(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
8. Dezember 2016 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/192827 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*G01S 7/521* (2006.01) *G10K 9/22* (2006.01)
*G10K 9/122* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000592

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. April 2016 (11.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
15001652.5 3. Juni 2015 (03.06.2015) EP

(71) Anmelder: **PEPPERL+FUCHS GMBH** [DE/DE]; Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim (DE).

(72) Erfinder: **ZIMMERMANN, Stefan**; Schlesierstr. 23, 67134 Birkenheide (DE).

(74) Anwalt: **KOCH MÜLLER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Maaßstrasse 32/1, 69123 Heidelberg (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).

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) **Title**: ULTRASONIC TRANSDUCER

(54) **Bezeichnung** : ULTRASCHALLWANDLER

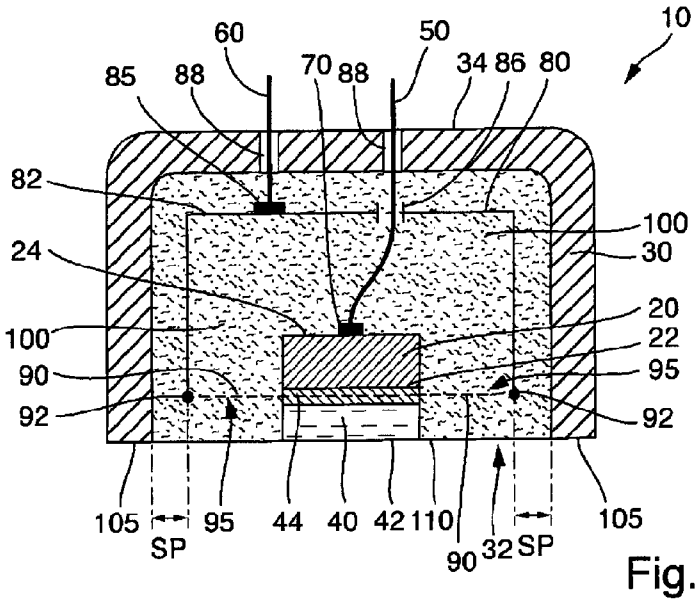



Fig. 1

(57) **Abstract**: Ultrasonic transducer having a piezoelectric transducer element with a top side and an underside, and having a cup-shaped housing with a top side and an underside, wherein an opening is formed on the top side, and having a coupling element with a front side and a rear side, wherein the rear side of the coupling element is acoustically coupled to the top side of the transducer element in order to couple out the ultrasonic waves produced by means of the transducer element to the environment in a transmission mode or in order to forward the ultrasonic waves received from the environment by the coupling element to the transducer element in a reception mode, and wherein the transducer element and the coupling element are arranged in the housing, and having a first electrode and a second electrode, wherein the first electrode is connected to a contact surface formed on the underside of the transducer element, wherein the transducer element is arranged in a cup-shaped screening apparatus made from a metal conductive material and the opening in the screening apparatus is spanned by a metal conductive grating, with the result that the screening apparatus and the grating form a Faraday cage, and the grating is formed between the top side of the transducer element and the rear side of the coupling element, and a gap is formed between the housing and the screening apparatus, and the housing is acoustically decoupled from the screening apparatus.

(57) **Zusammenfassung**:

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2016/192827 A1

**Veröffentlicht**:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Ultraschallwandler aufweisend, ein piezoelektrisches Wandlerelement mit einer Oberseite und einer Unterseite, und aufweisend ein becherförmiges Gehäuse, mit einer Oberseite und einer Unterseite, wobei an der Oberseite eine Öffnung ausgebildet ist, und aufweisend ein Koppelelement mit einer Vorderseite und einer Rückseite, wobei die Rückseite des Koppelelements mit der Oberseite des Wandlerelements akustisch verkoppelt ist, um in einem Sendemodus die mittels des Wandlerelements erzeugten Ultraschallwellen an die Umgebung auszukoppeln oder um in einem Empfangsmodus die aus der Umgebung von dem Koppelelement empfangenen Ultraschallwellen an das Wandlerelements weiterzuleiten, und wobei das Wandlerelement und das Koppelelement in dem Gehäuse angeordnet sind, und aufweisend eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode, wobei die erste Elektrode mit einer an der Unterseite des Wandlerelements ausgebildeten Kontaktfläche verschaltet ist, wobei das Wandlerelement in einer becherartigen Abschirmvorrichtung aus einem metallisch leitfähigen Material angeordnet ist und die Öffnung der Abschirmvorrichtung mit einem metallischen leitfähigen Gitter überspannt ist, so dass die Abschirmvorrichtung und das Gitter einen Faraday'schen Käfig auszubilden, und das Gitter zwischen der Oberseite des Wandlerelements und der Rückseite des Koppelelements ausgebildet ist, und zwischen dem Gehäuse und der Abschirmvorrichtung ein Spalt ausgebildet und das Gehäuse von der Abschirmvorrichtung akustisch entkoppelt ist.

# Ultraschallwandler

Die Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler.

Aus der DE 10 2008 055 116 A1 ist ein Ultraschallwandler mit einem Gehäuse und mit einen Wandlerelement und einem Koppelelement bekannt. Ferner ist aus der der DE 10 2007 062 460 A1 ein Ultraschallsensor bekannt.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Vorrichtung anzugeben, die den Stand der Technik weiterbildet.

Die Aufgabe wird durch einen Ultraschallwandler mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Gemäß dem Gegenstand der Erfindung / des Verfahrens wird ein Ultraschallwandler bereitgestellt, aufweisend ein piezoelektrisches Wandlerelement mit einer Oberseite und einer Unterseite, und weiter aufweisend ein becherförmiges Gehäuse, mit einer Oberseite und einer nahezu geschlossenen Unterseite, oder zylinderförmiges Gehäuse mit einer im Wesentlichen offenen Unterseite, wobei an der Oberseite eine Öffnung ausgebildet ist, und aufweisend ein Koppelelement mit einer Vorderseite und einer Rückseite, wobei die Rückseite des Koppelelements mit der Oberseite des Wandlerelements akustisch verkoppelt ist, um in einem Sendemodus die mittels des Wandlerelements erzeugten Ultraschallwellen an die Umgebung auszukoppeln oder um in einem Empfangsmodus die aus der Umgebung von dem Koppelelement empfangenen Ultraschallwellen an das Wandlerelements weiterzuleiten.

Ferner sind das Wandlerelement und das Koppelelement in dem Gehäuse angeordnet und der Ultraschallwandler weist eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode auf, wobei die erste Elektrode mit einer an der Unterseite des Wandlerelements ausgebildeten Kontaktfläche verschaltet ist und wobei das Wandlerelement in einer becherartigen Abschirmvorrichtung aus einem metallisch leitfähigen Material angeordnet ist und die Öffnung der Abschirm-

BESTÄTIGUNGSKOPIE

vorrichtung mit einem metallischen leitfähigen Gitter überspannt ist, so dass die Abschirmvorrichtung und das Gitter einen Faraday'schen Käfig ausbilden, und das Gitter zwischen der Oberseite des Wandlerelements und der Rückseite des Koppelelements ausgebildet ist, und zwischen dem Gehäuse und der Abschirmvorrichtung ein Spalt ausgebildet und das Gehäuse von der Abschirmvorrichtung akustisch entkoppelt ist.

Es sei angemerkt, dass das Wandlerelement vollständig in dem Faraday`schen Käfig angeordnet ist und das Wandlerelement trotz dem Gitter mit dem Koppelelement akustisch stark verkoppelt ist, um eine hohe Effizienz des Ultraschallwandler zu erreichen. Es versteht sich, dass das Koppelelement in dem Sendemodus erzeugten Ultraschallwellen an die Umgebung, beispielsweise Luft, auskoppelt und in dem Empfangsmodus die aufgefangenen Ultraschallwellen zu dem Wandlerelement weiterleitet. In dem Sendemodus wird das Wandlerelement mit einer Wechselspannung bis zu mehreren MHz beaufschlagt, während in dem Empfangsmodus das Wandlerelement eine Wechselspannung erzeugt. Des Weiteren versteht es sich, dass der Faraday`sche Käfig elektrisch mit einem Bezugspotential, insbesondere mit einer Massepotential verschaltet ist.

Auch sei angemerkt, dass das Gehäuse aus einem Kunststoff und / oder aus einem Metall besteht und sich auch zylinderförmig ausbilden lässt. Auch andere Formen, insbesondere rechteckige sind möglich. Es sei angeführt, dass an der Unterseite des Gehäuses vorliegend mit der Bezeichnung nahezu geschlossen eine Gehäuseunterseite bezeichnet wird, welche bis auf die Durchführungen der Anschlusskontakte geschlossen ist. Entsprechend wird mit der Bezeichnung im Wesentlichen offen, vorzugsweise eine Öffnung eines Zylinders bezeichnet.

Auch für die Abschirmvorrichtung sind unterschiedliche Gehäuseformen, insbesondere eckige möglich, solange die Abschirmvorrichtung dicht gegenüber elektromagnetischen Wellen ist. Insbesondere wenn bei der Herstellung sich der Raum zwischen dem Gehäuse und dem Faraday'sche Käfig von der Unterseite und von der Oberseite beispielsweise bei der zylinderförmigen Aus-

führung einfach auffüllen lässt, lassen sich die Ultraschallwandler einfach und zuverlässig herstellen.

Bisherige Lösungen gemäß dem Stand der Technik haben gezeigt, dass insbesondere bei einer asymmetrischen Signalkopplung, eine im Vergleich zu der vorliegenden Erfindung unzureichende EMV-Festigkeit gegeben ist. Mit dem vorliegenden Gitter lässt sich die EMV Festigkeit wesentlich erhöhen.

Unter dem Begriff EMV wird vorliegend die Festigkeit gegen "Elektromagnetische Wellen" verstanden. Untersuchungen haben gezeigt, dass das Wandlerelement wirkungsvoll von den elektrischen Feldern auch in einem HF-Bereich oberhalb 100 MHz abgeschirmt ist. Insbesondere lässt sich ein kostengünstiger und kleiner Ultraschallwandler mit einer hohen EMV Festigkeit ausbilden. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Gitter durchlässig für ein akustisches Entkopplungsmaterial ist.

In einer Weiterbildung sind die Abschirmvorrichtung und die Zwischengitterplätze und das Gehäuse mit einem akustischen Entkopplungsmaterial aufgefüllt. Bevorzugt ist, dass alle Hohlräume vollständig und insbesondere der Spalt vollständig mit dem Entkopplungsmaterial aufgefüllt sind. Vorzugsweise lassen sich als Entkopplungsmaterialien elastomer-Matrixmaterialen mit mindestens einem Füllstoff, insbesondere Gasblasen verwenden. Vorzugsweise beträgt die Shore-A Härte weniger als 25.

in einer anderen Weiterbildung weist das Wandlerelement einen kleineren Durchmesser als die Abschirmvorrichtung auf. Insbesondere ist das Wandlerelement als flaches zylinderförmiges Piezoelement ausgebildet, wobei die Oberseite und oder die Unterseite jeweils als plane Ebenen ausgebildet sind.

In einer Ausführungsform bilden der obere Rand des Gehäuses und die Oberfläche des Koppelelements und die Oberfläche des Entkopplungsmaterials eine gemeinsame plane Ebene aus. Vorzugsweise sind die einzelnen Teile an der Oberfläche flüssigkeitsdicht ausgeführt.

In einer anderen Weiterbildung ist das Gitter mittels eines Befestigungsmittels oder insbesondere eines Klemmrings mit der Abschirmvorrichtung befestigt ist. Es versteht sich, dass sich auch andere elektrisch leitfähige und HF dichte Befestigungsmittel eignen. Vorzugsweise ist der Klemmring aus einem Metall ausgebildet. Es versteht sich, dass das Befestigungsmittel in einer anderen Ausführungsform auch Löt- oder Schweißpunkte umfasst. In einer Ausführungsform besteht auch die Abschirmvorrichtung und / oder das Gitter jeweils aus einem Metall. Bevorzugt ist, das Gitter elektrisch mit der Oberseite des Wandlerelements zu verschalten und insbesondere die zweite Elektrode mit dem Faraday`schen Käfig elektrisch zu verschalten, sodass die Oberseite des Wandlerelements und der Faraday`sche Käfig auf einem gleichen Bezugspotential geklemmt sind. Es versteht sich, dass hierzu die zweite Elektrode niederohmig mit dem Käfig verschaltet ist. Insbesondere weist die Abschirmvorrichtung an der Unterseite einen Kontaktbereich auf, wobei die zweite Elektrode mit dem Kontaktbereich elektrisch verschaltet ist.

In einer Ausführungsform ist die erste Elektrode und oder die zweite Elektrode durch das Gehäuse vorzugsweise an der Unterseite des Gehäuses, durchgeführt.

In einer anderen Ausführungsform beträgt die Dicke der Maschenabschnitte des Gitters vorzugsweise 40µm, jedoch wenigstens 5 µm und höchstens 0,75 mm. Ferner ist es bevorzugt, dass die Maschenweite des Gitters vorzugsweise 0,4 mm beträgt, jedoch mindestens 0,1 mm und höchstens 3,0 mm aufweist. Bevorzugt ist, wenn das Gitter aus Bronze oder aus Kupfer besteht.

In einer anderen Weiterbildung beträgt der Spalt zwischen Abschirmvorrichtung und dem Gehäuse mindestens 0,5 mm und höchstens 2,0 cm.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Wandlerelement eine weitere Kontaktfläche auf. Hierbei ist die zweite Elektrode mit der Kontaktfläche verschaltet ist und die Abschirmvorrichtung und das Gitter sind elektrisch isoliert von dem Wandlerelement ausgeführt. Die Abschirmvorrichtung ist mittels einer dritten Elektrode auf ein Bezugspotential geklemmt.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Hierbei werden gleichartige Teile mit identischen Bezeichnungen beschriftet. Die dargestellten Ausführungsformen sind stark schematisiert, d.h. die Abstände und die lateralen und die vertikalen Erstreckungen sind nicht maßstäblich und weisen, sofern nicht anders angegeben, auch keine ableitbaren geometrischen Relationen zueinander auf. Darin zeigt:

Figur 1 einen Querschnittsansicht auf eine erste Ausführungsform eines Ultraschallwandlers,

Figur 2 einen Querschnittsansicht auf eine zweite Ausführungsform eines Ultraschallwandlers.

Die Abbildung der Figur 1 zeigt eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines Ultraschallwandlers 10 mit einem piezoelektrischen Wandlerelement 20 mit einer Oberseite 22 und einer Unterseite 24. Der Ultraschallwandlers 10 weist ein becherförmiges Gehäuse 30, mit einer Oberseite 32 und einer Unterseite 34 auf, wobei an der Oberseite 32 des Gehäuses 30 eine Öffnung ausgebildet ist. Das Gehäuse 30 ist vorzugsweise aus Kunststoff ausgebildet. In einer nicht dargestellten alternativen Ausführungsform ist das Gehäuse 30 zylinderförmig ausgebildet. Hierbei weist das Gehäuse an der Unterseite wenigstens teilweise ein anderes Material als an der Seite des Gehäuses auf. Insbesondere wenn die Unterseite 34 offen ist, lässt sich ein Raum zwischen dem Gehäuse 30 und dem Faraday'schen Käfig einfach von der Oberseite 32 und der Unterseite 34 auffüllen.

Ferner weist der Ultraschallwandler 10 ein Koppelelement 40 mit einer Vorderseite 42 und einer Rückseite 44 auf, wobei die Rückseite 44 des Koppelelements 40 mit der Oberseite 22 des Wandlerelements 20 akustisch verkoppelt ist, um in einem Sendemodus die mittels des Wandlerelements 20 erzeugten Ultraschallwellen an die Umgebung auszukoppeln oder um in einem Empfangsmodus die aus der Umgebung von dem Koppelelement 40 empfangenen Ultraschallwellen an das Wandlerelements 20 weiterzuleiten.

Das Wandlerelement 20 und das Koppelelement 40 sind in dem Gehäuse 30 angeordnet.

Außerdem weist der Ultraschallwandler 10 eine erste Elektrode 50 und eine zweite Elektrode 60 auf, wobei die erste Elektrode 50 mit einer an der Unterseite 24 des Wandlerelements 20 ausgebildeten Kontaktfläche 70 verschaltet ist. Das Wandlerelement 20 ist in einer becherartigen Abschirmvorrichtung 80 aus einem metallisch leitfähigen Material angeordnet, wobei die Öffnung der Abschirmvorrichtung 80 mit einem metallischen leitfähigen Gitter 90 überspannt ist. Vorliegend ist das Gitter 90 mittels einer Befestigungsvorrichtung, insbesondere eines Klemmrings 92 mit der Abschirmvorrichtung 80 befestigt. Das Gitter 90 weist eine Vielzahl von Zwischengitterplätzen 95 auf. Mit dem Begriff des Zwischengitterplatzes 95 ist die lichte Weite zwischen den Maschen des Gitters 90 bezeichnet.

Vorliegend ist die Abschirmvorrichtung 80 um die Dicke des Kopplungselements 40 in das Gehäuse 30 eingelassen. Das Gitter 90 ist elektrisch mit der Oberseite des Wandlerelements 20 verschaltet. Die Abschirmvorrichtung 80 und das Gitter 90 bilden einen Faraday'schen Käfig aus, wobei das Gitter 90 zwischen der Oberseite 22 des Wandlerelements 20 und der Rückseite 44 des Koppelelements 40 ausgebildet ist.

Ferner ist die zweite Elektrode 60 mit dem Faraday`schen Käfig, vorliegend an der Unterseite 82 der becherartigen Abschirmvorrichtung 80 an einem Kontaktbereich 85 verschaltet, sodass die Oberseite 22 des Wandlerelements 20 und der Faraday`sche Käfig auf ein Massepotential geklemmt sind. Die Abschirmvorrichtung 80 weist an der Unterseite 82 eine Durchführung 86 auf. Durch die Durchführung 86 wird die erste Elektrode 50 elektrische isolierend gegenüber der Abschirmvorrichtung 80 hindurchgeleitet. Das Gehäuse 30 weist an der Unterseite 34 für die beiden Elektroden 50 und 60 zwei Durchführungen 88 auf, d.h. die erste Elektrode 50 und die zweite Elektrode 60 sind an der Unterseite 34 durch das Gehäuse 30 hindurchgeführt.

Zwischen dem Gehäuse 30 und der Abschirmvorrichtung 80 ist ein Spalt SP ausgebildet, so dass das Gehäuse 30 von der Abschirmvorrichtung 80 akustisch entkoppelt ist. Das Wandlerelement 20 und das Koppelelement 40 weist einen kleineren Durchmesser als die Abschirmvorrichtung 80 auf. Beide Elemente 20 und 40 weisen vorzugsweise einen identischen Durchmesser auf. Sowohl die Abschirmvorrichtung 80 und die Zwischengitterplätze 95 und der Abschirmvorrichtung 80 sind mit einem akustischen Entkopplungsmaterial 100, insbesondere einem Elastormerschaum, aufgefüllt.

Insgesamt bilden die obere Randfläche 105 des Gehäuses 30 und die Vorderseite 42 des Koppelelements 40 und die Oberfläche des Entkopplungsmaterials 100 eine gemeinsame plane Ebene 110 aus.

In der Abbildung der Figur 2 ist eine zweite Ausführungsform eines Ultraschallwandlers 10 in einer Querschnittsansicht dargestellt. Im Folgenden werden nur die Unterschiede zu der Ausführungsform dargestellt in der Abbildung der Figur 1 erläutert. Das Wandlerelement 20 weist einen zweite Kontaktfläche 270 auf. Die zweite Elektrode 70 ist mit der zweiten Kontaktfläche 270 verschaltet. Des Weiteren weist die Abschirmvorrichtung 80 an der Unterseite 82 eine weitere Durchführung 86 auf.

Durch die weitere Durchführung 86 wird die zweite Elektrode 60 elektrisch gegenüber der Abschirmvorrichtung 80 isolierend hindurchgeleitet. Beide Elektroden 50 und 60, welche vorzugsweise einen flexiblen Draht umfassen, enden auf einer Platine 230. Die Platine 230 ist an der Innenseite des Gehäuses 30 zwischen der Abschirmvorrichtung 80 und dem Gehäuseboden 200 ausgebildet. Die Platine 230 umfasst einen ersten Kontaktstift 240 und einen zweiten Kontaktstift 250, wobei die beiden Kontaktstifte 240 und 250 durch die beiden Durchführungen 88 an dem Gehäuse 30 hindurchgeführt sind. Das Gehäuse 30 weist ein mit der Randfläche 105 verbundenen Absatz 280 auf.

Während in der ersten Ausführungsform, dargestellt in der Figur 1, die zweiten Elektrode 60 mittels des Gitters 90 an das Wandlerelement 20 ange-

schlossen ist und zu einer asymmetrische Signalauskopplung führt, indem der Anschluss an den Faraday'schen Käfig auf ein Referenzpotential geklemmt ist, ist in der vorliegenden Ausführungsform der Figur 2 die zweite Elektrode 60 unmittelbar mit dem Wandlerelement 20 in der Ausführungsform, dargestellt in der Abbildung der Figur 2, verschaltet. Indem keine der beiden Elektroden 50 und 60 auf ein Massepotential geklemmt ist, lässt sich nunmehr eine symmetrische Signalauskopplung durchführen. Sofern das Gitter 90 nicht elektrisch mit dem Wandlerelement 20 verschaltet ist, lässt sich das Gitter 90 auf ein Bezugspotential klemmen. Ein zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode anliegendes Wechselsignal wäre frei von einen Bezugspotential.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler (10) aufweisend,
ein piezoelektrisches Wandlerelement (20) mit einer Oberseite (22) und einer Unterseite (24), und
ein becherförmiges, mit einer Oberseite (32) und einer nahezu geschlossenen Unterseite (34), oder zylinderförmiges Gehäuse (30) mit einer offenen Unterseite (34), wobei an der Oberseite (32) eine Öffnung ausgebildet ist, und
ein Koppelelement (40) mit einer Vorderseite (42) und einer Rückseite (44), wobei die Rückseite (44) des Koppelelements (40) mit der Oberseite (22) des Wandlerelements (20) akustisch verkoppelt ist, um in einem Sendemodus die mittels des Wandlerelements (20) erzeugten Ultraschallwellen an die Umgebung auszukoppeln oder um in einem Empfangsmodus die aus der Umgebung von dem Koppelelement (40) empfangenen Ultraschallwellen an das Wandlerelements (20) weiterzuleiten, und wobei das Wandlerelement (20) und das Koppelelement (40) in dem Gehäuse (30) angeordnet sind, und
eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode, wobei die erste Elektrode mit einer an der Unterseite (24) des Wandlerelements (20) ausgebildeten Kontaktfläche (70) verschaltet ist,
**dadurch gekennzeichnet, dass**
das Wandlerelement (70) in einer becherartigen Abschirmvorrichtung (80) aus einem metallisch leitfähigen Material angeordnet und die Öffnung der Abschirmvorrichtung (80) mit einem metallischen leitfähigen Gitter (90) überspannt ist, so dass die Abschirmvorrichtung (80) und das Gitter (90) einen Faraday'schen Käfig ausbilden, und das Gitter (90) zwischen der Oberseite (22) des Wandlerelements (24) und der Rückseite (44) des Koppelelements (40) ausgebildet ist, und zwischen dem Gehäuse (30) und der Abschirmvorrichtung (80) ein Spalt (SP) ausgebildet und das Gehäuse (30) von der Abschirmvorrichtung (80) akustisch entkoppelt ist.

2. Ultraschallwandler (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmvorrichtung und die Zwischengitterplätze und das Gehäuse mit einem akustischem Entkopplungsmaterial aufgefüllt sind.

3. Ultraschallwandler (10) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerelement einen kleineren Durchmesser als die Abschirmvorrichtung aufweist.

4. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Rand des Gehäuses und die Oberfläche des Koppelelements und die Oberfläche des Entkopplungsmaterials eine gemeinsame plane Ebene ausbilden.

5. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gitter mittels eines Befestigungsmittels oder eines Klemmrings mit der Abschirmvorrichtung befestigt ist.

6. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmvorrichtung und / oder das Gitter jeweils aus einem Metall besteht.

7. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gitter elektrisch mit der Oberseite des Wandlerelements verschaltet ist und die zweite Elektrode mit dem Faraday`schen Käfig verschaltet ist, sodass die Oberseite des Wandlerelements und der Faraday`sche Käfig auf einem gleichen Bezugspotential geklemmt sind.

8. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektrode und oder die zweite Elektrode durch das Gehäuse durchgeführt ist.

9. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmvorrichtung (80) an der Unterseite einen Kontaktbereich (85) aufweist und die zweite Elektrode (60) mit dem Kontaktbereich (85) elektrisch verschaltet ist.

10. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Maschenabschnitte des Gitters (90) wenigstens 5 µm und höchstens 0,75 mm beträgt.

11. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschenweite des Gitters (90) mindestens 0,1 mm und höchstens 3,0 mm beträgt.

12. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (SP) zwischen Abschirmvorrichtung (80) und dem Gehäuse (30) mindestens 0,5 mm beträgt.

13. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschenweite des Gitters (90) mindestens 0,1 mm und höchstens 3,0 mm beträgt.

14. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gitter (90) aus Bronze oder aus Kupfer besteht.

15. Ultraschallwandler (10) nach einen oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlerelement (20) eine weitere Kontaktfläche (270) aufweist und die zweite Elektrode (60) mit der Kontaktfläche (270) verschaltet ist und die Abschirmvorrichtung (80) und das Gitter (90) elektrisch isoliert von dem Wand-

lerelement (20) ist und die Abschirmvorrichtung (80) mittels einer dritten Elektrode auf ein Bezugspotential geklemmt ist.

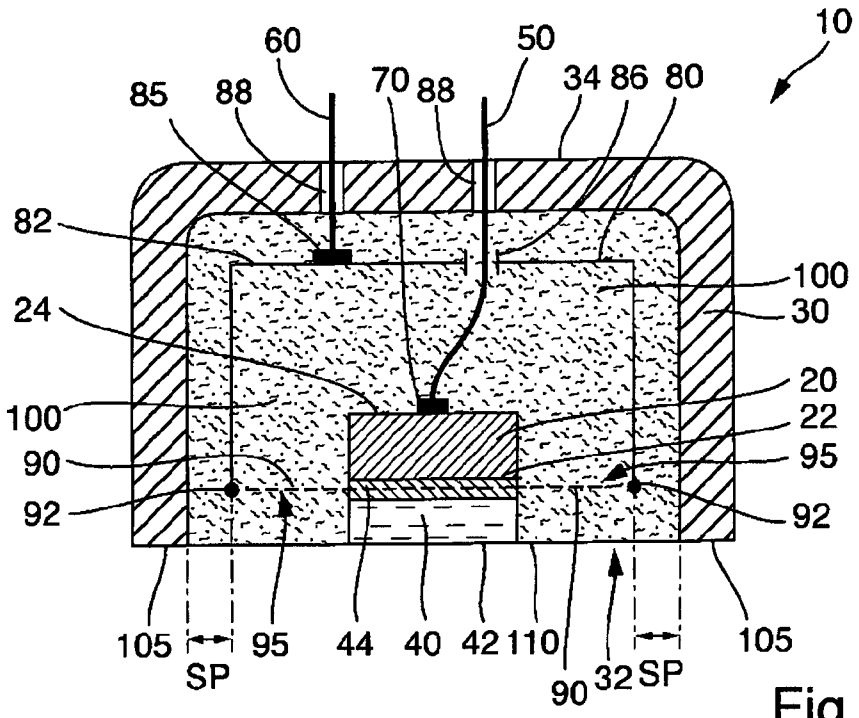

10
60
50
85
88
70
88
34
86
80
82
100
30
24
20
100
22
90
95
92
92
105
SP
95
44
40
42
110
90
32
SP
105

Fig. 1

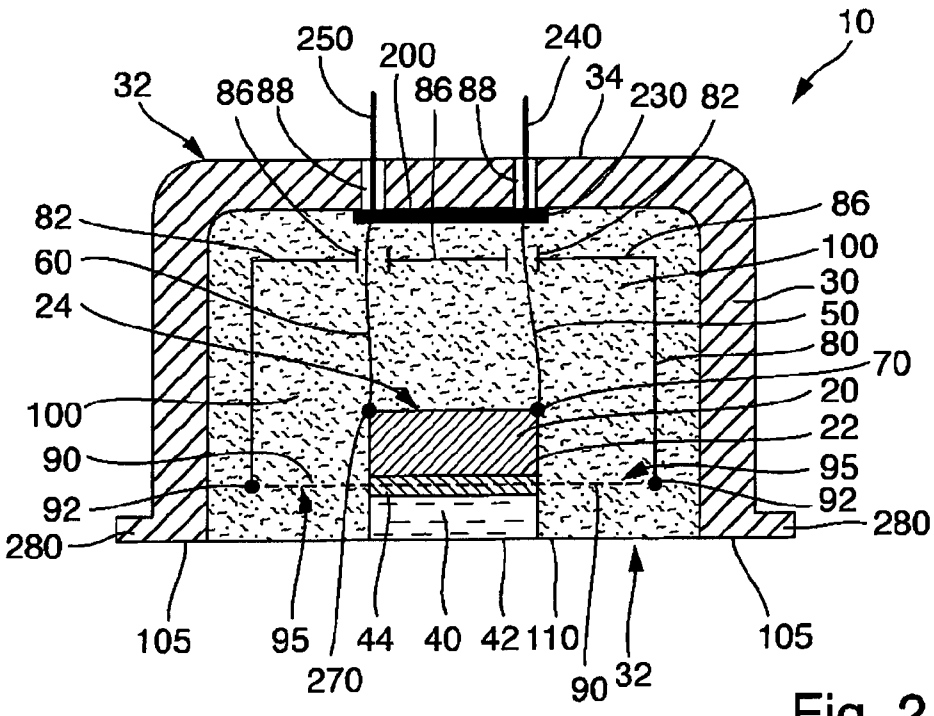

10
250
200
240
32
86
88
86
88
34
230
82
86
82
100
60
30
24
50
80
70
20
100
22
90
95
92
92
280
280
105
95
270
44
40
42
110
90
32
105

Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S7/521 G10K9/122 G10K9/22
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)
G01S G10K

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 | DE 296 11 678 U1 (SIEMENS AG [DE])<br>7 August 1997 (1997-08-07)<br>pages 7-8; figures 1,3 | 1-15 |
| X | EP 1 282 174 A2 (HOLMBERG GMBH & CO KG [DE]) 5 February 2003 (2003-02-05)<br>paragraphs [0028] - [0031] | 1-15 |
| A | US 2010/231093 A1 (LI SHIH-HSIUNG [TW])<br>16 September 2010 (2010-09-16)<br>the whole document | 1-15 |
| A | DE 42 15 271 A1 (TRIDELTA AG [DE])<br>11 November 1993 (1993-11-11)<br>the whole document | 1-15 |

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 4 July 2016 | 11/07/2016 |

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

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000592

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | US 4 368 400 A (TANIGUCHI YOSHIHARU [JP] ET AL) 11 January 1983 (1983-01-11) the whole document | 1-15 |
| A | US 4 190 783 A (MASSA FRANK [US]) 26 February 1980 (1980-02-26) the whole document | 1-15 |

1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/000592

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| DE 29611678 U1 | 07-08-1997 | DE 29611678 U1 | 07-08-1997 |
| | | EP 0815954 A2 | 07-01-1998 |
| EP 1282174 A2 | 05-02-2003 | AT 398837 T | 15-07-2008 |
| | | CN 1400677 A | 05-03-2003 |
| | | DK 1282174 T3 | 27-10-2008 |
| | | EP 1282174 A2 | 05-02-2003 |
| | | ES 2307708 T3 | 01-12-2008 |
| | | HK 1053191 A1 | 05-06-2009 |
| | | JP 4318433 B2 | 26-08-2009 |
| | | JP 2003069104 A | 07-03-2003 |
| | | KR 20030010560 A | 05-02-2003 |
| | | RU 2298300 C2 | 27-04-2007 |
| | | US 2003107302 A1 | 12-06-2003 |
| US 2010231093 A1 | 16-09-2010 | DE 102009044774 A1 | 30-09-2010 |
| | | TW 201033050 A | 16-09-2010 |
| | | US 2010231093 A1 | 16-09-2010 |
| DE 4215271 A1 | 11-11-1993 | NONE | |
| US 4368400 A | 11-01-1983 | JP S5642499 A | 20-04-1981 |
| | | US 4368400 A | 11-01-1983 |
| | | WO 8302709 A1 | 04-08-1983 |
| US 4190783 A | 26-02-1980 | NONE | |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000592

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01S7/521 G10K9/122 G10K9/22
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
G01S G10K

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 | DE 296 11 678 U1 (SIEMENS AG [DE])<br>7. August 1997 (1997-08-07)<br>Seiten 7-8; Abbildungen 1,3<br>----- | 1-15 |
| X | EP 1 282 174 A2 (HOLMBERG GMBH & CO KG [DE]) 5. Februar 2003 (2003-02-05)<br>Absätze [0028] - [0031]<br>----- | 1-15 |
| A | US 2010/231093 A1 (LI SHIH-HSIUNG [TW])<br>16. September 2010 (2010-09-16)<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-15 |
| A | DE 42 15 271 A1 (TRIDELTA AG [DE])<br>11. November 1993 (1993-11-11)<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-15 |
| | -/-- | |

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 4. Juli 2016 | 11/07/2016 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Damp, Stephan |

1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000592

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| A | US 4 368 400 A (TANIGUCHI YOSHIHARU [JP] ET AL) 11. Januar 1983 (1983-01-11) das ganze Dokument<br>----- | 1-15 |
| A | US 4 190 783 A (MASSA FRANK [US]) 26. Februar 1980 (1980-02-26) das ganze Dokument<br>----- | 1-15 |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000592

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| DE 29611678 U1 | 07-08-1997 | DE 29611678 U1 | 07-08-1997 |
| | | EP 0815954 A2 | 07-01-1998 |
| EP 1282174 A2 | 05-02-2003 | AT 398837 T | 15-07-2008 |
| | | CN 1400677 A | 05-03-2003 |
| | | DK 1282174 T3 | 27-10-2008 |
| | | EP 1282174 A2 | 05-02-2003 |
| | | ES 2307708 T3 | 01-12-2008 |
| | | HK 1053191 A1 | 05-06-2009 |
| | | JP 4318433 B2 | 26-08-2009 |
| | | JP 2003069104 A | 07-03-2003 |
| | | KR 20030010560 A | 05-02-2003 |
| | | RU 2298300 C2 | 27-04-2007 |
| | | US 2003107302 A1 | 12-06-2003 |
| US 2010231093 A1 | 16-09-2010 | DE 102009044774 A1 | 30-09-2010 |
| | | TW 201033050 A | 16-09-2010 |
| | | US 2010231093 A1 | 16-09-2010 |
| DE 4215271 A1 | 11-11-1993 | KEINE | |
| US 4368400 A | 11-01-1983 | JP S5642499 A | 20-04-1981 |
| | | US 4368400 A | 11-01-1983 |
| | | WO 8302709 A1 | 04-08-1983 |
| US 4190783 A | 26-02-1980 | KEINE | |