben Luftschallwellenlänge auf, wobei die einzelnen Abstände gleich groß oder unterschiedlich groß gewählt werden können.

Der Vorteil ist hierbei, dass die einzelnen Ultraschallwandler bzw. Schichtwandler oder Stapelwandler gegenüber äußeren Einflüssen geschützt sind, da sie von einer einzigen Schicht, nämlich der Membranschicht, verdeckt bzw. bedeckt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Befestigung der piezoelektrischen Ultraschallwandler zwischen Trägerelement und Membranschicht die geometrische Anordnung der Ultraschallwandler im Schallwandlerarray sowie deren schwingungsmechanische Einspannung definiert.

In einer Weiterbildung weist die Membranschicht eine Strukturierung auf, sodass die Membranschicht erste Bereiche und zweite Bereiche aufweist. Die Dicke der ersten Bereiche ist größer als die Dicke der zweiten Bereiche. Die ersten Bereiche sind oberhalb der piezoelektrischen Ultraschallwandler angeordnet.

Vorteilhaft ist hierbei, dass die gegenseitige schwingungsmechanische Beeinflussung der piezoelektrischen Ultraschallwandler gering ist.

In einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen der zweiten Verbindungsschicht und der Membranschicht ein Wandlerkopf angeordnet, wobei dessen Fläche eine aktive Fläche des piezoelektrischen Ultraschallwandlers bestimmt. Unter aktiver Fläche wird dabei die Fläche verstanden über die die Schallaufnahme bzw. Schallabgabe erfolgt.

5

Der Vorteil ist hierbei, dass in Abhängigkeit der Fläche des Wandlerkopfs die Richtcharakteristik des Schallsendens bzw. Schallempfangs der Schallwandleranordnung eingestellt wird. Außerdem bestimmt die Größe der Fläche des Wandlerkopfs die Schallsendestärke bzw. die Schallempfangsempfindlichkeit wesentlich mit.

10

In einer Weiterbildung weist die Membranschicht mindestens teilweise eine Metallschicht auf. Die Metallschicht ist vorzugsweise innerhalb der Membranschicht angeordnet.

15

Vorteilhaft ist hierbei, dass eine EMV-Schirmung der Schallwandleranordnung auf einfache Weise realisierbar ist, wenn die Metallschicht an eine elektrische Masse angeschlossen ist.

20

In einer weiteren Ausgestaltung weist die erste Verbindungsschicht einen ersten Klebstoff und/oder die zweite Verbindungsschicht einen zweiten Klebstoff auf. Dabei weist der erste Klebstoff vorzugsweise andere Klebeeigenschaften auf als der zweite Klebstoff. Der erste Klebstoff erzeugt vorzugsweise eine starre Verbindung, damit der piezoelektrische Ultraschallwandler fest mit dem Trägerelement verbunden ist. Der zweite Klebstoff erzeugt vorzugsweise Verbindungen, die elastischer sind. Die Klebungen realisieren die schwingungsmechanische Ankopplung an Trägerelement und Membran.

25

Der Vorteil ist hierbei, dass zur Herstellung der Schallwandleranordnung einfache Aufbau- und Verbindungstechniken verwendet werden.

30

In einer Weiterbildung sind elektrische Kontakte auf dem Trägerelement angeordnet, die die piezoelektrischen Ultraschallwandler mit dem Trägerelement elektrisch verbinden.

35

In einer weiteren Ausgestaltung sind die elektrischen Kontakte als Kontaktfedern ausgestaltet, sodass die Kontaktfedern die piezoelektrischen Ultraschallwandler einklemmen.

5

Vorteilhaft ist hierbei, dass die Kontaktierung der piezoelektrischen Wandler Elemente einfach und robust ist.

10

In einer Weiterbildung weist jeder piezoelektrische Ultraschallwandler ein eigenes Trägerelement auf, wobei die einzelnen Trägerelemente beabstandet voneinander angeordnet sind, sodass sich zweite Zwischenräume bilden.

15

Der Vorteil ist hierbei, dass die piezoelektrischen Ultraschallwandler gegenseitig eine größere schwingungsmechanische Entkopplung aufweisen.

20

In einer weiteren Ausgestaltung verfüllt Dämpfungsmaterial mindestens teilweise die zweiten Zwischenräume.

In einer Weiterbildung stellt die Dicke der einzelnen Trägerelemente den Frequenzbereich der Schallwandleranordnung ein.

25

Vorteilhaft ist hierbei, dass die Frequenzen der einzelnen piezoelektrischen Ultraschallwandler individuell einstellbar sind.

In einer weiteren Ausgestaltung weist das Dämpfungsmaterial Silikon auf.

In einer Weiterbildung ist die Membranschicht rund oder elliptisch oder quadratisch oder rechteckig oder vieleckig ausgestaltet.

30

Der Vorteil ist hierbei, dass die Membranschicht an einen Einbauort der Schallwandleranordnung anpassbar ist.

35

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und beigefügter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

5

Figur 1 eine Schallwandleranordnung mit piezoelektrischen Ultraschallwandlern, einer Membranschicht und einem Trägerelement,

10

Figur 2 eine Schallwandleranordnung mit piezoelektrischen Ultraschallwandlern, einer strukturierten Membranschicht und einem Trägerelement,

15

Figur 3 eine Schallwandleranordnung mit piezoelektrischen Ultraschallwandlern, einer Membranschicht, Wandlerköpfen und einem Trägerelement,

20

Figur 4 eine Schallwandleranordnung mit piezoelektrischen Ultraschallwandlern, einer Membranschicht, Wandlerköpfen und mehreren Trägerelementen, und

25

Figur 5 eine Schallwandleranordnung mit piezoelektrischen Ultraschallwandlern, einer strukturierten Membranschicht und mehreren Trägerelementen.

30

Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung in x-z-Richtung einer Schallwandleranordnung 100 mit drei beispielhaft angeordneten piezoelektrischen Ultraschallwandlern 103, die ein Schallwandlerarray bilden. Das Schallwandlerarray kann dabei beliebige geometrische Grundformen der Schallwandlerpositionierungen annehmen, vorzugsweise linienförmig, matrixförmig oder oval. Die Ultraschallwandler 103 sind vorzugsweise Schichtwandler bzw. Stapelwandler. Der Abstand zwischen den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 103 beträgt vorzugsweise weniger als eine halbe Luftschallwellenlänge. Der Ultraschallwandler 103 besteht aus piezoelektrischem Material, das in mehreren Schichten angeordnet ist. Die

35

piezoelektrischen Schichten sind jeweils durch elektrisch leitfähige Schichten unterbrochen, z. B. Metall. Diese elektrisch leitfähigen Schichten bilden jeweils Elektroden für die Piezobereiche. Die Elektroden 104 sind für eine elektrische Kontaktierung auf elektrisch leitfähige Flächen seitlich des Ultraschallwandlers 103 herausgeführt, wobei die elektrisch leitfähigen Flächen entlang der Stapelrichtung der einzelnen Schichten des piezoelektrischen Ultraschallwandlers 103 angeordnet sind. Die piezoelektrischen Ultraschallwandler 103 sind beispielsweise durch auf einem Trägerelement 105 angeordnete elektrische Kontakte 107 mit Leiterbahnen verbunden, die in oder auf dem Trägerelement 105 angeordnet sind und beispielsweise zu einer Verstärkerelektronik führen. Die elektrischen Kontakte 107 sind mit den Elektroden 104 des piezoelektrischen Ultraschallwandlers 103 durch Löten, Leitkleben, Bonden oder Thermokompressionsschweißen verbunden. Alternativ sind auf dem Trägerelement 105 federnde Kontaktflächen, z. B. Kontaktfedern, angeordnet, die die piezoelektrischen Ultraschallwandler 103 einklemmen, um eine elektrische Verbindung herzustellen. Jeder piezoelektrische Ultraschallwandler 103 weist eine erste Verbindungsschicht 108 und eine zweite Verbindungsschicht 109 auf. Die beiden Verbindungsschichten 108 und 109 sind auf gegenüberliegenden Seiten des piezoelektrischen Ultraschallwandlers 103 im Wesentlichen im rechten Winkel zur Stapelrichtung der einzelnen Schichten des piezoelektrischen Ultraschallwandlers 103 angeordnet. Die erste Verbindungsschicht 108 ist auf dem Trägerelement 105 angeordnet. Das Trägerelement 105 ist beispielsweise als durchgehende Trägerplatte realisiert. Auf der zweiten Verbindungsschicht 109 ist eine Membranschicht 101 angeordnet. Die Membranschicht 101 fungiert bereichsweise an den Stellen als Membran, die über die zweite Verbindungsschicht 109 mit den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 103 verbunden sind, d. h. an den Stellen an denen die Ultraschallwellen erzeugt werden. Die Membranschicht 101 ist an diesen Stellen vorzugsweise beweglicher bzw. elastischer. Die piezoelektrischen Ultraschallwandler 103 sind beispielsweise über eine Klebeverbindung an die gemeinsame Array-Membran angeschlossen. Die piezoelektrischen Ultraschallwandler 103 sind so zwischen der Membranschicht 101 und dem Trägerelement 105 angeordnet, dass sich erste Zwischenräume 106 bilden. Die ersten Zwischenräume 106 sind mindestens teilweise mit einem Dämpfungsmaterial gefüllt, beispielsweise silikonbasiert.

Figur 2 zeigt eine Schallwandleranordnung 200 mit einer strukturierten Membranschicht 201 in einer Schnittdarstellung in x-z-Richtung. Der restliche Aufbau der Schallwandleranordnung 200 entspricht dem Aufbau der Schallwandleranordnung 100 aus Figur 1. Die Membranschicht 201 weist bereichsweise unterschiedliche Schichtdicken auf. Ein erster Bereich 210 weist eine größere Schichtdicke auf als ein zweiter Bereich 211. Die ersten Bereiche 210 sind oberhalb der piezoelektrischen Ultraschallwandler 203 angeordnet, d. h. die Strukturierung ist auf die Position der piezoelektrischen Ultraschallwandler 203 in der Schallwandleranordnung 200 abgestimmt. Dabei ist vorzugsweise die strukturierte Membranseite den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 203 zugewandt. Die ersten Bereiche 210 sind mittels der zweiten Verbindungsschicht 209 mit den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 203 verbunden. Eine horizontale Ausbreitung der ersten Bereiche 210 in der dargestellten Schnittebene kann größer, kleiner oder gleich groß sein wie eine horizontale Ausbreitung der piezoelektrischen Ultraschallwandler 203. Die zweiten Bereiche 211 sind zwischen den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 203 angeordnet und haben vorzugsweise eine geringere horizontale Ausbreitung als die ersten Bereiche 210. Die zweiten Bereiche 211 dienen zur Reduzierung der schwingungsmechanischen Kopplungen zwischen den einzelnen piezoelektrischen Ultraschallwandler 203.

Die Schichtdicke der Membranschicht 101 und 201 liegt vorzugsweise zwischen 50 μm – 750 μm . Eine solche Schichtdicke bewirkt eine ausreichende Schutzwirkung gegen äußere, z.B. mechanische Einwirkungen, und zugleich eine ausreichende Beweglichkeit bzw. Nachgiebigkeit der Membranschicht für eine gute Schallabstrahlung und einen guten Schallempfang.

Figur 3 zeigt eine Schallwandleranordnung 300 mit Wandlerköpfen 312 in einer Schnittdarstellung in x-z-Richtung. Die Wandlerköpfe sind zwischen den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 303 und der Membranschicht 301 angeordnet. Der restliche Aufbau der Schallwandleranordnung 300 entspricht dem Aufbau der Schallwandleranordnung 100 aus Figur 1. Jeder Wandlerkopf 312 ist einem piezoelektrischen Ultraschallwandler 303 zugeordnet und definiert durch seinen Querschnitt wesentlich die aktive Fläche des piezoelektrischen

Ultraschallwandlers 303 in Bezug auf Schallaufnahme bzw. Schallabgabe. Die Wandlerköpfe 312 weisen ein hohes Elastizitätsmodul auf, mindestens 1000 N/mm und wirken als Masse. In Verbindung mit den piezoelektrischen Ultraschallwandlern 303, die das federnde Element repräsentieren, ergibt sich ein Feder-Masse-System, das auf dem Trägerelement aufgebracht ist. Die Resonanzfrequenz dieses Feder-Masse-Systems bestimmt somit die Frequenz des Schallwandlerarrays, wobei die Frequenz des Schallwandlerarrays insbesondere zwischen 20 kHz – 150 kHz liegt. Die Schichtdicke der Membranschicht 301 ist vorzugsweise kleiner als die Schichtdicke der Membranschichten 101 und 201. Das Verwenden der reduzierten Membranschichtdicke ist aufgrund des Verbundes mit den zusätzlichen Wandlerköpfen möglich. Die Schichtdicke liegt zwischen 50 μm – 500 μm , vorzugsweise zwischen 70 μm – 300 μm . Die Reduzierung der Membranschichtdicke verbessert die Beweglichkeit bzw. Nachgiebigkeit der Membranschicht weiter. Im Vergleich mit den Membranschichten 101 und 201 geht damit eine geringere Steifigkeit der Membranschicht 301 einher, dies reduziert das Übersprechen zwischen den Wandlerelementen weiter.

Figur 4 zeigt eine Schallwandleranordnung 401 mit mehreren Trägerelementen 405 in einer Schnittdarstellung in x-z-Richtung, wobei jedem piezoelektrischen Ultraschallwandler 403 ein eigenes Trägerelement zugeordnet ist. Der restliche Aufbau der Schallwandleranordnung 400 entspricht dem Aufbau der Schallwandleranordnung 300 aus Figur 3. Die Trägerelemente 405 sind beabstandet voneinander angeordnet. Diese Abstände bilden zweite Zwischenräume 413. Die zweiten Zwischenräume sind mindestens teilweise mit Dämpfungsmaterial verfüllt. Dadurch entstehen für jeden einzelnen piezoelektrischen Ultraschallwandler 403 Rückmasseelemente, d. h. träge Massen, auf denen die piezoelektrischen Ultraschallwandler 403 jeweils getrennt aufgebracht sind. Dadurch wird die schwingungsmechanische Entkopplung weiter verbessert. Die Schallwandleranordnung 400 wird durch die Membranschicht 401 und den Verguss mit Dämpfungsmaterial stabilisiert. Das Dämpfungsmaterial umschließt auch die Rückseite der Rückmasseelemente.

Figur 5 zeigt eine Schallwandleranordnung 500 mit mehreren Trägerelementen 505 in einer Schnittdarstellung in x-z-Richtung. Dabei ist jedem Trägerelement

505 ein piezoelektrischer Ultraschallwandler 503 zugeordnet. Der restliche Aufbau der Schallwandleranordnung 500 entspricht dem Aufbau der Schallwandleranordnung 200 aus Figur 2.

5 In beiden Figuren 4 und 5 weisen die zweiten Zwischenräume 413 und 513 zwischen den Trägerelementen eine Größe von $1/100$ bis zu $1/3$ der Mittenabstände der direkt benachbarten Trägerelemente 405 und 505 auf.

10 Die erste Verbindungsschicht 108, 208, 308, 408, 508 umfasst einen ersten Klebstoff und die zweite Verbindungsschicht 109, 209, 309, 409, 509 einen zweiten Klebstoff. Vorzugsweise handelt es sich um unterschiedliche Klebstoffe, sie können aber auch gleich sein, bevorzugt nicht elektrisch leitfähig. Die Auswahl des Klebers wird dabei von der Eignung des Klebers für die Materialpaarungen beeinflusst. Beispielsweise kann ein Epoxyharz- oder Silikon-
15 basierter Kleber zum Einsatz kommen. Nur für den Fall, dass eine elektrische Verbindung erforderlich ist, muss ein Leitkleber verwendet werden.

Optional weisen die Membranschichten 101, 201, 301, 401, 501 mindestens teilweise eine Metallschicht 102, 202, 302, 402, 502 auf, die zur EMV-Schirmung
20 dient. Die Metallschicht 102, 202, 302, 402, 502 ist vorzugsweise innerhalb der Membranschicht 101, 201, 301, 401, 501 angeordnet, kann aber auch die Membranschicht 101, 201, 301, 401, 501 von oben abschließen, d. h. die Metallschicht 102, 202, 302, 402, 502 ist auf der Membranschicht 101, 201, 301, 401, 501 angeordnet. Vorzugsweise ist die Metallschicht 102, 202, 302, 402,
25 502 durchgehend.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Membranschicht 101, 201, 301, 401, 501 eine Kunststoffolie, die beispielsweise Polyimid umfasst.

30 In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Membranschicht 101, 201, 301, 401, 501 ein Verbundwerkstoff, der Kunststoff und Metall oder ein Kohlefasergewebe und Harz aufweist.

Die Trägerelemente 105, 205, 305, 405, 505 weisen eine hohe Steifigkeit und eine hohe Dichte auf, wodurch träge Elemente realisiert werden. Sie bestehen
35 aus Metall, z. B. Aluminium oder Kupfer, Metalllegierungen, z. B. Stahl oder

Messing, oder Keramik, auch metallisierten Keramiken. Die Schichtdicke der Trägerelemente 105, 205, 305, 405, 505 liegt im Wesentlichen zwischen 1 mm - 20 mm, insbesondere zwischen 4 mm - 10 mm. Der Bereich zwischen 4 mm - 10 mm ist besonders geeignet, um die notwendige Steifigkeit zur Abstützung der piezoelektrischen Ultraschallwandler zu realisieren und begrenzt das Übersprechen der Schwingung zwischen den verschiedenen Ultraschallwandlern über das Trägerelement.

Die Form der Grundflächen der piezoelektrischen Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503, der Wandlerköpfe 312 und 412, sowie der ersten Bereiche 210 und 510 der Membranschichten 201 bzw. 501 weisen bevorzugt eine regelmäßige Form auf, z. B. rund, elliptisch, quadratisch, rechteckig oder vieleckig. In einem Ausführungsbeispiel sind die Formen der Grundflächen der übereinander angeordneten piezoelektrischen Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503, der Wandlerköpfe 312 und 412, sowie der ersten Bereiche 210 und 510 der Membranschichten 201 bzw. 501 gleichartig. Die Größe der Grundflächen können dabei verschieden sein.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die Formen der Grundflächen der übereinander angeordneten piezoelektrischen Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503, der Wandlerköpfe 312 und 412, sowie der ersten Bereiche 210 und 510 der Membranschichten 201 bzw. 501 verschieden. So ist beispielsweise ein piezoelektrischer Ultraschallwandler 303 und 403, der eine runde Grundform aufweist, mit einem Wandlerkopf 312 und 412, der eine quadratische Grundform aufweist, kombiniert. Ein erster Bereich 210 und 510 der Membranschicht 201 bzw. 501, der eine runde Grundfläche aufweist, ist mit einem piezoelektrischen Ultraschallwandler, der eine quadratische Grundform aufweist, verbunden.

Die Schallwandleranordnungen 100, 200, 300, 400, 500 umfassen 2 - 250, bevorzugt 5 - 50 piezoelektrische Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503, insbesondere Schichtwandler oder Stapelwandler, die ein Schallwandlerarray bilden. Die geometrische Anordnung der einzelnen piezoelektrischen Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503 ist beispielsweise linienförmig, rund, quadratisch, matrixförmig oder oval, wie in DE 102013207823 A1 beschrieben.

Vorzugsweise werden 18 piezoelektrische Ultraschallwandler 103, 203, 303, 403, 503 zu einem Schallwandlerarray angeordnet.

5 Die Ultraschallwandler sind nicht auf Schichtwandler oder Stapelwandler beschränkt.

Die Merkmale der einzelnen Ausführungsbeispiele können beliebig kombiniert werden.

10 Die Schallwandleranordnungen können beispielsweise in Kraftfahrzeugen zum Parken und Manövrieren eingesetzt werden. Des Weiteren können die Schallwandleranordnungen in bewegten oder stehenden Maschinen beispielsweise in Logistiksystemen für Lager eingesetzt werden. Sie können
15 ebenfalls in fahrerlosen Transportsystemen, Robotern, Staubsaugern, Rasenmähern, elektrischen Rollstühlen und Zweirädern sowie bei der Unterstützung sehbehinderter oder bewegungsbehinderter Menschen eingesetzt werden.

Ansprüche

1. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) mit mindestens zwei piezoelektrischen Ultraschallwandlern (103, 203, 303, 403, 503),

- 5
- wobei jeder piezoelektrische Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) eine erste Seite umfasst, die eine erste Verbindungsschicht (108, 208, 308, 408, 508) aufweist und eine der ersten Seite gegenüberliegende zweite Seite umfasst, die eine zweite Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) aufweist,
 - wobei die erste Verbindungsschicht (108, 208, 308, 408, 508) auf einem
 - 10 Trägerelement (105, 205, 305) angeordnet ist,
 - wobei oberhalb der zweiten Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) eine Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) angeordnet ist, die bereichsweise als Membran fungiert,
 - wobei zwischen zwei piezoelektrischen Ultraschallwandlern (103, 203, 303, 403,
 - 15 503), dem Trägerelement (105, 205, 305) und der Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) erste Zwischenräume (106, 206, 306, 406, 506) sind und Dämpfungsmaterial die ersten Zwischenräume (106, 206, 306, 406, 506) mindestens teilweise verfüllt.

20 2. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) eine Strukturierung aufweist, sodass die Membranschicht erste Bereiche und zweite Bereiche aufweist, wobei die Dicke der ersten Bereiche (210, 510) größer ist als die Dicke der zweiten Bereiche (211, 511), wobei die ersten Bereiche (210, 510)

25 oberhalb der piezoelektrischen Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) angeordnet sind.

30 3. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) und der Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) ein Wandlerkopf (312, 412) angeordnet ist.

4. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) mindestens teilweise eine Metallschicht (102, 202, 302, 402, 502) aufweist.

5

5. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Verbindungsschicht (108, 208, 308, 408, 508) einen ersten Klebstoff und/oder die zweite Verbindungsschicht (109, 209, 309, 409, 509) einen zweiten Klebstoff aufweist.

10

6. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Kontakte (107, 207, 307, 407, 507) auf dem Trägerelement (105, 205, 305) angeordnet sind, die die piezoelektrischen Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) mit dem Trägerelement (105, 205, 305) elektrisch verbinden.

15

7. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Kontakte (107, 207, 307, 407, 507) als Kontaktfedern ausgestaltet sind, wobei die Kontaktfedern die piezoelektrischen Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) einklemmen.

20

8. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder piezoelektrische Ultraschallwandler (103, 203, 303, 403, 503) ein eigenes Trägerelement (405, 505) aufweist und die Trägerelemente (405, 505) beabstandet zueinander angeordnet sind, sodass sich zweite Zwischenräume (413, 513) bilden.

25

9. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Dämpfungsmaterial die zweiten Zwischenräume (413, 513) mindestens teilweise verfüllt.

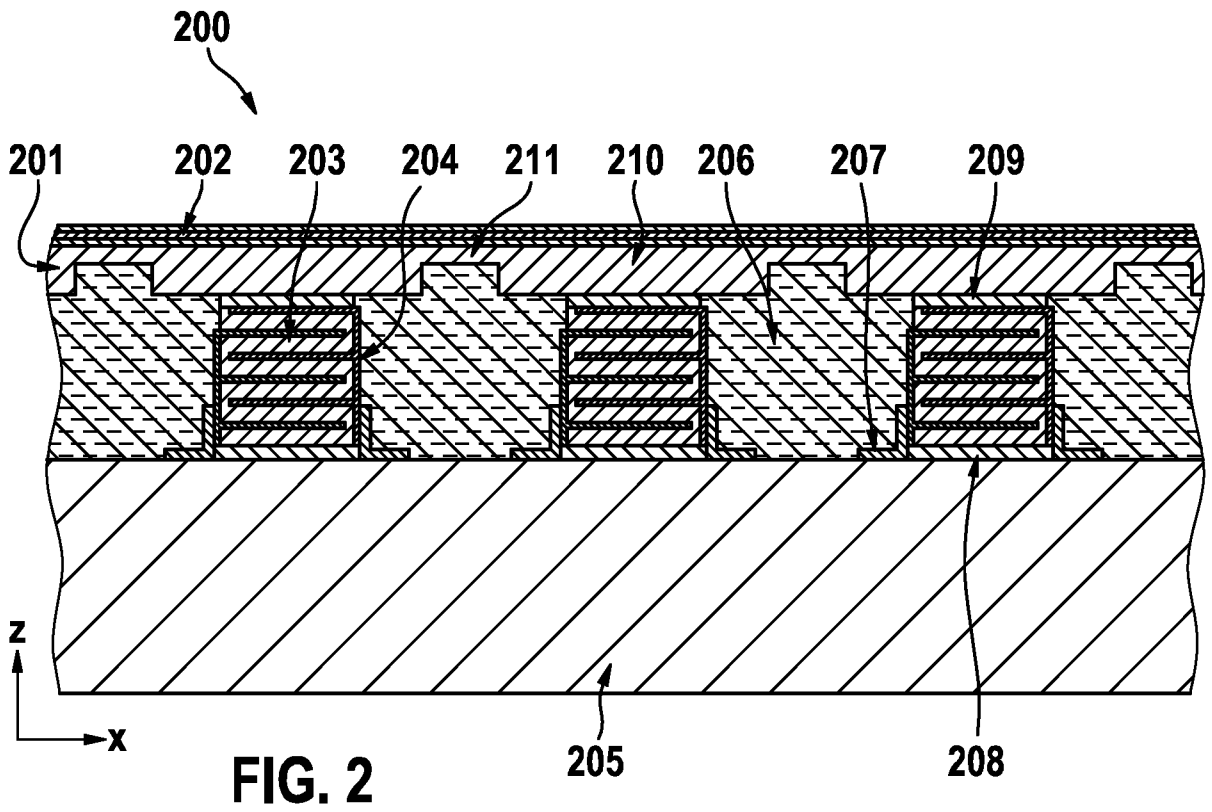
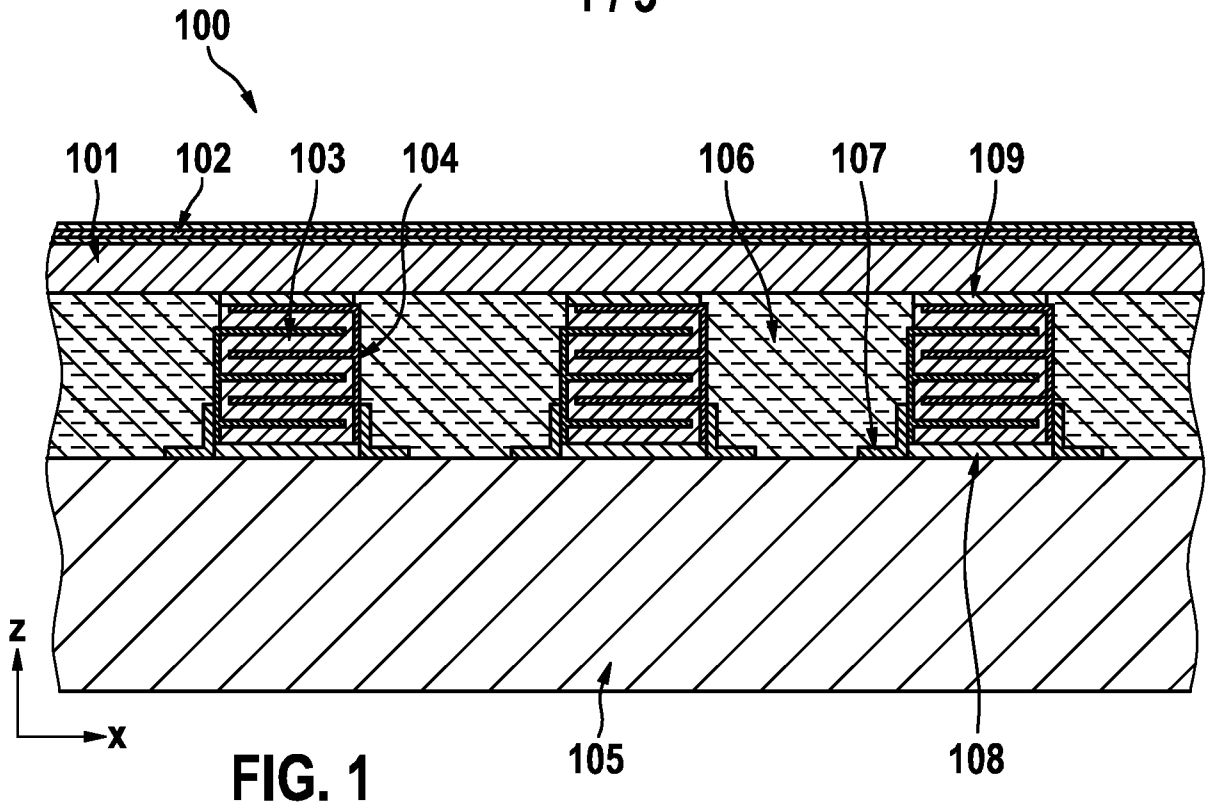
30

10. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Trägerelemente (405, 505) einen Frequenzbereich der Schallwandleranordnung einstellt.

5 11. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsmaterial Silikon aufweist.

10 12. Schallwandleranordnung (100, 200, 300, 400, 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranschicht (101, 201, 301, 401, 501) rund oder elliptisch oder quadratisch oder rechteckig oder vieleckig ausgestaltet ist.

15



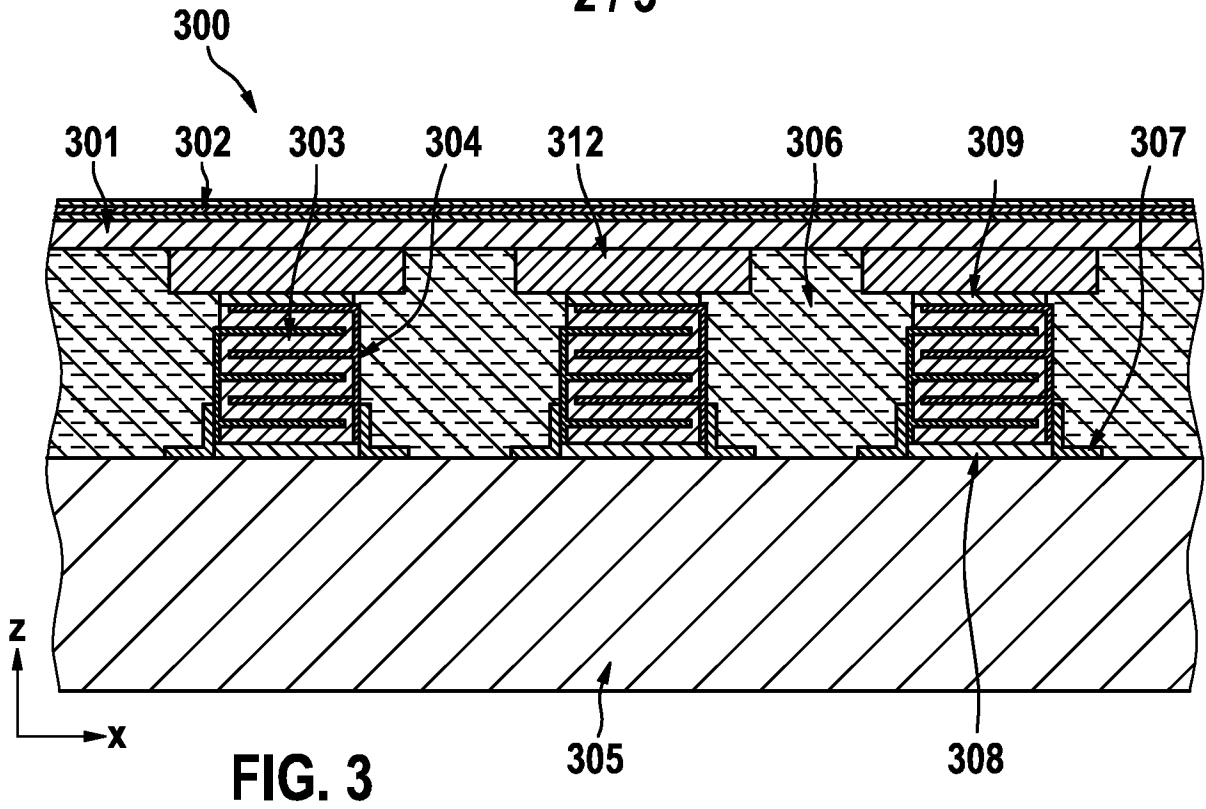


FIG. 3

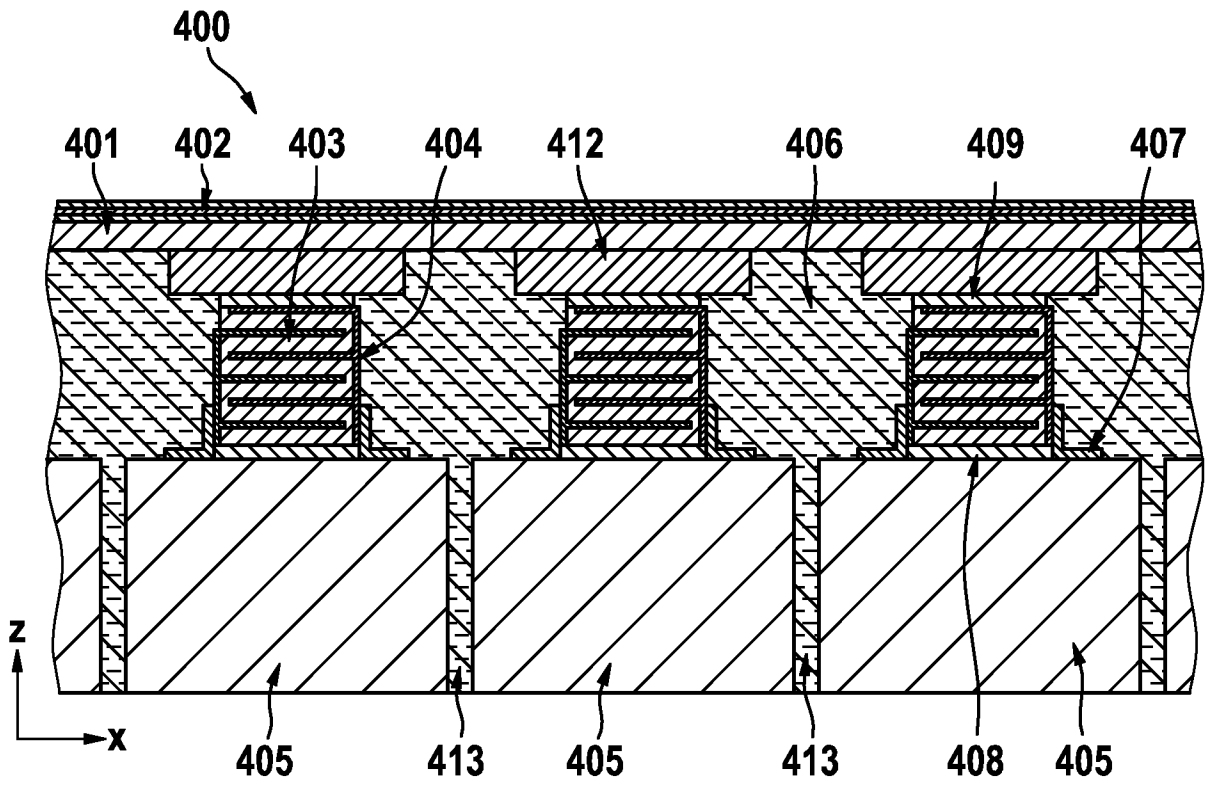


FIG. 4

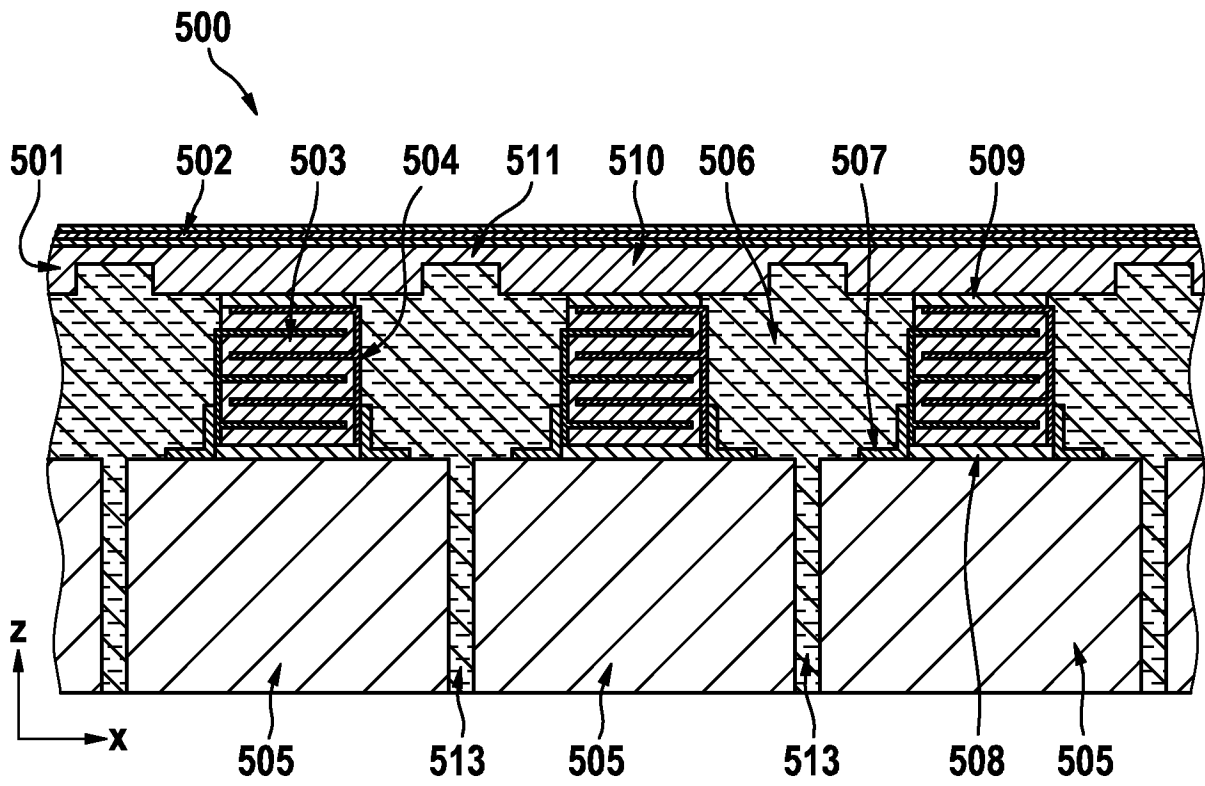


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/079360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B06B1/06
ADD. H01L41/083

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

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 4 672 591 A (BREIMESSER FRITZ [DE] ET AL) 9 June 1987 (1987-06-09) figures 3-7 column 5, line 6 - column 6, line 57 -----	1-6,12 7-11
X A	US 5 648 942 A (KUNKEL III HARRY A [US]) 15 July 1997 (1997-07-15) figures 1-5 column 2, line 65 - column 5, line 12 claims 1-5 -----	1,4,6, 8-12 2,3,5,7
X A	US 2001/041837 A1 (TAKEUCHI TAKASHI [JP] ET AL) 15 November 2001 (2001-11-15) figures 2-13 paragraphs [0039] - [0055], [0060] - [0070], [0112] - [0117], [0131] - [0140] ----- -/--	1,3,4,6, 7,11,12 2,5,8-10

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 10 May 2016	Date of mailing of the international search report 19/05/2016
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Sartoni, Giovanni
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/079360

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 886 454 A (ITO YUKIO [JP] ET AL) 23 March 1999 (1999-03-23) figures 1-3 column 4, line 20 - column 5, line 67 column 8, line 22 - column 9, line 25 -----	1,3,5,6, 8,9,12 2,4,7, 10,11
X A	US 2007/182287 A1 (LUKACS MARC [CA] ET AL) 9 August 2007 (2007-08-09) figures 1-5,8,9,12a-12g paragraphs [0022] - [0030], [0034], [0046] - [0048], [0052], [0056], [0059], [0063] - [0065] paragraphs [0068] - [0070], [0073] - [0075], [0080] - [0083], [0093], [0094], [0108] - [0112] -----	1-3,6, 8-10,12 4,5,7,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/079360

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 4672591	A	09-06-1987	DE 3501808 A1	24-07-1986
			JP H0553360 B2	09-08-1993
			JP S61170199 A	31-07-1986
			US 4672591 A	09-06-1987

US 5648942	A	15-07-1997	NONE	

US 2001041837	A1	15-11-2001	JP 2011130477 A	30-06-2011
			US 2001041837 A1	15-11-2001

US 5886454	A	23-03-1999	JP 3625564 B2	02-03-2005
			JP H09238399 A	09-09-1997
			US 5886454 A	23-03-1999

US 2007182287	A1	09-08-2007	CA 2563775 A1	03-11-2005
			CN 1998095 A	11-07-2007
			EP 1738407 A2	03-01-2007
			HK 1098252 A1	11-07-2014
			JP 4805254 B2	02-11-2011
			JP 2007534277 A	22-11-2007
			US 2005272183 A1	08-12-2005
			US 2007182287 A1	09-08-2007
			WO 2005104210 A2	03-11-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B06B1/06
ADD. H01L41/083

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B06B

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 A	US 4 672 591 A (BREIMESSER FRITZ [DE] ET AL) 9. Juni 1987 (1987-06-09) Abbildungen 3-7 Spalte 5, Zeile 6 - Spalte 6, Zeile 57 -----	1-6,12 7-11
X A	US 5 648 942 A (KUNKEL III HARRY A [US]) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Abbildungen 1-5 Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 5, Zeile 12 Ansprüche 1-5 -----	1,4,6, 8-12 2,3,5,7
X A	US 2001/041837 A1 (TAKEUCHI TAKASHI [JP] ET AL) 15. November 2001 (2001-11-15) Abbildungen 2-13 Absätze [0039] - [0055], [0060] - [0070], [0112] - [0117], [0131] - [0140] ----- -/--	1,3,4,6, 7,11,12 2,5,8-10

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

10. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/05/2016

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

Sartoni, Giovanni

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 5 886 454 A (ITO YUKIO [JP] ET AL) 23. März 1999 (1999-03-23) Abbildungen 1-3 Spalte 4, Zeile 20 - Spalte 5, Zeile 67 Spalte 8, Zeile 22 - Spalte 9, Zeile 25 -----	1,3,5,6, 8,9,12 2,4,7, 10,11
X A	US 2007/182287 A1 (LUKACS MARC [CA] ET AL) 9. August 2007 (2007-08-09) Abbildungen 1-5,8,9,12a-12g Absätze [0022] - [0030], [0034], [0046] - [0048], [0052], [0056], [0059], [0063] - [0065] Absätze [0068] - [0070], [0073] - [0075], [0080] - [0083], [0093], [0094], [0108] - [0112] -----	1-3,6, 8-10,12 4,5,7,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/079360

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4672591	A	09-06-1987	DE 3501808 A1 24-07-1986
			JP H0553360 B2 09-08-1993
			JP S61170199 A 31-07-1986
			US 4672591 A 09-06-1987

US 5648942	A	15-07-1997	KEINE

US 2001041837	A1	15-11-2001	JP 2011130477 A 30-06-2011
			US 2001041837 A1 15-11-2001

US 5886454	A	23-03-1999	JP 3625564 B2 02-03-2005
			JP H09238399 A 09-09-1997
			US 5886454 A 23-03-1999

US 2007182287	A1	09-08-2007	CA 2563775 A1 03-11-2005
			CN 1998095 A 11-07-2007
			EP 1738407 A2 03-01-2007
			HK 1098252 A1 11-07-2014
			JP 4805254 B2 02-11-2011
			JP 2007534277 A 22-11-2007
			US 2005272183 A1 08-12-2005
			US 2007182287 A1 09-08-2007
			WO 2005104210 A2 03-11-2005
