

(19)



(11)

EP 3 298 799 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.06.2021 Patentblatt 2021/23

(51) Int Cl.:
H04R 1/06 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)
H04R 7/04 (2006.01) H04R 31/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16715512.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/057692

(22) Anmeldetag: **08.04.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/184604 (24.11.2016 Gazette 2016/47)

(54) AKUSTISCHER SENSOR ZUM SENDEN UND EMPFANGEN AKUSTISCHER SIGNALE

ACOUSTIC SENSOR FOR TRANSMITTING AND RECEIVING ACOUSTIC SIGNALS

CAPTEUR ACOUSTIQUE PERMETTANT D'ENVOYER ET DE RECEVOIR DES SIGNAUX ACOUSTIQUES

(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

(30) Priorität: **20.05.2015 DE 102015209238**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.03.2018 Patentblatt 2018/13

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102010 008 223 DE-T2- 69 330 442
DE-U1- 20 302 713 DE-U1-202013 004 478
JP-A- 2011 146 764 JP-A- 2012 134 336
US-A- 5 923 115 US-A1- 2001 041 837

EP 3 298 799 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen akustischen Sensor.

[0002] Ein Aufbau akustischer Sensoren, insbesondere im Umfeld der Ultraschallsensorik, ist mitunter sehr komplex und somit aufwendig. Mitunter werden in akustischen Sensoren piezokeramische Scheiben als elektroakustisches Wandlerelement genutzt. Die piezokeramische Scheibe wird über zwei Leitungen kontaktiert, wobei jeweils eine Leitung auf einer oberen Seite der piezokeramischen Scheibe und eine Leitung auf der unteren Seite der piezokeramischen Scheibe mit der piezokeramischen Scheibe verschweißt ist, um diese elektrisch zu kontaktieren. Dies erfolgt zumeist bevor die piezokeramische Scheibe in ein Gehäuse des akustischen Sensors, typischerweise ein topfförmiges Gebilde aus Aluminium, geklebt wird. Dabei ist es zudem notwendig die beiden Leiter mit einer zugehörigen Ansteuer Elektronik, die sich typischerweise auf einer Leiterplatte innerhalb des akustischen Sensors befindet, zu verbinden. Dabei ist es sehr aufwendig alle Komponenten des akustischen Sensors in dem topfförmigen Gebilde zu platzieren und zu kontaktieren. Es wird somit eine minimale Baugröße des akustischen Sensors bestimmt, die groß genug sein muss, um alle Komponenten und deren Kontaktierungen zu platzieren.

[0003] Die JP2011146764A offenbart einen akustischen Sensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die DE102004022838A1, die DE102006038597A1 und die DE3103357A1 offenbaren akustische Sensoren, in denen ein elektroakustisches Wandlerelement auf einer Leiterplatte aufliegt. Zudem offenbaren die US 2001/041837 A1 und die JP H05 153695 A einen akustischen Sensor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der erfindungsgemäße akustische Sensor umfasst einen elektroakustischen Wandler und einen elektrischen Leiter, der zum Leiten eines elektrischen Signals eingerichtet ist. Der elektroakustische Wandler umfasst ein plattenförmiges Wandlerelement, welches dazu eingerichtet ist, ein akustisches Signal abzugeben, wenn es durch das elektrische Signal angeregt wird und ein elektrisches Signal abzugeben, wenn es durch ein akustisches Signal angeregt wird. Das plattenförmige Wandlerelement umfasst eine erste Oberfläche, eine zweite Oberfläche, die parallel zu der ersten Oberfläche auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden Seite des plattenförmigen Wandlerelements angeordnet ist, und eine dritte Oberfläche, welche die erste Oberfläche mit der zweiten Oberfläche des Wandlerelements verbindet. Der elektroakustische Wandler umfasst ferner eine erste Kontaktierung, die derart auf zumindest einer der Ober-

flächen des plattenförmigen Wandlerelements angeordnet ist, dass diese zumindest einen Anteil aufweist, der mit dem äußeren Umfang der ersten oder zweiten Oberfläche des plattenförmigen Wandlerelements bündig abschließt oder sich zumindest teilweise außerhalb des äußeren Umfangs der ersten oder zweiten Oberfläche des plattenförmigen Wandlerelements erstreckt. Der elektrische Leiter weist einen Kontaktbereich auf, der mit einem äußeren Umfang der ersten Kontaktierung in Kontakt steht, wobei der Kontaktbereich des elektrischen Leiters in einer durch die erste Oberfläche definierten Ebene außerhalb eines Bereiches angeordnet ist, welcher mit dem elektroakustischen Wandler überlappt. Es wird als eine seitliche Kontaktierung des elektroakustischen Wandlers ermöglicht. Der elektrische Leiter ist dabei eine Leiterbahn. Der akustische Sensor umfasst eine Leiterplatte und der elektrische Leiter ist auf der Leiterplatte angeordnet, wobei die Leiterplatte parallel zu der ersten Oberfläche des plattenförmigen Wandlerelements angeordnet ist, wobei die Leiterplatte mit dem plattenförmigen Wandlerelement in einer gemeinsamen Ebene liegt. Des Weiteren umfasst der akustische Sensor erfindungsgemäß eine Membran und der elektroakustische Wandler ist auf einer Oberfläche der Membran angeordnet.

[0005] Es wird somit ein besonders flacher Aufbau eines akustischen Sensors ermöglicht. Aufgrund der seitlichen Kontaktierung des elektroakustischen Wandlers ist es nicht notwendig, die erste Kontaktierung von der ersten Oberfläche zu der zweiten Oberfläche oder von der zweiten Oberfläche zu der ersten Oberfläche zu führen, wodurch wiederum vermieden wird, dass auf gegenüberliegenden Seiten des plattenförmigen Wandlerelements ein gleiches Potenzial anliegt, wodurch eine aktive Fläche des plattenförmigen Wandlerelements vergrößert wird. Zudem erfolgt eine seitliche Stabilisierung des elektroakustischen Wandlers in dem akustischen Sensor, da der elektroakustische Wandler durch den elektrischen Leiter in Position gehalten wird. Die erste Kontaktierung dient als ein seitlicher Anschlag bei einer Positionierung des elektroakustischen Wandlers.

[0006] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0007] Es ist vorteilhaft, wenn der elektrische Leiter einer Leiterbahn ist. Eine Leiterbahn ist ein elektrischer Leiter, der auf einer zugehörigen Oberfläche aufgebracht ist und sich entlang dieser Oberfläche erstreckt. Auf diese Weise wird ein besonders flacher Aufbau des akustischen Sensors ermöglicht. Auf eine zusätzliche Isolierung des elektrischen Leiters kann verzichtet werden.

[0008] Auch ist es vorteilhaft, wenn der akustische Sensor eine Membran umfasst und der elektroakustische Wandler auf einer Oberfläche der Membran angeordnet ist. Auf diese Weise wird ein freies Schwingen des plattenförmigen Wandlerelements ermöglicht, wobei dieses zugleich von der Membran gestützt wird, um ein Brechen des plattenförmigen Wandlerelements zu verhindern.

[0009] Auch ist es vorteilhaft, wenn der elektrische Lei-

ter auf der Membran angeordnet ist. Auf diese Weise schwingt der elektrische Leiter mit der Membran und eine zuverlässige Kontaktierung zwischen dem elektrischen Leiter und dem elektroakustischen Wandler wird gewährleistet.

[0010] Ferner ist es vorteilhaft, wenn der akustische Sensor eine Leiterplatte umfasst. Dies ermöglicht eine einfache und zuverlässige Anordnung einer Elektronik des akustischen Sensors.

[0011] Ferner ist es vorteilhaft, wenn der elektrische Leiter auf der Leiterplatte angeordnet ist. Dies ermöglicht einen besonders einfachen Aufbau des akustischen Sensors, wobei insbesondere eine elektrische Verbindung zwischen dem elektroakustischen Wandler und einer zugehörigen Elektronik auf der Leiterplatte sichergestellt wird.

[0012] Auch ist es vorteilhaft, wenn der elektroakustische Wandler auf der Leiterplatte aufliegt. Auf diese Weise kann eine korrekte Anordnung des elektroakustischen Wandler innerhalb des akustischen Sensors auf einfache Weise erreicht werden. Zudem wird ein besonders flacher Aufbau des akustischen Sensors ermöglicht.

[0013] Es ist vorteilhaft, wenn die Leiterplatte parallel zu der durch die erste Oberfläche definierten Ebene liegt und zumindest einen Durchbruch aufweist, der innerhalb eines Bereiches der Leiterplatte liegt, der mit dem elektroakustischen Wandler überlappt. Somit wird ein freies Schwingen des plattenförmigen Wandlerelements ermöglicht. Eine Dämpfung des akustischen Signals durch die Leiterplatte wird minimiert und somit die Empfindlichkeit beziehungsweise Sendestärke des akustischen Sensors optimiert.

[0014] Auch ist es vorteilhaft, wenn die Leiterplatte eine Leiterplattenoberfläche mit einer Senke aufweist und der elektroakustische Wandler zumindest teilweise innerhalb dieser Senke angeordnet ist. Es wird somit ein besonders flacher Aufbau des akustischen Sensors ermöglicht. Zudem erfolgt eine besonders effiziente Stabilisierung des elektroakustischen Wandler in dem akustischen Sensor.

[0015] Weiter ist es vorteilhaft, wenn sich die erste Kontaktierung über die gesamte erste Oberfläche des elektroakustischen Wandlers erstreckt und der elektroakustische Wandler von einer elektrisch leitenden Schicht umschlossen ist, die sich in der durch die erste Oberfläche definierten Ebene erstreckt. Somit kann eine geschlossene elektrisch leitende Oberfläche geschaffen werden, welche den akustischen Sensor vor elektromagnetischen Einstrahlungen schützt.

[0016] Ebenso vorteilhaft ist es, wenn der Kontaktbereich in einer gemeinsamen Ebene mit dem plattenförmigen Wandlerelement angeordnet ist. Dadurch wird ein besonders flacher Aufbau des akustischen Sensors ermöglicht.

[0017] Der akustische Sensor ist insbesondere ein akustischer Sensor, der dazu eingerichtet ist, ein akustisches Signal in einem Frequenzbereich unter 200kHz, insbesondere unter 50kHz auszusenden und/oder zu

empfangen. Der akustische Sensor ist insbesondere ein Ultraschallsensor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

- Figur 1 ein Querschnitt durch einen akustischen Sensor,
- Figur 2 ein Querschnitt durch einen akustischen Sensor gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 3 ein Querschnitt durch einen weiteren akustischen Sensor,
- Figur 4 ein Querschnitt durch einen akustischen Sensor gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, und
- Figur 5 ein Querschnitt durch einen akustischen Sensor gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

wobei die Zeichnungen der Figur 1 und 3 nicht erfindungsgemäß sind und lediglich zur Veranschaulichung dienen.

Ausführungsformen der Erfindung

[0019] Figur 1 zeigt einen akustischen Sensor 1.

- [0020]** Der akustische Sensor 1 umfasst ein plattenförmiges Wandlerelement 2, welches dazu eingerichtet ist, ein akustisches Signal abzugeben, wenn dieses durch ein elektrisches Signal angeregt wird, und ein elektrisches Signal abzugeben, wenn dieses durch ein akustisches Signal angeregt wird. Das plattenförmige Wandlerelement 2 ist in dieser ersten Ausführungsform ein kreisscheibenförmiges Piezoelement. Das plattenförmige Wandlerelement 2 umfasst eine erste Oberfläche 2a, eine zweite Oberfläche 2b, die parallel zu der ersten Oberfläche 2a auf einer der ersten Oberfläche 2a gegenüberliegenden Seite des plattenförmigen Wandlerelements angeordnet ist, und eine dritte Oberfläche 2c, welche die erste Oberfläche 2a mit der zweiten Oberfläche 2b des Wandlerelements 2 verbindet. Die erste Oberfläche 2a ist in dieser ersten Ausführungsform eine kreisförmige Oberfläche, die bei der in Figur 1 gezeigten Anordnung des plattenförmigen Wandlerelements 2 oben liegt. Die zweite Oberfläche 2b ist eine kreisförmige Oberfläche des elektroakustischen Wandlers 2, die bei der in Figur 1 gezeigten Anordnung des plattenförmigen Wandlerelements 2 unten liegt. Die dritte Oberfläche des Wandlerelements 2 ist die nicht kreisförmige Oberfläche des kreisscheibenförmigen, plattenförmigen Wandlere-

lements 2.

[0021] Auf dem plattenförmigen Wandlerelement 2 sind eine erste Kontaktierung 3 und eine zweite Kontaktierung 13 angeordnet. Die erste Kontaktierung 3 und die zweite Kontaktierung 13 sind aus einem elektrisch leitenden Material gebildet.

[0022] Die erste Kontaktierung 3 erstreckt sich über einen Teilbereich der zweiten Oberfläche 2b und einen Teilbereich der dritten Oberfläche 2c. Dabei bedeckt die erste Kontaktierung 3 den größten Teil der zweiten Oberfläche 2b. Die erste Kontaktierung 3 ist somit auf der zweiten Oberfläche 2b und der dritten Oberfläche 2c des plattenförmigen Wandlerelements 2 angeordnet. Da sich die erste Kontaktierung 3 über die zweite Oberfläche 2b hinaus erstreckt, also einen Anteil aufweist, der in Figur 1 links neben dem plattenförmigen Wandlerelement 2 liegt, erstreckt sich die erste Kontaktierung 3 teilweise außerhalb des äußeren Umfangs der ersten und zweiten Oberfläche 2a, 2b.

[0023] Die zweite Kontaktierung 13 erstreckt sich über einen Teilbereich der ersten Oberfläche 2a und einen weiteren Teilbereich der dritten Oberfläche 2c der ungleich dem Teilbereich der dritten Oberfläche 2c ist, in welchem die erste Kontaktierung 3 angeordnet ist. Dabei bedeckt die zweite Kontaktierung 13 den größten Teil der ersten Oberfläche 2a. Die zweite Kontaktierung 13 ist somit auf der ersten Oberfläche 2a und der dritten Oberfläche 2c des plattenförmigen Wandlerelements 2 angeordnet. Da sich die zweite Kontaktierung 13 über die zweite Oberfläche 2b hinaus erstreckt, also einen Anteil aufweist, der in Figur 1 rechts neben dem plattenförmigen Wandlerelement 2 liegt, erstreckt sich die zweite Kontaktierung 13 teilweise außerhalb des äußeren Umfangs der ersten und zweiten Oberfläche 2a, 2b.

[0024] Das plattenförmige Wandlerelement 2, die erste Kontaktierung 3 und die zweite Kontaktierung 13 bilden zusammen einen elektroakustischen Wandler. Der elektroakustische Wandler erstreckt sich in einer durch die erste Oberfläche 2a definierten Ebene über einen Bereich 6.

[0025] Der akustische Sensor 1 umfasst eine Membran 7. Der elektroakustische Wandler ist auf einer Oberfläche der Membran 7 angeordnet. Die Membran 7 erstreckt sich parallel zu der ersten Oberfläche 2a des plattenförmigen Wandlerelements 2. Dabei steht die zweite Kontaktierung 13 mit einer dem plattenförmigen Wandlerelement 2 abgewandten Oberfläche in Kontakt mit der Membran 7. Der elektroakustische Wandler ist mit der Membran 7 verklebt. Entlang einer Oberfläche der Membran 7, die auf Seiten des elektroakustischen Wandlers liegt, verlaufen eine erste Leiterbahn 4 und eine zweite Leiterbahn 14.

[0026] Zwischen der ersten Leiterbahn 4 und der Membran 7 ist eine Isolierung 10 angeordnet. Die erste Leiterbahn 4 weist einen ersten Kontaktbereich 5 auf, der mit einem äußeren Umfang des elektroakustischen Wandlers 3 in Kontakt steht, der an dieser Stelle durch die erste Kontaktierung 3 gebildet wird. Es wird somit

ermöglicht, dass ein elektrisches Signal über die erste Leiterbahn 4 und die erste Kontaktierung 3 zu dem plattenförmigen Wandlerelement 2 fließt. Betrachtet man eine durch die erste Oberfläche 2a definierte Ebene, welche sich in Figur 1 von links nach rechts erstreckt, so ist der erste Kontaktbereich 5 der ersten Leiterbahn 4 außerhalb des Bereiches 6 angeordnet, welcher mit dem elektroakustischen Wandler überlappt. Um einen Kontakt zwischen der ersten Kontaktierung 3 und der ersten Leiterbahn 4 zu ermöglichen, überlappt der erste Kontaktbereich 5 jedoch in einer Richtung, welche senkrecht auf die erste Oberfläche steht, mit dem elektroakustischen Wandler. Gemäß der Figur 1 wird der elektroakustische Wandler somit seitlich, hier von links, kontaktiert.

[0027] Zwischen der zweiten Leiterbahn 14 und der Membran 7 ist keine Isolierung 10 angeordnet. Die zweite Leiterbahn 14 weist einen zweiten Kontaktbereich 15 auf, der mit einem äußeren Umfang des elektroakustischen Wandlers 3 in Kontakt steht, der an dieser Stelle durch die zweite Kontaktierung 13 gebildet wird. Es wird somit ermöglicht, dass ein elektrisches Signal über die zweite Leiterbahn 14 und die zweite Kontaktierung 13 zu dem plattenförmigen Wandlerelement 2 fließt. Betrachtet man die durch die erste Oberfläche 2a definierte Ebene, so ist der zweite Kontaktbereich 15 der zweiten Leiterbahn 14 außerhalb des Bereiches 6 angeordnet, welcher mit dem elektroakustischen Wandler überlappt. Um einen Kontakt zwischen der zweiten Kontaktierung 13 und der zweiten Leiterbahn 14 zu ermöglichen, überlappt der zweite Kontaktbereich 15 jedoch in einer Richtung, welche senkrecht auf die erste Oberfläche 2a steht, mit dem elektroakustischen Wandler. Gemäß der Figur 1 wird der elektroakustische Wandler somit seitlich, hier von rechts, kontaktiert.

[0028] Die erste Leiterbahn 4 und die zweite Leiterbahn 14 sind mit einer Elektronik gekoppelt, durch welche ein elektrisches Signal erzeugt werden kann, welche das plattenförmige Wandlerelement 2 in einer Sendephase zu einer Schwingung anregt. Zudem ist die elektrische Schaltung dazu eingerichtet, ein elektrisches Signal zu verarbeiten, welches durch das plattenförmige Wandlerelement 2 in einer Empfangsphase verursacht wird, wenn dieses durch ein akustisches Signal zu einer Schwingung angeregt wird.

[0029] Figur 2 zeigt einen akustischen Sensor 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Der elektroakustische Wandler 1 der ersten Ausführungsform entspricht dem elektroakustischen Wandler 1 der Figur 1, wobei der elektroakustische Wandler der ersten Ausführungsform lediglich das plattenförmige Wandlerelement 2 und die erste Kontaktierung 3, nicht aber die zweite Kontaktierung 13 umfasst. Der elektroakustische Wandler ist auch in der ersten Ausführungsform auf der Membran 7 angeordnet. Dabei steht die erste Oberfläche 2a des plattenförmigen Wandlerelements 2 ganzflächig in Kontakt mit der Membran 7. Die Membran 7 ist elektrisch leitfähig oder weist auf Seiten des elektroakusti-

schen Wandlers eine leitfähige Beschichtung auf.

[0030] Entlang der Oberfläche der Membran 7, welche auf Seite des elektroakustischen Wandlers liegt, ist ferner eine Leiterplatte 8 angeordnet. Der Bereich der Oberfläche der Membran 7, in dem die Leiterplatte 8 angeordnet ist, überschneidet sich nicht mit einem Bereich der Oberfläche der Membran 7, in welchem der elektroakustische Wandler angeordnet ist. Die Leiterplatte 8 ist somit in einer durch die erste Oberfläche 2a definierten Ebene außerhalb des Bereiches 6 angeordnet, welcher mit dem elektroakustischen Wandler überlappt. Die Leiterplatte 8 weist eine Dicke auf, die geringer ist als eine Dicke des elektroakustischen Wandlers. Auf der Leiterplatte 8 ist die erste Leiterbahn 4 angeordnet. Die erste Leiterbahn 4 ist auf einer der Membran 7 angewandten Seite der Leiterplatte 8 angeordnet. Die erste Leiterbahn 4 verläuft bis zu einem auf Seiten des elektroakustischen Wandlers gelegenen Randbereich der Leiterplatte 8 und schließt mit der Leiterplatte 8 bündig ab. Die Leiterplatte 8 und somit der erste Kontaktbereich 5 der ersten Leiterbahn 4 grenzen dabei unmittelbar an die erste Kontaktierung 3 an. Da die erste Kontaktierung 3 und die erste Leiterbahn 4 unmittelbar aneinander angrenzen besteht ein elektrischer Kontakt zwischen diesen Elementen.

[0031] Das Anregen des plattenförmigen Wandlerelements 2 beziehungsweise ein Weiterleiten eines elektrischen Signals, wenn das plattenförmige Wandlerelement 2 durch ein akustisches Signal angeregt wird, erfolgt entsprechend der Figur 1. Da der elektroakustische Wandler jedoch keine zweite Kontaktierung aufweist, wird die Aufgabe der zweiten Kontaktierung 13 von der elektrisch leitfähigen Membran 7 oder der elektrisch leitfähigen Beschichtung der Membran 7 übernommen.

[0032] Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch einen weiteren akustischen Sensor 1. Der elektroakustische Wandler entspricht dabei dem elektroakustischen Wandler der Figur 1. Der elektroakustische Wandler ist entsprechend der Figur 1 an der Membran 7 angeordnet.

[0033] In dieser Figur 3 ist die Leiterplatte 8 ebenfalls parallel zu der ersten Oberfläche 2a des plattenförmigen Wandlerelements 2 angeordnet, liegt jedoch aus Sicht der Membran 7 in einer Ebene hinter dem elektroakustischen Wandler. Die erste Leiterbahn 4 und die zweite Leiterbahn 14 sind auf der Leiterplatte 8 angeordnet. Dabei sind die erste Leiterbahn 4 und die zweite Leiterbahn 14 auf einer dem elektroakustischen Wandler zugewandten Seite der Leiterplatte 8 angeordnet. Der elektroakustische Wandler liegt mit der ersten Kontaktierung 3 auf der ersten Leiterbahn 4 auf. Der elektroakustische Wandler liegt ferner mit einem Teilbereich des plattenförmigen Wandlerelements 2, welcher nicht von der ersten Kontaktierung 3 bedeckt wird, auf der zweiten Leiterbahn 14 auf. Auch in der Figur 3 erfolgt eine seitliche Kontaktierung des elektroakustischen Wandlers. Dies erfolgt über eine erste Lötstelle 11a, welche den elektrischen Leiter 4 bildet, welcher mit dem äußeren Umfang der ersten Kontaktierung 3 in Kontakt steht. Entsprechend bildet die

zweite Lötstelle 11b einen zweiten elektrischen Leiter, der mit einem äußeren Umfang der zweiten Kontaktierung 13 in Kontakt steht.

[0034] Die Leiterplatte 8 weist ferner eine Durchgangsöffnung 12 auf, welche eine der Membran 7 zugewandte Seite der Leiterplatte 8 mit einer der Membran 8 abgewandten Seite der Leiterplatte 8 verbindet. Die Durchgangsöffnung 12 befindet sich in einem Bereich der Leiterplatte 8, der von der Membran 7 aus gesehen von dem elektroakustischen Wandler überdeckt wird. Auf diese Weise wird ein freies Schwingen des elektroakustischen Wandlers zusammen mit der Membran 7 ermöglicht.

[0035] Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch einen akustischen Sensor 1 gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Der elektroakustische Wandler der zweiten Ausführungsform entspricht dem elektroakustischen Wandler nach Figur 1 und 3. Der elektroakustische Wandler der zweiten Ausführungsform ist entsprechende dem elektroakustischen Wandler nach Figur 1 und 3 an der Membran 7 angeordnet.

[0036] Der akustische Sensor 1 gemäß der zweiten Ausführungsform umfasst ebenfalls eine Leiterplatte 8. Jedoch weist die Leiterplatte 8 in dieser zweiten Ausführungsform eine Senke auf und der elektroakustische Wandler ist zumindest teilweise in dieser Senke angeordnet. Der erfindungsgemäße elektrische Leiter, der mit dem äußeren Umfang der ersten Kontaktierung 3 in Kontakt steht, wird wie auch in der ersten und zweiten Ausführungsform der Erfindung durch die erste Leiterbahn 4 gebildet.

[0037] Die Leiterplatte 8 ist parallel zu der Membran 7 angeordnet und liegt auf derselben Seite der Membran 7 wie auch der elektroakustische Wandler. Eine Oberfläche der Leiterplatte 8, die auf Seiten der Membran 7 liegt, ist in dem Bereich, in dem sich der elektroakustische Wandler befindet, abgesenkt. Die Leiterplatte 8 ist so angeordnet, dass sich der elektroakustische Wandler mit seiner der Membran 7 abgewandten Seite in der Senke 9 befindet. Der elektroakustische Wandler ist dabei ganz oder nur teilweise in der Leiterplatte 8 versenkt.

[0038] Die erste Leiterbahn 4 verläuft außerhalb der Senke auf der Oberfläche der Leiterplatte 8 und folgt der Oberfläche 8 der Leiterplatte in die Senke 9 hinein. Die Leiterbahn 4 endet an einer Stelle, an der diese den Tiefpunkt der Senke erreicht. Somit wird nur ein Randbereich der Senke von der Leiterbahn 4 bedeckt. Auf einer gegenüberliegenden Seite der Senke 9 ist die zweite Leiterbahn 14 in entsprechender Weise angeordnet. Es ist zu beachten, dass die Senke 9 derart dimensioniert ist, dass neben dem elektroakustischen Wandler auch die Kontaktbereiche der ersten Leiterbahn 4 und der zweiten Leiterbahn 14 in dieser Platz finden. Der elektroakustische Wandler ist derart in der Senke 9 angeordnet, dass die erste Kontaktierung 3 mit der ersten Leiterbahn 4 in Kontakt steht und die zweite Kontaktierung 13 mit der zweiten Leiterbahn 14 in Kontakt steht. Ähnlich der Figur 3 weist die Leiterplatte 8 einen Durchbruch auf, der aus Sicht der Membran 7 von dem elektroakustischen Wand-

ler verdeckt wird.

[0039] Der erste Kontaktbereich 5 und der zweite Kontaktbereich 15 ist somit in einer gemeinsamen Ebene mit dem plattenförmigen Wandlerelement 2 angeordnet.

[0040] Figur 5 zeigt einen akustischen Sensor 1 gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Das plattenförmige Wandlerelement 2 der dritten Ausführungsform entspricht dem plattenförmigen Wandlerelement 2 der Figuren 1 bis 4.

[0041] Auf dem plattenförmigen Wandlerelement 2 sind die erste Kontaktierung 3 und die zweite Kontaktierung 13 angeordnet. Die erste Kontaktierung 3 erstreckt sich in dieser dritten Ausführungsform über die gesamte erste Oberfläche 2a und einen Teilbereich der dritten Oberfläche 2c. Die zweite Kontaktierung 13 erstreckt sich über einen Teilbereich der zweiten Oberfläche 2b und einen weiteren Teilbereich der dritten Oberfläche 2c der ungleich dem Teilbereich der dritten Oberfläche 2c ist, in welchem die erste Kontaktierung 13 angeordnet ist. Die erste Kontaktierung 3 steht nicht in Kontakt mit der zweiten Kontaktierung 13.

[0042] Das plattenförmige Wandlerelement 2, die erste Kontaktierung 3 und die zweite Kontaktierung 13 bilden zusammen einen elektroakustischen Wandler. Der elektroakustische Wandler erstreckt sich in einer durch die erste Oberfläche 2a definierten Ebene über einen Bereich 6. Der elektroakustische Wandler ist auf der Oberfläche der Membran 7 angeordnet. Dabei steht die erste Kontaktierung 3 mit einer dem plattenförmigen Wandlerelement 2 abgewandten Oberfläche in Kontakt mit der Membran 7.

[0043] Der akustische Sensor 1 umfasst in dieser dritten Ausführungsform eine Leiterplatte 8, die mit dem plattenförmigen Wandlerelement 2 in einer gemeinsamen Ebene liegt. Dazu weist die Leiterplatte 8 eine Durchgangsöffnung 12 zwischen ihrer auf Seiten der Membran 7 gelegenen Seite und ihrer der Membran 7 abgewandten Seite auf. Die Durchgangsöffnung 12 ist entsprechend dem Umfang des elektroakustischen Wandlers 2 ausgeführt und der elektroakustische Wandler ist passgenau oder mit geringem Spiel in dieser Durchgangsöffnung 12 angeordnet. Die Leiterplatte 8 erstreckt sich somit außerhalb des Bereiches 6.

[0044] Die auf Seiten der Membran 7 gelegene Seite der Leiterplatte 8 ist vollständig mit einer elektrisch leitenden Schicht bedeckt. Auf der Leiterplatte 8 ist die erste Leiterbahn 4 angeordnet. Die erste Leiterbahn 4 ist auf einer der Membran 7 angewandten Seite der Leiterplatte 8 angeordnet. Mittels einer Durchkontaktierung 17 besteht eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der ersten Leiterbahn 4 und der elektrisch leitenden Schicht 16. Die erste Leiterbahn 4 verläuft bis zu einem auf Seiten des elektroakustischen Wandlers gelegenen Randbereich der Leiterplatte 8 und schließt mit der Leiterplatte 8 bündig ab. Die Leiterplatte 8 und damit die erste Leiterbahn 4 grenzen dabei unmittelbar an die erste Kontaktierung 3 an. Die erste Kontaktierung 3 und die erste Leiterbahn 4 sind an dieser Stelle miteinander verlötet.

Es besteht somit ein elektrischer Kontakt zwischen der ersten Kontaktierung 3 und der ersten Leiterbahn 4 in dem Kontaktbereich 5 dieser Ausführungsform.

[0045] Auf der Leiterplatte 8 ist ferner die zweite Leiterbahn 14 angeordnet. Die zweite Leiterbahn 14 ist ebenfalls auf einer der Membran 7 angewandten Seite der Leiterplatte 8 angeordnet. Die zweite Leiterbahn 14 verläuft bis zu einem auf Seiten des elektroakustischen Wandlers gelegenen Randbereich der Leiterplatte 8 und schließt mit der Leiterplatte 8 bündig ab. Die Leiterplatte 8 und die zweite Leiterbahn 14 grenzen dabei unmittelbar an die zweite Kontaktierung 13 an. Die zweite Kontaktierung 13 und die zweite Leiterbahn 14 sind an dieser Stelle miteinander verlötet. Es besteht somit ein elektrischer Kontakt zwischen der zweiten Kontaktierung 13 und der zweiten Leiterbahn 14 in dem Kontaktbereich 15 dieser Ausführungsform.

[0046] Es ergibt sich somit, dass die elektrisch leitenden Schicht 16 zusammen mit der ersten Kontaktierung 3 eine durchgängige elektrisch leitende Fläche ergeben, die sich entlang der Membran 7 erstreckt. Lediglich in dem Bereich, in dem der elektroakustische Wandler an die Leiterplatte 8 angrenzt kann ein geringer Spalt auftreten, da der erste Kontaktbereich 5 und der zweite Kontaktbereich 15 auf einer der Membran 7 abgewandten Seite der Leiterplatte 8 angeordnet sind. Es wird somit eine Schutzschicht geschaffen, die den akustischen Sensor 1 vor elektromagnetischen Einstrahlungen schützt, die von Seiten der Membran 7 in diesen eingestrahlt werden. Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die erste Leiterbahn zusammen mit der elektrisch leitenden Schicht 16 auf ein Massepotential gelegt ist.

[0047] In allen Ausführungsformen kann die Membran 7 optional eine Verjüngung 18 aufweisen, welche sich derart über eine Oberfläche der Membran 7 erstreckt, dass diese den elektroakustischen Wandler umläuft. Somit wird eine Dämpfung der Membran verringert und eine Effizienz des akustischen Sensors 1 gesteigert. Es wird darauf hingewiesen, dass anstelle der in den Ausführungsformen beschriebenen Lötverbindungen ebenfalls andere Verbindungen ausgeführt sein können. Beispielhafte Alternativen sind beispielsweise Bond- oder Schweißverbindungen.

Patentansprüche

1. Akustischer Sensor (1) umfassend:

- einen elektroakustischen Wandler, umfassend:

- ein plattenförmiges Wandlerelement (2), welches dazu eingerichtet ist, ein akustisches Signal abzugeben, wenn es durch ein elektrisches Signal angeregt wird und ein elektrisches Signal abzugeben, wenn es durch ein akustisches Signal angeregt wird,

umfassend:

- eine erste Oberfläche (2a),
- eine zweite Oberfläche (2b), die parallel zu der ersten Oberfläche (2a) auf einer der ersten Oberflächen (2a) gegenüberliegenden Seite des plattenförmigen Wandlerelements (2) angeordnet ist, und
- eine dritte Oberfläche (2c), welche die erste Oberfläche (2a) mit der zweiten Oberfläche (2b) des Wandlerelements (2) verbindet,

- eine erste Kontaktierung (3), die derart auf zumindest einer der Oberflächen (2a, 2b, 2c) des plattenförmigen Wandlerelements (2) angeordnet ist, dass diese zumindest einen Anteil aufweist, der mit dem äußeren Umfang der ersten oder zweiten Oberfläche (2a, 2b) des plattenförmigen Wandlerelements (2) bündig abschließt oder sich zumindest teilweise außerhalb des äußeren Umfangs der ersten oder zweiten Oberfläche (2a, 2b) des plattenförmigen Wandlerelements (2) erstreckt, und

- einen elektrischen Leiter (4), der zum Leiten des elektrischen Signales eingerichtet ist, wobei der elektrische Leiter (4) eine Leiterbahn ist,
- wobei der elektrische Leiter (4) einen Kontaktbereich (5) aufweist, der mit einem äußeren Umfang der ersten Kontaktierung (3) in Kontakt steht, wobei der Kontaktbereich (5) des elektrischen Leiters (4) in einer durch die erste Oberfläche (2a) definierten Ebene außerhalb eines Bereiches (6) angeordnet ist, welcher mit dem elektroakustischen Wandler überlappt, wobei der akustische Sensor (1) eine Leiterplatte (8) umfasst und der elektrische Leiter (4) auf der Leiterplatte (8) angeordnet ist, wobei die Leiterplatte (8) parallel zu der ersten Oberfläche (2a) des plattenförmigen Wandlerelements (2) angeordnet ist, wobei die Leiterplatte (8) mit dem plattenförmigen Wandlerelement (2) in einer gemeinsamen Ebene liegt,
- dadurch gekennzeichnet, dass** der akustische Sensor (1) eine Membran (7) umfasst und der elektroakustische Wandler auf einer Oberfläche der Membran (7) angeordnet ist.

2. Akustischer Sensor (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Leiter (4) auf der Membran (7) angeordnet ist.
3. Akustischer Sensor (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustische Wandler (2) auf der Leiterplatte (8) aufliegt.
4. Akustischer Sensor (1) gemäß einem der Ansprüche

1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte (8) parallel zu der durch die erste Oberfläche (2a) definierten Ebene liegt und zumindest eine Durchgangsöffnung (12) aufweist, die innerhalb eines Bereiches der Leiterplatte (8) liegt, der mit dem elektroakustischen Wandler überlappt.

5. Akustischer Sensor (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche 1, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte (8) eine Leiterplattenoberfläche mit einer Senke (9) aufweist und der elektroakustische Wandler zumindest teilweise innerhalb dieser Senke (9) angeordnet ist.

6. Akustischer Sensor (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die erste Kontaktierung (3) über die gesamte erste Oberfläche (2a) des elektroakustischen Wandlers (2) erstreckt und der elektroakustische Wandler (2) von einer elektrisch leitenden Schicht (16) umschlossen ist, die sich in der durch die erste Oberfläche (2a) definierten Ebene erstreckt.

7. Akustischer Sensor (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktbereich (5) in einer gemeinsamen Ebene mit dem plattenförmigen Wandlerelement (2) angeordnet ist.

Claims

1. Acoustic sensor (1) comprising:

- an electroacoustic transducer comprising:

a plate-shaped transducer element (2) which is configured to emit an acoustic signal when excited by an electrical signal and to emit an electrical signal when excited by an acoustic signal, comprising:

- a first surface (2a),
- a second surface (2b) which is arranged parallel to the first surface (2a) on a side of the plate-shaped transducer element (2) opposite the first surface (2a), and
- a third surface (2c) which connects the first surface (2a) to the second surface (2b) of the transducer element (2),

a first contact-making means (3) which is arranged on at least one of the surfaces (2a, 2b, 2c) of the plate-shaped transducer element (2) in such a manner that it has at least one portion which terminates flush with the outer periphery of the first or second surface

(2a, 2b) of the plate-shaped transducer element (2) or at least partially extends outside the outer periphery of the first or second surface (2a, 2b) of the plate-shaped transducer element (2), and

- an electrical conductor (4) which is configured to conduct the electrical signal, wherein the electrical conductor (4) is a conductor track,
- wherein the electrical conductor (4) has a contact region (5) which is in contact with an outer periphery of the first contact-making means (3), wherein the contact region (5) of the electrical conductor (4) is arranged in a plane defined by the first surface (2a) outside a region (6) which overlaps the electroacoustic transducer, wherein

the acoustic sensor (1) comprises a printed circuit board (8) and the electrical conductor (4) is arranged on the printed circuit board (8), wherein the printed circuit board (8) is arranged parallel to the first surface (2a) of the plate-shaped transducer element (2), wherein the printed circuit board (8) is in a common plane with the plate-shaped transducer element (2),
characterized in that
the acoustic sensor (1) comprises a membrane (7) and the electroacoustic transducer is arranged on a surface of the membrane (7).

2. Acoustic sensor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the electrical conductor (4) is arranged on the membrane (7).

3. Acoustic sensor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the electroacoustic transducer (2) is on the printed circuit board (8).

4. Acoustic sensor (1) according to either of Claims 1 and 3, **characterized in that** the printed circuit board (8) is parallel to the plane defined by the first surface (2a) and has at least one passage opening (12) which is within a region of the printed circuit board (8) which overlaps the electroacoustic transducer.

5. Acoustic sensor (1) according to one of the preceding Claims 1, 3 and 4, **characterized in that** the printed circuit board (8) has a printed circuit board surface with a depression (9) and the electroacoustic transducer is at least partially arranged within this depression (9).

6. Acoustic sensor (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first contact-making means (3) extends over the entire first surface (2a) of the electroacoustic transducer (2) and the electroacoustic transducer (2) is surrounded by an electrically conductive layer (16) which extends

in the plane defined by the first surface (2a).

7. Acoustic sensor (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the contact region (5) is arranged in a common plane with the plate-shaped transducer element (2).

Revendications

1. Capteur acoustique (1), comprenant :

- un transducteur électroacoustique, comprenant :

- un élément transducteur en forme de plaque (2) qui est aménagé pour émettre un signal acoustique s'il est excité par un signal électrique, et pour émettre un signal électrique s'il est excité par un signal acoustique, comprenant :

- une première surface (2a),
- une deuxième surface (2b) qui est disposée en parallèle à la première surface (2a) sur un côté de l'élément transducteur en forme de plaque (2), opposé à la première surface (2a), et
- une troisième surface (2c) qui relie la première surface (2a) à la deuxième surface (2b) de l'élément transducteur (2),

- une première métallisation (3) qui est disposée sur au moins l'une des surfaces (2a, 2b, 2c) de l'élément transducteur en forme de plaque (2) de telle sorte qu'elle présente au moins une partie qui est en affleurement avec la circonférence extérieure de la première ou de la deuxième surface (2a, 2b) de l'élément transducteur en forme de plaque (2) ou s'étend au moins en partie à l'extérieur de la circonférence extérieure de la première ou de la deuxième surface (2a, 2b) de l'élément transducteur en forme de plaque (2), et

- un conducteur électrique (4) qui est aménagé pour conduire le signal électrique, le conducteur électrique (4) étant une piste conductrice,
- le conducteur électrique (4) présentant une zone de contact (5) qui est en contact avec une circonférence extérieure de la première métallisation (3), la zone de contact (5) du conducteur électrique (4) étant disposée dans un plan défini par la première surface (2a) à l'extérieur d'une zone (6) qui se chevauche avec le transducteur électroacoustique,

- le capteur acoustique (1) comprenant une carte de circuits imprimés (8), et le conducteur électrique (4) étant disposé sur la carte de circuits imprimés (8), la carte de circuits imprimés (8) étant disposée en parallèle à la première surface (2a) de l'élément transducteur en forme de plaque (2), la carte de circuits imprimés (8) avec l'élément transducteur en forme de plaque (2) étant située dans un plan commun, **caractérisé en ce que** le capteur acoustique (1) comprend une membrane (7) et le transducteur électroacoustique est disposé sur une surface de la membrane (7). 5 10
2. Capteur acoustique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le conducteur électrique (4) est disposé sur la membrane (7). 15
3. Capteur acoustique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transducteur électroacoustique (2) repose sur la carte de circuits imprimés (8). 20
4. Capteur acoustique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 3, **caractérisé en ce que** la carte de circuits imprimés (8) est située en parallèle au plan défini par la première surface (2a) et présente au moins une ouverture de passage (12) qui est située à l'intérieur d'une zone de la carte de circuits imprimés (8) qui se chevauche avec le transducteur électroacoustique. 25 30
5. Capteur acoustique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes 1, 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la carte de circuits imprimés (8) présente une surface de carte de circuits imprimés dotée d'un puits (9) et le transducteur électroacoustique est disposé au moins en partie à l'intérieur de ce puits (9). 35
6. Capteur acoustique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première métallisation (3) s'étend sur toute la première surface (2a) du transducteur électroacoustique (2), et le transducteur électroacoustique (2) est entouré d'une couche électriquement conductrice (16) qui s'étend dans le plan défini par la première surface (2a) . 40 45
7. Capteur acoustique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone de contact (5) est disposée dans un plan commun avec l'élément transducteur en forme de plaque (2). 50

55

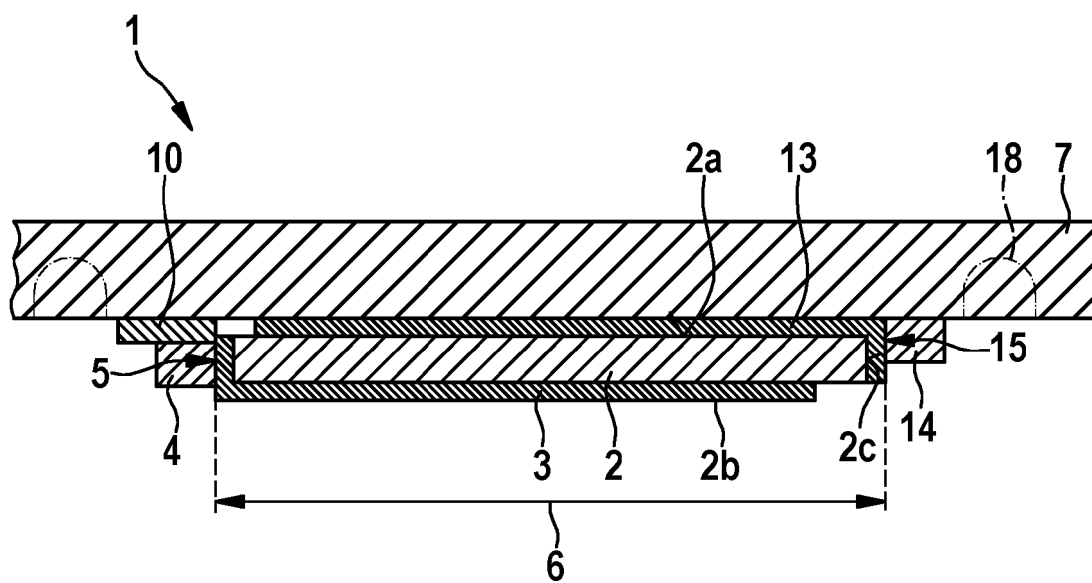


Fig. 1

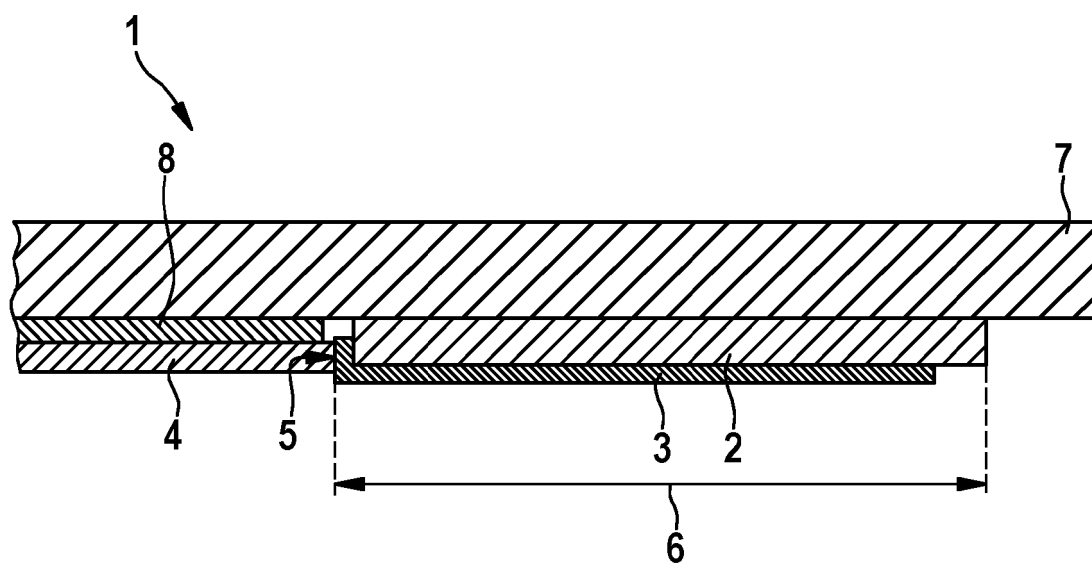


Fig. 2

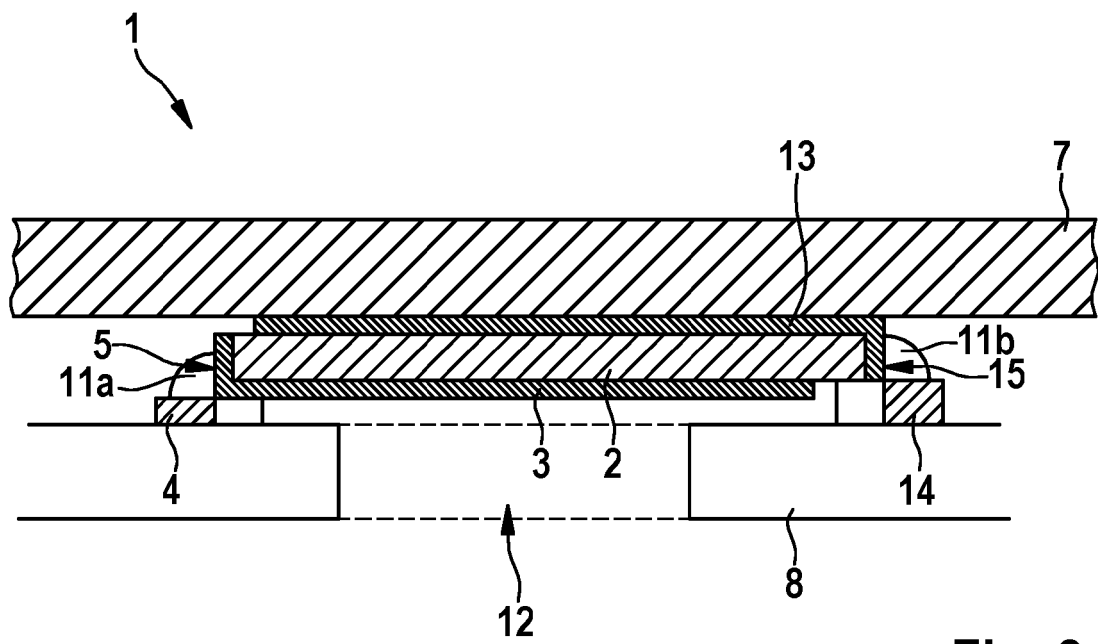


Fig. 3

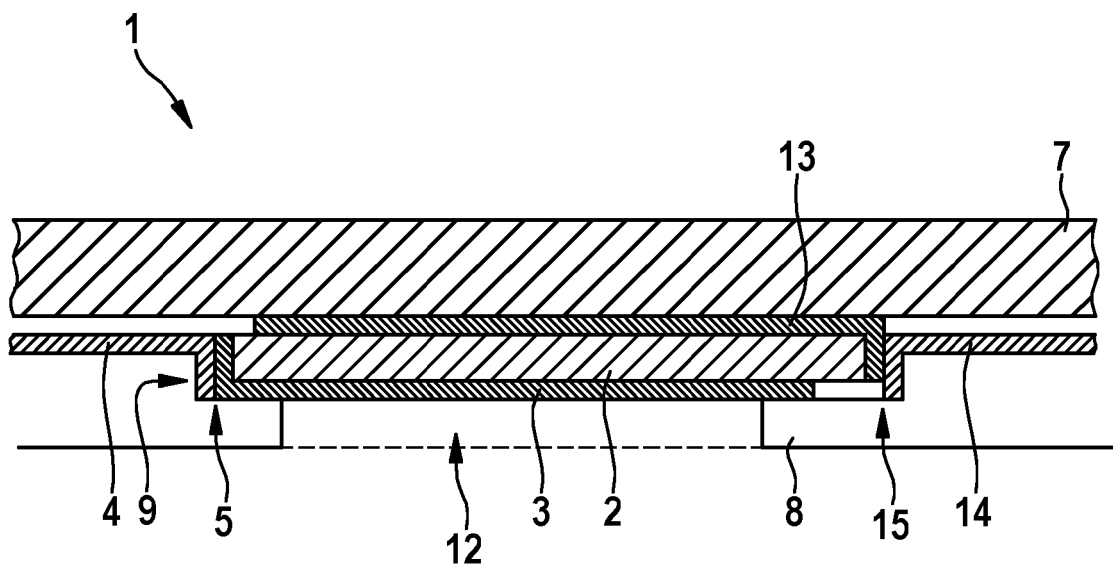


Fig. 4

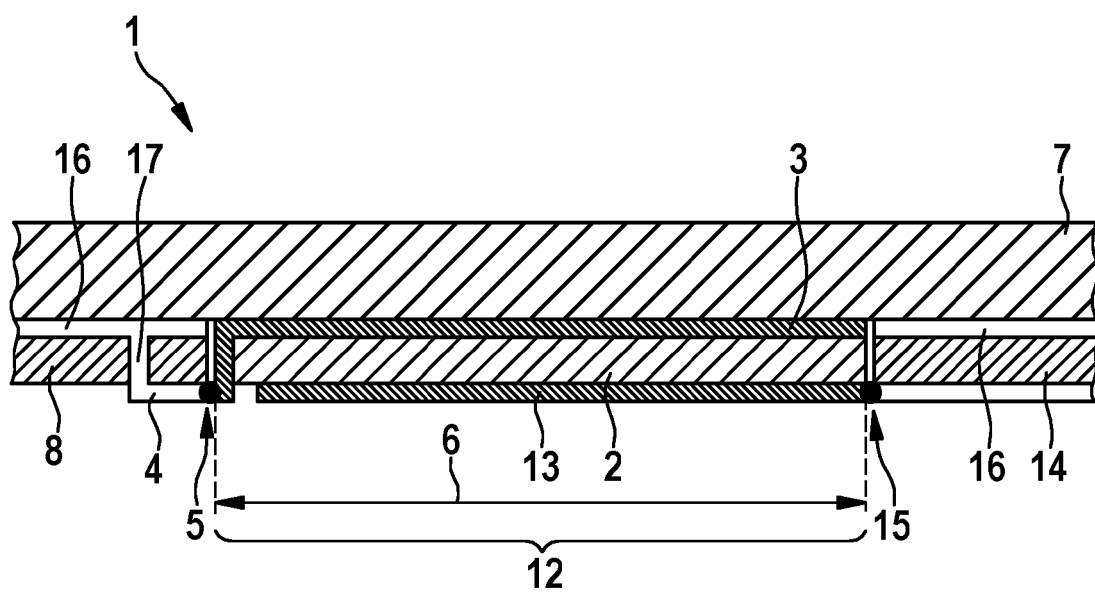


Fig. 5

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

- JP 2011146764 A **[0003]**
- DE 102004022838 A1 **[0003]**
- DE 102006038597 A1 **[0003]**
- DE 3103357 A1 **[0003]**
- US 2001041837 A1 **[0003]**
- JP H05153695 A **[0003]**