



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.11.2016 Patentblatt 2016/47**

(51) Int Cl.:  
**B06B 1/06 (2006.01) G10K 9/122 (2006.01)**  
**G10K 11/32 (2006.01) G10K 11/34 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16164346.5**

(22) Anmeldetag: **08.04.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

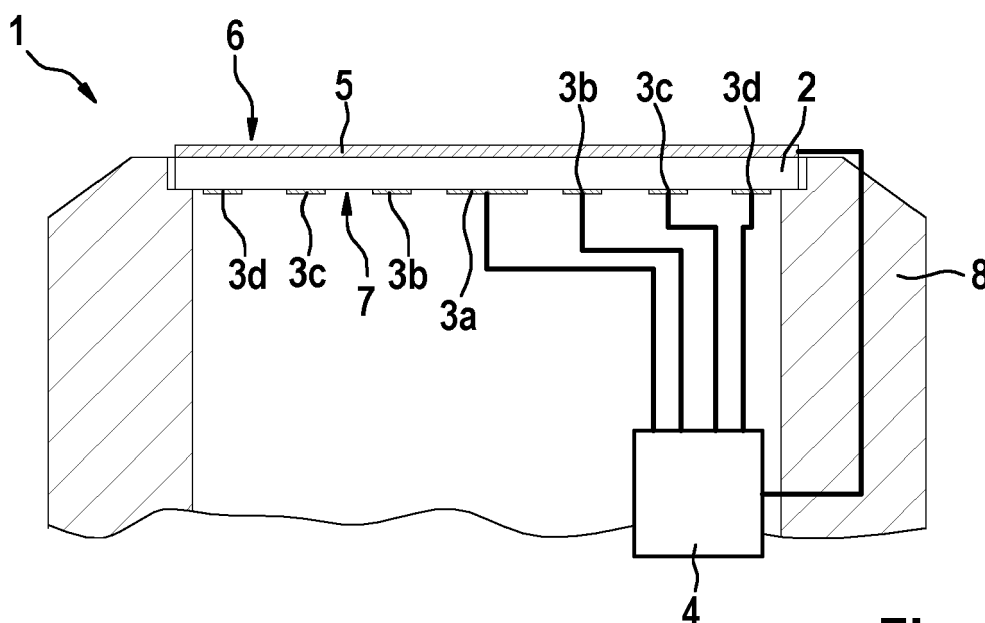
(72) Erfinder: **Karl, Matthias**  
**76275 Ettlingen (DE)**

(30) Priorität: **20.05.2015 DE 102015209234**

(54) **VORRICHTUNG ZUM AUSSENDEN UND/ODER EMPFANGEN AKUSTISCHER SIGNALE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale. Diese Vorrichtung (1) umfasst einen elektroakustischen Wandler (2), der zumindest zwei voneinander elektrisch isolierte erste Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) aufweist, über die jeweils unterschiedliche Bereiche des elektroakustischen Wandlers (2) zu einer Schwingung angeregt werden können, wobei die Vorrichtung (1) dazu eingerichtet ist, dass bei einem Aussenden akustischer Signale an jeder der ersten Kontak-

tierungen (3a, 3b, 3c, 3d) jeweils ein elektrisches Signal angelegt wird, wobei die angelegten elektrischen Signale einen zueinander unterschiedlichen zeitlichen Verlauf haben, und/oder bei einem Empfangen akustischer Signale an jeder der ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) jeweils ein elektrisches Signal abgegriffen wird, um aus dem unterschiedlichen zeitlichen Verlauf der abgegriffenen elektrischen Signale ein Schwingen des elektroakustischen Wandlers zu ermitteln.



**Fig. 1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale.

**[0002]** Seit geraumer Zeit bewähren sich Zungenfrequenzmesser in vielen Anwendungen. Dabei sind an einem akustisch starren Schwingungseinkoppelement mehrere Schwingzungen angebracht, die bei unterschiedlichen Anregungsfrequenzen jeweils ihr Schwingungsmaximum erreichen. Ein Beobachter sieht anhand der Zunge, die ihren größten Ausschlag zeigt, mit welcher Frequenz das Schwingungseinkoppelement angeregt wird.

**[0003]** Ein Nachteil solcher Zungenfrequenzmesser ist es, dass immer nur ein Teil der verfügbaren Mittel, wie in diesem Fall der Schwingzungen, genutzt wird. Äquivalent dazu wäre es, wenn man auf einer Membran mehrere elektroakustische Wandler unterschiedlicher Resonanzfrequenz platzieren würde und je nach auszusendender beziehungsweise zu empfangender Frequenz einen anderen elektroakustischen Wandler verwenden würde. Dabei würde jedoch der jeweils nicht genutzte Bereich der Membran unnötig Schallenergie aus dem Schallfeld ziehen beziehungsweise bei einem Senden zum Schwingen angeregt.

**[0004]** Aus dem Bereich der Nachrichtentechnik ist es bekannt, dass mit Frequenzmodulationen, wie zum Beispiel Frequency Hopping, in einem sehr engen Frequenzband Informationen mit sehr guter Zuverlässigkeit, das heißt Trennfähigkeit übertragen werden können. Dies gilt insbesondere bei Nutzung orthogonaler Modulation, wie diese beispielsweise in W-LAN-Systemen genutzt wird.

**[0005]** Es wird auf die Varianzanalyse, das heißt Signalanalyse mittels Momente zweiter Ordnung, in der DE102009027842A1 veniviesen. Mittels Varianzreziproker ist es möglich, mit Momenten zweiter Ordnung eine sehr gute Signalsynchronisation und damit Ortsbestimmung zu erreichen.

**[0006]** Aktuelle elektroakustische Wandler weisen zu meist nur zwei Kontaktierungen auf und sind somit für eine Schwingungsform, das heißt genau eine Resonanzfrequenz optimal.

**[0007]** DE37337761A1 offenbart eine Ultraschallsonde, die aus einem piezoelektrischen Verbundmaterial aufgebaut ist, das aus einer Vielzahl von in ein organisches Material eingebetteten piezoelektrischen Keramik-Stebelementen besteht. Aus diesem Verbundmaterial sind Streifenelektroden ausgebildet, um eine Flexibilität und Empfindlichkeit der Sonde zu verbessern.

### Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale um-

fasst einen elektroakustischen Wandler, der zumindest zwei voneinander elektrisch isolierte erste Kontaktierungen aufweist, über die jeweils unterschiedliche Bereiche des elektroakustischen Wandlers zu einer Schwingung angeregt werden können. Dabei ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, dass bei einem Aussenden akustischer Signale an jeder der ersten Kontaktierungen jeweils ein elektrisches Signal angelegt wird, wobei die angelegten elektrischen Signale einen zueinander unterschiedlichen zeitlichen Verlauf haben, und/oder bei einem Empfangen akustischer Signale an jeder der ersten Kontaktierungen jeweils ein elektrisches Signal abgegriffen wird, um aus dem unterschiedlichen zeitlichen Verlauf der abgegriffenen elektrischen Signale ein Schwingen des elektroakustischen Wandlers zu ermitteln.

**[0009]** Eine solche Vorrichtung ist vorteilhaft, da eine besonders effiziente Umsetzung zwischen akustischen Signalen und elektrischen Signalen erfolgt. Das bedeutet, die Vorrichtung weist einen hohen Wirkungsgrad beim Senden akustischer Signale und eine hohe Empfindlichkeit beim Empfangen akustischer Signale auf. Die Vorrichtung zeichnet sich durch einen besonders vorteilhaften Störabstand, beispielsweise zu einem Rauschen eines Innenwiderstandes der Vorrichtung, aus. Dem elektroakustischen Wandler kann insbesondere beim Aussenden akustischer Signale ein vorgegebenes Schwingverhalten eingepreßt werden, wodurch das Schwingverhalten des elektroakustischen Wandler präzise gesteuert werden und somit an beliebige Umgebungsbedingungen optimal angepasst werden kann.

**[0010]** Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0011]** Es ist vorteilhaft, wenn die ersten Kontaktierungen konzentrische Kreise auf einer Oberfläche des elektroakustischen Wandlers bilden. Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn der elektroakustische Wandler die Form einer Kreisscheibe aufweist. Auf diese Weise wird eine Anordnung der Kontaktierungen erreicht, durch welche einzelne Schwingungsmodi des elektroakustischen Wandlers besonders effizient angeregt werden können. Gleichzeitig weisen die Kontaktierungen dabei eine wenig komplexe Form auf, wodurch eine Herstellung der Vorrichtung vereinfacht wird und zugleich eine hohe Stabilität erreicht wird.

**[0012]** Auch ist es vorteilhaft, wenn der unterschiedliche zeitliche Verlauf der an die ersten Kontaktierungen angelegten elektrischen Signale derart gewählt ist, dass der elektroakustische Wandler wahlweise in einem ersten Schwingungsmodus oder in einem zweiten Schwingungsmodus schwingt. Insbesondere ist dabei der erste Schwingungsmodus ein Schwingungsmodus einer ersten Frequenz und der zweite Schwingungsmodus ein Schwingungsmodus einer zweiten Frequenz. Es kann somit immer ein Schwingungsmodus gewählt werden, der eine besonders hohe Empfindlichkeit oder einen besonders hohen Wirkungsgrad der Vorrichtung ermöglicht. Dabei wird eine Anpassung der Vorrichtung an eine gewünschte Frequenz ermöglicht.

**[0013]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn der elektroakustische Wandler zumindest eine zweite Kontaktierung aufweist, die mit einer zugehörigen ersten Kontaktierung elektrisch leitfähig verbunden ist, wobei die zweite Kontaktierung derart angeordnet ist, dass die zweite Kontaktierung im Ansprechen auf ein vordefiniertes Eintreffen des akustischen Signal hinsichtlich Frequenz und/oder Amplitude und/oder Phase in identischer Weise schwingt wie die zugehörige erste Kontaktierung. Somit wird eine Anzahl elektrischer Signale verringert, die bei einem Aussenden akustischer Signale durch die Vorrichtung benötigt wird und/oder eine Verarbeitung elektrischer Signale beim Empfangen akustischer Signale wird vereinfacht, da solche Bereiche des elektroakustischen Wandlers, die ähnliche elektrische Signale verursachen, zusammengefasst sind.

**[0014]** Ebenso vorteilhaft ist es, bei dem Empfangen akustischer Signale jedes der an den ersten Kontaktierungen abgegriffenen elektrischen Signale auf einen vorgegebenen zeitlichen Verlauf hin gefiltert wird. Auf diese Weise werden Störeinflüsse beim Empfangen akustischer Signale können besonders effizient unterdrückt.

**[0015]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Verzögerungseinheit umfasst, die dazu eingerichtet ist, eine Phase eines eingehenden elektrischen Signals zu verändern und das eingehende elektrische Signal an eine der ersten Kontaktierungen anzulegen und das in seiner Phase veränderte eingehende elektrische Signal an eine andere der ersten Kontaktierungen anzulegen. Insbesondere erfolgt das Verändern der Phase des eingehenden elektrischen Signals mittels eines passiven Bauelementes. Somit wird zumindest ein Teil der zum Aussenden eines akustischen Signals benötigten elektrischen Signalen auf besonders einfache Weise erzeugt.

**[0016]** Es ist vorteilhaft, wenn der elektroakustische Wandler ein Biegeschwinger ist, wobei die ersten und/oder zweiten Kontaktierungen auf einer ersten Seite des elektroakustischen Wandlers angeordnet sind und eine Bezugselektrode flächig auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite des elektroakustischen Wandlers angeordnet ist. Auf diese Weise kann die gesamte erste Seite des elektroakustischen Wandlers für die ersten und/oder zweiten Kontaktierungen genutzt werden und eine besonders präzise Anregung des elektroakustischen Wandlers erfolgen.

**[0017]** Auch ist es vorteilhaft, wenn die an den ersten Kontaktierungen angelegten elektrischen Signale derart gewählt sind, dass das von der Vorrichtung ausgesendete oder empfangene akustische Signal in einem vorgegebenen Frequenzbereich liegt und insbesondere eine konstante Frequenz aufweist. Somit kann die Vorrichtung bei einer solchen Frequenz betrieben werden, in der diese einen besonders hohen Wirkungsgrad erzielt und eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweist.

**[0018]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn das von der Vorrichtung ausgesendete oder empfangene akustische Signal ein Ultraschallsignal ist. Dies ist vorteilhaft, da ge-

rade im Bereich des Sendens und Empfangens von Ultraschallsignalen hohe Anforderungen an die Empfindlichkeit und den Wirkungsgrad von Vorrichtungen zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale gestellt werden.

**[0019]** Ferner ist ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung vorteilhaft, in dem der elektroakustische Wandler auf einer Membran angeordnet und insbesondere mit dieser verklebt wird, eine Kontaktierungsschicht auf einer der Membran abgewandten Seite des elektroakustischen Wandlers aufgebracht wird und die ersten und/oder zweiten Kontaktierungen aus der Kontaktierungsschicht geformt werden, indem die Bereiche der Kontaktierungsschicht, die zwischen den ersten und/oder zweiten Kontaktierungen liegen, entfernt werden. Durch ein solches Verfahren wird eine präzise Anordnung der Kontaktierungen ermöglicht und ein Brechen des elektroakustischen Wandlers vermieden.

**[0020]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung eingerichtet ist, an einem Fahrzeug angeordnet zu sein und insbesondere in ein Bordnetz des Fahrzeuges integriert zu werden. Auch ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, Informationen über das akustische Signal zu senden und/oder zu empfangen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0021]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale in einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Figur 2 eine Darstellung eines in einem ersten Schwingungsmodus schwingenden elektroakustischen Wandlers zu drei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten,

Figur 3 eine Darstellung eines in einem zweiten Schwingungsmodus schwingenden elektroakustischen Wandlers zu drei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten, und

Figur 4 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale in einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

#### Ausführungsformen der Erfindung

**[0022]** Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale in einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Die Vorrichtung 1 umfasst einen elektroakustischen Wandler 2. Der elektroakustische Wandler 2 ist ein pie-

zoelektrischer Biegeschwinger. Der elektroakustische Wandler 2 ist in Figur 1 in einem Querschnitt gezeigt. In einer Draufsicht ist der elektroakustische Wandler 2 eine Kreisscheibe. Der elektroakustische Wandler 2 weist eine erste Seite 6 und eine der ersten Seite 6 gegenüberliegende zweite Seite 7 auf. Die erste Seite 6 und die zweite Seite 7 sind die ebenen Flächen der Kreisscheibe.

**[0023]** Der elektroakustische Wandler 2 liegt in einem Bereich seines äußeren Umfangs auf einen Membranträger 8 auf, und ist an dieser Stelle mit einem Membranträger 8 verschweißt.

**[0024]** Der elektroakustische Wandler 2 weist zumindest zwei voneinander elektrisch isolierte erste Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d auf. Die zumindest zwei voneinander elektrisch isolierten ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d werden in dieser ersten Ausführungsform durch eine kreisscheibenförmige Kontaktierung 3a, eine erste ringförmige Kontaktierung 3b, eine zweite ringförmige Kontaktierung 3c und eine dritte ringförmige Kontaktierung 3d gebildet. Die kreisscheibenförmige Kontaktierung 3a weist die Form einer Kreisscheibe auf. Ein Zentrum der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a ist derart auf dem elektroakustischen Wandler 2 angeordnet, dass dieses über einem Zentrum des elektroakustischen Wandlers 2 liegt. Das Zentrum des elektroakustischen Wandlers 2 ist dabei eine Mitte einer der kreisscheibenförmigen Oberflächen des elektroakustischen Wandlers 2.

**[0025]** Die erste ringförmige Kontaktierung 3b ist konzentrisch zu der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a angeordnet. Die erste ringförmige Kontaktierung 3b umläuft die kreisscheibenförmige Kontaktierung 3a, wobei ein äußerer Umfang der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a einen Abstand zu einem inneren Umfang der ersten ringförmigen Kontaktierung 3b aufweist. Die zweite ringförmige Kontaktierung 3c ist konzentrisch zu der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a angeordnet. Die zweite ringförmige Kontaktierung 3c umläuft die kreisscheibenförmige Kontaktierung 3a, wobei ein äußerer Umfang der ersten ringförmigen Kontaktierung 3b einen Abstand zu einem inneren Umfang der zweiten ringförmigen Kontaktierung 3c aufweist. Die dritte ringförmige Kontaktierung 3d ist konzentrisch zu der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a angeordnet. Die dritte ringförmige Kontaktierung 3d umläuft die zweite ringförmige Kontaktierung 3c, wobei ein äußerer Umfang der zweiten ringförmigen Kontaktierung 3c einen Abstand zu einem inneren Umfang der dritten ringförmigen Kontaktierung 3c aufweist. Da ein Material, aus welchem der elektroakustische Wandler 2 gefertigt ist, nicht leitfähig ist und die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d voneinander beabstandet sind, sind die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d voneinander elektrisch isoliert.

**[0026]** Die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d sind auf der zweiten Seite 7 des elektroakustischen Wandlers 2 angeordnet. Auf der ersten Seite 6 des elektroakustischen Wandlers 2 ist eine Bezugselektrode 5 angeordnet. Diese erstreckt sich über die gesamte, auf der ersten

Seite 6 des elektroakustischen Wandlers gelegene Oberfläche des elektroakustischen Wandlers 2.

**[0027]** Wird eine Spannung zwischen einer der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d und die Bezugselektrode 5 angelegt, so erfolgt eine elastische Verformung des elektroakustischen Wandlers in dem Bereich, in dem die ersten Kontaktierung 3a, 3b, 3c, 3d liegt, an welche das elektrische Signal angelegt wurde.

**[0028]** Jede der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d ist über jeweils eine elektrische Leitung mit einer Signaleinheit 4 gekoppelt. Durch die Signaleinheit 4 werden mehrere, zueinander unterschiedliche elektrische Signale erzeugt, die an die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d über die elektrischen Leitungen an die ersten Kontaktierungen übertragen werden. Zudem ist die Signaleinheit 4 über eine elektrische Leitung mit der Bezugselektrode 5 gekoppelt.

**[0029]** Bei einem Aussenden akustischer Signale durch die Vorrichtung 1 wird an jede der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d von der Signaleinheit 4 jeweils ein elektrisches Signal angelegt, wobei die angelegten elektrischen Signale einen zueinander unterschiedlichen zeitlichen Verlauf haben. Das bedeutet, dass die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d nicht über ein gemeinsames elektrisches Signal angeregt werden.

**[0030]** In dieser ersten Ausführungsform kann der elektroakustische Wandler 2 von der Signaleinheit 4 wahlweise dazu angeregt werden, entweder in einem ersten Schwingungsmodus oder in einem zweiten Schwingungsmodus zu schwingen.

**[0031]** Figur 2 zeigt den elektroakustischen Wandler 2 zu einem ersten Zeitpunkt  $t_{1a}$ , zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_{1b}$  und zu einem dritten Zeitpunkt  $t_{1c}$ , wobei der elektroakustische Wandler 2 in dem ersten Schwingungsmodus schwingt. Zu dem ersten Zeitpunkt  $t_{1a}$  ist der elektroakustische Wandler 2 über seine gesamte Fläche nach oben gewölbt. Zu dem zweiten Zeitpunkt  $t_{1b}$  ist der elektroakustische Wandler 2 nicht gewölbt, was auch dessen Ausprägung in seinem Ruhezustand entspricht. Zu dem dritten Zeitpunkt  $t_{1c}$  ist der elektroakustische Wandler 2 über seine gesamte Fläche nach unten gewölbt.

**[0032]** Es ist eine Lage der kreisscheibenförmigen Kontaktierung 3a, der ersten ringförmigen Kontaktierung 3b, der zweiten ringförmigen Kontaktierung 3c und der dritten ringförmigen Kontaktierung 3d auf dem elektroakustischen Wandler 2 gezeigt. Es wird zunächst die zweite ringförmige Kontaktierung 3c betrachtet. Es ist ersichtlich, dass sich der gesamte Bereich, in welchem sich die zweite ringförmige Kontaktierung 3c befindet, durch ein ähnliches Schwingverhalten auszeichnet. So befindet sich die zweite ringförmige Kontaktierung 3c in ihrem gesamten Umfang zu jedem der in Figur 2 gezeigten Zeitpunkte auf einer gleichen Höhe über einer Ruhelage des akustischen Wandlers 2. Selbiges gilt ebenfalls für den Bereich des elektroakustischen Wandlers 2, in dem die erste ringförmige Kontaktierung 3b angeordnet ist und für den Bereich des elektroakustischen Wandlers 2, in

dem die dritte ringförmige Kontaktierung 3d angeordnet ist.

**[0033]** Es wird ersichtlich, dass der elektroakustische Wandler 2 zu der in Figur 2 gezeigten Schwingung angeregt werden kann, indem an jede der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d jeweils ein sinusförmiges elektrisches Signal angelegt wird, wobei die sinusförmigen elektrischen Signale eine gleiche Phase aufweisen und eine an die Auslenkung des Bereiches, in welchem die zugehörige erste Kontaktierung 3a, 3b, 3c, 3d angeordnet ist, angepasste Amplitude aufweist.

**[0034]** Figur 3 zeigt den elektroakustischen Wandler 2 in dem zweiten Schwingungsmodus. Dabei ist der elektroakustische Wandler 2 zu einem vierten Zeitpunkt  $t_{2a}$ , einem fünften Zeitpunkt  $t_{2b}$  und zu einem sechsten Zeitpunkt  $t_{2c}$  gezeigt. Es ist ersichtlich, dass ein innerer Bereich des elektroakustischen Wandlers 2 gegenläufig zu einem äußeren Bereich des elektroakustischen Wandlers 2 schwingt. So ist beispielsweise ersichtlich, dass sich der Bereich des elektroakustischen Wandlers 2, in dem sich die dritte ringförmige Kontaktierung 3d befindet, zu dem vierten Zeitpunkt  $t_{2a}$  gegenüber einer Ruhelage des elektroakustischen Wandlers 2 nach unten bewegt hat, wohingegen sich der Bereich des elektroakustischen Wandlers 2, in dem sich die erste ringförmige Kontaktierung 3b befindet, gegenüber der Ruhelage des elektroakustischen Wandlers 2 nach oben bewegt hat. Es wird somit ersichtlich, durch das durch eine entsprechende Anregung der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d der elektroakustische Wandler 2 dazu gezwungen werden kann, in dem zweiten Schwingungsmodus zu schwingen. So wird in dem in Figur 3 gezeigten Beispiel an jede der ersten Kontaktierung 3a, 3b, 3c, 3d jeweils ein sinusförmiges elektrisches Signal angelegt, wobei die sinusförmigen elektrischen Signale zueinander phasenverschoben sind. Eine Frequenz der elektrischen Signale in dem zweiten Schwingungsmodus kann dabei von der Frequenz der elektrischen Signale in dem ersten Schwingungsmodus abweichen.

**[0035]** In der Signaleinheit 4 ist in dieser ersten Ausführungsform ein zeitlicher Verlauf für ein erstes elektrisches Signal hinterlegt, welches an die kreisscheibenförmige Kontaktierung 3a angelegt wird. Ferner ist ein zweites elektrisches Signal hinterlegt, welches an die erste ringförmige Kontaktierung 3b angelegt wird. Ferner ist ein drittes elektrisches Signal hinterlegt, welches an die zweite ringförmige Kontaktierung 3c angelegt wird. Ferner ist ein viertes elektrisches Signal hinterlegt, welches an die dritte ringförmige Kontaktierung 3d angelegt wird. Dabei sind alle elektrischen Signale sinusförmige elektrische Signale, die sich jedoch zumindest in ihrer Phasenlage zueinander oder ihrer Amplitude unterscheiden.

**[0036]** Dabei ist jeweils ein erstes bis viertes elektrisches für den ersten Schwingungsmodus hinterlegt und jeweils ein erstes bis viertes elektrisches für den zweiten Schwingungsmodus hinterlegt. Hinterlegt bedeutet dabei, dass die Signaleinheit 4 die elektrischen Signale auf

eine Anforderung hin erzeugt. Somit hat jedes der an die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d angelegten elektrischen Signale jeweils einen vorgegebenen zeitlichen Verlauf. Bei der Ansteuerung/Auswertung des elektroakustischen Wandlers 2 wird eine Klimaabhängigkeit der elektrischen Signale berücksichtigt.

**[0037]** In dieser ersten Ausführungsform haben die dem ersten Schwingungsmodus zugehörigen elektrischen Signale eine erste Frequenz  $f_1$  und die dem zweiten Schwingungsmodus zugehörigen elektrischen Signale eine zweite Frequenz  $f_2$ . Dies führt dazu, dass der elektroakustische Wandler 2 in dem ersten Schwingungsmodus mit einer ersten Frequenz  $f_1$  schwingt und in dem zweiten Schwingungsmodus in einer zweiten Frequenz  $f_2$  schwingt. Sowohl die erste Frequenz  $f_1$  als auch die zweite Frequenz  $f_2$  liegen in einem hochfrequenten Bereich, sodass der elektroakustische Wandler 2 zu einer Schwingung angeregt wird, die zu einem akustischen Signal im Ultraschallbereich führt.

**[0038]** Die dem ersten Schwingungsmodus zugehörigen elektrischen Signale weisen eine konstante Frequenz auf. Somit weist auch das von der elektroakustischen Wandler 2 erzeugte akustische Signal eine konstante Frequenz auf. Somit sind die an den ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d angelegten elektrischen Signale derart gewählt, dass das akustische Signal mit konstanter Frequenz in einem vorgegebenen Frequenzbereich liegt.

**[0039]** Bei einem Empfangen akustischer Signale wird an jeder der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d jeweils ein elektrisches Signal abgegriffen und aus dem unterschiedlichen zeitlichen Verlauf der abgegriffenen elektrischen Signale ein Schwingen des elektroakustischen Wandlers ermittelt. Wird der elektroakustische Wandler 2 durch ein ankommendes akustisches Signal zu einer Schwingung angeregt, so wird diese durch den elektroakustischen Wandler 2 in elektrische Signale umgesetzt. Diese werden durch die ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d abgegriffen, wobei dann jeder der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d ein elektrisches Signal anliegt, das sich in seinem zeitlichen Verlauf von dem an den anderen ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d anliegenden elektrischen Signale unterscheidet. Von jeder der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d wird somit jeweils ein elektrisches Signal an die Signaleinheit 4 übertragen. Die Vorrichtung 1 ist in dieser ersten Ausführungsform darauf ausgelegt, ein bestimmtes akustisches Signal zu empfangen. Daher wird jedes der elektrischen Signale, welches von den ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d an die Signaleinheit 4 übertragen wird, durch einen Matched-Filter gefiltert.

**[0040]** Die Vorrichtung 1 weist somit für jede der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d einen zugehörigen Matched-Filter auf. Die Matched-Filter sind derart gestaltet, dass diese lediglich solche Anteile der elektrischen Signale durchlassen, die sich durch das bestimmte akustische Signal ergeben. Somit wird beim Empfangen akustischer Signale jedes der an den ersten Kontaktierungen

3a, 3b, 3c, 3d abgegriffenen elektrischen Signale auf einen vorgegebenen zeitlichen Verlauf hin gefiltert.

**[0041]** Handelt es sich bei dem elektroakustischen Wandler 2, wie in dieser ersten Ausführungsform, um einen Biege wandler in Form einer runden Scheibe und sind die elektrischen Signale aus einem engeren Frequenzbereich, so kann die Zahl der notwendigen ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d erheblich gegenüber anderen Ausführungsformen reduziert werden. Beim Senden und/oder Empfangen eines akustischen Signals sind die Zeitverläufe der Spannungen der elektrischen Signale von einigen der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d untereinander nahe null und bei anderen Signalformen, wie zum Beispiel einer anderen Frequenz, variieren sie mit der Zeit, insbesondere gegeneinander phasenversetzt. Die genauen Zusammenhänge der Kontaktspannung kann man wahlweise experimentell und/oder mittels Simulation ermitteln.

**[0042]** In einer optionalen Ausführungsform umfasst die Signaleinheit 4 eine Verzögerungseinheit, die dazu eingerichtet ist, eine Phase eines eingehenden elektrischen Signals zu verändern und das eingehende elektrische Signal an eine der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d anzulegen und das in seiner Phase veränderte eingehende elektrische Signal an eine andere der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d anzulegen. So wird zum Beispiel das erste elektrische Signal, welches bei einem Aussenden des akustischen Signals an den kreisscheibenförmigen Kontakt 3a angelegt wird, als ein eingehendes elektrisches Signal an die Verzögerungseinheit angelegt. Durch passive Bauelemente in der Verzögerungseinheit, insbesondere durch einen Kondensator, wird eine Phase des eingehenden elektrischen Signals, also des ersten elektrischen Signals, verschoben. Durch einen Widerstand der Verzögerungseinheit wird eine Amplitude des eingehenden elektrischen Signals verändert. Das in seiner Amplitude und seiner Phase veränderte erste elektrische Signal wird als das zweite elektrische Signal an die erste ringförmige Kontaktierung 3b angelegt.

**[0043]** Eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale ist in Figur 4 gezeigt. Die zweite Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der ersten Ausführungsform. Jedoch weist der akustische Wandler 2 eine zweite Kontaktierung 9 auf. Die zweite Kontaktierung 9 ersetzt die erste ringförmige Kontaktierung 3b und ist mit dieser in Form und Lage auf dem elektroakustischen Wandler 2 identisch. Die zweite Kontaktierung 9 ist über eine elektrische Verbindung mit der dritten ringförmigen Kontaktierung 3d verbunden. Eine direkte Verbindung zwischen der zweiten Kontaktierung 9 und der Signaleinheit 4 entfällt.

**[0044]** Die zweite Kontaktierung 9 und die dritte ringförmige Kontaktierung 3b sind in dieser Ausführungsform derart auf dem elektroakustischen Wandler angeordnet, dass der Bereich, in dem die zweite Kontaktierung 9 angeordnet ist und der Bereich, in dem die dritte ringförmige

Kontaktierung 3d angeordnet ist, für zumindest einen, insbesondere zwei, vorgegebene Schwingungsmodi ein identisches Schwingverhalten aufweisen. Der elektroakustische Wandler 2 weist somit zumindest eine zweite Kontaktierung 9 auf, die mit einer zugehörigen ersten Kontaktierung 3a, 3b, 3c, 3d elektrisch leitfähig verbunden ist, wobei die zweite Kontaktierung 9 derart angeordnet ist, dass die zweite Kontaktierung 9 im Ansprechen auf ein vordefiniertes eintreffendes akustisches Signal hinsichtlich Frequenz und/oder Amplitude und/oder Phase in identischer Weise schwingt wie die zugehörige erste Kontaktierung 3a, 3b, 3c, 3d.

**[0045]** Die zweite Kontaktierung 9 und die dritte ringförmige Kontaktierung 3d werden somit über ein gemeinsames von der Signaleinheit 4 ausgegebenes elektrisches Signal angeregt, um einen der vorgegebene Schwingungsmodi zu erzeugen. Der elektroakustische Wandler besteht idealerweise aus einer großen Vielzahl von Kontaktierungen. Häufig kann man davon ausgehen, dass in Bereichen gleicher Auslenkung gleichartige Ladungsverschiebungen stattfinden und entsprechend gleichartige Spannungspotenziale bestehen. Erfindungsgemäß werden somit gleiche Potenziale in einem Kontakt zusammengefasst, um den Aufwand zu reduzieren.

**[0046]** Im Folgenden wird ein beispielhaftes Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zum Aussenden und/oder Empfangen elektroakustischer Signale beschrieben. Dabei wird zunächst eine durchgängige Kontaktierungsschicht auf der ersten Seite 6 und auf der zweiten Seite 7 des elektroakustischen Wandlers 2 aufgebracht. Dann wird der elektroakustische Wandler 2 mit seiner zweiten Seite 7 auf einer Membran angeordnet und mit dieser verklebt. Die Bereiche der durchgängigen Kontaktierungsschicht auf der ersten Seite 6 des elektroakustischen Wandlers 2 wird in den Bereichen, in denen keine der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d liegen soll, entfernt. Um diese Bereiche zu entfernen, werden diese aus der durchgängigen Kontaktierungsschicht herausgeätzt, geschnitten oder geätzt.

**[0047]** Neben dem Vorteil, dass das Schwingungsverhalten für jede Signalform, insbesondere für einen Puls fester Frequenz, so eingestellt werden kann, dass das funktionale Ziel, wie zum Beispiel maximale Frequenz und/oder Phasenlage optimal erreicht werden kann, besteht ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ansteuerung des elektroakustischen Wandlers 2 darin, dass der elektroakustische Wandler 2 für jede der ersten Kontaktierungen 3a, 3b, 3c, 3d getrennt eingestellt werden kann. So kann das Schwingungsverhalten des elektroakustischen Wandlers 2 detailliert in seinem Verlauf über den elektroakustischen Wandlers 2 eingestellt werden. Beispielsweise werden die Betriebsgrenzen eines heute üblichen elektroakustischen Wandlers, der nur zwei Kontakte besitzt, unter anderem durch den Teil des elektroakustischen Wandlers vorgegeben, der bei weiterer Zunahme als erstes zerstört werden kann. Typische Zerstörungseffekte sind beispielsweise Spannungs-

durchschlag oder Veränderung der Kristallstruktur infolge Depolarisation. Können die Betriebswerte jeder Kontaktierung getrennt eingestellt werden, ist eine effizientere Nutzung möglich, die sich beispielsweise als höhe Ansteuerung bemerkbar machen kann. Dem Fachmann ist bekannt, dass auch alternative Ableitungen des erfindungsgemäßen Grundgedanken möglich sind, beispielsweise indem zumindest Teile der Signalverarbeitung mit abgetasteten zeit- und wertdiskreten Datensignalen durchgeführt wird.

[0048] Neben der obigen schriftlichen Offenbarung wird explizit auf die Offenbarung der Figuren 1 bis 4 verwiesen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Aussenden und/oder Empfangen akustischer Signale, umfassend einen elektroakustischen Wandler (2), der zumindest zwei voneinander elektrisch isolierte erste Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) aufweist, über die jeweils unterschiedliche Bereiche des elektroakustischen Wandlers (2) zu einer Schwingung angeregt werden können, wobei die Vorrichtung (1) dazu eingerichtet ist, dass
  - bei einem Aussenden akustischer Signale an jeder der ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) jeweils ein elektrisches Signal angelegt wird, wobei die angelegten elektrischen Signale einen zueinander unterschiedlichen zeitlichen Verlauf haben, und/oder
  - bei einem Empfangen akustischer Signale an jeder der ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) jeweils ein elektrisches Signal abgegriffen wird, um aus dem unterschiedlichen zeitlichen Verlauf der abgegriffenen elektrischen Signale ein Schwingen des elektroakustischer Wandlers zu ermitteln.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) konzentrische Kreise auf einer Oberfläche des elektroakustischen Wandlers (2) bilden.
3. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der unterschiedliche zeitliche Verlauf der an die ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) angelegten elektrischen Signale derart gewählt ist, dass der elektroakustische Wandler (2) wahlweise in einem ersten Schwingungsmodus oder in einem zweiten Schwingungsmodus schwingt.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustische Wandler (2) zumindest eine zweite Kontaktierung (9) aufweist, die mit einer zugehörigen ersten Kontaktierung (3a, 3b, 3c, 3d) elektrisch leitfähig verbunden ist, wobei die zweite Kontaktierung (9) derart angeordnet ist, dass die zweite Kontaktierung (9) im Ansprechen auf ein vordefiniertes eintreffendes akustisches Signal hinsichtlich Frequenz und/oder Amplitude und/oder Phase in identischer Weise schwingt wie die zugehörige erste Kontaktierung (3a, 3b, 3c, 3d).
5. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Empfangen akustischer Signale jedes der an den ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) abgegriffenen elektrischen Signale auf jeweils einen vorgegeben zeitlichen Verlauf hin gefiltert wird.
6. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche ferner umfassend eine Verzögerungseinheit, die dazu eingerichtet ist, eine Phase eines eingehenden elektrischen Signals zu verändern, und das eingehende elektrische Signal an eine der ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) anzulegen und das in seiner Phase veränderte eingehende elektrische Signal an eine andere der ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) anzulegen.
7. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustische Wandler (2) ein Biegeschwinger ist, wobei die ersten und/oder zweiten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) auf einer ersten Seite des elektroakustischen Wandlers (2) angeordnet sind, und eine Bezugselektrode (5) flächig auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite des elektroakustischen Wandlers (2) angeordnet ist.
8. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an den ersten Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) angelegten elektrischen Signale derart gewählt sind, dass das akustische Signal in einem vorgegebenen Frequenzbereich liegt und insbesondere eine konstante Frequenz aufweist.
9. Vorrichtung gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das akustische Signal ein Ultraschallsignal ist.
10. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustische Wandler (2) auf einer Membran angeordnet, insbesondere mit dieser verklebt, wird, eine Kontaktierungsschicht auf einer der Membran abgewandten Seite des elektroakustischen Wandlers (2) aufgebracht wird, und

die ersten und/oder zweiten Kontaktierungen aus der Kontaktierungsschicht geformt werden, indem die Bereiche der Kontaktierungsschicht, die zwischen den Kontaktierungen (3a, 3b, 3c, 3d) liegen, entfernt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

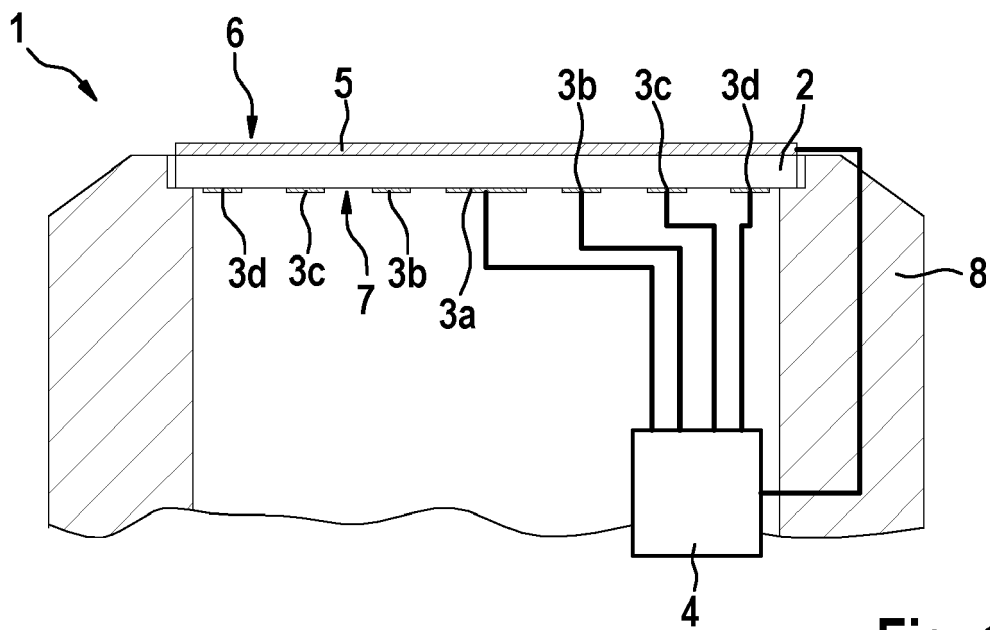


Fig. 1

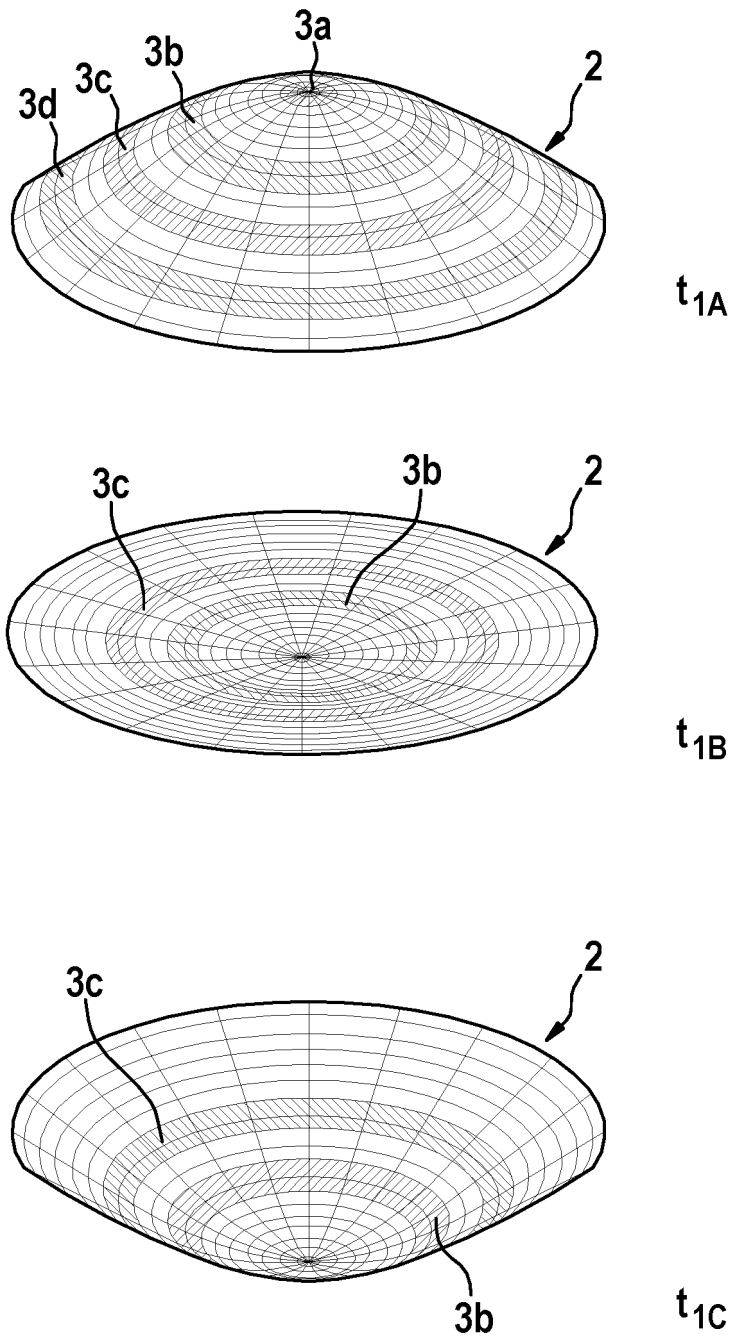
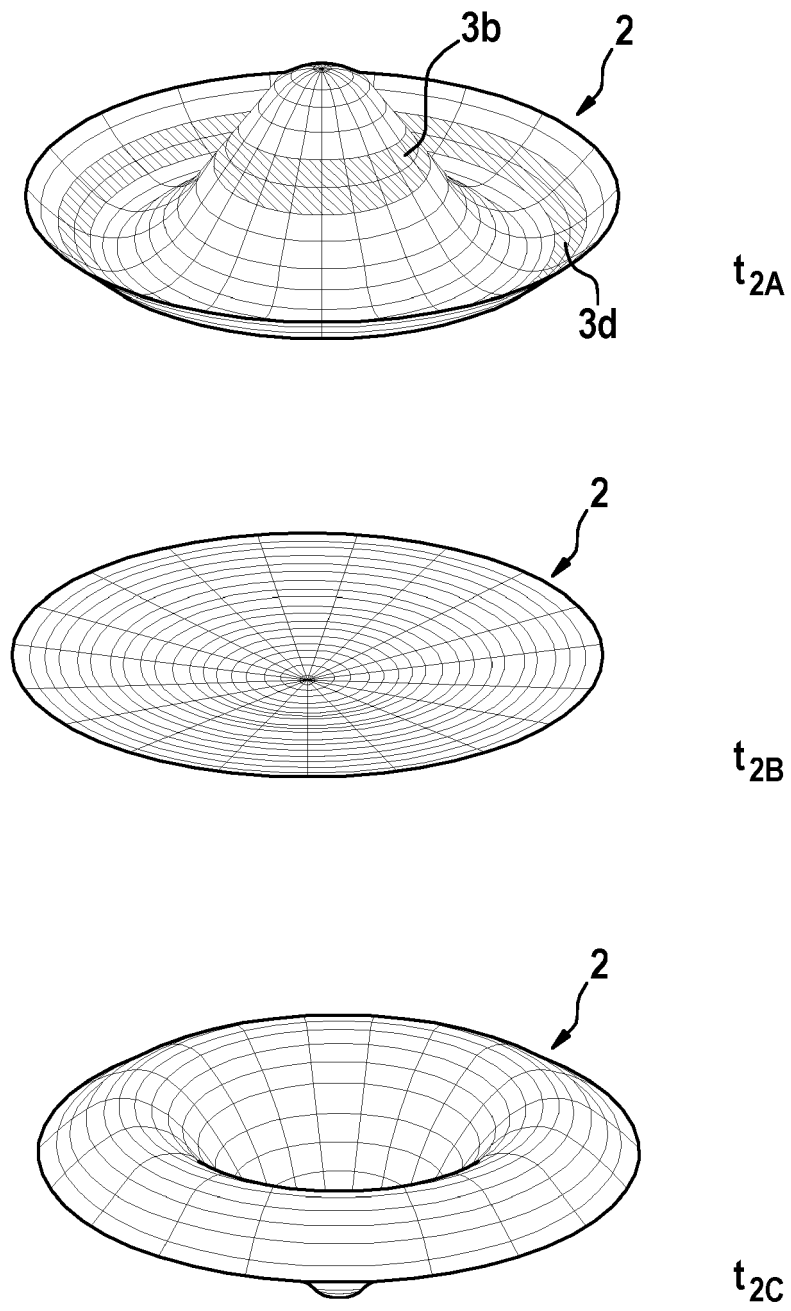


Fig. 2



**Fig. 3**

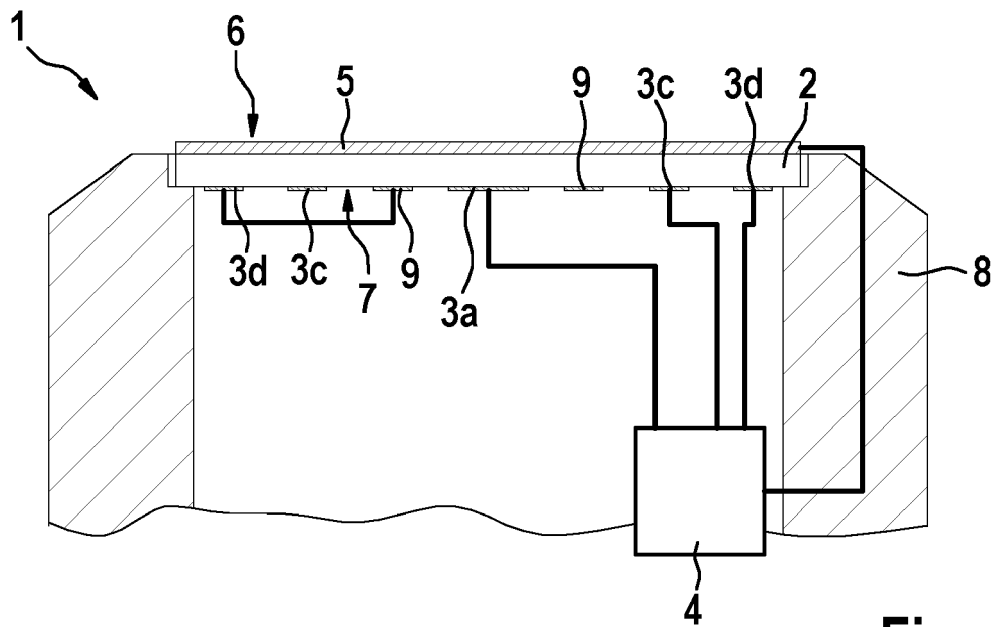


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 16 4346

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 057124 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 17. Juli 2008 (2008-07-17) * Absätze [0001], [0008], [0053], [0069] - [0072] * * Ansprüche 1-33 * * Abbildungen 1-3,6 *	1,3-5, 7-10	INV. B06B1/06 G10K9/122 G10K11/32 G10K11/34
X	JP H05 122793 A (MURATA MANUFACTURING CO) 18. Mai 1993 (1993-05-18) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2,5 *	1-3,6-10	
X	DE 27 12 341 A1 (STANFORD RESEARCH INST) 3. Mai 1978 (1978-05-03) * Abbildungen 1-5 *	1-3,5, 7-10	
X	DE 10 2010 027780 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Oktober 2011 (2011-10-20) * Abbildungen 5-7 * * Absätze [0003], [0006], [0007], [0025], [0026], [0036] *	1-3,5, 7-10	
X	DE 37 33 776 A1 (HITACHI LTD [JP]; HITACHI MEDICAL CORP [JP]) 7. April 1988 (1988-04-07) * Spalte 2, Zeilen 10-15 * * Abbildung 7 *	1,2,7-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B06B G10K H04R
X	JP S62 209998 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 16. September 1987 (1987-09-16) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-4 *	1-4,7-10	
X	US 2006/103267 A1 (LUPIEN VINCENT [US] ET AL) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * Zusammenfassung * * Abbildungen 3,4,6,9 *	1-10	

1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

50

Recherchenort <b>Den Haag</b>	Abschlußdatum der Recherche <b>12. Oktober 2016</b>	Prüfer <b>Meyer, Matthias</b>
----------------------------------	--	----------------------------------

55

<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p>	<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
--	---

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 16 4346

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/086151 A1 (RUITER EDWIN [NL]) 8. April 2010 (2010-04-08) * Abbildungen 2a-3b,6a-6f *	1-3,5-10	
X	JP H09 327094 A (MURATA MANUFACTURING CO) 16. Dezember 1997 (1997-12-16) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3,5-8 *	1,7-10	
X	US 2013/049876 A1 (ONISHI YASUHARU [JP] ET AL) 28. Februar 2013 (2013-02-28) * Abbildungen 1,2,5-12 *	1-3,6-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>12. Oktober 2016</b>	Prüfer <b>Meyer, Matthias</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 16 4346

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-10-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007057124 A1	17-07-2008	DE 102007057124 A1 EP 2132537 A2 WO 2008086936 A2	17-07-2008 16-12-2009 24-07-2008
JP H05122793 A	18-05-1993	KEINE	
DE 2712341 A1	03-05-1978	DE 2712341 A1 FR 2369768 A1 GB 1554349 A JP S5357090 A NL 7712029 A	03-05-1978 26-05-1978 17-10-1979 24-05-1978 03-05-1978
DE 102010027780 A1	20-10-2011	CN 102859580 A DE 102010027780 A1 EP 2559024 A2 US 2013100776 A1 US 2014238135 A1 WO 2011141255 A2	02-01-2013 20-10-2011 20-02-2013 25-04-2013 28-08-2014 17-11-2011
DE 3733776 A1	07-04-1988	DE 3733776 A1 US 4801835 A	07-04-1988 31-01-1989
JP S62209998 A	16-09-1987	KEINE	
US 2006103267 A1	18-05-2006	KEINE	
US 2010086151 A1	08-04-2010	CN 101385390 A JP 2009518922 A US 2010086151 A1 WO 2007066262 A1	11-03-2009 07-05-2009 08-04-2010 14-06-2007
JP H09327094 A	16-12-1997	KEINE	
US 2013049876 A1	28-02-2013	CN 102959991 A EP 2597892 A1 JP 5741580 B2 US 2013049876 A1 WO 2012011238 A1	06-03-2013 29-05-2013 01-07-2015 28-02-2013 26-01-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102009027842 A1 [0005]
- DE 37337761 A1 [0007]