

(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
14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/076463 A2

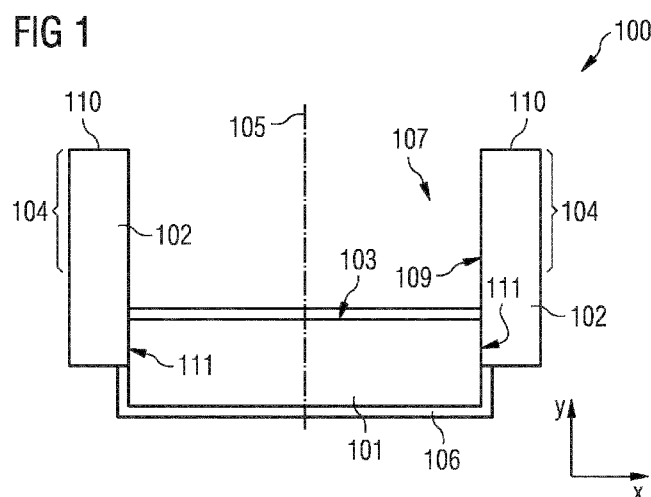
- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/071735
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. Dezember 2011 (05.12.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 053 713.6
7. Dezember 2010 (07.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WILDGEN, Andreas** [DE/DE]; Am Grund 7, 93152 Nittendorf (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER ARRANGEMENT AND METHOD FOR OPERATING AN ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : ELEKTROAKUSTISCHE WANDLERANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ELEKTROAKUSTISCHEN WANDLERANORDNUNG



(57) Abstract: An electroacoustic transducer arrangement comprises a two-dimensionally extended electroacoustic transducer (101), which has a main surface (103), which in a first state is convex and in a second state is concave. The electroacoustic transducer arrangement comprises a flexible surround (102), which extends axially away from the main surface (103) of the electroacoustic transducer (101), wherein a region (104) of the surround (102) that is facing away from the electroacoustic transducer (101) is inclined inwards when the electroacoustic transducer (101) is in the first state in relation to a position of the region (104) of the surround (102) that the surround (102) has when the electroacoustic transducer (101) is in the second state.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/076463 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Eine elektroakustische Wandleranordnung umfasst einen flächig ausgedehnten elektroakustischen Wandler (101), der eine Hauptfläche (103) aufweist, die in einem ersten Zustand konvex ist und die in einem zweiten Zustand konkav ist. Die elektroakustische Wandleranordnung umfasst eine flexible Umrandung (102), die sich von der Hauptfläche (103) des elektroakustischen Wandlers (101) axial weg erstreckt, wobei, wenn sich der elektroakustische Wandler (101) in dem ersten Zustand befindet, ein vom elektroakustischen Wandler (101) abgewandter Bereich (104) der Umrandung (102) nach innen geneigt ist relativ zu einer Position des Bereichs (104) der Umrandung (102), die die Umrandung (102) aufweist, wenn sich der elektroakustische Wandler (101) in dem zweiten Zustand befindet.

Beschreibung

Elektroakustische Wandleranordnung und Verfahren zum Betreiben einer elektroakustischen Wandleranordnung

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine elektroakustische Wandleranordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer solchen elektroakustischen Wandleranordnung.

10

Hintergrund der Erfindung

Elektroakustische Wandler, insbesondere Ultraschallwandler, sind im Automobilbereich beispielsweise von Einparkhilfen bekannt, bei denen die Wandler direkt Luft einkoppeln und die bei Frequenzen von zirka 50 KHz bei einer Reichweite von einigen Metern arbeiten.

15

Elektroakustische Wandler können auch in Luftmassensensoren oder Kohlenwasserstoffsensoren eingesetzt werden. Der Arbeitsbereich der Frequenzen liegt hier vorzugsweise über den Frequenzen, die während des Betriebs des Automobils insbesondere im Motorraum, beispielsweise durch einen Turbolader, auftreten.

20

Bei elektroakustischen Wandlern, die in diesem Bereich arbeiten, ist es wichtig, einen hohen Schalldruck aufzubauen und ein gutes Einkoppeln des Ultraschalls in das zu untersuchende Medium zu ermöglichen. Insbesondere beim Einkoppeln in Luft ist dies aufgrund des hohen Impedanzunterschieds herkömmlich aufwändig.

25

Es ist wünschenswert, eine elektroakustische Wandleranordnung anzugeben, die zuverlässig arbeitet und günstig herstellbar ist. Weiterhin ist es wünschenswert, ein Verfahren zum Betreiben einer solchen elektroakustischen Wandleranordnung anzugeben.

30

35

In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst eine elektroakustische Wandleranordnung einen flächig ausgedehnten elektroakustischen Wandler. Der flächig ausgedehnte elektroakustische Wandler weist eine Hauptfläche auf, die in einem ersten Zustand konvex ist und die in einem zweiten Zustand konkav ist. Die elektroakustische Wandleranordnung umfasst weiterhin eine flexible Umrandung, die sich von der Hauptfläche des elektroakustischen Wandlers axial weg erstreckt. Ein von dem elektroakustischen Wandler abgewandter Bereich der Umrandung ist, wenn sich der elektroakustische Wandler in dem ersten Zustand befindet, nach innen geneigt, relativ zu einer Position des Bereichs der Umrandung, die die Umrandung aufweist, wenn sich der elektroakustische Wandler in dem zweiten Zustand befindet.

Die elektroakustische Wandleranordnung weist den schwingfähigen elektroakustischen Wandler auf und zusätzlich die flexible Umrandung, die im Betrieb ebenfalls schwingt. Der im Betrieb mögliche Schalldruck der elektroakustischen Wandleranordnung ist dadurch hoch und die Einkopplung an das Medium außerhalb des Wandlers ist sehr gut, da innerhalb der Umrandung das gleiche Medium wie außerhalb des Wandlers ist, woraus sich ein Impedanzsprung von 1 ergibt.

In Ausführungsformen wird die Form der Umrandung abhängig von einem vorgegebenen Arbeitsbereich bezüglich der Frequenzen des elektroakustischen Wandlers vorgegeben. Die elektroakustische Wandleranordnung arbeitet insbesondere in einem Arbeitsbereich von über 200 KHz, beispielsweise 300 KHz, entsprechend wird die Form der Umrandung gewählt, so dass die Umrandung in den Frequenzen des vorgegebenen Arbeitsbereichs der Wandleranordnung schwingfähig ist. Weiterhin wird in Ausführungsformen das Material der Umrandung, insbesondere ein Kunststoff, abhängig von dem vorgegebenen Arbeitsbereich der Frequenzen des elektroakustischen Wandlers gewählt. In Ausführungsbeispielen kann der elektroakustische Wandler eine Ummantelung aus dem Kunststoffmaterial der Umrandung aufweisen, die beispielsweise durch ein Transfermolden aufgebracht ist.

In weiteren Ausführungsformen weist die elektroakustische Wandleranordnung eine Mehrzahl von Schwingkörpern auf, die konzentrisch in Bezug auf die Längsachse an der Hauptfläche des elektroakustischen Wandlers angeordnet sind. Die Schwingkörper
5 verhalten sich in Betrieb wie die Umrandung. Durch die Schwingkörper wird der Schalldruck der elektroakustischen Wandleranordnung insbesondere bei hohen Frequenzen von über 300 KHz weiter erhöht.

- 10 In einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Betreiben einer solchen elektroakustischen Wandleranordnung wird der von dem elektroakustischen Wandler abgewandte Bereich der Umrandung nach innen geneigt, wenn sich der elektroakustische Wandler in dem ersten Zustand befindet, relativ zu der Position, die der Bereich
15 der Umrandung aufweist, wenn sich der elektroakustische Wandler in dem zweiten Zustand befindet.

Die elektroakustische Wandleranordnung wird so angeregt, dass der Hohlraum, der von der Umrandung und dem elektroakustischen
20 Wandler eingeschlossen wird, in dem ersten Zustand minimal wird und in dem zweiten Zustand maximal wird. Dadurch kann ein hoher Schalldruck erzeugt werden und eine Dämpfung auf Grund von verschiedenen Impedanzen kann verringert oder vermieden werden.

25 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden, in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen. Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente
30 können in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse zueinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, wie beispielsweise Bereiche oder Schichten, zur besseren Darstellbarkeit und/oder
35 zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer elektroakustischen Wandleranordnung gemäß einer Ausführungsform,

Figur 2 eine schematische Darstellung einer elektroakustischen Wandleranordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform,

Figur 3 eine schematische Darstellung einer elektroakustischen Wandleranordnung der Figur 1 in einem ersten Zustand,

Figur 4 eine schematische Darstellung der elektroakustischen Wandleranordnung der Figur 1 in einem zweiten Zustand.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

Figur 1 zeigt eine elektroakustische Wandleranordnung 100. Die Wandleranordnung umfasst einen flächig ausgedehnten elektroakustischen Wandler 101. Der elektroakustische Wandler 101 weist seine Hauptausbreitungsrichtung in der Schnittansicht in die X-Richtung der Figur 1 auf. In der Hauptausbreitungsrichtung im Wesentlichen gleich gerichtet der X-Achse weist der Wandler 101 eine Hauptfläche 103 auf. Der Wandler 101 ist dreidimensional ausgedehnt. Insbesondere ist der Wandler 101 rund und weist entsprechend eine Zylinderform auf. Der Wandler 101 ist eingerichtet, im Betrieb elektrische Spannung in akustische Wellen umzuwandeln.

Solche Schallwandler können beispielsweise als Ultraschallwandler ausgebildet sein und in Ultraschallmesssystemen eingesetzt werden, bei denen Laufzeitmessungen zur Bestimmung von Messgrößen genutzt werden. Beispiele für Schallwandler sind piezoelektrische Schallwandler, die die Eigenschaften be-

stimmter Materialien, wie z. B. Quarze, Piezokeramiken, etc. nutzen, um bei mechanischer Verformung proportionale Signale abzugeben oder umgekehrt sich bei geeignetem angelegtem elektrischem Feld mechanisch zu verformen. Im Betrieb breiten
5 sich die akustischen Wellen insbesondere ausgehend von der Hauptfläche 103 aus.

Der Wandler 101 ist eingerichtet, akustische Wellen im Ultraschallbereich auszusenden, insbesondere Frequenzen von über 50
10 KHz, vorzugsweise Frequenzen im Bereich von über 200 KHz, insbesondere Frequenzen von über 300 KHz.

An einer Seitenfläche 111 des elektroakustischen Wandlers 101, die quer zur Hauptfläche 103 in Y-Richtung der Figur verläuft,
15 ist eine Umrandung 102 angeordnet. Die Umrandung verläuft um den gesamten Umfang des Wandlers 101. Die Umrandung 102 erstreckt sich axial in Y-Richtung weg von dem Wandler 101. Die Umrandung 102 ist an einem Ende in Kontakt mit dem Wandler 101 und weist ein dem Wandler abgewandtes Ende 110 auf. An das abgewandte Ende
20 110 schließt sich ein vom elektroakustischen Wandler 101 abgewandter Bereich 104 an.

Eine zu einer Längsachse 105 der Anordnung 100 zugewandte Innenseite 109 der Umrandung 102 verläuft quer zur Hauptfläche 103.
25 Insbesondere weist die Umrandung eine Hohlzylinderform auf. In weiteren Ausführungsformen verläuft die Innenseite 109 schräg zu der Fläche 103, so dass die abgewandten Enden 110 weiter von der Längsachse 105 beabstandet sind als ein Bereich der Umrandung 102, der mit dem Wandler 101 in Kontakt ist. Insbesondere weist
30 die Umrandung die Form eines hohlen Kegelstumpfs auf.

Beispielsweise weist also die Wandleranordnung 100 im Querschnitt eine U-Form auf. In weiteren Ausführungsformen weist die Anordnung im Querschnitt eine V-Form auf. Die Umrandung 102
35 schließt mit dem Wandler 101 einen Hohlraum 107 ein, der sich in Y-Richtung der Figur von der Hauptfläche 103 bis zu einer Ebene des Endes 110 erstreckt.

Die Umrandung 102 weist ein Kunststoffmaterial auf, so dass die Umrandung 102 flexibel schwingen kann. Insbesondere ist die Umrandung elastisch. Die Umrandung ist eingerichtet, in dem Frequenzbereich zu schwingen, in dem der Wandler 101 akustische Wellen aussendet. Insbesondere ist die Umrandung 102 eingerichtet, einen Frequenzbereich zu schwingen, in dem der Wandler 101 schwingt. Das Material und die Längs- und Querausdehnung der Umrandung 102 wird abhängig von einem Arbeitsbereich der Frequenzen des elektroakustischen Wandlers gewählt, so dass die Umrandung im Betrieb entsprechend schwingt. Insbesondere ist dies über Versuche ermittelbar, in denen der Frequenzbereich abhängig von einem bekannten Einsatzbereich der Anordnung vorgegeben ist.

Der elektroakustische Wandler 101 ist in Ausführungsformen von einer Ummantelung 106 umgeben, die ein Kunststoffmaterial umfasst. Vorzugsweise ist das Kunststoffmaterial der Ummantelung 106 gleich dem Kunststoffmaterial der Umrandung 102. Insbesondere werden die Umrandung 102 und die Ummantelung 106 mittels eines Transfermoldverfahrens hergestellt.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Anordnung 100. Zusätzlich zu dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 weist das Ausführungsbeispiel der Figur 2 einen Schwingkörper 108 auf, der an der Hauptfläche 103 des Wandlers 101 angeordnet ist.

Der Schwingkörper 108 weist wie die Umrandung 102 eine Hohlzylinderform auf. Der Schwingkörper 108 und die Umrandung 102 sind konzentrisch zur Längsachse 105 angeordnet. In weiteren Ausführungsformen weist die Anordnung 100 eine Mehrzahl von Schwingkörpern 108 auf, die konzentrisch zur Längsachse 105 auf der Hauptfläche 103 angeordnet sind. Die Schwingkörper 108 sind vorzugsweise aus dem gleichen Material wie die Umrandung 102 und verhalten sich im Betrieb wie die Umrandung 102. Die Dimensionierung der Schwingkörper 108, beispielsweise die Längs- und Querausdehnung ist abhängig von dem Arbeitsbereich der Frequenzen des elektroakustischen Wandlers 101.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht der Wandleranordnung 100 gemäß der Figur 1 im Betrieb in einem ersten Zustand des Wandlers 101. Die Hauptfläche 103 des Wandlers 101 ist in dem gezeigten ersten Zustand konvex. Die Fläche 103 ist in Y-Richtung
5 mittig nach oben geneigt.

Der von dem Wandler 101 abgewandte Bereich 104 der Umrandung 102 ist in dem ersten Zustand des Wandlers 101 nach innen geneigt. Insbesondere ist die Innenseite 109 der Umrandung 102 nach innen
10 geneigt. Der Bereich 104 ist in Richtung der Längsachse 105 geneigt. Insbesondere ist der Bereich 104 maximal nach innen geneigt, wenn die Hauptfläche 103 ihre stärkste konkave Krümmung aufweist. Dadurch wird der Hohlraum 107, der von der Umrandung 102 und dem Wandler 101 eingeschlossen wird, minimal. Der Bereich
15 104 ist relativ zu seiner Ruheposition nach innen geneigt. Insbesondere ist der Bereich 104 im Vergleich zu einer Position des Bereichs 104 während eines zweiten Zustands des Wandlers 101 (Figur 4) nach innen geneigt.

20 Figur 4 zeigt den Wandler 101 in dem zweiten Zustand während des Betriebs. Die Hauptfläche 103 ist konkav gekrümmt. Insbesondere neigt sich die Fläche 103 mittig in Y-Richtung nach unten.

In dem zweiten Zustand des Wandlers 101 ist der Bereich 104 der Umrandung 102 nach außen geneigt. Insbesondere ist die Innenseite 109 der Umrandung 102 nach außen geneigt. Die Innenseite 109 neigt sich in dem Bereich 104 weg von der Längsachse 105 der Anordnung. Der Bereich 104 ist in dem zweiten Zustand des Wandlers 101 im Bezug auf seine Ruheposition nach außen geneigt. Der Bereich 104
30 ist im zweiten Zustand des Wandlers 101 in Bezug auf seine Position im ersten Zustand des Wandlers 101 nach außen geneigt. Insbesondere ist der Bereich 104 maximal nach außen geneigt, wenn die Hauptfläche 103 ihre maximale konkave Krümmung aufweist. Dadurch nimmt der Hohlraum 107 in dem zweiten Zustand sein
35 maximales Volumen ein.

Im Betrieb schwingen der Wandler 101 und die Umrandung 102 zwischen dem ersten Zustand der Figur 3 und dem zweiten Zustand der Figur 4. Folglich wird vom Übergang des minimalen Volumens des Hohlraums 107 der Figur 3 zum maximalen Volumen des Hohlraums 107 der Figur 4 das Arbeitsmedium, beispielsweise Luft, durch die Volumenvergrößerung in den Hohlraum eingesaugt.

Im nächsten Schritt, also im Übergang vom Zustand der Figur 4 zum Zustand der Figur 3, wird das Arbeitsmedium auf Grund der Volumenverkleinerung des Hohlraums 107 ausgestoßen. Dadurch entsteht am offenen Ende der Umrandung gegenüber dem Wandler 101 eine große Amplitude der akustischen Wellen. Nachdem im Hohlraum 107 das gleiche Medium angeordnet ist wie außerhalb des Wandlers, beispielsweise jeweils Luft, ist der Impedanzsprung am offenen Ende der Umrandung 1 und entsprechend koppeln die Wellen aus dem Hohlraum besonders gut in die Umgebung ein.

So kann ein hoher Schalldruck in die Umgebung eingekoppelt werden. Zudem wird die Reichweite, insbesondere bei hohen Frequenzen, im Bezug auf herkömmliche Anordnungen, erhöht. Weiterhin lässt sich eine Dämpfung der Schallwellen, insbesondere bei im Betrieb auftretenden hohen Temperaturen überwinden und die Anordnung ist über einen vergleichsweise langen Betriebszeitraum verlässlich. Die Schallkeule der aus der Öffnung der Umrandung austretenden Schallwellen kann vergleichsweise schmal ausgelegt werden. Dadurch, dass am Ausgang der Umrandung 102 kein oder nur ein geringer Impedanzunterschied zwischen dem Hohlraum 107 und der Umgebung vorliegt, kann auf eine aufwändige Impedanzanpassung verzichtet werden, wodurch die Herstellung der Anordnung vergleichsweise günstig ist. Die elektroakustische Wandleranordnung wird beispielsweise als Luftmassensensor oder als Kohlenwasserstoffsensor in Kraftfahrzeugen eingesetzt.

Patentansprüche

1. Elektroakustische Wandleranordnung, umfassend:
 - einen flächig ausgedehnten elektroakustischen Wandler
5 (101), der eine Hauptfläche (103) aufweist, die in einem
ersten Zustand konvex ist und die in einem zweiten
Zustand konkav ist;
 - eine flexible Umrandung (102), die sich von der
10 Hauptfläche (103) des elektroakustischen Wändlers (101)
axial weg erstreckt, wobei, wenn sich der elektro-
akustische Wandler (101) in dem ersten Zustand befindet,
ein vom elektroakustischen Wandler (101) abgewandter
Bereich (104) der Umrandung (102) nach innen geneigt ist
15 relativ zu einer Position des Bereichs (104) der Umrandung
(102), die der Bereich (104) aufweist, wenn sich der
elektroakustische Wandler (101) in dem zweiten Zustand
befindet.
2. Elektroakustische Wandleranordnung nach Anspruch 1, bei der
20 sich eine Innenseite (109) der flexiblen Umrandung (102)
schräg zur Hauptfläche (103) erstreckt.
3. Elektroakustische Wandleranordnung nach Anspruch 1, bei der
sich eine Innenseite (109) der flexiblen Umrandung (102)
25 quer zur Hauptfläche (103) erstreckt.
4. Elektroakustische Wandleranordnung nach einem der An-
sprüche 1 bis 3, bei der die Form der Umrandung (102)
abhängig von einem vorgegebenen Arbeitsbereich der Fre-
30 quenzen des elektroakustischen Wändlers (101) ist.
5. Elektroakustische Wandleranordnung nach einem der An-
sprüche 1 bis 4, bei der die Umrandung (102) mit dem
elektroakustischen Wandler (101) einen Hohlraum (107)
35 einschließt.

6. Elektroakustische Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Umrandung (102) ein Kunststoffmaterial umfasst.
- 5 7. Elektroakustische Wandleranordnung nach Anspruch 6, bei der der elektroakustische Wandler (101) eine Ummantelung (106) aus dem Kunststoffmaterial umfasst.
- 10 8. Elektroakustische Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend eine Mehrzahl von Schwingkörper (108), die konzentrisch in Bezug auf die Längsachse (105) an der Hauptfläche (103) angeordnet sind.
- 15 9. Verfahren zum Betreiben einer elektroakustischen Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem, wenn sich der elektroakustische Wandler (101) in dem ersten Zustand befindet, der abgewandte Bereich (104) der Umrandung (102) nach innen geneigt wird relativ zu der Position, die der Bereich (104) der Umrandung (102)
20 aufweist, wenn sich der elektroakustische Wandler (101) in dem zweiten Zustand befindet.

FIG 1

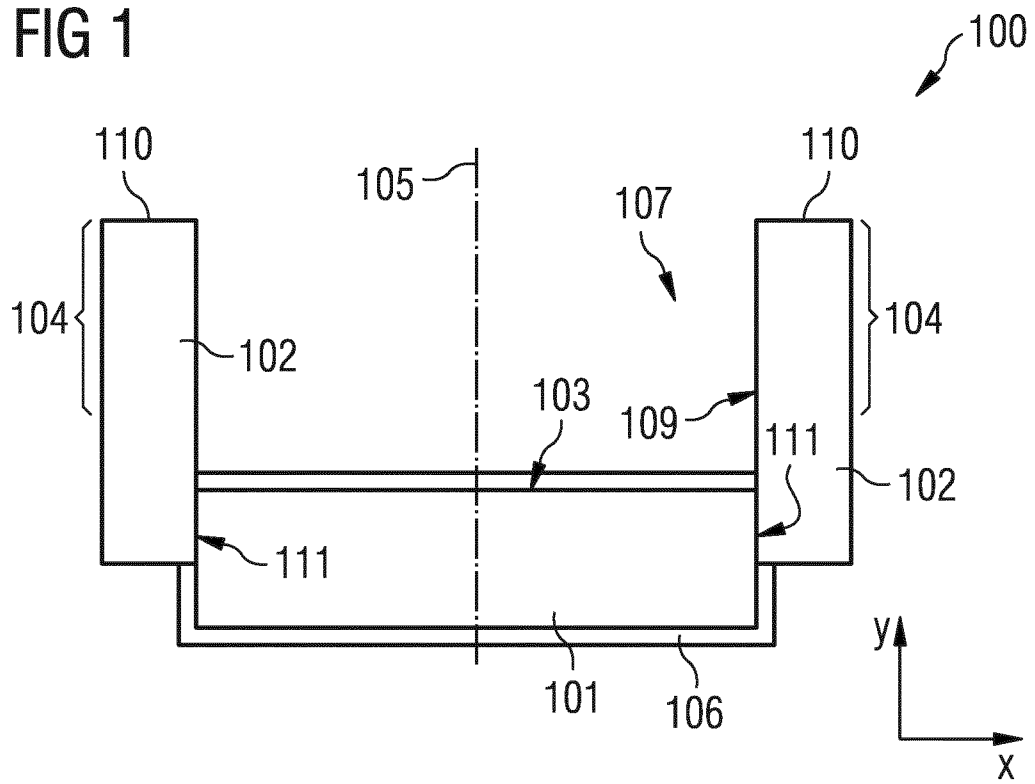


FIG 2

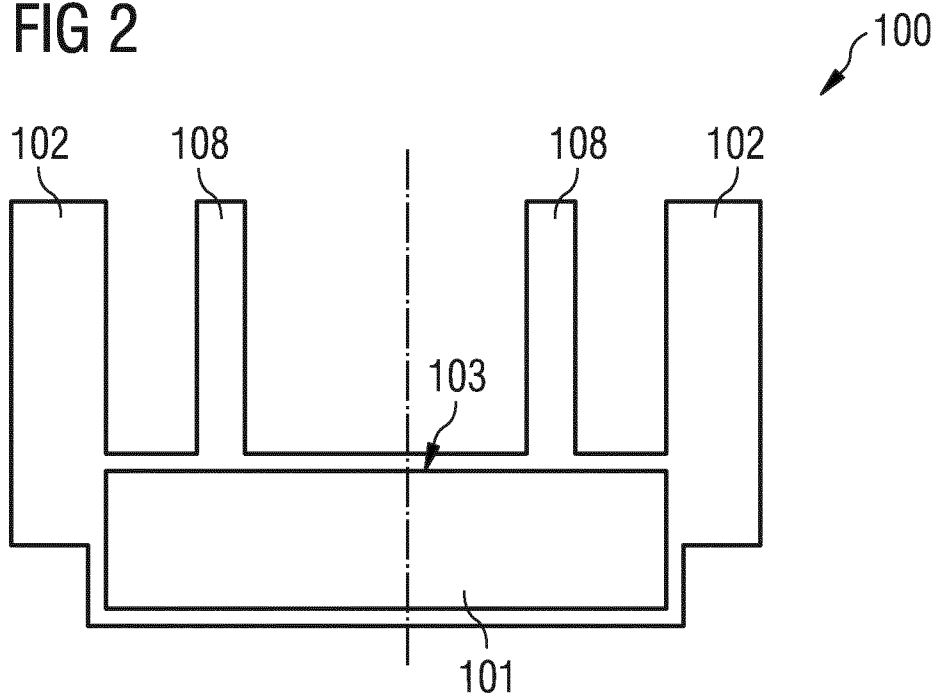


FIG 3

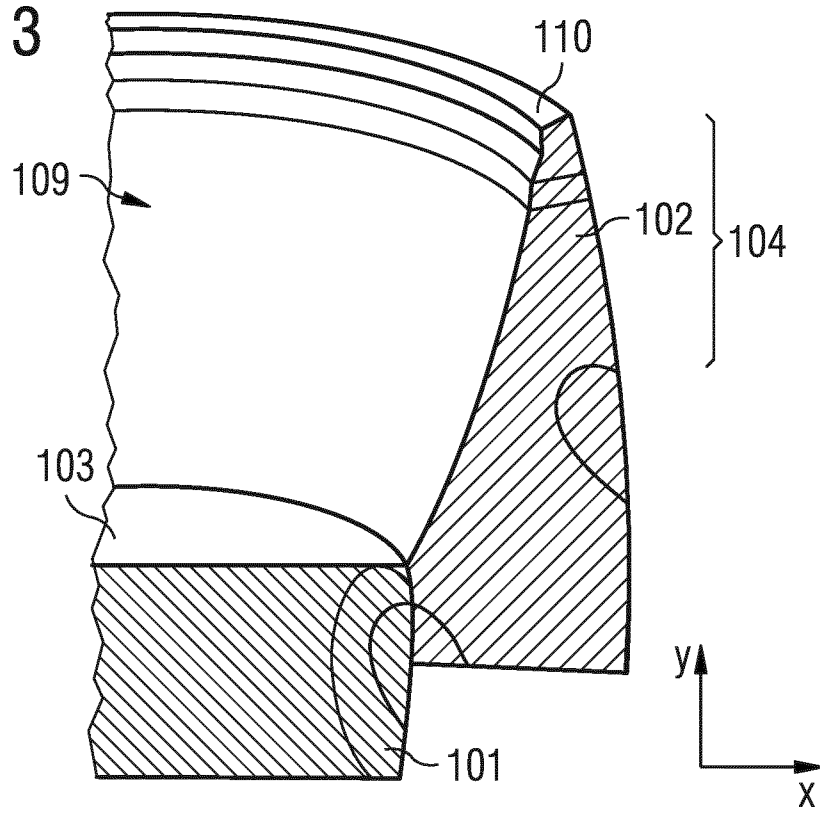


FIG 4

