



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.05.1997 Patentblatt 1997/19

(51) Int. Cl.⁶: H04R 1/24, H04R 17/00,
H04R 23/02, H04R 7/02

(21) Anmeldenummer: 96117145.1

(22) Anmeldetag: 25.10.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK FR GB IT NL SE

• Raschke, Gunther
94336 Hundertdorf (DE)

(30) Priorität: 04.11.1995 DE 19541197

(74) Vertreter: Stendel, Klaus
Nokia Technology GmbH,
Abt. DP/P,
Postfach 10 17 20
75117 Pforzheim (DE)

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

(72) Erfinder:
• Geisenberger, Stefan
94315 Straubing (DE)

(54) **Anordnung zur Abstrahlung von Schallwellen**

(57) Zur Vereinfachung des Aufbaus von Koaxiallautsprechersystemen wird angegeben, die Oberfläche (20) der Membran (13), welche die Schallwellen in Richtung des Abhörtraums (21) abstrahlt und welche von einer Schwingspule (15) angetrieben ist, mit einer Schicht (22) zu versehen, welche unter Einfluß der

Signalspannung eine Ausdehnungsänderung vollführt. Durch den Einsatz dieser Schicht (22), welche aus einem piezoelektrischen Werkstoff gebildet ist, ist es möglich, mittels der schwingenden Membran (13) zusätzlich und ohne großen Aufwand hochfrequente Tonsignale abzuabstrahlen.

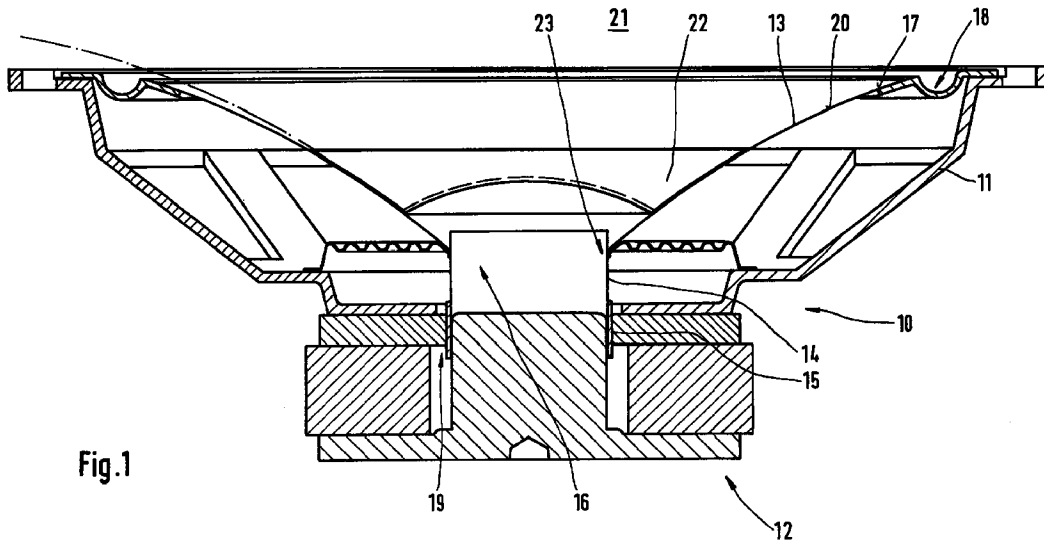


Fig.1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung befaßt sich mit Anordnungen zur Abstrahlung von Schallwellen, insbesondere mit der vereinfachten Ausbildung von Anordnungen, bei denen verschieden frequente Signalanteile eines Tonsignals von verschiedenen Wandlern abgestrahlt werden.

Stand der Technik

Gemäß dem Stand der Technik ist es bekannt, verschieden frequente Signalanteile eines Tonsignals mittels verschiedener und für den jeweiligen Signalanteil optimiert ausgelegter elektroakustischer Wandler abzustrahlen. Eine in diesem Zusammenhang bekannte Aufteilung ist beispielsweise die separate Wiedergabe von tieffrequenten, mittelfrequenten und hochfrequenten Signalanteilen eines Tonsignals. Mit Rücksicht auf die bei der separaten Wiedergabe von verschiedenen frequenten Signalanteilen notwendigen Anzahl elektroakustischer Wandler sind derartige Anordnungen außerordentlich platzintensiv, so daß deswegen derartigen Anordnungen viele Anwendungsfälle verschlossen sind. Deshalb wird, wenn nur beengte Platzverhältnisse zur Verfügung stehen, häufig auf Breitbandlautsprecher zurückgegriffen, welche aber in der Tonwiedergabequalität gegenüber den zuvor besprochenen Anordnungen deutlich schlechter sind.

Eine Kompromißstellung nehmen die sogenannten Koaxiallautsprechersysteme ein, welche zum einen nur den Platzbedarf von Breitbandlautsprecher haben, es aber zum weiteren erlauben, verschieden frequente Signalanteile eines Tonsignals von verschiedenen Wandlern zu übertragen und damit - gegenüber Breitbandlautsprechern - eine deutlich bessere Tonwiedergabequalität haben.

Derartige Koaxiallautsprechersysteme zeichnen sich dadurch aus, daß sie einen auf einen bestimmten Signalanteil (tieffrequent oder tiefmittelfrequent) optimiert ausgebildeten Konuslautsprecher aufweisen. Im Raum, welcher im wesentlichen von der konischen Membran des Konuslautsprechers ummantelt wird, ist ein weiterer und zumeist für die Hochtonwiedergabe bestimmter Lautsprecher angeordnet. Eine solche Anordnung, welche auch den Ausgangspunkt für die vorliegende Erfindung bildet, ist beispielsweise in DE-Gbm 9210493 näher beschrieben.

Als nachteilig wird bei den Koaxiallautsprechersystemen aber angesehen, daß diese Lautsprecher sehr aufwendig in der Fertigung sind. Dies vor allem deshalb, weil die Mehrzahl der Konuslautsprecher von Koaxiallautsprechersystemen gegenüber reinen Konuslautsprechern modifizierte Magnetsysteme erfordern, um die Aufnahme eines im Membrankegel angeordneten Hochtonlautsprechers zu ermöglichen. Außerdem ist der Materialeinsatz für den im Membrankegel angeordneten Hochtonlautsprecher nicht unerheblich. Letzteres

bezieht sich nicht nur auf den Hochtonlautsprecher selbst, sondern schließt auch die Bauteile ein, welche notwendig sind, um den Hochtonlautsprecher im Membrankegel des Konuslautsprechers zu halten.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Wiedergabe von Schallwellen anzugeben, welche den Fertigungsaufwand von Koaxiallautsprechersystemen deutlich reduziert.

10 Darstellung der Erfindung

Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindungen sind den Ansprüchen 2 - 6 entnehmbar.

Wesentlicher Gedanke der Erfindung ist es, die Oberfläche einer von der Schwingspule angetriebenen Membran, mittels welcher die erzeugten Schallwellen in den Abhörraum abgestrahlt werden, zumindest teilweise mit einer Schicht zu versehen oder die Membran selbst (ganz oder teilweise) aus einem Material zu bilden, welches unter dem Einfluß der elektrischen (Signal-) Spannung ihre Ausdehnung längs und/oder quer zur Schichtebene verändert. Dieser Aufbau erlaubt es, beispielsweise tief- oder mitteltieffrequente Signalanteile eines Tonsignals von der Membran abzustrahlen, während die Abstrahlung der hochfrequenten Signalanteile mittels der mit der Tonsignalquelle elektrisch verbundenen Schicht erfolgt, indem diese unter Wirkung des hochfrequenten Signalanteils eine Ausdehnungsänderung vollführt.

Geeignete und dem Fachmann bekannte Werkstoffe zur Ausbildung der Schicht sind die in Anspruch 2 angegebenen piezokeramischen Werkstoffe sowie die in Anspruch 3 angegebenen und ebenfalls piezoelektrische Eigenschaften zeigenden Polyvinyliden - Fluorid - Folien (PVDF).

Da insbesondere die PVD-Folien als Material für die Schicht unter Einfluß der von den hochfrequenten Signalanteilen zur Verfügung gestellten Spannungen nur eine geringe Dickenveränderung als Teil der Ausdehnungsänderung zeigen, kann ein ausreichender Schallfluß nur erzeugt werden, wenn die großmößige Erstreckung der Schicht, d.h. die Schichtfläche selbst groß und/oder die der Schicht zur Verfügung gestellte Signalspannung hoch ist. Soll eine Transformation der der Schicht zur Verfügung gestellten Signalspannungen ausgeschlossen werden, so bedeutet dies, daß ein Großteil der Oberfläche der die tieffrequenten Signalanteile übertragenden Membran mit der Schicht beschichtet sein muß, wenn diese abstandslos an der Membran anliegt. Wesentlich vorteilhafter ist es aber, durch die in Anspruch 4 angegebene und vereinfacht als Faltung oder Prägung zu bezeichnende Formgebung der Schicht deren Oberfläche bezogen auf die Oberfläche der Membran, welche von der Sicht überdeckt wird, zu vergrößern. Da außerdem bei dieser Formgebung der Schicht gemäß Anspruch 4 ein Großteil der Schichtfläche nicht unmittelbar an der jeweiligen Trägerfläche

(beispielsweise der Membran) anliegt, kann das aus der Längsdehnung resultierende Biegeschwingverhalten der Schicht mit zur Erzeugung eines ausreichenden Schallflusses genutzt werden. Dies erlaubt es, die Schicht auf einen Bereich zu beschränken, welcher bei herkömmlichen und etwa in DE 4116819 gezeigten Konuslautsprechern von der sogenannten und den Membrankonus gegenüber dem Schwingpulenträger verschließenden Staubschutzkalotte gebildet wird.

Die Beschränkung der Schicht auf den Bereich der ursprünglich verwendeten Staubschutzkalotte hat außerdem den Vorteil, daß durch eine entsprechende Krümmung der Schicht in diesem Bereich sehr einfach eine kugelförmige Abstrahlcharakteristik für die Hochtonwiedergabe erreicht werden kann.

Kurze Darstellung der Figuren

Es zeigen:

Fig. 1 einen Lautsprecher im Schnitt;

Fig. 2 eine weitere Darstellung gemäß Figur 1; und

Fig. 3 einen Schnitt durch eine Schicht.

Wege zum Ausführen der Erfindung

Die Erfindung soll nun anhand der Figuren näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt einen Konuslautsprecher 10 im Schnitt. Dieser Konuslautsprecher 10 wird im wesentlichen von einem Lautsprecherkorb 11, einem Magnetsystem 12 und einem aus der Membran 13, dem Schwingpulenträger 14 und der Schwingspule 15 gebildeten Schwingensystem 16 gebildet. Das Schwingensystem 16 ist in den Korb 11 eingesetzt, wobei der obere Rand 17 der Membran 13 mittels einer umlaufenden Sicke 18 mit dem Korb 11 verbunden ist und wobei die mit dem Schwingpulenträger 14 verbundene Schwingspule 15 in einem im Magnetsystem 12 ausgebildeten Luftspalt 19 eintaucht.

Wird die Schwingspule 15 über entsprechende Zuleitungen mit der Signalspannung einer Tonsignalquelle gespeist (alles in Figur 1 nicht dargestellt), vollführt die Membran 13 eine Hubbewegung entlang zur Mittellinie. Dies hat zur Folge, daß von der Oberfläche 20 der Membran 13 Schallwellen in Richtung des Abhörtraums 21 abgestrahlt werden.

Deutlich ist der Darstellung gemäß Figur 1 entnehmbar, daß die dem Schwingpulenträger 14 nahen Bereiche 20 der Membran 13 an ihrer dem Abhörtraum 21 zugewandten Oberfläche 20 mit einer Schicht 22 überzogen ist und diese Schicht 22 außerdem den Bereich freitragend überspannt, wo der Schwingpulenträger 14 in den Öffnungsausschnitt 23 der Membran 13 eingesetzt und mit dieser verbunden ist. Mithin übernimmt die Schicht 22 im Bereich oberhalb des Öffnungsausschnitts 23 die Funktion, welche bei

herkömmlichen Konuslautsprechern üblicherweise von der Staubschutzkalotte wahrgenommen wird. Nur der Vollständigkeit sei darauf hingewiesen, daß aus Gründen der besseren Darstellbarkeit der Verhältnisse in Figur 1 darauf verzichtet wurde, ein abstandsloses Aneinanderliegen des dem Schwingpulenträger 14 nahen Bereichs der Oberfläche 20 der Membran 13 und der Schicht 22 zu zeigen.

Die bisher erläuterte Grundform des Lautsprechers 10 kann in vielfältiger Weise abgewandelt ausgebildet werden. So ist es beispielsweise denkbar, daß die Schicht 22 dadurch vergrößert wird, daß diese bis oder nahezu bis zum oberen Rand 17 der Membran 13 ausgebildet wird. Sofern es aus Gründen der Vergrößerung der Schicht 22 notwendig sein sollte, kann die Schicht 22 auch über den oberen Rand 17 der Membran 13 hinaus verlängert ausgebildet sein. Letzteres ist in Figur 1 (linke Seite) durch die Strichpunktierung angedeutet. Auch kann der Bereich, welcher oberhalb des Öffnungsausschnitts 23 liegt, von einer konventionellen Staubschutzkalotte verschlossen sein, so daß die Schicht 22 auch oder nur die Oberfläche dieser Staubschutzkalotte bedeckt. Bei Verwendung einer konventionellen Staubschutzkalotte kann diese aber auch abstandslos mit der Schicht 22 beschichtet sein oder aber lediglich unbefestigt über die Kontur der konventionellen Staubschutzkalotte gelegt und nur mit der Oberfläche 20 der Membran 13 abstandslos verbunden sein.

Ferner wird darauf hingewiesen, daß auf eine zusätzliche Ausbildung der Schicht 22 dann verzichtet werden kann, wenn beispielsweise die Membran 13 selbst aus einem die Schicht 22 bildenden Material hergestellt wird. Eine derart freitragende Ausbildung der Schicht 22 ist in Figur 1 im Bereich oberhalb des Öffnungsausschnitts 23 gezeigt.

Als Material, aus welchem die Schicht 22 im mit Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel gebildet wurde, wird zum einen ein piezokeramischer Werkstoff und zum weiteren als Alternative eine Polyvinyliden-Fluorid-Folie als piezoelektrischer Werkstoff verwendet.

Ist die Schicht 22 eine bimorphe Anordnung zweier gegensätzlich gepolter und mit einander verklebter Längs- bzw. Radialschwinger-Platten und wird dieses Plattenpaar in einer dem Fachmann bekannten Weise mit einer Tonsignalquelle verbunden (in Figur 1 nicht dargestellt), so wird unter dem Einfluß der Signalspannung in den beiden Platten eine gegensätzliche Längs- bzw. Radialdehnung erzeugt. Diese gegensätzliche Längs- bzw. Radialdehnung der beiden die Schicht 22 bildenden Platten bewirkt eine transversale Ausdehnung des Plattenpaares, wenn das Plattenpaar lediglich an seinem Rand eingespannt ist. Mit anderen Worten, eine solche Anordnung wirkt als Biegeschwinger und kann zur Abstrahlung von Tonsignalen genutzt werden. Ist hingegen die Schicht 22 bzw. das Plattenpaar nicht an seinem Rand eingespannt, sondern mit einer weiteren Schicht (in Figur 1 mit der Oberfläche 20 der Membran 13) vollständig verbunden wird eine Längs- bzw. Radialdehnung des Plattenpaares nahezu ausge-

geschlossen. Dies heißt aber nicht, daß eine solche Anordnung zur Übertragung von Tonsignalen ungeeignet ist. Da unter dem Einfluß der Signalspannung in dem Plattenpaar neben der Längs- bzw. Radialdehnung auch eine Dickenänderung auftritt, wirkt eine mit einer weiteren Schicht verbundenen Schicht 22 nur noch als sogenannter Dickenschwinger, womit eine solche Anordnung weitgehend auf die Übertragung von Tonsignalen im Ultraschallbereich beschränkt ist.

Nur der Vollständigkeit sei darauf hingewiesen, daß somit die Längs- bzw. Radialausdehnung sowie die Dickenänderung der Schicht 22 in Zusammenhang mit dieser Anmeldung zusammenfassend als Ausdehnungsänderung bezeichnet wird.

Für die in Figur 1 gezeigte Anordnung bedeutet dies, daß die Bereiche der Schicht 22, welche abstandslos mit der Oberfläche 20 der Membran 13 verbunden sind, lediglich durch ihre Dickenänderung zur Schallübertragung beitragen, während die Bereiche der Schicht 22, welche den Öffnungsausschnitt 23 freitragend überspannen und somit weder mit der Membran 13 noch mit einer konventionellen Staubschutzkalotte flächig verbunden sind, sowohl über ihre Längs- bzw. Radialdehnung als auch über die Dickenänderung zur Schallabstrahlung beitragen. Ist der Bereich der Schicht 22, welcher den Öffnungsausschnitt 23 freitragend überspannt, nicht flach sondern gewölbt ausgebildet (in Figur 1 durchgezogen gezeigt), so lassen sich durch eine solche Formgebung die nachfolgenden Vorteile erzielen:

Zum einen wird im Vergleich zu einer flachen Ausbildung des Bereiches durch die gewölbte Formgebung die Größe des Bereiches in bezug auf die Größe des überspannten Öffnungsausschnittes 23 vergrößert. Diese Flächenvergrößerung hat zur Folge, daß unter Einfluß der an die Schicht 22 angelegten Signalspannung eine größere Längs- bzw. Radialdehnung erzielbar ist, welche ihrerseits durch die seitliche Einspannung des den Öffnungsausschnitt 23 überspannenden Bereiches eine stärkere transversale Ausdehnung der genannten Bereiche bewirkt. Was unter einer transversalen Auslenkung des genannten Bereiches verstanden wird, ist in Figur 1 gestrichelt dargestellt.

Zum zweiten wird im Gegensatz zu einem flachen Bereich bei einem gewölbt ausgebildeten Bereich die in die Schicht 22 eingeleitete Signalspannung mit größerem Wirkungsgrad in eine transversale Auslenkung umgesetzt. Schließlich verbessert die kalottenförmige bzw. gewölbte Ausbildung des genannten Bereiches die kugelförmige Abstrahlcharakteristik der Schicht 22, was insbesondere bei der Hochtonwiedergabe von Vorteil ist.

Soll die Größe des Schallflusses, d.h. das von der Schicht 22 pro Zeiteinheit bewegte Luftvolumen vergrößert werden, so bietet sich dazu eine Erhöhung der der Schicht 22 zur Verfügung gestellten Signalspannung an. Eine solche Maßnahme ist aber nicht unkritisch und erfordert außerdem zusätzlichen Aufwand für Bereitstellung entsprechender Spannungen. Daher ist es

wesentlich einfacher, einen ausreichenden Schallfluß über eine flächenmäßige Vergrößerung der Schicht 22 zu bewirken. Bei der in Fig. 1 gezeigten Membran 13 kann diese flächenmäßige Vergrößerung der Schicht 22 beispielsweise dadurch ausgeführt werden, daß die Schicht 22 die Oberfläche 20 der Membran 13 nahezu vollständig, d.h. bis zum oberen Rand 17 abstandslos bedeckt. Diese nahezu vollständige Beschichtung der konischen Membran 13 kann aber mit Rücksicht auf die für die Hochtonwiedergabe wünschenswerte kugelförmige Abstrahlcharakteristik nicht als ideal angesehen werden. Soll dennoch die kugelförmige Abstrahlcharakteristik der Schicht 22 sichergestellt werden, aber gleichzeitig ein guter, über eine Vergrößerung der Schichtfläche bewirkter Schallfluß erzeugt werden, ist es notwendig die Schicht 22 geprägt auszubilden. Was darunter verstanden wird, ist in Figur 3 näher gezeigt. In der linken Darstellung von Fig. 3 ist eine geprägte Schicht 22 gezeigt, welche ein Pragemuster in der Form von Kegelstümpfen 24 aufweist. Diese Schicht 22 ist im Fußbereich 24a der Kegelstümpfe 24 mit einer Trägerschicht (hier einer Membran 13) verbunden. Diese Formgebung der Schicht 22 hat zur Folge, daß die Oberflächengröße dieser Schicht 22 größer ist als die Oberflächengröße der Trägerschicht, welche von dieser Schicht 22 überdeckt bzw. überspannt wird. Dieser und mit der Formung der Schicht 22 einhergehende Flächengewinn bewirkt, daß unter Einfluß der Signalspannung auch eine große Längsdehnung der Schicht 22 hervorgerufen wird, welche ihrerseits durch die Wölbung der freitragend verlaufenden Schichtbereiche (in Fig. 3 [linke Darstellung] sind dies die Mantelflächen der Kegelstümpfe 24) für einen guten Schallfluß sorgt. Da eine geprägte Ausbildung der Schicht 22 aus Gründen eines ausreichenden Schallflusses nicht mehr notwendig große Oberflächenteile oder gar die gesamte Oberfläche 20 der Membran 13 (Fig. 1) überdecken oder überspannen muß, kann eine geprägt ausgebildete Schicht 22 auf einen Bereich beschränkt werden, in welchem bei herkömmlich ausgebildeten Konuslautsprechern die Staubschutzkalotte angeordnet ist. Diese Beschränkung der geprägten Schicht 22 auf den Bereich der herkömmlichen Staubschutzkalotte hat zur Folge, daß dieser Bereich nicht nur geprägt, sondern auch zusätzlich noch gewölbt ausgebildet werden kann (Fig. 3), womit ein sehr gutes und der Kugelform angenähertes Abstrahlverhalten erzielt wird. Welche Prägeform die Schicht 22 letztendlich hat, hängt von den Gegebenheiten des Einzelfalles ab. Nur beispielhaft sei auf die rechts der Mittellinie in Fig. 3 gezeigte und bogenförmige Noppen 25 aufweisende Prägekontur der Schicht 22 hingewiesen. Nur aus Gründen der Vollständigkeit sei darauf hingewiesen, daß die in Fig. 3 gezeigte und auch als Trägerschicht bezeichnete Membran 13 in einem anderen - nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel auch eine herkömmlich bekannte Staubschutzkalotte sein kann.

Mit Figur 2 ist ein Lautsprecher 10 im Ausschnitt gezeigt, welcher sich gegenüber der Darstellung

gemäß Figur 1 durch eine etwas geänderte Formgebung der Membran 13 unterscheidet. Diese Membran 13 ist nicht konisch, sondern in Richtung zum Abhör-
raum 21 gewölbt ausgebildet. Die gewölbte und dem
Abhör-
raum 21 zugewandte Oberfläche 20 der Membran
13 ist mit einer geprägten und in Figur 2 (linke Dar-
stellung) gezeigten Schicht 22 versehen. Diese Schicht 22
wurde durch Formprägung einer PVD-Folie hergestellt
und wurde mit der Membran 13 verklebt. Durch diese
Formgebung der Membran 13 wird einerseits eine sehr
gute Tief bzw. Mitteltiefwiedergabe unter dem Einfluß
des Antriebs der Schwingspule 15 und zum weiteren
eine kugelcharakteristische Abstrahlwirkung bei der
Hochtonwiedergabe durch die Schicht 22 erzielt.

Material hergestellt ist.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die mit der Membran (13) verbundene
Schwingspule (15) mit den Tonsignalanteilen einer
Tonsignalquelle beaufschlagt ist, die im tieffrequen-
ten oder tiefmittelfrequenten Bereich liegen, und
daß die Schicht (22) mit den hochfrequenten
Signalanteilen der Tonsignalquelle beaufschlagt ist.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Abstrahlung von Schallwellen mit
zumindest einer Membran (13), welche jeweils von
einer in einem Magnetsystem (12) angeordneten
Schwingspule (15) angetrieben wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Membran (13) zumindest teilweise aus
einer Schicht (22) gebildet ist oder die Oberfläche
(20) der Membran (13), mittels welcher die für
einen Abhör-
raum (21) bestimmten Schallwellen
abgestrahlt werden, mit einer Schicht (22)
beschichtet ist, wobei die Flächenausdehnung die-
ser Schicht (22) nicht notwendig der Flächenaus-
dehnung der Oberfläche (20) der Membran (13)
entsprechen muß, und
daß die Schicht (22) unter Einfluß von elektrischer
Spannung eine Ausdehnungsänderung erfährt.
2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Schicht (22) eine piezokeramische Schicht
ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Schicht (22) eine Polyvinyliden - Fluorid -
Folie (PVDF) ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Vergrößerung der Oberfläche der Schicht
(22) gegenüber der Oberfläche (20) der Membran
(13) in dem Bereich, in welchem beide Oberflächen
einander gegenüberliegen, die Schicht (22) zumin-
dest teilweise gegenüber der Oberfläche (20) der
Membran (13) einen bogenförmigen oder dreieck-
förmigen Verlauf hat.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Membran (13) mit einer Staubschutzkalotte
versehen ist, wobei die Staubschutzkalotte aus-
schließlich aus einem die Schicht (22) bildenden

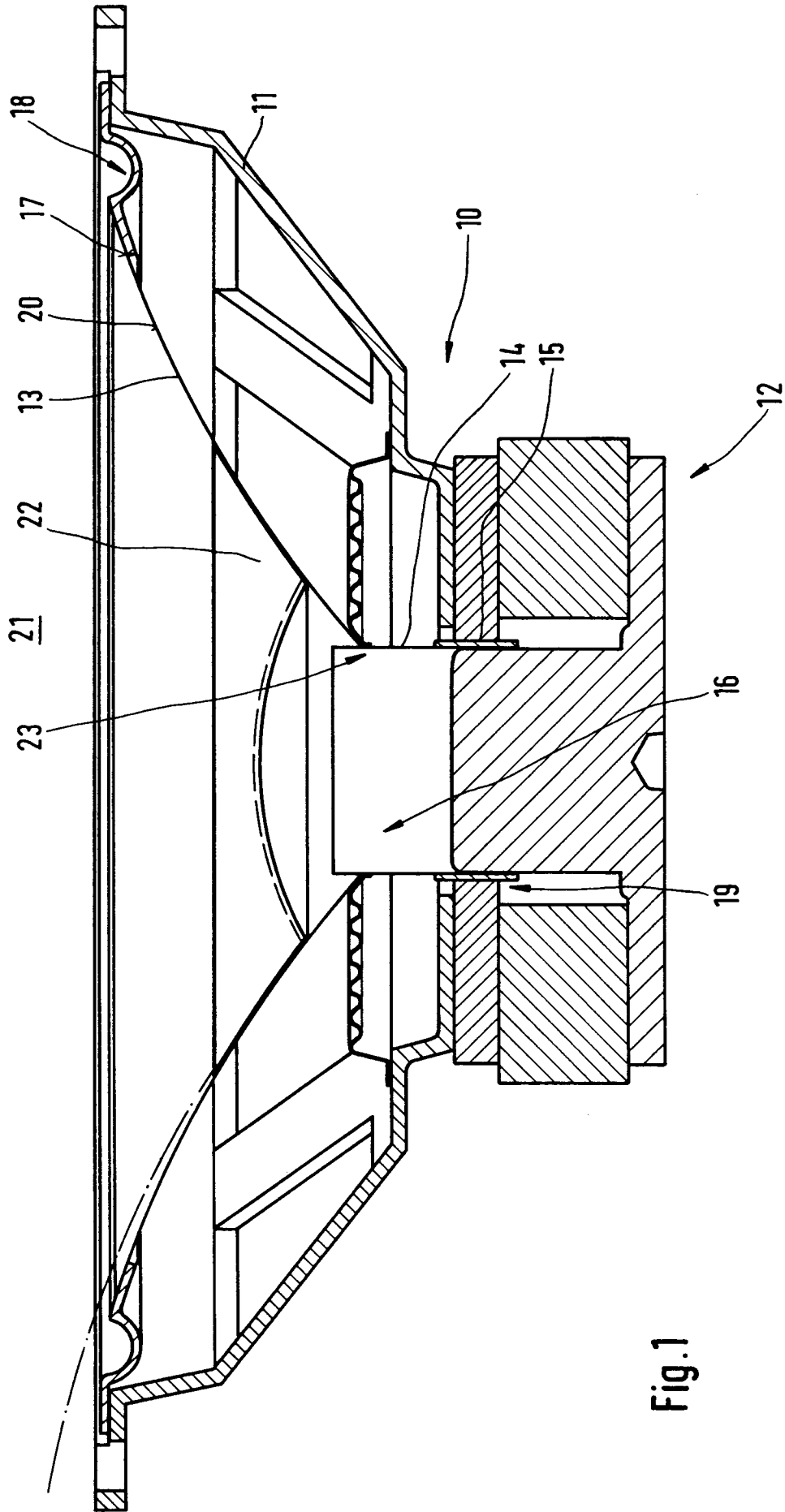


Fig.1

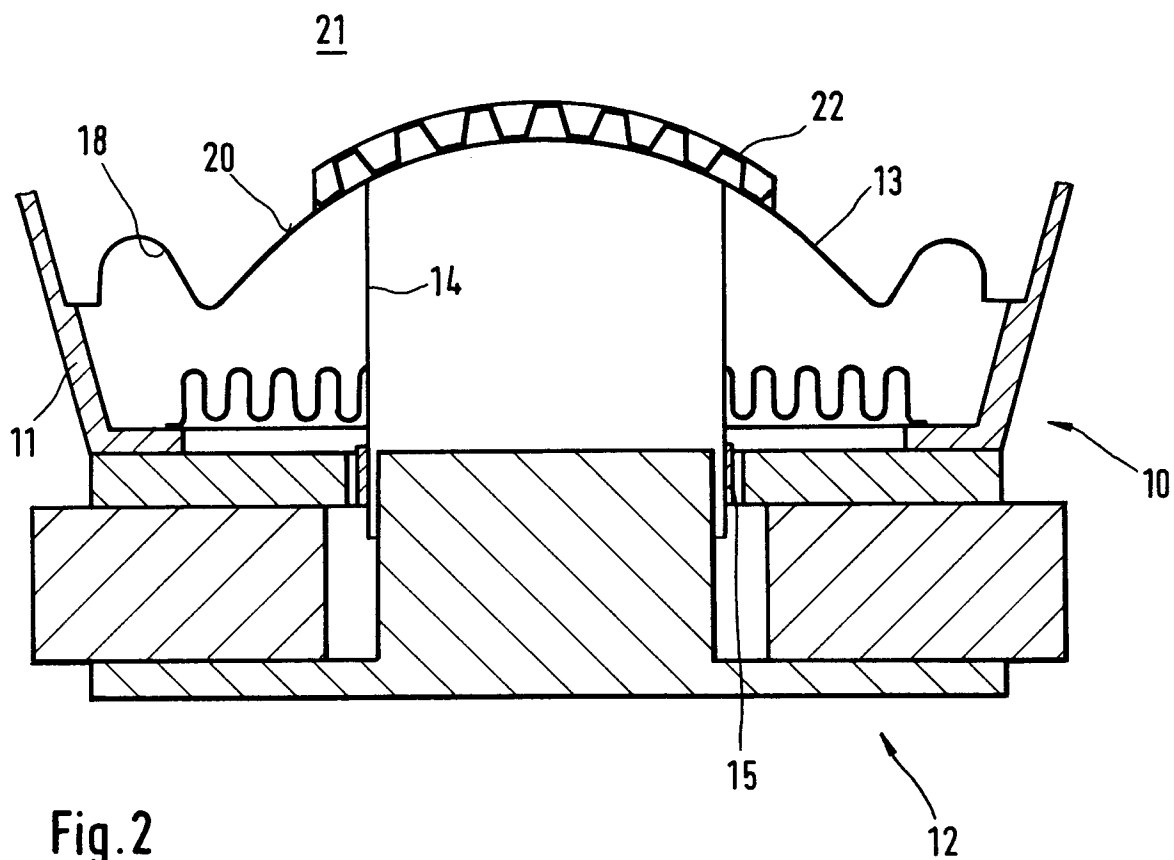


Fig. 2

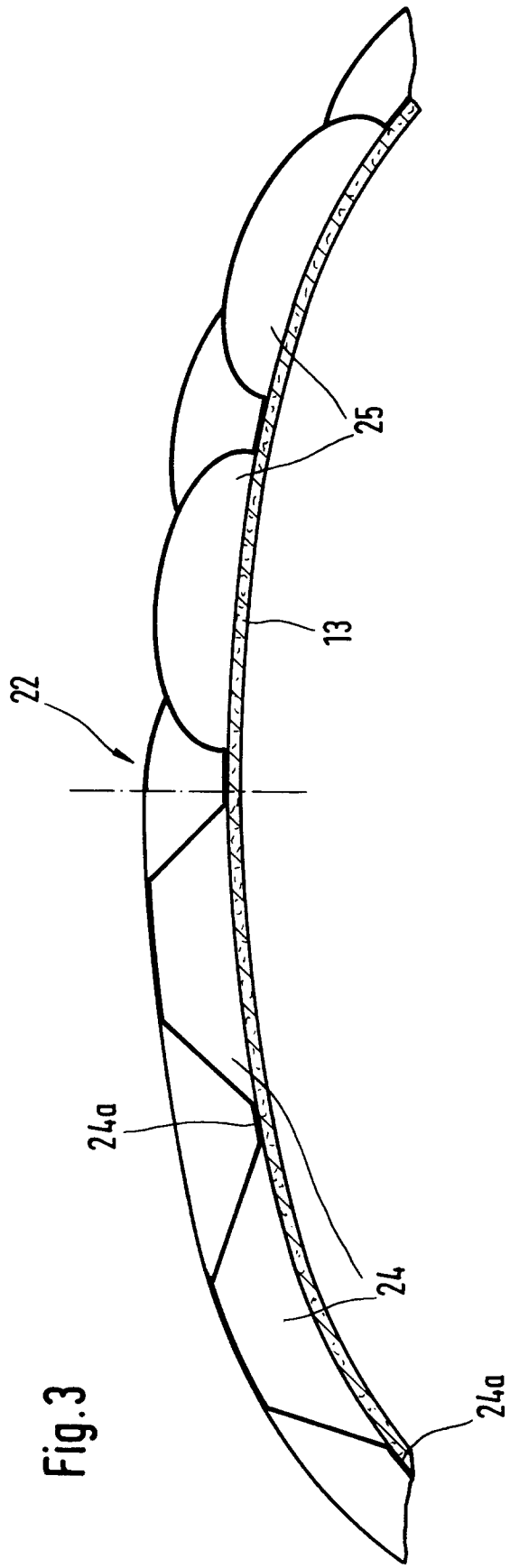


Fig. 3