

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 896 497 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.02.1999 Patentblatt 1999/06

(51) Int. Cl.⁶: H04R 9/06

(21) Anmeldenummer: 98113748.2

(22) Anmeldetag: 23.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Puls, Bernhard
94360 Mitterfels (DE)

(74) Vertreter: Stendel, Klaus
Nokia Technology GmbH,
Abt. NH/P,
Östliche Karl-Friedrich-Strasse 132
75175 Pforzheim (DE)

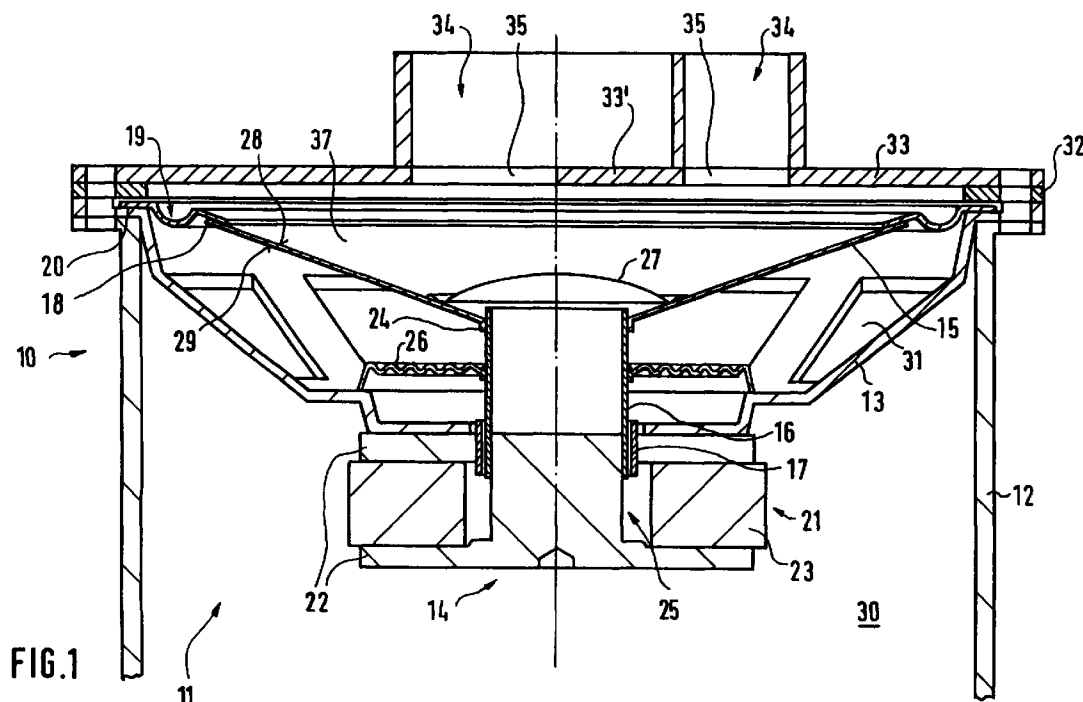
(30) Priorität: 07.08.1997 DE 19734120

(71) Anmelder: NOKIA TECHNOLOGY GmbH
75175 Pforzheim (DE)

(54) **Tonwiedergabeanordnung**

(57) Erfindungsgemäß wird eine Baßwiedergabeanordnung angegeben, bei welcher die Schallabstrahlung von der Membran (15) zum Abhörraum (38) allein über ein Verschiebevolumen (37) und mindestens einen Schallführungschanal (34), dessen Querschnitt kleiner ist als der Querschnitt der Membran (15), erfolgt. Eine solche Anordnung hat den Vorteil, daß zur Schallabstrahlung nur Wandflächen bereitgestellt werden müssen, die lediglich den oder die Schallführungschanäle

(34) aufnehmen müssen. Die Seite der Membran (15), welche dem Verschiebevolumen (37) abgewandt ist, arbeitet auf ein geschlossenes Dämpfungsvolumen (30), welches allerdings in großer Bandbreite in seiner Größe veränderbar ist. Eine besonders gute Baßwiedergabe wird dann erreicht, wenn die Länge des jeweiligen Schallführungschanals (34) $\leq \lambda/8$ der gewünschten oberen Grenzfrequenz ist.



EP 0 896 497 A2

Beschreibung**Technisches Gebiet**

- 5 **[0001]** Gegenstand der Erfindung ist eine Tonwiedergabeanordnung, insbesondere eine solche zur Wiedergabe von tief-frequenten Tönen.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Gemäß dem Stand der Technik ist es bekannt, Tonsignale mittels von sogenannten elektroakustischen Wandlern wiederzugeben. Solche Wandler weisen als Hauptkomponenten eine Membran, eine Antriebsanordnung und Befestigungsmittel zur gegenseitigen Verbindung von Membran und Antriebsanordnung auf. Antriebsanordnungen für eine solche Membran werden überwiegend von einem Magnetsystem gebildet, welches einen Dauermagneten und ein Joch (auch Rückschlußteil genannt) aufweist. Die Membran ist mit einer Schwingspule versehen und taucht in einen im
15 Magnetsystem belassenen Luftspalt ein. Werden die beiden Enden der Schwingspule mit einer Tonsignalquelle leitend verbunden, bewegt sich die Schwingspule im Luftspalt des Magnetsystems, so daß über die mit der Schwingspule verbundene Membran die an den jeweiligen Oberflächen der Membran anliegenden Luftvolumina in Schwingungen versetzt werden. Da eine solche Anordnung nicht geeignet ist, das gesamte hörbare Frequenzband einer Tonsignalquelle in befriedigender Weise wiederzugeben, ist man dazu übergegangen, sogenannte Bereichswandler zu entwickeln, welche nur für einen Teilbereich des zu übertragenden Frequenzbandes optimiert ausgebildet sind. In der Praxis geläufige
20 Anordnungen weisen in der Regel einen Wandler für tief-, mittel- und hoch-frequente Tonsignale auf. Auch können in solchen Anordnungen die beiden Wandler für mittel- und hoch-frequenten Tonsignale von bloß einem Wandler abgestrahlt werden. Um die Wiedergabe von tief-frequenten Tonsignalen weiter zu verbessern, ist man schon sehr früh dazu übergegangen, Wandler, welche tief-frequente Tonsignale übertragen sollen, in Gehäuse einzubauen, um Auslöschungen von Schallwellen, welche von Membranvorderseite und der Membranrückseite abgestrahlt werden, auszuschließen. Hierbei haben sich im wesentlichen drei Grundformen herausgebildet.

- [0003]** Die erste Grundform, welche auch als geschlossenes Gehäuse bezeichnet wird, zeichnet sich dadurch aus, daß das Gehäuse mit Ausnahme der Wandleröffnung, in welcher ein Wandler montiert ist, keine andere Öffnung aufweist. Hierbei wirkt jedoch das im Gehäuse eingeschlossene und mit der Rückseite der Membran in Verbindung stehende Luftvolumen als zusätzliche Feder, wodurch die Resonanzfrequenz des Wandlers erhöht und somit die untere Grenzfrequenz zu höheren Frequenzen verschoben wird. Damit mit solchen Anordnungen noch hinreichend tiefe Töne abgestrahlt werden können, darf das eingeschlossene Luftvolumen, welches auch als Dämpfungsvolumen bezeichnet wird, einen Mindestwert nicht unterschreiten. Nachteilig ist bei solchen Anordnungen, daß das Gehäuse zumindest eine dem Abhörraum zugewandte Wandung aufweisen muß, die von ihren Abmessungen geeignet ist, den zumeist
30 großdimensionierten Tieftonwandler in der Öffnung aufzunehmen. Mit Rücksicht auf die Raum- bzw. Flächenanforderungen solcher Anordnungen sind diesen Anordnungen Anwendungen versagt, die auch bei geringerem Raumangebot (wie z.B. in einem Kraftfahrzeug) eine gute Tieftonwiedergabe ermöglichen.

- [0004]** Baßreflexboxen, welche die zweite Grundform bilden, bauen auf dem Prinzip der ersten Grundform auf. Abweichend von diesem Prinzip weisen Baßreflexboxen jedoch eine weitere Öffnung im Gehäuse auf aus der die von der
40 Membran rückwärts abgestrahlten Schallwellen phasenrichtig mit der von der Vorderseite der Membran abgestrahlten Schallwellen austreten und deren Wirkung unterstützen. Wandler und Gehäuse stellen bei Baßreflex-Anordnungen zwei miteinander gekoppelte Systeme dar. Das Baßreflexgehäuse ist ein Resonator, dessen von dem Volumen des Gehäuses und der Größe und Tiefe der zusätzlichen Öffnung abhängige Resonanzfrequenz auf die Eigenfrequenz des eingebauten Tieftonwandlers abgestimmt ist. Als Folge hiervon stellen sich Koppelschwingungen ein. Töne, die in der
45 Nähe der Eigenresonanz des eingebauten Wandlers liegen, regen das Gasvolumen im (in Resonanz befindlichen) Gehäuse zum besonders kräftigen Mitschwingen an. Die hierbei auftretende tiefe Koppelfrequenz bewirkt, daß Bässe, welche von einem in einem geschlossenen Gehäuse angeordneten Wandler nur schwach angestrahlt werden können, verstärkt hörbar werden.

- [0005]** Auch wenn bei Baßreflex-Anordnungen gegenüber geschlossenen Gehäuseanordnungen der Schalldruck-Frequenzgang nicht so linear ist, haben Baßreflex-Anordnungen gegenüber den geschlossenen Gehäuseanordnungen den Vorteil, daß sie bei kleineren Abmessungen einen höheren Wirkungsgrad bei tiefen Frequenzen liefern. Aber auch Baßreflex-Anordnungen haben wie geschlossene Gehäuse-Anordnungen den allgemeinen Nachteil, daß die Wandler in eine Wandung des (Baßreflex-) Gehäuses eingesetzt werden müssen, womit eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für diese Anordnungen (insbesondere solche mit geringerem Raumangebot) ausscheiden.

- 55 **[0006]** Den vorläufigen Schlußpunkt der Boxentwicklung stellen die sogenannten Bandpass-Anordnungen dar, welche gleichzeitig die dritte Grundform bilden. Bandpass-Anordnungen zeichnen sich dadurch aus, daß ein geschlossenes Gehäuse durch eine Trennwand in zwei Kammern unterteilt ist. In diese Trennwand ist der Tieftonwandler eingesetzt. In der einfachsten Bauform weisen Bandpass-Anordnungen in einer der beiden Kammern eine Baßreflex-

öffnung auf, die allein für die Schallabstrahlung zuständig ist. Grundlage für diese Anordnungen, welche ein sehr gutes Tieftonwiedergabeverhalten zeigen, ist die Nutzung des speziellen Frequenzgangcharakters eines Helmholtz-Resonators: Diese aus einem Hohlraum mit einer Öffnung bestimmter Länge und bestimmten Querschnitts bestehende Anordnung zeigt, angeregt durch einen Wandler, einen Frequenzgang mit ausgeprägter Resonanzfrequenz, bei der der Schalldruck maximal ist, und mit zu tieferen und höheren Frequenzen mit einer Steilheit von 12 Dezibel pro Oktave abfallenden Flanken. Bei höheren Frequenzen tritt jedoch ein zusätzlicher parasitärer Effekt auf, der am ehesten mit dem Verhalten einer Transmission-Line-Anordnung zu vergleichen ist. In der Öffnung des Helmholtz-Resonators bilden sich stehende Wellen aus, deren Grundschiwingung eine Wellenlänge von der doppelten Länge der Öffnung hat. Dieser Effekt kann aber durch den Einsatz von elektrischen Filtern ausgeschaltet werden.

[0007] Kennzeichnend für die Bandpass-Anordnungen ist, daß das offene - weil mit der Baßreflexöffnung versehene - Volumen ein Raumvolumen erfordert, welches je nach Ausbildung zwischen etwa 0,4 und 0,8 des Raumvolumens des - für diese Betrachtung - geschlossenen Volumens erfordert. Dabei ist, sofern die entsprechenden Volumina bereitgestellt werden, die Formgebung der verschiedenen Kammern weitgehend beliebig. Berücksichtigt man weiter, daß Bandpass-Anordnungen lediglich für den Schallaustritt Wandungen erfordern, die etwas größer sind als der Querschnitt der Baßreflexöffnung, und daß i. ü. solche Anordnungen schon ab etwa 10 - 12 Litern Gesamtvolumen eine akzeptable Baßwiedergabe erlauben, sind für diese Anordnung auch für Anwendungen geeignet, bei welchen nur ein sehr begrenztes Raumangebot zur Verfügung steht. Zieht man jedoch in die Überlegung mit ein, daß auch in vielen Anwendungsfällen das begrenzte Raumangebot, welches zur Aufnahme von Baßreflex-Anordnungen zur Verfügung steht, einer Mehrzahl von Veränderungen unterliegen kann, bedeutet dies, daß Baßreflex-Anordnungen auf Verkleinerungen des Gesamtvolumens sehr sensibel reagieren, daß entsprechend den Raumveränderungen eine Vielzahl von Bandpass-Anordnungen vorgehalten werden müssen.

[0008] Um es an einem Beispiel zu verdeutlichen: Geht man davon aus, daß das erforderliche Raumangebot für den Einbau einer Baßwiedergabeanordnung unter dem Fahrersitz eines PKW's in sogenannter Normalausstattung zur Verfügung steht, so kann dieses Volumen etwa bei der Ausstattung des Fahrzeugs mit elektrischer Sitzverstellung durch die notwendigen Stellmotoren nicht mehr oder nur noch in veränderter Form vorliegen. Gleiches gilt, wenn das Fahrzeug etwa auch mit Sportsitzen lieferbar ist. Auch wenn bei der Dimensionierung einer Baßwiedergabeanordnung solche Ausstattungsvarianten bei der Konzeption von Baßwiedergabe-Anordnungen berücksichtigt werden können, kommt irgendwann der Punkt, wann Veränderungen (= Verkleinerungen) der Gehäuseform bzw. der Baßwiedergabeanordnung notwendig werden. In diesem Zusammenhang sei nur auf den Fall hingewiesen, daß ausgehend von einer Limousine (mit zeitlichem Verzug) Kombi- oder All-Rad-Version mit geänderter Bodengruppe entwickelt werden und diese zur Stabilität des Fahrzeugs den Raum unter den Sitzen beispielsweise durch Versteifungssicken verkleinern.

[0009] Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Tonwiedergabeanordnung zur Wiedergabe von tief-frequenten Tönen anzugeben, welche ein vorhandenes Raumangebot auch bei Veränderungen dieses Raumangebots sehr flexibel nutzen kann und darüber hinaus nur eine Schallabstrahlöffnung zum Abhörraum erfordert, deren Querschnittsfläche kleiner ist als diejenige der Membran.

Darstellung der Erfindung

[0010] Diese Aufgabe wird mit dem in Anspruch 1 angegebenen Mitteln gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind den Ansprüchen 2 - 8 entnehmbar. Arbeitet diejenige Oberfläche der (ersten) Membran, welche dem geschlossenen Dämpfungsvolumen abgewandt ist, ausschließlich auf das Verschiebevolumen, welches sehr klein ausgebildet ist und bis auf zumindest eine Öffnung geschlossen ist, läßt sich auch bei variablem Raumangebot eine sehr gute Baßwiedergabe erreichen, wenn die Querschnittsflächen sämtlicher Öffnungen wesentlich kleiner als die Querschnittsfläche der ersten Membran sind und an jede der Öffnungen ein offener Schallführungs kanal anschließt, dessen Querschnitt im wesentlichen der Querschnittsfläche der Öffnung entspricht, mit welcher er verbunden ist. Die Variabilität einer solchen Anordnung zur Baßwiedergabe beruht darauf, daß zum einen das Verschiebevolumen einschließlich der Schallführungs kanäle sehr gering ist und daß das Dämpfungsvolumen mit großer Bandbreite gegenüber Volumenveränderungen unkritisch reagiert.

[0011] Das gute Wiedergabeverhalten läßt sich am besten mittels von akustischen Analogien bzw. elektrischen Ersatzschaltbildern (zugl. hierzu R. Small, „Vented-Box-Loudspeaker-Systems“, AESJ, Juni 1973, Pages 363 ff.) erklären. Danach ergibt sich, daß bei Baßreflexboxen zu den beiden Blindkomponenten des Lautsprechers (= Masse und Nachgiebigkeit) zwei weitere Blindkomponenten und zwar die Nachgiebigkeit des Gehäusevolumens und die akustische Masse des Baßreflexrohres (auch Port genannt) hinzukommen. Aus der akustischen Analogie bzw. dem elektrischen Ersatzschaltbild wird deutlich, daß bei solchen Anordnungen drei Resonanzfrequenzen auftreten.

[0012] Im Gegensatz dazu wird bei einem geschlossenen Gehäuse aus den Nachgiebigkeiten der Lautsprecheraufhängungen und des Gehäusevolumens eine resultierende Nachgiebigkeit gebildet, welche kleiner ist als die Nachgiebigkeit des frei aufgestellten Lautsprechers. Dies ergibt beim frei aufgestellten Lautsprecher nur eine Resonanzfrequenz, welche allerdings in, Vergleich zur geschlossenen Box einen höheren Wert aufweist.

[0013] Im Gegensatz dazu arbeitet die erfindungsgemäße Anordnung direkt auf die akustische Masse, welche vom oder von den Schallführungs Kanälen bereitgestellt wird, da das Verschiebevolumen wegen seiner geringen Größe insoweit nicht als Gehäusevolumen wirkt. Mit anderen Worten, die erfindungsgemäße Anordnung hat ein der geschlossenen Box ähnliches Ersatzschaltbild, jedoch mit dem Unterschied, daß beim erfindungsgemäßen System zur Blindkomponente Lautsprecher nicht die Nachgiebigkeit des Gehäuses, sondern nur die akustische Masse des oder der Schallführungs Kanäle hinzukommt. Dies bedeutet, daß die akustische Masse der Schallführungs Kanäle zusammen mit der bewegten Masse des Lautsprechers eine resultierende Masse bildet, die größer ist als die akustische Masse des Lautsprechers. Die Folge ist, daß nur eine Resonanzfrequenz auftritt, da nur zwei Blindkomponenten vorhanden sind und daß diese (neue) Resonanzfrequenz niedriger als die Resonanzfrequenz eines frei aufgestellten Lautsprechers ist.

[0014] Zum besseren Verständnis der Anmeldung sei schon an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß das in der Anmeldung mehrfach genannte Verschiebevolumen das Volumen ist, welches von einem Wandler bereitgestellt werden muß, damit sich die (erste) Membran einseitig unter maximalem Hub innerhalb der baulichen Gegebenheiten des Lautsprecherkorbes bewegen kann, ohne daß die Gefahr besteht, daß die schwingenden Teile des Wandlers an nicht schwingenden Teilen des Wandlers "anschlagen". Handelt es sich beispielsweise bei der (ersten) Membran um eine Konusmembran der in DE-Gbm 9109452 gezeigten Art, so wird das Verschiebevolumen, welches an der dem Magnetsystem abgewandten Oberfläche der Membran vorhanden ist, im wesentlichen vom effektiven Membrandurchmesser und dem Volumen zwischen dem oberen Rand der Membran und dem oberen Rand des Wandlers gebildet. Geht man bei DE-Gbm 9109452 davon aus, daß die dort mit neunzehn bezeichneten Stabilisierungselemente und die Zentriermembran luftdurchlässig ausgebildet sind, wird das an der dem Magnetsystem zugewandten Oberfläche der Membran anschließende (hintere) Verschiebevolumen in dem Raum gebildet, welcher im wesentlichen von der eben benannten Oberfläche der Membran, dem Schwingspulen träger und dem Korb des Wandlers begrenzt ist.

[0015] In diesem Zusammenhang sei nur der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, daß es für eine gute Tieftonwiedergabe ausreichend ist, wenn gemäß Anspruch 2 das Verschiebevolumen unter Berücksichtigung einer einseitigen maximalen Auslenkung der Membran folgender Beziehung unterliegt:

$$\text{Verschiebevolumen} \leq \text{effektiver Membrandurchmesser}^3 \times 0,06.$$

[0016] Da entsprechend den obigen Darlegungen die erfinderische Anordnung direkt auf die von dem oder den Schallführungs Kanälen bereitgestellte akustische Masse arbeiten soll, bewirkt die Reduzierung des in der obigen Formel mit 0,06 angegebenen Faktors zur Verwirklichung dieser Verhältnisse.

[0017] Eine besonders gute Baßwiedergabe ist dann gegeben, wenn gemäß Anspruch 3 die Länge des oder der Schallführungs Kanäle $\leq \lambda/8$ der gewünschten oberen Grenzfrequenz ist. Ist gemäß Anspruch 4 eine weitere Membran vorhanden und mit axialem Abstand zur ersten Membran angeordnet sowie die Antriebsanordnung, welche die weitere Membran antreibt, vorhanden, ist eine sehr kompakte Anordnung zur Tonwiedergabe mit separaten Bereichswandlern geschaffen, bei welcher der Einfluß der weiteren Membran auf die Schallabstrahlung von der ersten Membran dank der Schallführungs Kanäle entgegen sonst bekannten Koaxial-Anordnungen, welche eine weitere Membran und ein Magnetsystem im Schalltrichter der ersten Membran aufzuweisen, einflußlos ist.

[0018] Ist gemäß Anspruch 5 ein weiteres geschlossenes Dämpfungsvolumen vorhanden und wird dieses Dämpfungsvolumen von Wandungen eines Gehäuses und der weiteren Membran gebildet, kann die weitere Membran zur Wiedergabe von mittel- bzw. mittel-hoch-frequenten Tonsignalen verwendet werden, ohne daß dadurch der Gesamt-raumbedarf einer Anordnung gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 vergrößert wird.

[0019] Eine sehr ökonomische Verwendung von Baumaterialien ist dann gegeben, wenn gemäß Anspruch 6 die Schallführungs Kanäle zumindest teilweise von Wandungen des weiteren Gehäuses gebildet sind.

[0020] Überhitzungen der Antriebsanordnung sind gemäß Anspruch 7 ausgeschlossen, wenn Wandungsflächen des Antriebssystems über die Schallführungs Kanäle mit dem Gasvolumen des Abhör-raumes in Austausch steht.

[0021] Ist die Antriebsanordnung gemäß Anspruch 8 ausgebildet, bildet jede Membran zusammen mit ihrem sie antreibenden Magnetsystem einen Wandler der in DE-Gbm 9109452 gezeigten Art. Dies bedeutet, daß jeder der beiden Wandler gemäß der Erfindung weitgehend aus standardisierten und beispielsweise auch in Anordnungen gemäß DE-Gbm 9109452 verwendeten Bauteilen gebildet werden kann. Der weitgehende Entfall des Erfordernisses, eigene Bauelemente beim anmeldegemäßen System zu verwenden, hat auch den weiteren Vorteil, daß die beiden ein anmeldegemäßes System bildenden Wandler auf Fertigungseinrichtungen vorgefertigt werden können, die beispielsweise auch zur Herstellung von Wandlern gemäß DE-Gbm 9109452 verwendet werden.

Kurze Darstellung der Figuren

[0022] Es zeigen:

Figur 1 eine Tonwiedergabeanordnung im Schnitt;

- Figur 2 eine Draufsicht auf eine Anordnung gemäß Fig. 1;
 Figur 3 eine weitere Draufsicht gemäß Fig. 2;
 Figur 4 eine weitere Anordnung gemäß Fig. 1 im Schnitt; und
 Figur 5 eine Schnittdarstellung einer weiteren Anordnung.

5

Wege zum Ausführen der Erfindung

[0023] Die Erfindung soll nun anhand der Figuren näher erläutert werden.

Figur 1, welche auch die übrigen Figuren keine maßstäbliche Wiedergabe der tatsächlichen Verhältnisse veranschaulicht, zeigt eine Tieftonwiedergabeanordnung 10. Diese Anordnung 10 wird im wesentlichen von einem elektro-akustischen Wandler 11 und einem geschlossenen Gehäuse 12 gebildet.

[0024] Der Wandler 11 weist als wesentliche Komponenten einen Korb 13, eine Antriebsanordnung 14, eine konische Membran 15 und eine auf einem Schwingspulenträger 16 angeordnete Schwingspule 17 auf. Die konische Membran 15 ist in den Korb 13 eingesetzt und verbunden. Diese Verbindung ist so realisiert, daß der Membranrand 18, welcher den größten Radialabstand zur Lautsprechermittelachse hat, mittels einer hohlkehlförmig ausgebildeten Sicke 19 mit dem oberen Rand 20 des Korbes 13 verbunden ist. Die Antriebsanordnung 14 bildet vorliegend ein Magnetsystem 21, welches ein aus verschiedenen Teilen gebildetes Joch 22 und einen Dauermagneten 23 umfaßt. Der untere Rand 24 der Membran 15 ist mit dem Schwingspulenträger 16 verbunden. Ist der Wandler 11 - wie im in Figur 1 gezeigten Zustand - montiert, taucht die Schwingspule 17 in einen im Magnetsystem 21 belassenen Luftspalt 25 ein. Zusätzlich sind noch eine Zentriermembran 26, welche dem Schwingspulenträger 16 mit dem Korb 13 verbindet, und eine Staubschutzkappe 27, welche den Schwingspulenträger 16 überspannt, vorhanden.

[0025] Werden bei einem eben beschriebenen Wandler 11 die Enden der Schwingspule 17 leitend mit einer Tonsignalquelle verbunden, wird die Membran 15 in Abhängigkeit von den von der Tonsignalquelle bereitgestellten Spannungen in Schwingungen axial zur Lautsprechermittelachse versetzt (alles in Fig. 1 nicht dargestellt), so daß sowohl von der Vorderseite 28 und der Rückseite 29 der Membran 14 Schallwellen abgestrahlt werden.

[0026] Damit eine gegenseitige Auslöschung zwischen Schallwellen, die von der Vorderseite 28 bzw. der Rückseite 29 der Membran 15 abgestrahlt werden, unterbleibt, ist der Wandler 11 in ein Gehäuse 12 so eingesetzt, daß der Wandler 11 das Gehäuse 12 verschließt und dabei gleichzeitig ein Dämpfungsvolumen 30 im Innern des Gehäuses bereitstellt. Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß aus darstellungstechnischen Gründen in Fig. 1 die völlige Geschlossenheit des Dämpfungsvolumens 30 nicht gezeigt ist. Auch wenn im vorliegend besprochenen Ausführungsbeispiel der Korb 13 mit dem Gehäuse 12 verbunden ist, spricht man mit Rücksicht auf die im Korb 13 vorhandenen Durchbrüche 31 davon, daß die Membran 15, welche weitgehend die Öffnung des Gehäuses 12 abdeckt, das Gehäuse 12 verschließt. Auf den oberen Rand 20 des Korbes 13 ist ein Distanzring 32 aufgesetzt. Ferner ist der vom Distanzring 32 umrandete Querschnitt mit einem Deckel 33 weitgehend abgedeckt. Bis zu diesem Punkt der Beschreibung der Anordnung 10 sind die beiderseits der Lautsprechermittelachse gelegenen Bereiche der in Fig. 1 gezeigten Anordnung 10 identisch ausgebildet. Dies gilt aber nicht mehr für die Schallführungskanäle 34, welche sich in Richtung der Lautsprechermittelachse erstrecken und welche an im Deckel 33 belassenen Öffnungen 35 anschließen.

[0027] Wie auch Figur 2 zeigt, ist das links der Lautsprechermittelachse in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel mit einer kreisrunden Öffnung 35 im Deckel 33 versehen, welche rotationssymmetrisch zur Lautsprechermittelachse liegt. Demgegenüber ist - wie auch Figur 3 zeigt - im Ausführungsbeispiel, welches in Figur 1 rechts der Lautsprechermittelachse gezeigt ist, die Öffnung 35 und der an sie anschließende Schallführungs kanal 34 kreisringförmig ausgebildet. Vernachlässigt man die Stege 36, welche in der Ausführung gemäß Figur 3 den Mittelteil 33' des Deckels 33 mit dem übrigen Deckel 33 verbinden, entspricht in beiden Ausführungsformen gemäß Figur 1 die Querschnittsfläche der Öffnungen 35 im wesentlichen der Querschnittsfläche der Schallführungs kanäle 34.

[0028] Wird, wie weiter oben erläutert, der Wandler 11 in Schwingungen versetzt, bewegt sich die Membran 15 bei einem Auswärtshub in das sogenannte (vordere) Verschiebevolumen 37. Dieses Verschiebevolumen 37 wird für einen Auswärtshub der Membran 15 zwischen effektiven Membrandurchmesser, welcher sich aus dem lichten Querschnitt der Membran 15 an deren Vorderseite 28 und $2x$ der halben Breite der Sicke 19 errechnet, dem Distanzring 32 und einem für diese Betrachtung keine Öffnung 35 aufweisenden Deckel 33 bereitgestellt. Offensichtlich ist in diesem Zusammenhang, daß der Distanzring 32 bzw. dessen Höhe parallel zur Lautsprechermittelachse die Aufgabe hat, ein "Anstoßen" der Membran 15 bzw. der Sicke 19 am Deckel 33 zu verhindern. Da im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein „130iger“ Wandler 11 eingesetzt wurde, betrug die Größe des Verschiebevolumens 37 nur etwa 85 cm^3 . Das durch die Schwingungen der Membran 15 in Bewegung versetzte Verschiebevolumen 37 versetzt dann das sich aus dem Querschnitt und der Länge des jeweiligen Schallführungs kanals 34 ergebende Volumen in besonders kräftige Schwingungen, wodurch die besonders gute Baßwiedergabe im Abhörraum 38 erzielt wird. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß die Länge der Schallführungs kanäle $34 \leq \lambda/8$ der gewünschten oberen Grenzfrequenz ist.

[0029] Auch ist eine im Zusammenhang mit den in Fig. 1 bis 3 erläuterte Anordnung 10 hinsichtlich der Baßwieder-

gabequalität in großer Bandbreite gegenüber Veränderungen der Volumengröße des geschlossenen Dämpfungsvolumens 30 unkritisch. Dies bedeutet, wird eine in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Anordnung 10 beispielsweise in die Verkleidung einer Kraftfahrzeugtür eingesetzt und wird das geschlossene Dämpfungsvolumen 30 von der Verkleidung und der Türhaut gebildet (alles nicht gezeigt), lassen sich später ohne Problem das geschlossene Dämpfungsvolumen 30 vermindern Bauteile - wie z.B. ein Seitenaufprallschutz, Stellmotoren für elektrische Fensterheber oder besonders dickes Sicherheitsglas ohne Nachteil für die Baßwiedergabe im Zwischenraum zwischen Türhaut und Verkleidung integrieren. Selbst Veränderungen der Türform bzw. Türgröße sind als unkritisch anzusehen.

[0030] In Figur 4 ist eine weitere Anordnung 10 gezeigt, welche wiederum zwei Ausführungsformen zum Gegenstand hat. Soweit nichts weiter ausgeführt ist, sind die beiden rechts und links der Lautsprechermittelachse liegenden Ausführungsformen identisch. Der in Figur 4 gezeigte Wandler 11 ist in Funktion und Aufbau weitgehend mit dem Wandler 11 gemäß Figur 1 identisch. Unterschiedlich ist lediglich, daß der Wandler 11 gemäß Figur 4 mit der Vorderseite 28 der Membran 15 auf das geschlossene Dämpfungsvolumen 30 "arbeitet". Auch wird in Figur 4 das geschlossene Dämpfungsvolumen 30 nicht von einem eigenen Gehäuse gebildet, sondern dadurch bereitgestellt, daß die Anordnung 10 in ein Einbaugeschloß 39 eingesetzt wird, müssen Wandungen 40 an der Anordnung 10 vorgesehen werden, welche die von der Rückseite 29 der Membran 15 abgestrahlten Schallwellen von den Schallwellen trennen, die von der Vorderseite 28 der Membran 15 abgegeben werden.

[0031] Ferner ist in Figur 4 ein zweiter Wandler 11' vorhanden, welcher im wesentlichen diejenigen Komponenten aufweist, die auch der Wandler 11 aufweist. Klarstellend sei darauf hingewiesen, daß diejenigen Komponenten des Wandlers 11', welche mit den Komponenten des Wandlers 11 nach ihrer Funktion identisch sind, mit den jeweiligen Bezugszeichen des Wandlers 11 und einem Hochkomma bezeichnet sind.

[0032] Dieser Wandler 11', welcher zur Wiedergabe von mittel-frequenten Tönen vorgesehen ist, ist abweichend vom Wandler 11 mit zwei Dauermagneten 23' ausgestattet, die innerhalb des vom Schwingspulen träger 16' umrandeten Raumes angeordnet sind. Außerdem sind die beiden Wandler 11, 11' zentrisch zur Lautsprechermittelachse Rücken an Rücken an ihren Magnetsystemen 21, 21' miteinander verbunden. Ferner verfügt der Wandler 11' zur Verbesserung der Wiedergabequalität über ein eigenständiges Mitteltonvolumen, welches das weitere geschlossene Dämpfungsvolumen 30' im Sinne dieser Anmeldung bildet. Dieses weitere geschlossene Dämpfungsvolumen 30', welches über die Durchbrüche 31' mit der Rückseite 29' der Membran 15' in Verbindung steht, wird in der links der Lautsprechermittelachse gezeigten Ausführungsform im wesentlichen von der Wandung 40, dem Korb 13, den Magnetsystemen 21, 21' und dem Korb 13' gebildet. Da der in Figur 4 (linke Seite) gezeigte Schallführungs kanal 34, welcher das weitere geschlossene Dämpfungsvolumen 30' durchzieht, nur einer von mehreren radial zur Lautsprechermittelachse angeordneten Schallführungs kanäle 34 ist, wird das weitere geschlossene Dämpfungsvolumen 30' auch von den Schallführungs kanälen 34 begrenzt.

[0033] Deutlich ist der Ausführungsform links der Lautsprechermittelachse in Figur 4 entnehmbar, daß das hintere Verschiebevolumen 37' des Wandlers 11 durch die Durchbrüche 31 im Korb 13, welche insoweit die Öffnungen 35 bilden, und die Schallführungs kanäle 34 mit dem Abhörraum 38 verbunden sind. Dadurch, daß der oder die Schallführungs kanäle 34 teilweise vom Dauermagneten 23 gebildet sind, wird eine gute Wärmeabfuhr vom Magnetsystem 21 (21') sichergestellt.

[0034] In der Ausführungsform, welche rechts der Lautsprechermittelachse in Figur 4 gezeigt ist, wird das geschlossene Dämpfungsvolumen 30' von der Wandung 40, einer weiteren Wandung 41, dem Korb 13' und dem oder den Schallführungs kanälen 34 gebildet, welche das geschlossene Dämpfungsvolumen 30' durchziehen. Um die Dichtheit des geschlossenen Dämpfungsvolumen 30' herbeizuführen, ist zwischen der weiteren Wandung 41 und dem Korb 13' ein Dichtungselement 42 vorgesehen. Da die weitere Wandung 41 mit axialem Abstand zum Korb 13 und dem Magnetsystem 21 verläuft und dadurch ein Zwischenvolumen 43 bereitgestellt wird, dessen Luftvolumen mit der Antriebsanordnung 14 (21, 21') in Kontakt steht, wird durch dieses Zwischenvolumen 43 eine gute Wärmeabfuhr von der Antriebsanordnung 14 erzielt, ohne daß eine aufwendige Führung des oder der Schallführungs kanäle 34 notwendig ist.

[0035] Mit Figur 5 wird eine weitere Ausführung der Erfindung gezeigt. Diese Ausführungsform entspricht weitgehend der in Figur 4 gezeigten Ausführungsformen. Abweichend hierzu ist aber der Schallführungs kanal 34 nicht durch das weitere geschlossene Dämpfungsvolumen 30' geführt, sondern vielmehr schließt in Figur 5 der Schallführungs kanal 34 radial an das geschlossene Dämpfungsvolumen 30' an und nutzt dabei dessen Wandung 40. Auch wenn in den Ausführungsformen gemäß Figur 4 und 5 als weiterer Wandler 11' solche mit konusförmiger Membran 15' gezeigt sind, kann in diesem anderen - nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel der Wandler 11 für die Tieftonwiedergabe auch mit einem Wandler mit Kalottenmembran kombiniert werden. Hierdurch ergeben sich, weil Wandler mit Kalottenmembran gegenüber Wandlern 11' mit konischer Membran 15' in aller Regel einen geringeren Durchmesser haben, Platzvorteile an der Seite der Anordnung 10, welche dem Abhörraum 38 zugewandt ist, denn in diesem Fall lassen sich, da Wandler mit Kalottenmembran kein eigenes Dämpfungsvolumen 30 benötigen, die Schallführungs kanäle 34 mit geringem Abstand zur Lautsprechermittelachse zum Abhörraum 38 führen.

Patentansprüche

1. Tonwiedergabeanordnung

5 mit einer ersten Membran (15) zur Wiedergabe tief-frequenter Töne, welche zwei Oberflächen (28, 29) aufweist,
mit einer Antriebsanordnung (14), welche zumindest die erste Membran (15) antreibt und welche mit axialem Abstand zu dieser angeordnet ist,
mit Befestigungsmitteln (13) zur gegenseitigen Verbindung von erster Membran (15) und Antriebsanordnung
10 (14),
mit zwei Verschiebevolumina (37, 37'), die den beiden Oberflächen (28, 29) vorgeordnet sind, und
mit einem geschlossenen Dämpfungsvolumen (30), welches von Wandungen eines Gehäuses (12) und der ersten Membran (15) gebildet ist,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß das Verschiebevolumen (37; 37') welches an diejenige Oberfläche (28, 29) der ersten Membran (15), welche dem Dämpfungsvolumen abgewandt ist, anschließt, bis auf zumindest eine Öffnung (35) geschlossen ist,
daß die Querschnittsfläche sämtlicher Öffnungen (35) wesentlich kleiner ist als die Querschnittsfläche (35) der ersten Membran (15) und
daß an jede Öffnung (35) ein offener Schallführungs kanal (34) anschließt, dessen Querschnitt im wesentlichen
20 der Querschnittsfläche der Öffnung (35) entspricht, mit welcher er verbunden ist.

2. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

25 daß das Verschiebevolumen (37, 37') bei einseitiger Auslenkung der ersten Membran (15) sich nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Verschiebevolumen} \leq \text{effektiver Membrandurchmesser}^3 \times 0,06$$

30 3. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Länge der Schallführungs kanals $34 \leq \lambda/8$ der gewünschten oberen Grenzfrequenz ist.

35 4. Tonwiedergabeanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet,**

daß eine weitere Membran (15') vorhanden ist,
40 daß die weitere Membran (15') mit axialem Abstand zur ersten Membran (15) angeordnet ist und
daß die Antriebsanordnung (14), welche auch die weitere Membran (15') antreibt, zwischen beiden Membranen (15, 15') plaziert ist.

45 5. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

daß ein weiteres geschlossenes Dämpfungsvolumen (30') vorhanden ist, welches von Wandungen (40, 41) eines weiteren Gehäuses und der weiteren Membran (15') gebildet ist.

50 6. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**

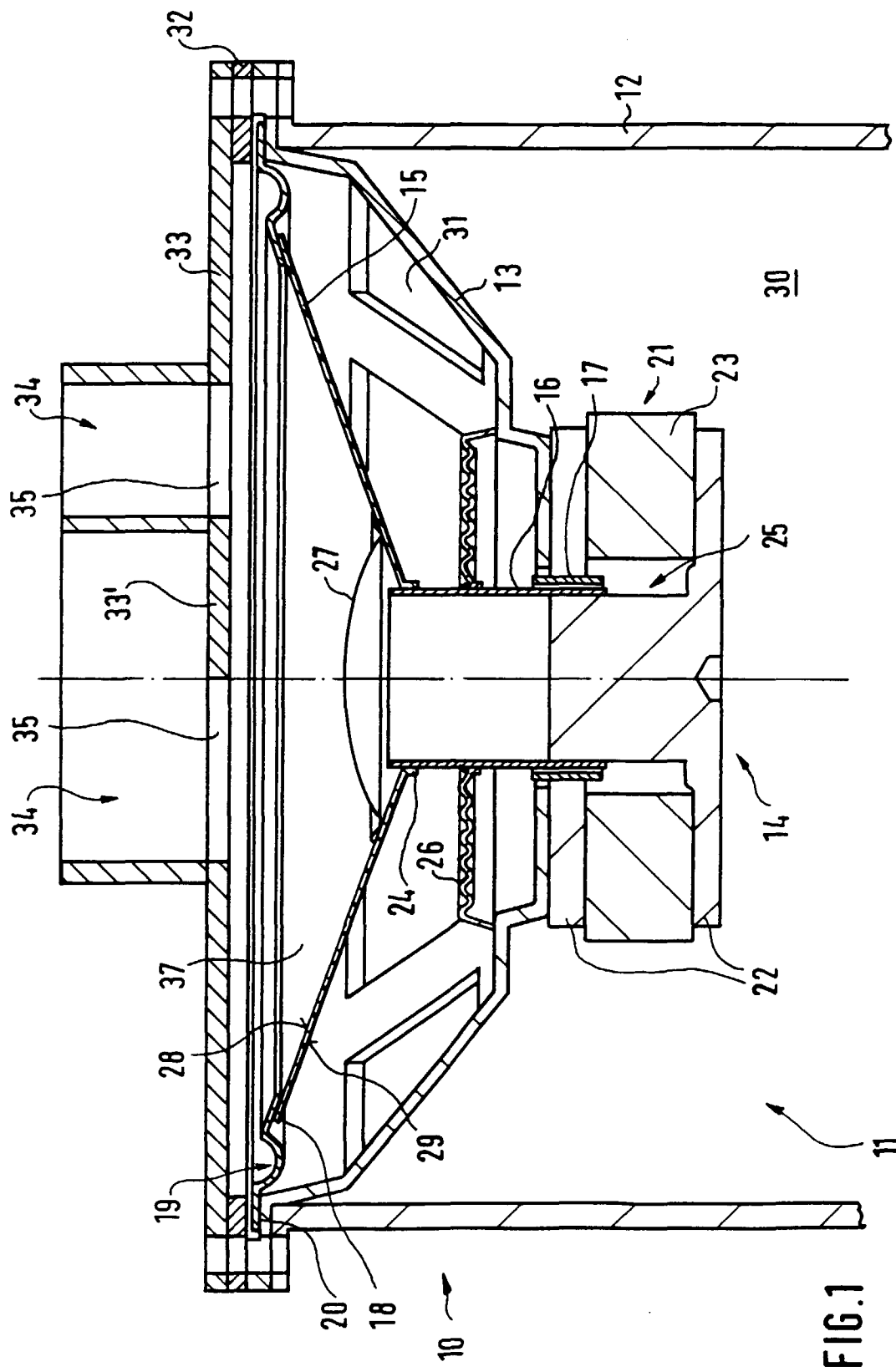
daß der oder die Schallführungs kanäle (34) zumindest teilweise von den Wandungen (40, 41) des weiteren Gehäuses gebildet sind.

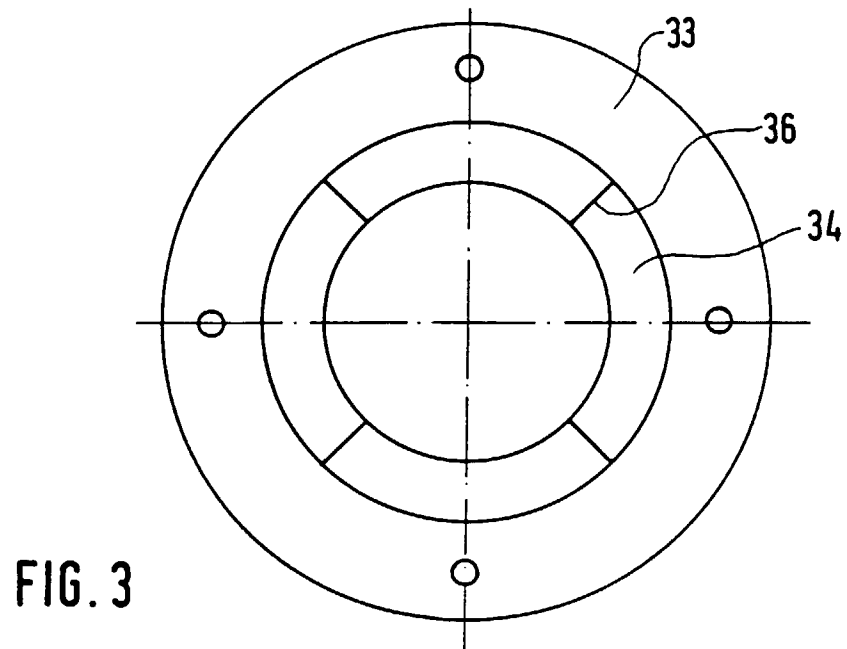
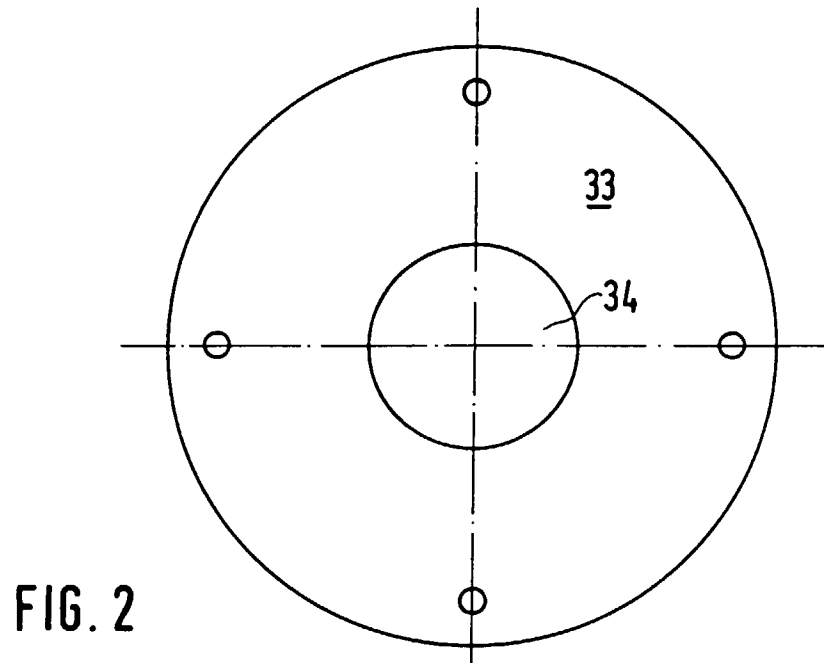
55 7. Tonwiedergabeanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet,**

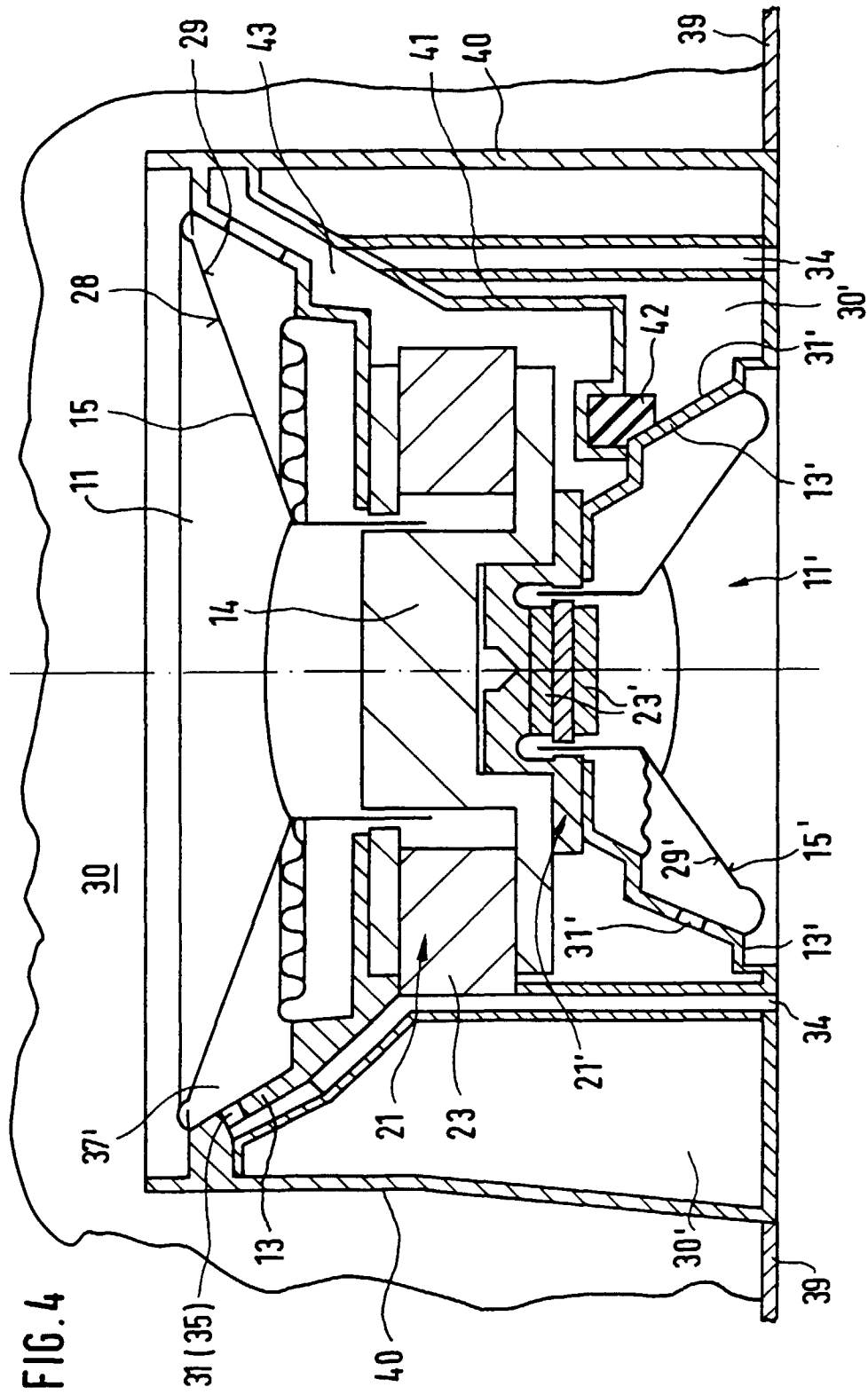
daß die Antriebsanordnung (14) über Wandungsflächen verfügt, welche mit einem Gasvolumen eines Abhör-
raumes (38) in Austausch stehen.

8. Tonwiedergabeanordnung nach einem der Ansprüche 4 - 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Antriebsanordnung (14) für jede der beiden Membranen (15, 15') über ein eigenständiges und einen
Dauermagneten (23; 23') und ein Joch (22) aufweisendes Magnetsystem (21, 21') verfügt und
daß beide Magnetsysteme (21, 21') Rücken an Rücken miteinander verbunden sind.







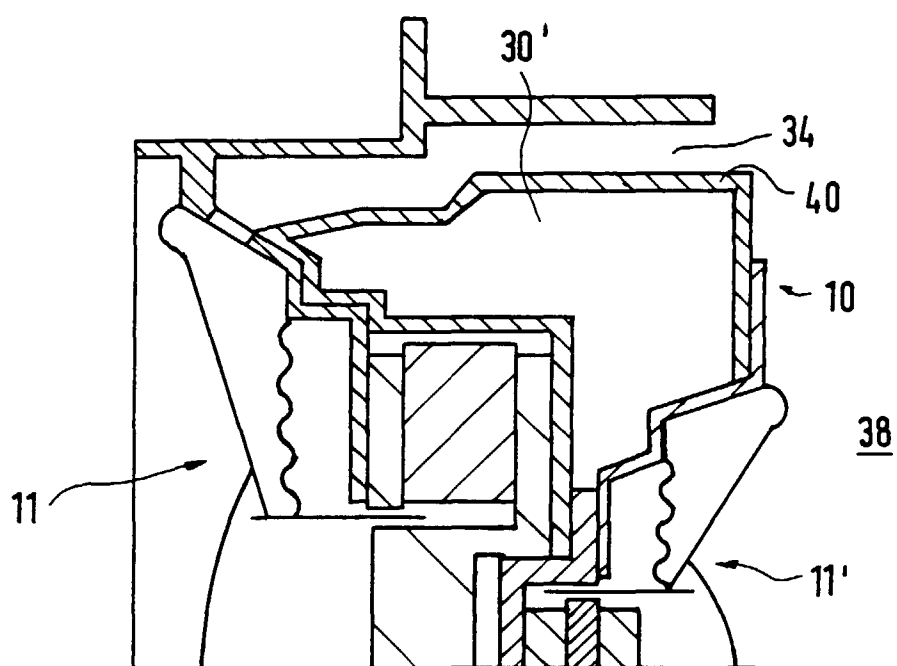


FIG. 5