

(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
24. Dezember 2014 (24.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/202332 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B06B 1/06 (2006.01) *G10K 11/00* (2006.01)
G10K 9/22 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/060758

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Mai 2014 (26.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 211 627.6 20. Juni 2013 (20.06.2013) DE

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

(72) Erfinder: **BARTYLLA, David**; Schmalzstrasse 2/1,
71229 Leonberg (DE). **GERLACH, Andre**; Anne-Frank-
Str. 5/1, 71229 Leonberg-Hoefingen (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, LT, 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, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

(54) Bezeichnung : ELEKTROAKUSTISCHER WANDLER

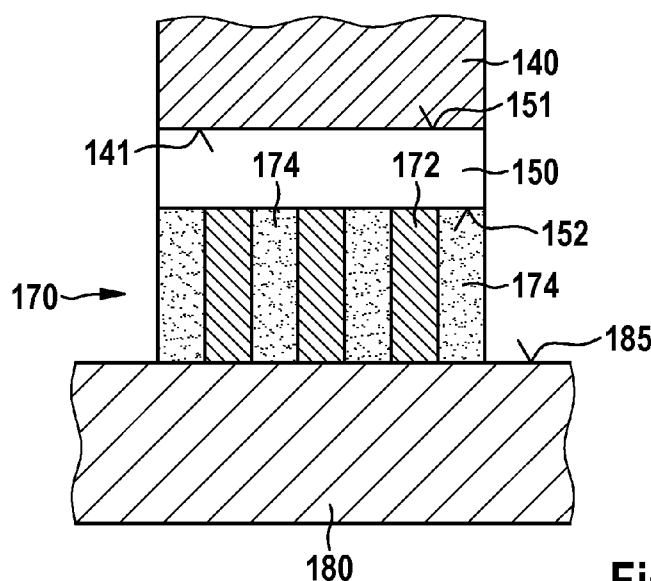


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to an electroacoustic transducer (100) comprising a housing (180); an oscillating structure that comprises at least one disc-shaped piezoelectric element (150) having a first and a second surface (151, 152) and an acoustic transmitter (140); and electrical connecting means for contacting the electrodes of the piezoelectric element (150), said acoustic transmitter (140) having a first surface (141) and a second surface (142) that is parallel to said first surface, and the first surface (141) of the acoustic transmitter (140) being connected to the first surface (151) of the piezoelectric element (150) and the second surface (142) of the acoustic transmitter (140) being suitable for emitting and/or receiving sound waves. The distance (d) between the second surface (142) of the acoustic transmitter (140) and the second surface (152) of the piezoelectric element (150) is essentially $\frac{1}{4}$ of the wavelength λ of a resonant oscillation of the oscillating structure. According to the invention, the piezoelectric element (150) is connected to the housing (180) by means of a bearing structure (170), said bearing structure (170) being designed to allow the piezoelectric

element (150) to expand transversely.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/202332 A1



Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Wandler (100), umfassend ein Gehäuse (180), eine schwingende Struktur umfassend mindestens ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element (150) mit einer ersten und einer zweiten Oberfläche (151, 152) und einen akustischen Übertrager (140), und elektrische Verbindungsmittel zur Kontaktierung der Elektroden des piezoelektrischen Elements (150), wobei der akustische Übertrager (140) eine erste Oberfläche (141) und eine zu der ersten Oberfläche parallele zweite Oberfläche (142) aufweist und wobei die erste Oberfläche (141) des akustischen Übertragers (140) mit der ersten Oberfläche (151) des piezoelektrischen Elements (150) verbunden ist und die zweite Oberfläche (142) des akustischen Übertragers (140) geeignet ist, Schallwellen abzustrahlen und/oder zu empfangen. Der Abstand (d) zwischen der zweiten Oberfläche (142) des akustischen Übertragers (140) und der zweiten Oberfläche (152) des piezoelektrischen Elements (150) entspricht im Wesentlichen $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge λ einer Resonanzschwingung der schwingenden Struktur. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das piezoelektrische Element (150) mittels einer Lagerstruktur (170) mit dem Gehäuse (180) verbunden ist, wobei die Lagerstruktur (170) ausgebildet ist, Querdehnungen des piezoelektrischen Elements (150) zu ermöglichen.

5 Beschreibung

Titel

Elektroakustischer Wandler

10 Die vorliegende Erfindung geht aus von einem elektroakustischen Wandler gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

15 Aus der DE 10 2009 040 264 A1 ist eine Vorrichtung zur Erzeugung von Ultraschallwellen für ein Fahrzeug bekannt, in der ein länglicher Ultraschallwandler zur Erzeugung von Dickenschwingungen an ein flächiges Bauteil eines Fahrzeugs, insbesondere eine Stoßstange, gekoppelt ist. Der Ultraschallwandler umfasst dabei eine Folge von Piezoscheiben und Kontaktier- und Isolierschichten, wobei die Länge der Piezoscheiben auf die gewünschte Ultraschallwellenfrequenz in Luft abgestimmt ist. Die Piezoscheiben sind aus
20 einem Piezokeramikfaser-Verbundstoff ausgestaltet, der parallel zur Mittelachse der jeweiligen Piezoscheibe oder parallel zur Längsachse verlaufende Fasern umfasst. Die Anordnung von Piezoscheiben ist weiterhin in einer
25 Abstützvorrichtung angeordnet. Diese Anordnung ist wiederum am Stoßfänger angebracht.

In der DE 10 2005 037 724 A1 ist ein Ultraschall-Wandler mit einem zwischen zwei Elektroden angeordneten piezoelektrischen Wandler-Körper beschrieben.
30 Der Wandler-Körper weist mindestens zwei Volumen-Bereiche aus piezoelektrischem Halbleiter-Material auf, die durch eine Grenzschicht der Höhe h' voneinander getrennt sind. Es ist ein gitterförmiger Aufbau mit stabförmigen Wandler-Segmenten gezeigt, in dem einer der Bereiche stabförmig ausgestaltet ist. Mit der beschriebenen Ausgestaltung soll ein Ultraschall-Wandler mit einer
35 kurzen Abklingzeit und einem verschwenkbaren Strahl realisiert werden.

Aus der DE 10 2008 018 110 A1 geht ein Ultraschallsensor hervor, der ein Piezokeramik-Element aufweist, das einen Stoßfänger zum Schwingen anregt und innerhalb eines Piezokeramik-Moduls vorgesehen ist. Das Modul ist dabei von außen nicht sichtbar in den Stoßfänger integrierbar. Zusätzlich wird eine Verrippung um das Piezokeramik-Modul herum ausgebildet, so dass die Steifigkeit des Stoßfängers in diesem Bereich veränderbar ist und der mechanische Impedanzsprung zwischen den Stoßfängerbereichen einstellbar ist.

Die WO 2011/090484 A1 beschreibt einen Ultraschallwandler in Form eines Dickenschwingers. Ausgehend von einer scheibenförmigen Piezokeramik mit Elektroden ist mindestens ein Vorderkörper vorgesehen, der eine Form aufweist, so dass eine gewünschte Abstrahlcharakteristik entsteht. Die Länge des Übertragungsweges entspricht $\lambda/4$ bei einer Resonanzfrequenz f_R , so dass eine Verstärkung der Vibration ausgehend von der Piezokeramikscheibe an der abstrahlenden Oberfläche erreicht wird. Ferner ist beschrieben, dass für manche Anwendungen bevorzugt ein $\lambda/2$ -Schwinger verwendet wird, welcher insbesondere hinsichtlich Temperaturstabilität, Verschmutzungsanfälligkeit und Ablagerungen robuster ist. Ein derartiger $\lambda/2$ -Schwinger 1 ist in Figur 8 dargestellt. Er weist einen Vorderkörper 40 und einen Rückkörper 60 auf, wobei die Länge jeweils des Vorder- und Rückkörpers plus der Hälfte der Dicke der Piezokeramikscheibe 50 einem Viertel der Wellenlänge λ der Resonanzschwingung entspricht. Der Vorteil bei derartigen Wandlern besteht darin, dass sie als Sensoren zur Erfassung einer Umgebung eines Fahrzeugs oder eines Roboters eingesetzt werden können und dabei von außen unsichtbar in Karosserieteile des Fahrzeugs, beispielsweise den Stoßfänger oder in einen Verkleidungsteil des Roboters integriert werden können.

Ein aus dem Stand der Technik bekannter $\lambda/2$ -Dickenschwinger 1, wie er in Figur 8 dargestellt ist hat den Nachteil, dass dieser sehr lang ist. Wird die Länge halbiert, um mit einem $\lambda/4$ -Dickenschwinger zu senden bzw. zu empfangen, muss die dem Vorderkörper gegenüberliegende Fläche der Piezokeramikscheibe mit einem Sensorgehäuse oder einer Haltestruktur verbunden werden. Wird die Piezokeramik dazu flächig auf einen Untergrund geklebt oder anderweitig flächig

befestigt, so behindert dies die Querkontraktion der Piezokeramikscheibe, wodurch die Sensitivität des Wandlers verringert ist.

Offenbarung der Erfindung

5

Es ist somit die Aufgabe der Erfindung einen elektroakustischen Wandler anzugeben, der die vorteilhaften Eigenschaften eines $\lambda/4$ -Dickenschwinger bezüglich der Länge, also der Baugröße aufweist, und dessen Sensitivität dennoch der eines $\lambda/2$ -Dickenschwinger entspricht oder dieser zumindest nahe kommt. Es soll erfindungsgemäß eine Behinderung der Querkontraktion des piezoelektrischen Elements verhindert werden.

10

Diese Aufgabe wird durch einen elektroakustischen Wandler mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

15

Es ist ein elektroakustischer Wandler vorgesehen, der ein Gehäuse, eine schwingende Struktur umfassend mindestens ein bevorzugt scheibenförmiges piezoelektrisches Element mit einer ersten und einer zweiten Oberfläche und einen akustischen Übertrager (auch als Vorderkörper bezeichnet). Zur Ansteuerung des piezoelektrischen Elements sind elektrische Verbindungsmittel vorgesehen, die mit Elektroden des piezoelektrischen Elements verbunden sind. Der erfindungsgemäße Wandler funktioniert nach dem bekannten Prinzip. Wenn der Wandler als Sender betrieben wird, wird das piezoelektrische Element zu Schwingungen angeregt, die sich auf den Vorderkörper übertragen und als Schallwellen abgestrahlt werden. Wird der Wandler als Empfänger betrieben, werden eintreffende Schallwellen durch das piezoelektrische Element in elektrische Signale umgewandelt. Der Vorderkörper verbindet die Fläche des Schallempfanges mit dem piezoelektrischen Element und wirkt damit als akustischer Übertrager. Durch die resonante Auslegung des Bauteilverbundes wird die erzeugte Schwingung verstärkt.

20

25

30

Der akustische Übertrager weist eine erste Oberfläche und eine zu der ersten Oberfläche parallele zweite Oberfläche auf. Er ist bevorzugt stabartig ausgebildet und kann beispielsweise eine zylindrische oder rechteckige Form aufweisen. Die erste Oberfläche des akustischen Übertragers ist mit der ersten Oberfläche des

35

piezoelektrischen Elements verbunden. Die zweite, der ersten gegenüberliegende, Oberfläche des akustischen Übertragers ist geeignet, Schallwellen abzustrahlen oder zu empfangen. Der Abstand zwischen der zweiten Oberfläche des akustischen Übertragers und der zweiten Oberfläche des piezoelektrischen Elements entspricht im Wesentlichen $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge ($\lambda/4$) einer Resonanzschwingung der schwingenden Struktur. Die schwingende Struktur stellt demnach einen sogenannten $\lambda/4$ -Dickenschwinger dar, wie er aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die Schwingung erfolgt hauptsächlich in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche des piezoelektrischen Elements (Dickenschwingung). Beim Empfangen von akustischen Schwingungen werden demnach Kräfte auf das piezoelektrische Element ausgeübt, die eine Längs- und Querdehnung des piezoelektrischen Elements verursachen. Eine Behinderung dieser Querdehnung würde zu einer Verringerung der Sensitivität des Wandlers führen.

Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, dass das piezoelektrische Element, beispielsweise über seine zweite Oberfläche, mittels einer Lagerstruktur mit dem Gehäuse verbunden ist, wobei die Lagerstruktur ausgebildet ist, Querdehnungen des piezoelektrischen Elements zu ermöglichen. Mit anderen Worten wird eine sichere mechanische Befestigung der schwingenden Struktur in dem Gehäuse erzielt, ohne dass Querdehnungen bzw. Querkontraktionen des piezoelektrischen Elements durch die Befestigung beeinträchtigt werden.

Bevorzugt umfasst die Lagerstruktur dazu mehrere, insbesondere stäbchenförmige, Abstützelemente, die sich zwischen der zweiten Oberfläche des piezoelektrischen Elements und dem Gehäuse, beispielsweise einer Innenfläche des Gehäuses, erstrecken. Die Abstützelemente können beispielsweise ein Keramikmaterial oder ein Metall aufweisen. Bevorzugt sind Materialien mit hoher Steifigkeit (d.h. hohem Elastizitätsmodul), um eine steife Abstützung des Schwingers zu ermöglichen, beispielsweise eine Aluminiumoxid-Keramik oder Stahl. Es ist jedoch auch möglich, Materialien mit geringerer Steifigkeit (z. B. Aluminium oder Messing) einzusetzen, sofern dies bei der Dimensionierung der schwingenden Struktur geeignet berücksichtigt wird. Die Abstützelemente verhindern eine Verschiebung der schwingenden Struktur in Dickenrichtung und ermöglichen durch ihre geringe Steifigkeit in Querrichtung eine Querdehnung des

piezoelektrischen Elements. Dies wird bevorzugt dadurch erreicht, in dem die Abstützelemente in Stabform ausgebildet werden, also im Vergleich große Längsabmessungen und kleine Abmessungen in Querrichtung besitzen. Die Abmessungen in Querrichtung können beispielsweise ca. 1/4 bis 1/200 der Querabmessung des piezoelektrischen Elements annehmen. Durch solche

5 Abmessungen wird eine geringe Steifigkeit der Abstützelemente in Querrichtung erreicht. Die Abstützelemente folgen der Querbewegung des piezoelektrischen Elements mit geringer Gegenkraft. Somit wird durch die Stäbchenform in vorteilhafter Weise der erfindungsgemäße Effekt erzielt, dass eine Querdehnung

10 des piezoelektrischen Elements möglichst wenig behindert wird.

Die stäbchenförmigen Abstützelemente sind bevorzugt in ihrer Längserstreckung parallel zueinander angeordnet und weisen jeweils einen Querschnitt auf, der wesentlich kleiner ist als die Oberfläche des piezoelektrischen Elements.

15 Bevorzugt sind die Abstützelemente im Wesentlichen identisch zueinander ausgebildet. Es können jedoch auch Abstützelemente vorgesehen sein, die unterschiedlich zueinander ausgebildet sind, indem beispielsweise die Form und/oder der Querschnitt und/oder das Material von mindestens zwei Abstützelementen unterschiedlich ausgebildet sind.

20 Besonders bevorzugt ist eine Ausführung der Erfindung, bei der die Abstützelemente mit einem insbesondere nachgiebigen oder elastischen, Füllmaterial ummantelt oder in ein derartiges Füllmaterial eingebettet sind. Das Material kann beispielsweise ein Polymer oder einen Schaum, beispielsweise

25 den Zweikomponenten-Silikonschaum Fermasil (Firma Sonderhoff) oder ein Epoxy-Material umfassen. Durch das Ummanteln mit einem derartigen Füllmaterial ist es fertigungstechnisch einfacher, eine regelmäßige Anordnung der Abstützelemente zu erzielen.

30 Bevorzugt ist eine Ausbildung der Erfindung, bei der die Abstützelemente einteilig mit dem piezoelektrischen Element ausgebildet sind. Beispielsweise können die Abstützelemente bereits bei der Fertigung des piezoelektrischen Elementes ausgebildet werden. Somit wird ein Befestigungsschritt bei der Montage des erfindungsgemäßen elektroakustischen Wandlers eingespart und

35 der Aufbau insgesamt vereinfacht. Bevorzugt sind die Abstützelemente mittels

eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs mit dem Gehäuse verbunden sind. Dies erlaubt die direkte Kontaktierung des piezoelektrischen Elements.

5 In einer alternativen Ausführung der Erfindung wird die Lagerstruktur ausgebildet, indem die Abstützelemente auf einem Basiselement angeordnet werden oder einteilig mit dem Basiselement ausgebildet sind. Da Basiselement ist an dem Gehäuse des elektroakustischen Wandlers befestigt, beispielsweise durch Kleben. Auch durch diese Ausführung wird die Montage des elektroakustischen Wandlers vereinfacht.

10 In einer anderen alternativen Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abstützelemente selbst ein piezoelektrisches Material, insbesondere ein Piezokeramikmaterial, aufweisen. Es wird eine Anordnung aus parallel ausgerichteten derartigen Abstützelementen vorgesehen, wobei die Anordnung
15 aus piezoelektrisch aktiven Abstützelementen das erfindungsgemäß vorgesehene piezoelektrische Element des elektroakustischen Wandlers ausbildet. Jedes einzelne Abstützelement wirkt als separates Piezoelement, wobei jedes der Abstützelemente bevorzugt stäbchenförmig ausgebildet ist und die Abstützelemente zueinander parallele Stirnflächen aufweisen. Zur Ausbildung
20 eines derartigen piezoelektrischen Elements können die einzelnen Abstützelemente in ein nachgiebiges Material, wie zum Beispiel einen Schaum oder ein Polymer eingebettet werden. Jeweils eine erste Stirnfläche jedes Abstützelementes ist mit der ersten Oberfläche des akustischen Übertragers verbunden. Die jeweilige zweite Stirnfläche jedes Abstützelements ist mit dem
25 Gehäuse verbunden ist. Der Vorteil dieser Ausführung liegt darin, dass keine separate Lagerstruktur benötigt wird. Die die Zahl der Bauteile des elektroakustischen Wandlers wird damit weiter verringert und die Baugröße reduziert. Zur elektrischen Kontaktierung des piezoelektrischen Elements können die elektrischen Verbindungsmittel an den Stirnflächen der Abstützelemente
30 kontaktiert sein oder alternativ an gegenüberliegenden Seitenflächen der Abstützelemente kontaktiert sein. Ein ähnlicher Aufbau eines piezoelektrischen Elements ist von sogenannten Composite-Piezokeramiken bekannt, wobei jedoch im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung bei den bekannten Composite-Piezokeramiken die piezoelektrischen Stäbe direkt als Schwinger zur

Schallaussendung oder zum Schallempfang in Bezug auf ein angrenzendes Gebiet (z.B. Luft oder Wasser) wirken und nicht als Abstützelement dienen.

5 Generell ist es möglich, die die Abstützelemente stäbchenförmig auszubilden, also beispielsweise zylinderförmig, quaderförmig, oder allgemein prismenförmig. Vorteilhaft ist es, die Abstützelemente konisch oder kegelstumpfförmig oder pyramiden- oder pyramidenstumpfförmig auszubilden. In diesem Fall ist es vorteilhaft die jeweils kleinere Stirnfläche bzw. die Spitze des Konus oder der Pyramide mit dem piezoelektrischen Element zu verbinden und die größere
10 Stirnfläche, also die Grundfläche der Pyramide, des Pyramidenstumpfs, des Konus oder der Kegelstumpfs, mit dem Gehäuse zu verbinden. Auf diese Weise wird die Querdehnung des piezoelektrischen Elements so geringfügig wie möglich behindert und trotzdem eine haltbare mechanische Verbindung der Abstützelemente zum Gehäuse geschaffen.

15 Der akustische Übertrager des erfindungsgemäßen elektroakustischen Wandlers kann auf unterschiedliche Weise ausgebildet sein. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die erste Oberfläche des akustischen Übertragers und die zweite Oberfläche des akustischen Übertragers ungleich groß und/oder ungleich
20 geformt sind. Durch Anpassung des Verhältnisses der Flächen und durch die jeweiligen Formen der Flächen kann die Resonanzfrequenz der schwingenden Struktur beeinflusst werden. Weiterhin kann eine bestimmte Abstrahlcharakteristik der abgestrahlten Schallwellen erzielt werden.

25 In einer Ausführung der Erfindung ist die erste Oberfläche des akustischen Übertragers im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet ist und die zweite Oberfläche des akustischen Übertragers im Wesentlichen rechteckig ausgebildet. Damit wird eine fächerförmige Abstrahlcharakteristik erzielt. Alternativ können die
30 erste und die zweite Oberfläche des akustischen Übertragers beide jeweils im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet sein, wobei der Durchmesser der ersten Oberfläche kleiner oder größer ist als der Durchmesser der zweiten Oberfläche.

35 Weiterhin betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend einen elektroakustischen Wandler nach einer der oben beschriebenen Ausführungen

und einem Verkleidungselement eines Fahrzeugs, insbesondere einem Stoßfänger. Die Anordnung ist dadurch charakterisiert, dass der elektroakustische Wandler derart an einer Innenfläche des Verkleidungselements befestigt ist, dass der elektroakustische Wandler von außen unsichtbar ist. Die zweite Oberfläche des akustischen Übertragers ist akustisch an einen Bereich des Verkleidungselements gekoppelt ist, wobei das Verkleidungselement in diesem Bereich eine verringerte Dicke aufweist. Die erfindungsgemäße Anordnung kann beispielsweise als Ultraschallsensor für ein Umfelderkennungssystem des Fahrzeugs eingesetzt werden.

Um eine störende Übertragung der Schwingung des elektroakustischen Wandlers auf das gesamte Verkleidungselement zu vermeiden und stattdessen eine lokalisierte Schwingung auf den Bereich mit verringerter Dicke zu begrenzen, wird vorgeschlagen, dass dieser Bereich eine Dicke von 0,1 bis 10 mm, bei einer Abstrahlfrequenz von 40-100 kHz aufweist.

Bevorzugt wird zur Ausbildung der erfindungsgemäßen Anordnung das Gehäuse des elektroakustischen Wandlers durch Schweißen oder Kleben oder Schrauben an der Innenfläche des Verkleidungselements befestigt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden nunmehr anhand der beigefügten Figuren eingehender beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Anbindung eines $\lambda/4$ -Dickenschwingers an ein Gehäuse.

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung eines elektroakustischen Wandlers, der auf der Innenseite eines Verkleidungselements eines Fahrzeugs befestigt ist.

Figur 3 zeigt ein Detail eines elektroakustischen Wandlers mit einer Lagerstruktur gemäß einer ersten Ausführung der Erfindung.

Figur 4 zeigt ein Detail eines elektroakustischen Wandlers mit einer Lagerstruktur gemäß einer zweiten Ausführung der Erfindung.

5 Figur 5 zeigt ein Detail eines elektroakustischen Wandlers mit einer Lagerstruktur gemäß einer dritten Ausführung der Erfindung.

Figur 6 zeigt ein Detail eines elektroakustischen Wandlers mit einer Lagerstruktur gemäß einer vierten Ausführung der Erfindung.

10 Figur 6a zeigt in deiner Detailansicht schematisch eine erste Möglichkeit der Kontaktierung des piezoelektrischen Elements aus Figur 6.

Figur 6b zeigt in deiner Detailansicht schematisch eine erste Möglichkeit der Kontaktierung des piezoelektrischen Elements aus Figur 6.

15 Figur 7 zeigt ein Detail eines elektroakustischen Wandlers mit einer Lagerstruktur gemäß einer fünften Ausführung der Erfindung.

Figur 8 zeigt einen $\lambda/2$ -Dickenschwinger gemäß dem Stand der Technik

20

Ausführungen der Erfindung

Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder der Zeichnung hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnung, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

25

In Figur 1 ist schematisch dargestellt, wie eine als $\lambda/4$ -Dickenschwinger ausgestaltete schwingende Struktur an einem Gehäuse 180 befestigt ist. Um die Behinderung der Querdehnung der Piezokeramik 150 des $\lambda/4$ -Dickenschwingers zu verringern, ist erfindungsgemäß eine Lagerung 170 geschaffen, wie sie idealisiert in Figur 1 dargestellt ist. Somit ist die Schwingung in Dickenrichtung behindert, nicht aber die Schwingung in Querrichtung. Die Behinderung der Schwingung in Dickenrichtung ermöglicht die Ausbildung als $\lambda/4$ -
35 Dickenschwinger mit dem damit verbundenen Vorteil der kurzen Bauform.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Abbildung 2 dargestellt. Figur 2 zeigt eine Anordnung eines elektroakustischen Wandlers 100 an der Innenseite eines Stoßfängers 200 eines Fahrzeugs. Der Stoßfänger 200 ist nur ausschnittsweise dargestellt. Der elektroakustische Wandler 100 umfasst ein Gehäuse 180, eine schwingende Struktur umfassend mindestens ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element 150 aus einer Piezokeramik, das eine erste und eine zur ersten parallele zweite Oberfläche 151, 152 aufweist. Weiterhin umfasst die schwingende Struktur einen akustischen Übertrager 140, der in diesem Beispiel einen Stab 143 und eine Scheibe 145 umfasst. Der akustische Übertrager ist zum Beispiel aus einem Metall wie Aluminium oder Messing oder einem steifen Kunststoff wie zum Beispiel einem Epoxidharz ausgebildet. Es sind weiterhin elektrische Verbindungsmittel zur Kontaktierung der Elektroden des piezoelektrischen Elements 150 vorgesehen, die jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht dargestellt sind. Der Stab 143 weist eine erste Oberfläche 141 mit einem Durchmesser b_1 auf, die mit der ersten Oberfläche 151 des piezoelektrischen Elements 150 verbunden ist, beispielsweise durch einen Klebstoff. An seinem dem piezoelektrische Element 150 abgewandten Ende weist der Stab 143 eine Scheibe 145 mit einem größeren Durchmesser b_2 auf. Eine zweite Oberfläche 142' des akustischen Übertragers 140 bzw. der Scheibe 145 ist an eine Innenfläche 212 des Stoßfängers 200 angebunden, wobei der Stoßfänger 200 in diesem Anbindungsbereich 210 eine verringerte Dicke D aufweist. Der Bereich 210 kann somit schwingen und auf den Rest des Stoßfängers überträgt sich nur ein geringer Körperschall-Anteil. Die nach außen gewandte Oberfläche 142 des Bereichs 210 ist demnach geeignet Schallwellen abzustrahlen oder zu empfangen. Die schwingende Struktur umfasst demnach das piezoelektrische Element 150, den akustischen Übertrager 140 aus dem Stab 143 und der Platte 145, und den Bereich 210 des Stoßfängers 200 und ist als $\lambda/4$ -Dickenschwinger ausgelegt. Mit anderen Worten entspricht der Abstand d , gemessen von der Oberfläche 142 zur zweiten Oberfläche 152 des piezoelektrischen Elements 152 im Wesentlichen $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge λ einer Resonanzschwingung der schwingenden Struktur.

Die Form des Querschnitts des Stabs 143 kann frei gewählt werden, beispielsweise kreisrund, elliptisch, rechteckig. Auch können die

Querschnittsformen des piezoelektrischen Elements 150, des Stabs 143 und der Platte 145 unterschiedlich zueinander sein. Weiterhin ist das Verhältnis der Durchmesser b_1/b_2 frei wählbar. Durch die Wahl der Dimension b_2 ist sowohl die Abstrahlcharakteristik (Richtcharakteristik der Schallabstrahlung und des Schallempfanges) als auch die Resonanzfrequenz des $\lambda/4$ -Schwingers einstellbar. Die Dicke der Platte 145 beeinflusst diese ebenso. Die Platte 145 und der Stab 143 können beispielsweise getrennt gefertigt werden und im Anschluss durch ein geeignetes Fügeverfahren, wie z.B. Kleben, Schweißen oder Schrauben, vereint werden.

Das Gehäuse 180 ist in diesem Beispiel topfförmig ausgestaltet und weist bevorzugt eine hohe akustische Impedanz auf, weist also eine hohe Steifigkeit und/oder Masse auf.

Die erfindungsgemäße Befestigung oder Anbindung des piezoelektrischen Elements 150 an das Gehäuse 180, genauer gesagt an die Gehäuseinnenfläche 185, mittels einer geeigneten Lagerstruktur 170 (hier nur schematisch dargestellt), kann auf verschiedene Weise realisiert werden. Die Gemeinsamkeit liegt in einer möglichst geringen Behinderung der Querdehnung. Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten zur Ausbildung der Lagerstruktur 170 genauer beschrieben.

In Abbildung 3 ist eine erste Ausführung der erfindungsgemäßen Lagerstruktur 170 im Detail dargestellt. In dieser Ausführung umfasst die Lagerstruktur 170 mehrere stäbchenförmige Abstützelemente 172, die parallel zueinander angeordnet sind und sich zwischen der zweiten Oberfläche 152 des piezoelektrischen Elements 150 und dem Gehäuse 180 bzw. der Gehäuseinnenfläche 185 erstrecken. Die Abstützelemente 172 verhindern eine Verschiebung der schwingenden Struktur in Dickenrichtung und ermöglichen durch ihre geringe Steifigkeit in Querrichtung eine Querdehnung des piezoelektrischen Elements 150. Damit die Abstützelemente 172 regelmäßig angeordnet werden können, werden sie mit einem Füllmaterial 174 ummantelt, das insbesondere die Zwischenräume zwischen den Stäbchen ausfüllt. Als Material für die Abstützelemente 172 können Metalle, Keramiken und Kunststoffe

gewählt werden. Das Füllmaterial 174 ist vorzugsweise ein nachgiebiger Werkstoff, wie z.B. ein Polymer oder ein Schaum.

5 Figur 4 zeigt eine abgewandelte Ausführung einer erfindungsgemäßen Lagerstruktur 170. Auch hier sind stäbchenförmige Abstützelemente 172, die parallel zueinander angeordnet sind vorgesehen. Die Abstützelemente 172 sind auf einer gemeinsamen Platte 178, die als Basiselement für die Abstützelemente 172 dient, angeordnet. Die Abstützelemente 172 können bevorzugt einteilig mit der Platte 178 ausgebildet sein. Die Platte 178 ist bevorzugt aus einem Metall
10 oder einer Keramik ausgeführt und beispielsweise durch Kleben oder Schweißen an dem Gehäuse 180 befestigt. Es ist ebenfalls denkbar, die Platte 178 und/oder die Abstützelemente 172 direkt einteilig mit dem Gehäuse 180 auszubilden.

15 In Figur 5 ist eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen Lagerstruktur 170 dargestellt. Auch in diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Lagerstruktur 170 mehrere stäbchenförmige Abstützelemente 172, die mit einem Füllmaterial 174 ummantelt sind. Im Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsformen sind die Abstützelemente 172 hier jedoch einteilig mit dem piezoelektrischen Element 150 ausgebildet. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit,
20 das piezoelektrische Element unmittelbar über das, in diesem Fall metallische, Gehäuse 180 elektrisch zu kontaktieren. Dazu werden die Stirnflächen der Abstützelemente 172 mittels eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs 179 mit dem Gehäuse 180 mechanisch und elektrisch verbunden. Es sind daher keine zusätzlichen elektrischen Leitungen nötig.

25 In Figur 5 ist eine vierte Variante einer erfindungsgemäßen Lagerstruktur 170 dargestellt. Hierbei wird ein piezoelektrisches Element 150 vorgesehen, das aus einer Mehrzahl von parallel angeordneten stäbchenförmigen Elementen 175 aufgebaut ist, die ein piezoelektrisch aktives Material, wie beispielsweise eine
30 Piezokeramik, umfassen. Die stäbchenförmigen Elemente 175 sind derart ausgerichtet, dass sie sich zwischen der ersten Oberfläche 141 des akustischen Übertragers 140 und dem Gehäuse 180 erstrecken. Die stäbchenförmigen Elemente 175 sind in ein nachgiebiges Material 174 eingebettet, so dass eine Behinderung der Querdehnung der einzelnen stäbchenförmigen Elemente 175

vermieden wird. Das piezoelektrische Element 150 bildet demnach selbst die Lagerstruktur 170 aus.

5 Wie in den Figuren 6a) und 6b) im Detail dargestellt kann die elektrische Kontaktierung eines derartig aufgebauten piezoelektrischen Elements 150 auf zwei Arten realisiert werden. Der besseren Übersicht halber ist in den Figuren 6a) und 6b) jeweils nur ein einzelnes stäbchenförmiges Element 175 beispielhaft gezeigt. Jedes stäbchenförmige Element 175 weist jeweils eine erste und eine zweite Stirnfläche 1751, 1752 auf. Die ersten Stirnflächen 1751 sind mit der
10 ersten Oberfläche 141 des akustischen Übertragers 140 verbunden. Die zweiten Stirnflächen 1752 sind mit dem Gehäuse 180 verbunden. Eine elektrische Kontaktierung 191, 192 kann entweder über die Stirnflächen 1751, 1752 erfolgen, wie in Figur 6a) dargestellt, oder über zwei Mantelflächen 1753, 1754, wie in Figur 6b) gezeigt. Bei den gezeigten unterschiedlichen
15 Kontaktierungsmöglichkeiten werden die unterschiedlichen Schwingeneigenschaften des piezoelektrischen Elements 150 anders als elektrisches Ausgangssignal gewandelt. Bei der Anordnung der Elektroden an den Stirnflächen 1751 und 1752 wird der sogenannte d33-Effekt ausgenutzt, das heißt, das elektrische Feld und die Bewegungsrichtung der Schwingung sind
20 parallel ausgerichtet. Bei der Anordnung der Elektroden an den Mantelflächen 1753 und 1754 wird der d31-Effekt ausgenutzt, das heißt das elektrische Feld und die Bewegungsrichtung der Schwingung sind senkrecht zueinander ausgerichtet. In Abhängigkeit des gewählten piezoelektrischen Materials kann der d33-Effekt oder d31-Effekt größer sein.

25 In Figur 7 ist eine fünfte Ausführung einer erfindungsgemäßen Lagerstruktur 170 gezeigt. Diese Ausführung entspricht weitgehend dem Ausführungsbeispiel aus Figur 3. Sie weist jedoch den wesentlichen Unterschied auf, dass die Abstützelemente 176 hier nicht stäbchenförmig, sondern kegelstumpfförmig
30 ausgeführt. Dabei ist die jeweilige Grundfläche 1762 des Kegelstumpfs, also die größere Fläche, mit dem Gehäuse 180 verbunden und die jeweilige Deckfläche 1761 ist mit der zweiten Oberfläche 152 des piezoelektrischen Elements 150 verbunden. Auf diese Weise wird die Querdehnung des piezoelektrischen Elements so geringfügig wie möglich behindert und trotzdem eine haltbare
35 mechanische Verbindung der Abstützelemente zum Gehäuse geschaffen.

5 Ansprüche

1. Elektroakustischer Wandler (100), umfassend
ein Gehäuse (180), eine schwingende Struktur umfassend mindestens
ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element (150) mit einer ersten
10 und einer zweiten Oberfläche (151, 152) und einen akustischen
Übertrager (140),
und elektrische Verbindungsmittel zur Kontaktierung der Elektroden des
piezoelektrischen Elements (150),
wobei der akustische Übertrager (140) eine erste Oberfläche (141) und
15 eine zu der ersten Oberfläche parallele zweite Oberfläche (142) aufweist
und wobei die erste Oberfläche (141) des akustischen Übertragers (140)
mit der ersten Oberfläche (151) des piezoelektrischen Elements (150)
verbunden ist und die zweite Oberfläche (142) des akustischen
Übertragers (140) geeignet ist, Schallwellen abzustrahlen und/oder zu
20 empfangen,
und wobei der Abstand (d) zwischen der zweiten Oberfläche (142) des
akustischen Übertragers (140) und der zweiten Oberfläche (152) des
piezoelektrischen Elements (150) im Wesentlichen $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge λ
einer Resonanzschwingung der schwingenden Struktur entspricht,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
das piezoelektrische Element (150) mittels einer Lagerstruktur (170) mit
dem Gehäuse (180) verbunden ist, wobei die Lagerstruktur (170)
ausgebildet ist, Querdehnungen des piezoelektrischen Elements (150) zu
ermöglichen.
- 30
2. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Lagerstruktur (170) mehrere, insbesondere
stäbchenförmige, Abstützelemente (172) umfasst, die sich zwischen der
zweiten Oberfläche (152) des piezoelektrischen Elements (150) und dem

Gehäuse (180), insbesondere einer Gehäuseinnenfläche (185), erstrecken.

- 5 3. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützelementen (172) mit einem Füllmaterial (174) ummantelt sind, das insbesondere ein nachgiebiges Material, insbesondere ein Schaum oder ein Polymer aufweist.
- 10 4. Elektroakustischer Wandler (100) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützelemente (172) einteilig mit dem piezoelektrischen Element (150) ausgebildet sind.
- 15 5. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützelemente (172) mittels eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs (179) mit dem Gehäuse (180) verbunden sind.
- 20 6. Elektroakustischer Wandler (100) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerstruktur (170) ein Basiselement (178) aufweist, das an dem Gehäuse (180) befestigt ist und auf dem die Abstützelemente (172) angeordnet sind.
- 25 7. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das piezoelektrische Element (150) mehrere stäbchenförmige Elemente (175) umfasst, die jeweils zueinander parallele Stirnflächen (1751, 1752) aufweisen, wobei jeweils eine erste Stirnfläche (1751) mit der ersten Oberfläche (141) des akustischen Übertragers (140) und eine zweite Stirnfläche (1752) mit dem Gehäuse (180) verbunden ist, wodurch das piezoelektrische Element (150) die Lagerstruktur (170) ausbildet.
- 30 8. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Verbindungsmittel (191, 192) an den Stirnflächen (1751, 1752) der stäbchenförmige Elemente (175) kontaktiert sind.
- 35

- 5
9. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Verbindungsmittel (191, 192) an gegenüberliegenden Mantelflächen (1753, 1754) der der stäbchenförmige Elemente (175) kontaktiert sind.
10. Elektroakustischer Wandler (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützelemente konisch oder kegelstumpfförmig geformt sind.
- 10
11. Elektroakustischer Wandler (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Oberfläche (141) des akustischen Übertragers (140) und die zweite Oberfläche (142) des akustischen Übertragers (140) ungleich groß und/oder ungleich geformt sind.
- 15
12. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Oberfläche (141) des akustischen Übertragers (140) im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet ist und die zweite Oberfläche (142) des akustischen Übertragers (140) im Wesentlichen rechteckig ausgebildet ist.
- 20
13. Elektroakustischer Wandler (100) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Oberfläche (141, 142) des akustischen Übertragers (140) jeweils im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet sind, wobei der Durchmesser der ersten Oberfläche (141) kleiner oder größer ist als der Durchmesser der zweiten Oberfläche (142).
- 25
14. Anordnung (20) umfassend einen elektroakustischer Wandler (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und ein Verkleidungselement (200) eines Fahrzeugs, insbesondere einen Stoßfänger, dadurch gekennzeichnet, dass der elektroakustischer Wandler (100) derart an einer Innenfläche (212) des Verkleidungselements (200) befestigt ist, dass der elektroakustische Wandler (100) von außen unsichtbar ist und dass die zweite Oberfläche (142) des akustischen Übertragers (140) akustisch an einen Bereich (210) des Verkleidungselements (200) gekoppelt ist, wobei
- 30
- 35

- 17 -

das Verkleidungselement (200) in diesem Bereich (210) eine verringerte Dicke (D) aufweist.

5 15. Anordnung (20) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verkleidungselement (200) in dem Bereich (210) eine Dicke (D) zwischen 0,1 und 10 mm aufweist.

10 16. Anordnung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (180) des elektroakustischen Wandlers (100) durch Schweißen oder Kleben oder Schrauben an der Innenfläche (212) des Verkleidungselements (200) befestigt ist.

15

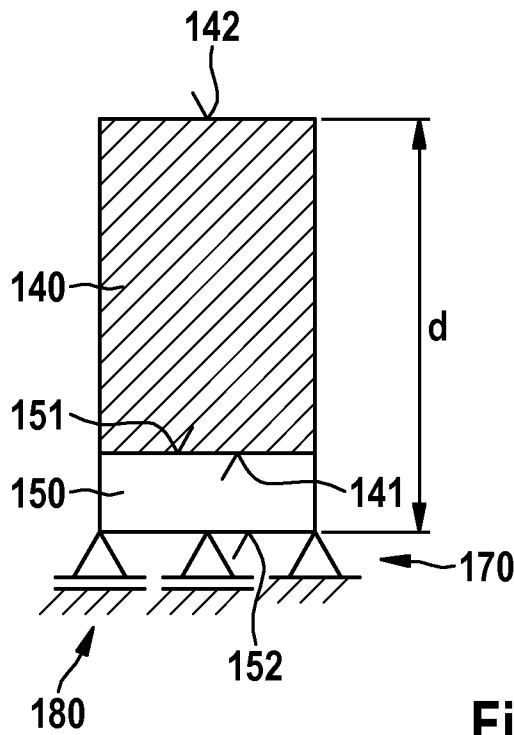


Fig. 1

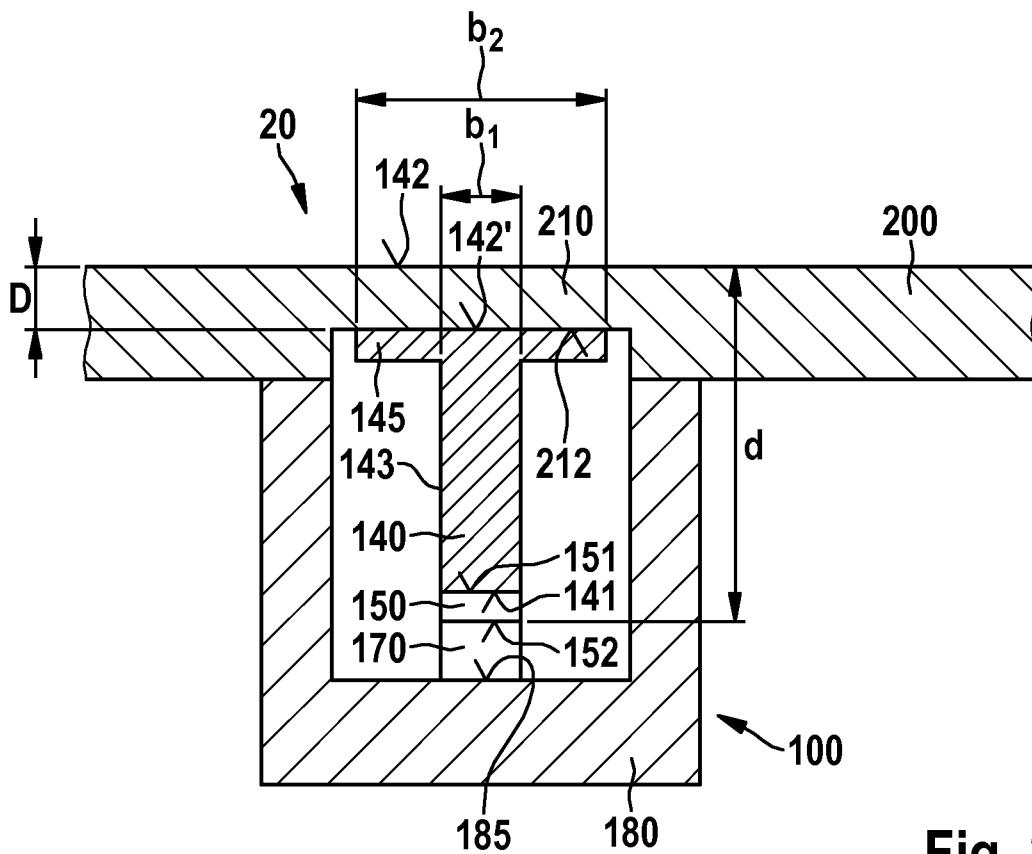


Fig. 2

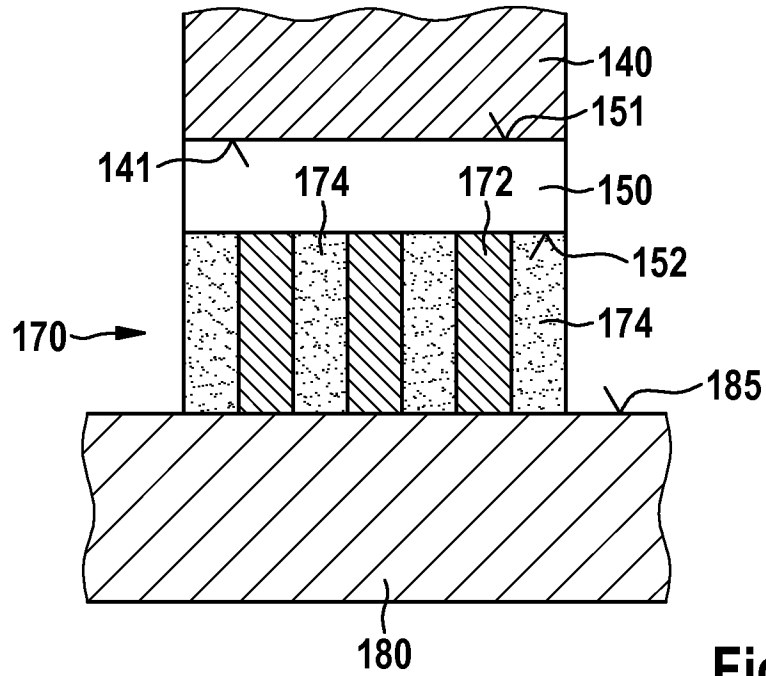


Fig. 3

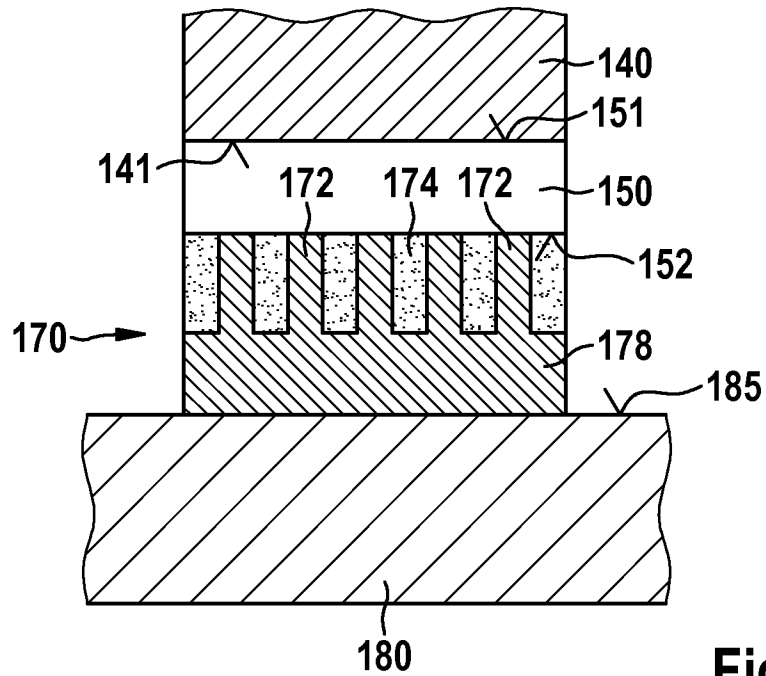


Fig. 4

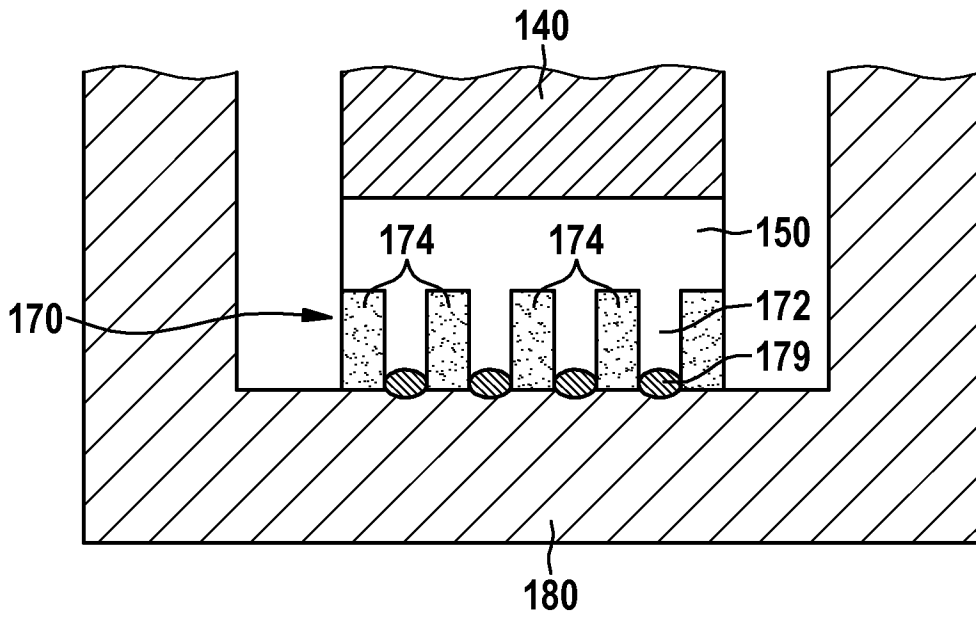


Fig. 5

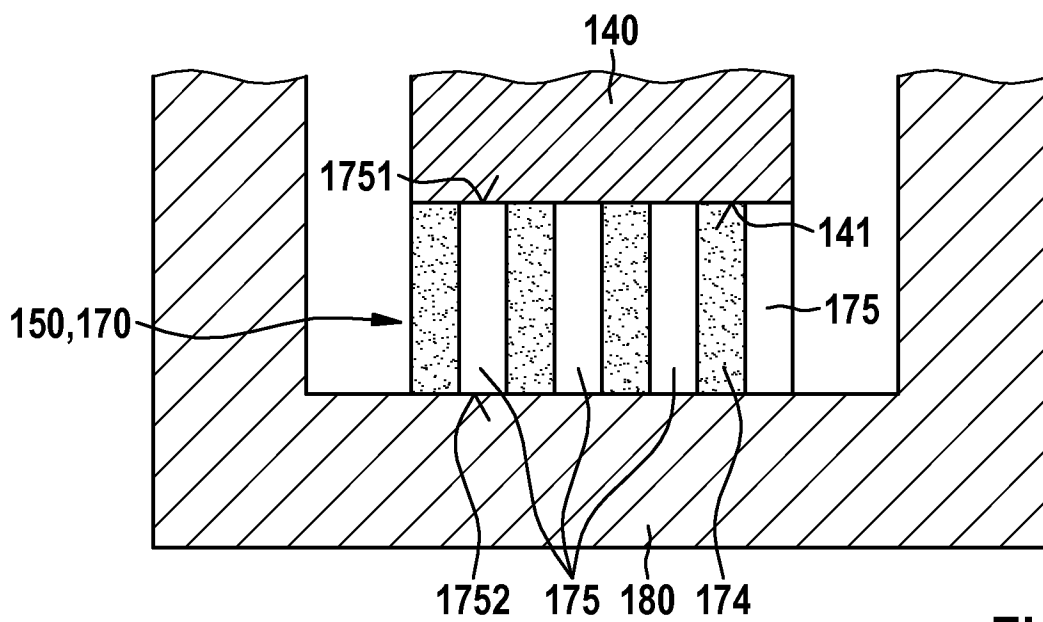


Fig. 6

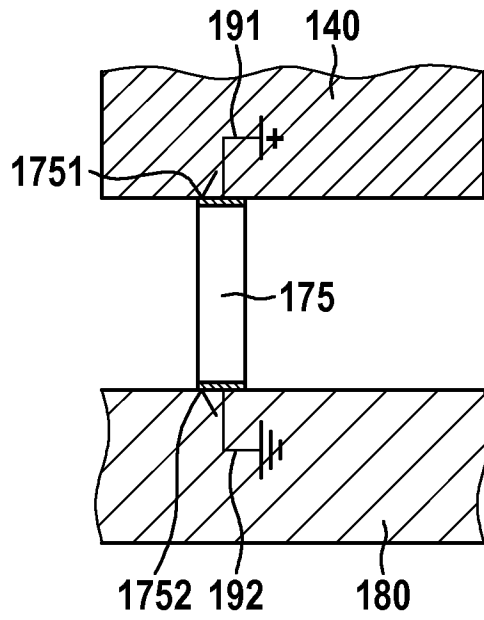


Fig. 6a

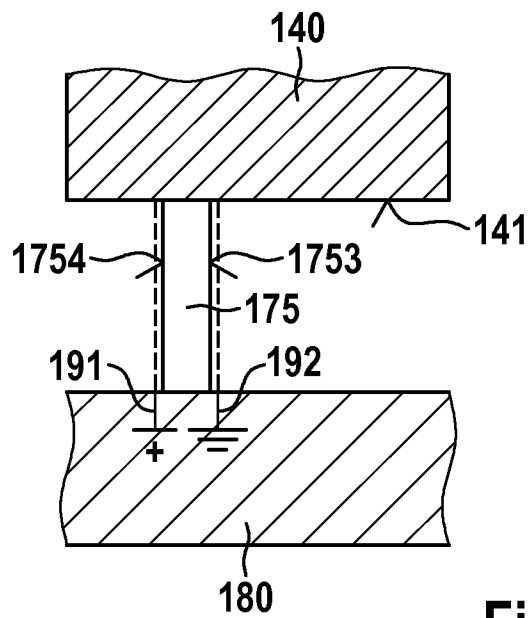


Fig. 6b

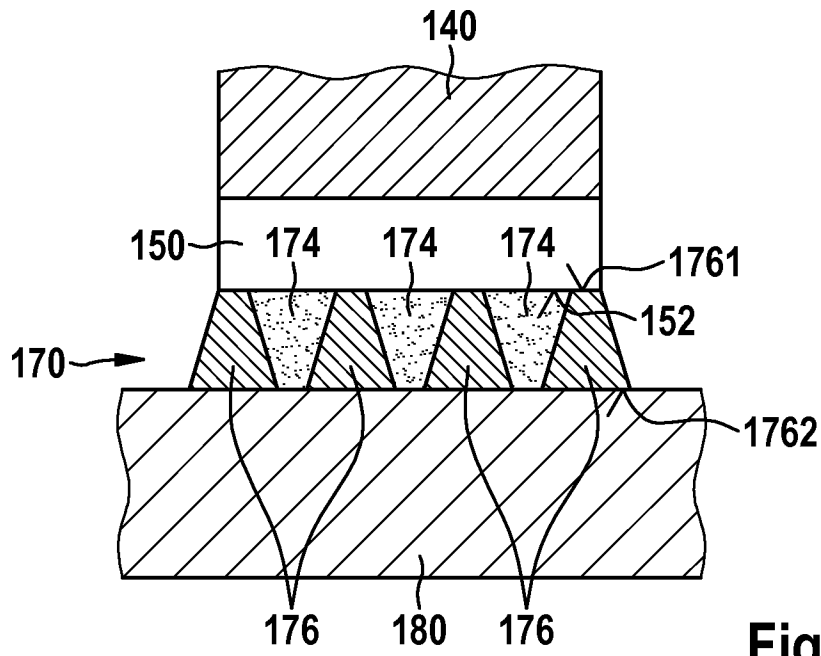


Fig. 7

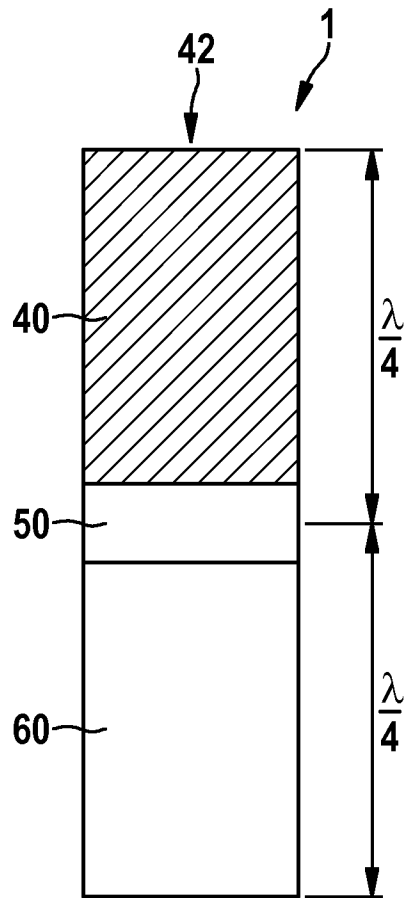


Fig. 8
(Stand der Technik)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/060758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B06B1/06 G10K9/22 G10K11/00 G01S13/93
 ADD.
 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 G10K G01S G01H H01L H04R A61B G01N

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, 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	WO 2011/090484 A1 (MASSA PRODUCTS CORP [US]; MASSA DONALD P [US]) 28 July 2011 (2011-07-28) cited in the application page 8, line 10 - line 22 page 21, line 20 - page 25, line 10 figures 18, 20	1-16
Y	US 2007/091719 A1 (FALKENBERG JON [NO] ET AL) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraph [0126] - paragraph [0128] figure 7	1-16
Y	US 5 648 942 A (KUNKEL III HARRY A [US]) 15 July 1997 (1997-07-15) column 2, line 65 - column 3, line 60 figures 1-3	2,3,6
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 19 November 2014	Date of mailing of the international search report 26/11/2014
---	--

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 Breccia, Luca
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/060758

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/006641 A1 (CROSS L ERIC [US] ET AL) 13 January 2011 (2011-01-13) paragraph [0065] - paragraph [0068] paragraph [0131] figures 4,5 -----	4,5
Y	EP 0 031 614 A1 (PHILIPS CORP [US]) 8 July 1981 (1981-07-08) page 8, line 16 - page 9, line 27 figures 7-9 -----	7,8
Y	US 4 780 639 A (SHIRASU TETSUO [JP]) 25 October 1988 (1988-10-25) figure 4 -----	9
Y	US 6 467 138 B1 (AIME FLESCH [FR]) 22 October 2002 (2002-10-22) figures 4-6 -----	10
Y	EP 2 591 864 A1 (TELSONIC HOLDING AG [CH]; CAVITUS PTY LTD [AU]) 15 May 2013 (2013-05-15) figure 1 -----	11-13
A	US 5 630 420 A (VAITEKUNAS JEFFREY J [US]) 20 May 1997 (1997-05-20) column 4, line 3 - column 5, line 65 figure 1 -----	1
A	US 3 995 179 A (FLOURNOY NORMAN E ET AL) 30 November 1976 (1976-11-30) column 3, line 52 - column 4, line 2 -----	10
A	US 5 351 375 A (OCHIAI KUNIAKI [JP] ET AL) 4 October 1994 (1994-10-04) column 5, line 62 - column 9, line 8 figure 1 -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/060758

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011090484	A1	28-07-2011	NONE
US 2007091719	A1	26-04-2007	AU 2006203527 A1 10-05-2007 GB 2436925 A 10-10-2007 US 2007091719 A1 26-04-2007
US 5648942	A	15-07-1997	NONE
US 2011006641	A1	13-01-2011	NONE
EP 0031614	A1	08-07-1981	CA 1152729 A1 30-08-1983 DE 3069525 D1 29-11-1984 EP 0031614 A1 08-07-1981 ES 8107014 A1 16-12-1981 JP H0452040 B2 20-08-1992 JP S56103598 A 18-08-1981
US 4780639	A	25-10-1988	DE 3784553 D1 15-04-1993 DE 3784553 T2 24-06-1993 EP 0247540 A2 02-12-1987 JP H0732273 B2 10-04-1995 JP S62274681 A 28-11-1987 US 4780639 A 25-10-1988
US 6467138	B1	22-10-2002	US 6467138 B1 22-10-2002 US 2003029010 A1 13-02-2003
EP 2591864	A1	15-05-2013	AU 2012338949 A1 05-06-2014 EP 2591864 A1 15-05-2013 ES 2515366 T3 29-10-2014 KR 20140099901 A 13-08-2014 US 2014000460 A1 02-01-2014 WO 2013072296 A1 23-05-2013
US 5630420	A	20-05-1997	AU 709756 B2 09-09-1999 AU 6556296 A 10-04-1997 CA 2186721 A1 30-03-1997 DE 69632984 D1 02-09-2004 DE 69632984 T2 28-07-2005 EP 0765637 A2 02-04-1997 ES 2225860 T3 16-03-2005 JP 3936001 B2 27-06-2007 JP H09135842 A 27-05-1997 US 5630420 A 20-05-1997
US 3995179	A	30-11-1976	NONE
US 5351375	A	04-10-1994	DE 69204611 D1 12-10-1995 DE 69204611 T2 18-04-1996 EP 0535772 A2 07-04-1993 JP 2744536 B2 28-04-1998 JP H0596727 A 20-04-1993 US 5311219 A 10-05-1994 US 5351375 A 04-10-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/060758

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B06B1/06 G10K9/22 G10K11/00 G01S13/93
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B06B G10K G01S G01H H01L H04R A61B G01N

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2011/090484 A1 (MASSA PRODUCTS CORP [US]; MASSA DONALD P [US]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) in der Anmeldung erwähnt Seite 8, Zeile 10 - Zeile 22 Seite 21, Zeile 20 - Seite 25, Zeile 10 Abbildungen 18, 20	1-16
Y	US 2007/091719 A1 (FALKENBERG JON [NO] ET AL) 26. April 2007 (2007-04-26) Absatz [0126] - Absatz [0128] Abbildung 7	1-16
Y	US 5 648 942 A (KUNKEL III HARRY A [US]) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 60 Abbildungen 1-3	2,3,6
	----- -/--	

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
19. November 2014	26/11/2014

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 Breccia, Luca
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2011/006641 A1 (CROSS L ERIC [US] ET AL) 13. Januar 2011 (2011-01-13) Absatz [0065] - Absatz [0068] Absatz [0131] Abbildungen 4,5	4,5
Y	----- EP 0 031 614 A1 (PHILIPS CORP [US]) 8. Juli 1981 (1981-07-08) Seite 8, Zeile 16 - Seite 9, Zeile 27 Abbildungen 7-9	7,8
Y	----- US 4 780 639 A (SHIRASU TETSUO [JP]) 25. Oktober 1988 (1988-10-25) Abbildung 4	9
Y	----- US 6 467 138 B1 (AIME FLESCHE [FR]) 22. Oktober 2002 (2002-10-22) Abbildungen 4-6	10
Y	----- EP 2 591 864 A1 (TELSONIC HOLDING AG [CH]; CAVITUS PTY LTD [AU]) 15. Mai 2013 (2013-05-15) Abbildung 1	11-13
A	----- US 5 630 420 A (VAITEKUNAS JEFFREY J [US]) 20. Mai 1997 (1997-05-20) Spalte 4, Zeile 3 - Spalte 5, Zeile 65 Abbildung 1	1
A	----- US 3 995 179 A (FLOURNOY NORMAN E ET AL) 30. November 1976 (1976-11-30) Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 2	10
A	----- US 5 351 375 A (OCHIAI KUNIAKI [JP] ET AL) 4. Oktober 1994 (1994-10-04) Spalte 5, Zeile 62 - Spalte 9, Zeile 8 Abbildung 1	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/060758

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011090484	A1	28-07-2011	KEINE
US 2007091719	A1	26-04-2007	AU 2006203527 A1 10-05-2007 GB 2436925 A 10-10-2007 US 2007091719 A1 26-04-2007
US 5648942	A	15-07-1997	KEINE
US 2011006641	A1	13-01-2011	KEINE
EP 0031614	A1	08-07-1981	CA 1152729 A1 30-08-1983 DE 3069525 D1 29-11-1984 EP 0031614 A1 08-07-1981 ES 8107014 A1 16-12-1981 JP H0452040 B2 20-08-1992 JP S56103598 A 18-08-1981
US 4780639	A	25-10-1988	DE 3784553 D1 15-04-1993 DE 3784553 T2 24-06-1993 EP 0247540 A2 02-12-1987 JP H0732273 B2 10-04-1995 JP S62274681 A 28-11-1987 US 4780639 A 25-10-1988
US 6467138	B1	22-10-2002	US 6467138 B1 22-10-2002 US 2003029010 A1 13-02-2003
EP 2591864	A1	15-05-2013	AU 2012338949 A1 05-06-2014 EP 2591864 A1 15-05-2013 ES 2515366 T3 29-10-2014 KR 20140099901 A 13-08-2014 US 2014000460 A1 02-01-2014 WO 2013072296 A1 23-05-2013
US 5630420	A	20-05-1997	AU 709756 B2 09-09-1999 AU 6556296 A 10-04-1997 CA 2186721 A1 30-03-1997 DE 69632984 D1 02-09-2004 DE 69632984 T2 28-07-2005 EP 0765637 A2 02-04-1997 ES 2225860 T3 16-03-2005 JP 3936001 B2 27-06-2007 JP H09135842 A 27-05-1997 US 5630420 A 20-05-1997
US 3995179	A	30-11-1976	KEINE
US 5351375	A	04-10-1994	DE 69204611 D1 12-10-1995 DE 69204611 T2 18-04-1996 EP 0535772 A2 07-04-1993 JP 2744536 B2 28-04-1998 JP H0596727 A 20-04-1993 US 5311219 A 10-05-1994 US 5351375 A 04-10-1994