



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑪

646 563

⑳① Gesuchsnummer: 2291/79

⑳② Anmeldungsdatum: 09.03.1979

⑳③ Priorität(en): 13.03.1978 NL 7802688

⑳④ Patent erteilt: 30.11.1984

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1984

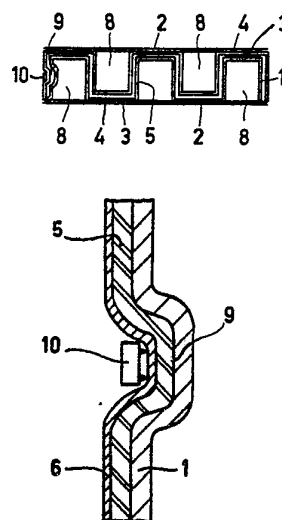
⑦③ Inhaber:
N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven
(NL)

⑦② Erfinder:
Iding, Wilhelmus Hermanus, Breda (NL)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ **Elektroakustischer Wandler mit Kondensator-Elektretelement.**

⑤⑦ Der elektroakustische Wandler hat mindestens ein eine Membran (4) enthaltendes Kondensator-Elektret-element (2), das an eine einen Impedanzwandler enthaltende integrierte Halbleiteranordnung (10) angeschlossen ist. Das Elektretelement (2) weist eine aus dielektrischem Polymermaterial bestehende Folie (5) auf, die mit einer darauf angeordneten Elektrode (6) versehen ist, welche innerhalb des Elektretlements (2) als Rückelektrode (3) zu einer ersten Elektrode der Membran (4) dient. Die Folie (5) erstreckt sich in einen Bereich ausserhalb des Elektretlements (2). Auf diesem Teil ist die integrierte Halbleiteranordnung (10) angeordnet und mit einem ihrer Anschlüsse über einen auf der Folie (5) angeordneten Leiter mit der Elektrode (6) elektrisch verbunden. Das Ganze kann derart gefaltet werden, dass mehrere Elemente entstehen. Dadurch wird ein Wandler, insbesondere ein Mikrophon, sehr kleiner und kompakter Form mit einfachen elektrischen Verbindungen zwischen dem Elektret-element und der Halbleiteranordnung erhalten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektroakustischer Wandler mit mindestens einem Kondensator-Elektretelement (2), welches mit einer ersten Elektrode enthaltenden Membran (4) sowie mit einer zweiten, als Rückelektrode dienenden Elektrode (3) versehen ist, wobei beide Elektroden an eine auf einem Träger angeordnete integrierte, mindestens als Impedanzwandler vorgesehene Halbleiteranordnung (10) angeschlossen sind, und welches Elektretmaterial bestehende Folie (5) und eine darauf angeordnete Elektrode (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Folie (5) in einen ausserhalb des Elektretlements (2) liegenden Bereich erstreckt und den Träger für die integrierte Halbleiteranordnung (10) bildet, wobei die auf der Folie (5) angeordnete Elektrode (6) über einen auf der Folie (5) angeordneten Leiter (11) mit einem der Anschlüsse der Halbleiteranordnung (10) elektrisch verbunden ist.

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der innerhalb des Elektretlements (2) liegende Teil der die Elektrode aufweisenden Folie als Membran des Elektretlements dient.

3. Wandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie aus Elektretmaterial besteht.

4. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der Folie (5) angeordnete Elektrode (6) innerhalb des Elektretlements (2) als Rückelektrode (3) des Elektretlements (2) dient, wobei die genannte Elektrode (6) auf der der Membran (4) zugewandten Seite der Folie (5) angeordnet ist, und wobei die Folie (5) auf einem Trägerkörper (1) angeordnet ist.

5. Wandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die auf der Folie angeordnete Elektrode in mehrere einzelne Oberflächenteile (23) aufgeteilt ist, die als Rückelektroden wirksam sind, wobei die um jeden Oberflächenteil liegenden Teile dieser Elektrode mit der ersten, in der Membran enthaltenen Elektrode elektrisch verbunden sind, und wobei jeder Oberflächenteil und die um diesen Oberflächenteil liegenden Teile dieser Elektrode über auf der Folie angeordnete Leiter mit der Halbleiteranordnung (28) elektrisch verbunden sind (Fig. 8, 9).

6. Wandler nach Anspruch 4 oder 5 mit zwei Kondensator-Elektretelementen, insbesondere zum Einbau als Mikrophoneinheit in ein Gerät zur Aufnahme von Schallsschwingungen, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Elektretlemente (21, 22) als Kondensatormikrophone parallel zueinander spiegelbildlich angeordnet und durch eine Trennwand (20) akustisch voneinander getrennt sind, wobei die Trennwand (20) als Trägerkörper für die Folien der beiden Elektretlemente (21, 22) dient, dass ferner die Folien der beiden Elektretlemente (21, 22) aus einer einzigen, aus dielektrischem Polymermaterial bestehenden Folie gebildet sind, welche um die Trennwand (20) gefaltet ist, und dass die erste und die zweite Elektrode des ersten Elektretlements mit der ersten bzw. zweiten Elektrode des zweiten Elektretlements elektrisch verbunden sind.

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektroakustischen Wandler mit mindestens einem Kondensator-Elektretelement gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiger Wandler ist aus der US-PS 3 300 585 bekannt. Diese Patentschrift beschreibt ein Elektretmikrophon, bei dem die Membran aus einer Elektretfolie aus einem Polymermaterial an einer durchlöchernten flachen Rückelektrode anliegt. Auf der Rückseite des Mikrophons innerhalb des Gehäuses ist eine Montageplatte befestigt, auf der eine

elektronische Schaltungsanordnung in Form eines Impedanzwandlers mit einem nachfolgenden Mikrophonverstärker angeordnet ist.

Es hat sich herausgestellt, dass sich ein derartiges Mikrophon in einer sehr kleinen und kompakten Form bauen lässt, insbesondere wenn eine elektronische Schaltungsanordnung in integrierter Form ausgebildet wird. Ein Nachteil bleibt dabei jedoch, dass die Herstellung der elektronischen Verbindungen mit dem Elektretmikrophonelement einen grossen Aufwand, insbesondere hinsichtlich der nötigen Arbeit, mit sich bringt, da mit Lötverbindungen gearbeitet werden muss.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, einen elektroakustischen Wandler zu schaffen, bei dem dieser Nachteil ausgeschaltet ist. Der erfindungsgemässe Wandler der eingangs erwähnten Art weist die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale auf.

Eine integrierte Halbleiteranordnung wird meistens auf einem Träger, beispielsweise auf einer keramischen Platte oder einer Kaptonfolie befestigt. Die Anschlüsse (Bondings) dieser Anordnung haben direkten Kontakt mit einer speziell dazu angeordneten gedruckten Verdrahtung auf diesem Träger. Wenn nun die genannte Folie sich bis ausserhalb des Elektretlements erstreckt und der ausserhalb des Elektretlements liegende Teil der Folie als Träger der Halbleiteranordnung verwendet wird, wird der Vorteil erhalten, dass eine sehr einfache elektrische Verbindung zwischen der Halbleiteranordnung und der auf der Folie angeordneten Elektrode erzielt wird.

Erstens kann der innerhalb des Elektretlements angeordnete Teil der Folie als Membran des Elektretlements wirksam sein. In diesem Fall ist der innerhalb des Elektretlements liegende Teil der auf der Folie angeordneten Elektrode als erste Elektrode wirksam. Auf diese Weise wird eine sehr einfache elektrische Verbindung zwischen der Halbleiteranordnung und der ersten Elektrode erhalten. Nur in diesem Fall ist es notwendig, dass die Folie aus Elektretmaterial besteht.

Zweitens kann die auf der Folie angeordnete Elektrode, soweit sie innerhalb des Elektretlements liegt, als Rückelektrode des Elektretlements wirksam sein, wobei die Elektrode auf der der Membran zugewandten Seite der Folie angeordnet ist und genannte Folie auf einem Trägerkörper angeordnet ist.

Auf diese letztgenannte Weise wird eine sehr einfache elektrische Verbindung zwischen der Halbleiteranordnung und der Rückelektrode erhalten. Es ist in diesem Fall nicht notwendig, dass die Folie aus Elektretmaterial besteht. Besteht die beim erfindungsgemässen Wandler verwendete Folie dennoch aus einem Elektretmaterial, so kann die Reihenfolge der Folie und der darauf angeordneten Rückelektrode umgekehrt werden, so dass sich die Folie zwischen der Membran und der Rückelektrode befindet. Die Membran kann dann aus einer einzigen Metallplatte, beispielsweise Aluminium, bestehen. Auch kann in diesem die Membran gegebenenfalls aus einer Polymerfolie, die nicht aus Elektretmaterial besteht, mit einer darauf angebrachten, sehr dünnen Metallelektrode aufgebaut sein.

Besteht die Folie, welche die Rückelektrode trägt, nicht aus Elektretmaterial, so besteht die Membran selbstverständlich aus einer Elektretfolie mit einer darauf angebrachten, sehr dünnen Metallelektrode.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass die auf der Folie angeordnete Elektrode in mehrere einzelne Oberflächenteile aufgeteilt ist, die als Rückelektroden wirksam sind, wobei die um jeden Oberflächenteil liegenden Teile dieser Elektrode mit der ersten, in der Membran enthaltenen Elektrode elektrisch verbunden sind, und wobei jeder Oberflächenteil und die um diesen Oberflächenteil liegenden Teile

dieser Elektrode über auf der Folie angeordnete Leiter mit der Halbleiteranordnung elektrisch verbunden sind. Dadurch wird erreicht, dass nicht nur die Rückelektrode, sondern auch die auf der Membran angeordnete, erste Elektrode über die um die Rückelektrode liegende Elektrodenschicht sehr einfach elektrisch mit der Halbleiteranordnung verbunden ist.

In einer weiteren Ausführungsform des Wandlers nach der Erfindung können diese Elektrotelemente durch Reihen- oder Parallelschaltung gemeinsam an nur eine integrierte Halbleiteranordnung angeschlossen werden. Es ist dann so, dass diese Halbleiteranordnung mehr oder weniger zentral angeordnet und durch Teile der Folie umgeben ist, wobei jeder dieser Teile entweder die Funktion einer Membran oder die Funktion eines Trägers für die Membran oder für die Rückelektrode erfüllt.

Auf diese Weise kann durch entsprechende Montage und entsprechendes Zusammenschalten zweier Elektrotelemente im Wandler nach der Erfindung eine sehr gut wirkende, körperschallkompensierende Mikrophoneinheit erhalten werden, die sich insbesondere zum Einbauen in einem Gerät zur Aufnahme von Schallschwingungen, wie beispielsweise in einem Magnetbandgerät, eignet.

Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Wandlers in der Form einer körperschallkompensierenden bzw. dröhnfreien Mikrophoneinheit enthält der Wandler zwei Kondensator-Elektrotelemente. Dieser Wandler besteht darin, dass die beiden Elektrotelemente als Kondensatormikrophone parallel zueinander spiegelbildlich angeordnet und durch eine Trennwand akustisch voneinander getrennt sind, wobei die Trennwand als Trägerkörper für die Folien der beiden Elektrotelemente aus einer einzigen, aus dielektrischem Polymermaterial bestehenden Folie gebildet sind, welche um die Trennwand gefaltet ist, und dass die erste und die zweite Elektrode des ersten Elektrotelements mit der ersten bzw. zweiten Elektrode des zweiten Elektrotelements elektrisch verbunden sind.

Es ist sehr vorteilhaft, die Trennwand als Steckerstift auszubilden, wobei sich die Mikrophonelemente auf dem oberen Teil des Steckerstiftes befinden und wobei sich die Folie teilweise über den unteren Teil des Steckerstiftes erstreckt. Hierbei sind einige Oberflächenteile mit einer dünnen Metallschicht versehen, die als Steckerkontakte wirksam sind.

Die obengenannten Mikrophoneinheiten können mit sehr kleinen Abmessungen hergestellt werden, was für die Montage in beispielsweise «Hinter dem Ohr»-Hörgeräten äusserst wichtig ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 4 und Fig. 4a eine Darstellung eines Wandlers gemäss der Erfindung, der als dröhnfreie Mikrophoneinheit oder als Lautsprechereinheit brauchbar ist,

Fig. 1 eine Draufsicht,

Fig. 2 einen Schnitt,

Fig. 3 eine ausgefaltete Folienrückelektrode,

Fig. 4 und Fig. 4a Einzelheiten aus dem Schnitt gemäss Fig. 2,

Fig. 5 bis Fig. 9 Darstellungen von Teilen und des Ganzen eines erfindungsgemässen Wandlers, der als dröhnfreie Mikrophoneinheit, ausgebildet als Steckerstift, verwendbar ist,

Fig. 5 und Fig. 6 Seitenansichten eines Trägerkörpers des Wandlers,

Fig. 7 einen Schnitt durch den Trägerkörper gemäss den Linien VII-VII in Fig. 5 und 6,

Fig. 8 eine ausgefaltete Folie des Wandlers mit in der Elektrodenschicht angeordneten Rückelektroden,

Fig. 9 eine sogenannte Explosionsdarstellung des Wandlers, und

Fig. 10 einige Frequenzgänge des Wandlers der Fig. 9.

In Fig. 1 bis Fig. 4 und 4a ist ein sehr kleiner Wandler nach der Erfindung dargestellt, der sich vor allem zum Einbauen in einem Hörgerät, und zwar insbesondere von dem Typ «Hinter dem Ohr»-Hörgerät eignet. Ein derartiges Hörgerät ist halbmondförmig und klein bemessen. Die darin verwendeten Wandler sollen daher sehr klein bemessen sein. Die Anordnung nach den Fig. 1 bis Fig. 4 und 4a kann als Mikrophon oder als Lautsprecher verwendet werden. Die grösste äussere Abmessung beträgt dabei 5 mm.

Auf einem Trägerkörper 1, der aus einer waffelförmigen Aluminiumplatte besteht, sind auf beiden Seiten identisch ausgebildete Mikrophon- oder Lautsprecherelemente 2 angeordnet. Diese beiden Elemente werden wie nachstehend angegeben gebildet.

Auf einer Kaptonfolie 5 mit einer Dicke von 100 µm ist auf einer Seite eine Elektrodenschicht 6 mit einer Dicke von 0,2 µm vorgesehen. Der Trägerkörper 1 ist mit einem regelmässigen Waffelmuster versehen. Auf diesem Waffelmuster wird die Kaptonfolie 5 eng anliegend angebracht. Dies erfolgt auf beiden Seiten des Trägerkörpers 1, und zwar derart, dass die Elektrodenschicht 6 sich auf der Aussenseite befindet. Deutlichkeitshalber ist in Fig. 4 die Kaptonfolie 5 und die Elektrodenschicht 6 nur auf einer Seite des Trägerkörpers 1 dargestellt. Für jedes Mikrophonelement 2 bildet die Folie 5 nun zehn flache Teile mit zwischenliegenden Vertiefungen. Die Elektrodenschicht 6 bildet nun auf den flachen Teilen Rückelektroden 3 der Elemente 2.

Die flachen Teile sind mit je einem Vorsprung 7 versehen, der zentral angeordnet ist und aus einem isolierenden tixotropen Lack besteht. Die Abmessungen sind: Querschnitt 0,1 mm und Höhe 25 µm. An den Rückelektroden der Mikrophonelemente 2 – im wesentlichen an den Vorsprüngen 7 – liegt die Membran 4 eines Mikrophonelements 2 an. Diese Membran besteht aus einer Folie aus Elektrepolymermaterial und einer auf der Aussenseite der Folie angebrachten metallenen Elektrode von 0,2 µm Dicke. Die Dicke der Elektrepolymerfolie beträgt 20 µm.

Auf diese Weise werden zwei Mikrophonelemente 2 gebildet, wobei sich zwischen den flachen Teilen Volumen 8 befinden. Die jedem Mikrophonelement 2 zugeordneten Volumen sind durch den als Trennwand wirksamen Trägerkörper 1 akustisch voneinander getrennt. Für jedes Mikrophonelement arbeiten die Membran 4 und die zugeordneten Volumen akustisch miteinander zusammen, wobei diese Volumen die Aufgabe haben, der Frequenzkennlinie des Mikrophonelements einen gewünschten Verlauf zu erteilen. Die zwei Mikrophonelemente sind nun derart elektrisch miteinander verbunden, dass sie für gewünschte Schallschwingungen gleichphasig und für unerwünschte, meistens mechanische Schwingungen gegenphasig angetrieben werden und auf diese Weise für diese mechanischen Schwingungen unempfindlich sind.

In Fig. 3 ist eine ausgefaltete Kaptonfolie 5 dargestellt mit der darauf angeordneten Elektrodenschicht 6. Die Kaptonfolie ist mit einer dünnen Elektrodenschicht entsprechend einem bestimmten Muster versehen, das im wesentlichen aus drei Teilen besteht, und zwar zwei nahezu identisch grossen Oberflächen, die für die Rückelektroden dienen und durch einen schmalen Mittenteil getrennt sind, der zur Befestigung einer integrierten Halbleiteranordnung 10 bestimmt ist. Die Halbleiteranordnung ist mit einer Anzahl gedruckter Verdrahtungen 13 verbunden, von denen eine, 11, für eine Verbindung mit den Rückelektroden sorgt. In einem Siebdruckverfahren sind die Vorsprünge 7 entsprechend dem Waffelmuster angebracht.

Die auf diese Weise bearbeitete Kaptonfolie wird entsprechend den Faltlinien A-A und B-B um den Trägerkörper

gefaltet. Auf einer Seite 9 des Trägerkörpers 1 befindet sich die integrierte Halbleiteranordnung 10, die auf der Kaptonfolie 5 angeordnet ist. Diese Halbleiteranordnung, deren grösste Abmessung 0,6 mm beträgt, enthält einen Impedanzwandler, der die Impedanz der Anordnung herabsetzt, wodurch sie zum Anschluss an einen Mikrofonverstärker und gegebenenfalls ein Verstärkerelement geeignet wird.

In Fig. 4 ist auf schematische Weise dargestellt, wie die Halbleiteranordnung 10 an der Seitenwand befestigt ist. Es ist ebenfalls möglich, die Folie nur auf einer Seite des Trägerkörpers 1 anzuordnen, wie bereits in Fig. 4 dargestellt. Für eine derartige, gegenüber mechanischen Schwingungen nicht mehr unempfindliche Mikrophoneinheit braucht man nur den Teil der Folie gemäss Fig. 3 rechts der Linie A-A oder links der Linie B-B zu benutzen.

Ein anderes Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 5 bis 9 dargestellt. Der Wandler in Form eines Mikrophons ist als Steckerstift ausgebildet und ist zum Einbauen als Mikrofon in Aufnahmeapparaturen, wie Magnetbandgeräten, bestimmt. Die bei solchen Geräten vorhandenen Motoren, die zu dem Antriebssystem gehören, verursachen in hohem Masse Körperschall (mechanical noise). Der beschriebene Wandler enthält dazu ebenso wie beim Wandler nach den Fig. 1 bis 4 zwei spiegelbildlich angeordnete Mikrophonelemente, wodurch eine Körperschallkompensierung auftritt.

Der Wandler weist eine Trennwand 20 auf, die als flacher Steckerstift ausgebildet ist. Auf den einander gegenüberliegenden flachen Seitenflächen sind zwei elektrostatische Mikrophonelemente 21 und 22 angeordnet. Diese befinden sich im oberen Teil des Steckerstiftes. Jedes Element ist aus einer Rückelektrode 23 und einer Membran 24 aufgebaut. Die Rückelektrode 23 wird durch eine dünne Metallschicht gebildet, die auf einer Kaptonfolie angeordnet ist. Die Membran 24 besteht aus einer rechteckigen Folie aus Elektretpolymaterial. Sie ist auf der Aussenseite mit einer dünnen Metallelektrode versehen. Die Membran ist am Rand auf einem dünnen, aus Kupfer bestehenden rechteckigen Ring 29 geklebt. Die Rückelektrode 23 ist mit vier regelmässig angeordneten Vorsprüngen 25 versehen, die aus einem isolierenden tixotropen Lack bestehen. Die Membran 24 liegt an diesen Vorsprüngen 25 an.

Damit jedes Mikrophonelement 21, 22 akustisch wirkt, ist unterhalb jeder Rückelektrode 23 eine rechteckige ringförmige Ausnehmung 26 in der Trennwand 20 vorgesehen. Weiter ist die Metallschicht und die Kaptonfolie mit Löchern 27 versehen, wodurch die sehr dünne Luftschicht zwischen der Membran 24 und der Rückelektrode 23 mit der Ausnehmung 26 in Verbindung steht und die Membran auf diese Weise mit dem durch die Ausnehmung 26 gebildeten Volumen akustisch zusammenarbeitet und die Frequenzkennlinie des Mikrophonelements abhängig von genannten Volumen bestimmt werden kann. Ausserdem sind die beiden Rückelektroden 23 nun gegenüber dem restlichen Teil der auf der Kaptonfolie

angeordneten dünnen Metallschicht elektrisch isoliert.

Auf der Kaptonfolie ist eine integrierte Halbleiteranordnung 28 angeordnet, die mit den elektrisch miteinander verbundenen Rückelektroden 23 und über den Randteil der auf der Folie vorhandenen Metallschicht ebenfalls über den kupfernen Rahmen 29 mit den Elektroden der elektrisch miteinander verbundenen Membranen 24 elektrisch verbunden ist. Die beiden Mikrophonelemente 21 und 22 sind elektrisch nun derart miteinander verbunden, dass sie für gewünschte Schallschwingungen gleichphasig und für unerwünschte, meistens mechanische Schwingungen gegenphasig angetrieben werden und auf diese Weise für diese mechanischen Schwingungen unempfindlich sind.

Bei der Montage geht man von einer Kaptonfolie aus, die mit einem bestimmten Muster einer gedruckten Verdrahtung sowie mit angebrachten Elektroden versehen ist. Die Elektroden erstrecken sich weiter als das Gebiet der Rückelektrode. Die Kaptonfolie wird gemäss den Linien C-C und D-D zugeschnitten. Die Gesamtbreite der Kaptonfolie entspricht dann nahezu der Länge der als Steckerstift ausgebildeten Trennwand 20. Zuvor werden die Löcher 27 gestanzt, während die Vorsprünge 25 im Siebdruckverfahren angebracht werden. Die Linien A-A und B-B sind Faltlinien, über die die Kaptonfolie um die Trennwand 20 gefaltet und dann darauf festgeklebt wird.

Nach Anbringen der Membran 24 wird um die Mikrophonelemente ein kupferner Klemmbügel aus zwei Teilen 30 und 31 angeordnet, wobei der Teil 30 entsprechend den zwei Faltlinien E-E um den Teil 31 gefaltet wird. Dieser Klemmbügel ist mit einer Ausnehmung 32 versehen, die zum Aufnehmen der Halbleiteranordnung 28 dient. Weiterhin ist der Klemmbügel 30, 31 mit einer Kontaktzunge 33 versehen, die an einer der Kontaktflächen der Kaptonfolie anliegt, wodurch diese mit der Elektrode der Membran 24 galvanisch verbunden ist.

Von dieser dröhnausgeglichenen Mikrophoneinheit sind in Fig. 10 einige Frequenzgänge dargestellt. Dabei zeigt die Ordinate die Empfindlichkeit in dB und die Abzisse die Frequenz in Hz. Die Kurve 34 ist der Frequenzgang der Mikrophoneinheit, die von 50 bis 50000 Hz einen nahezu flachen Verlauf hat. Die Kurven 35 und 36 sind sogenannte Körperschallkennlinien, wobei die Kurve 35 für ein einziges Mikrophonelement, also nicht ausgeglichen, gilt, während die Kurve 36 zu der Körperschallkompensierenden Mikrophoneinheit, also mit zwei Mikrophonelementen, gehört. Aus diesen Kurven ist ersichtlich, dass im Durchschnitt eine Verringerung um etwa 8 dB stattfindet. Die Messungen der Körperschallkennlinien 35 und 36 fanden bis 2000 Hz statt.

Einige Abmessungen der Mikrophoneinheit sind die folgenden: Länge des Steckerstiftes 10 mm, Dicke 1,5 mm, Länge der Kaptonfolie 8,3 mm, Durchmesser der Membran 5,1 mm, Dicke der Kaptonfolie 300 µm, Dicke der Membran 12 µm.

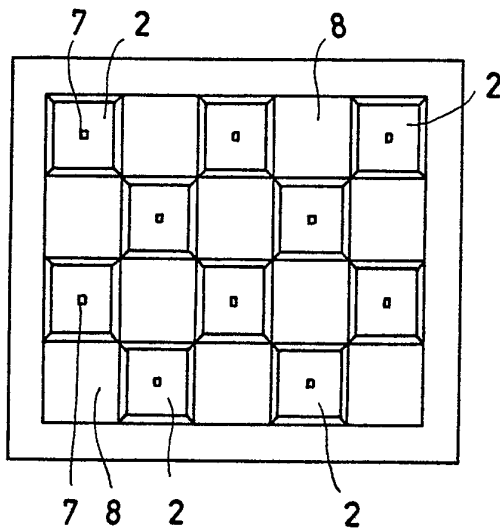


Fig.1

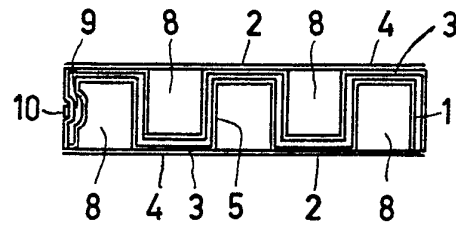


Fig.2

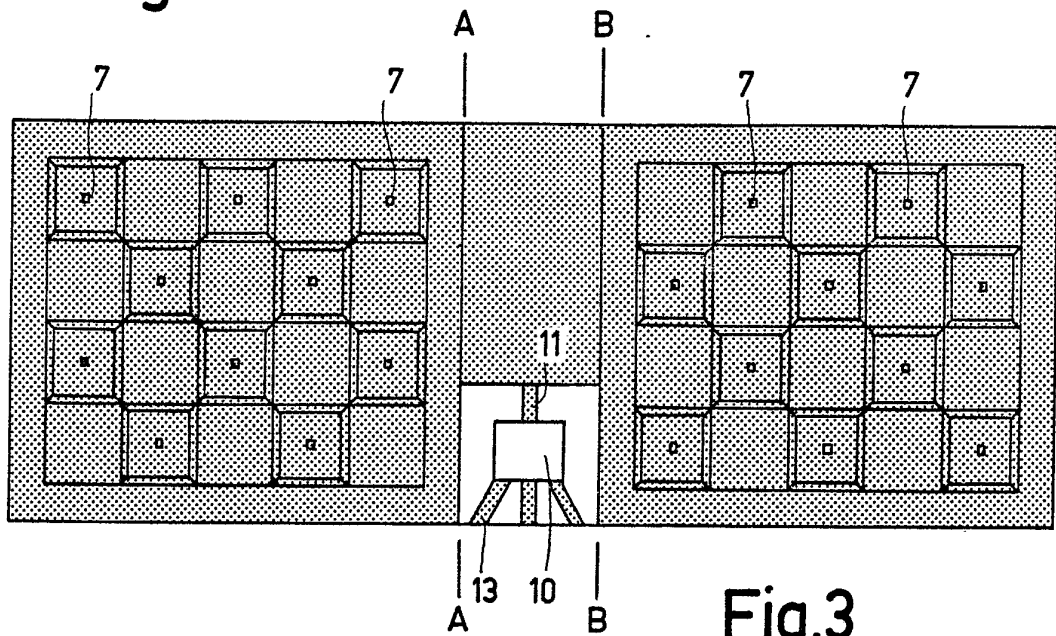


Fig.3

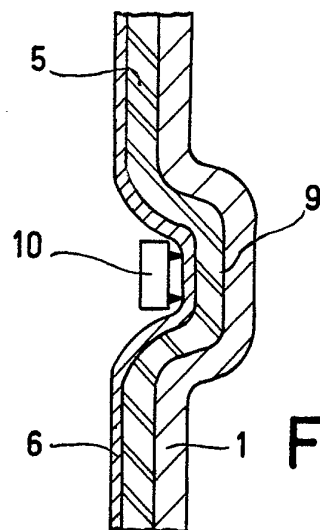


Fig.4

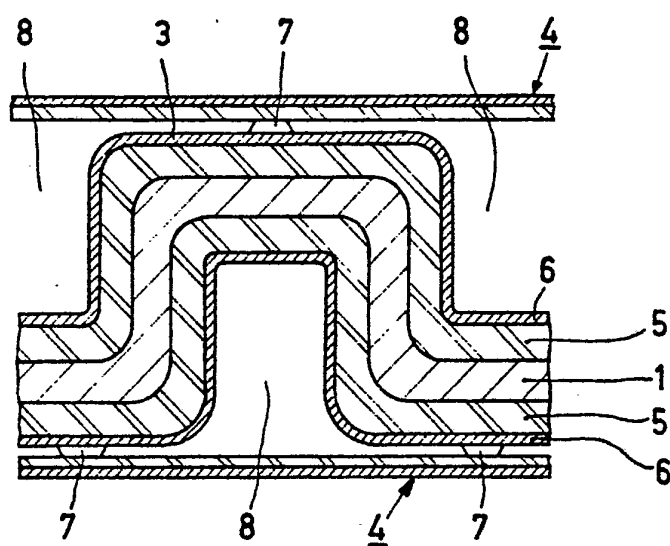


FIG.4a

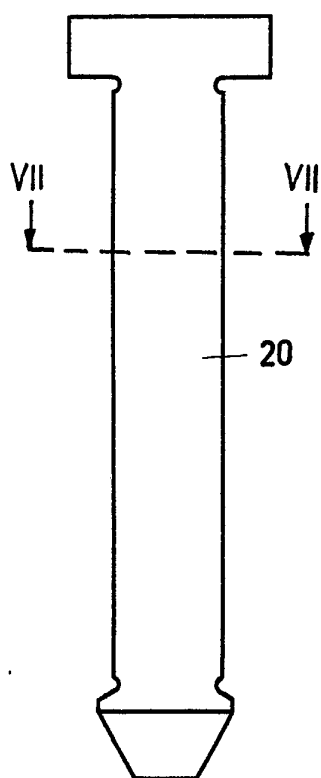


Fig.5

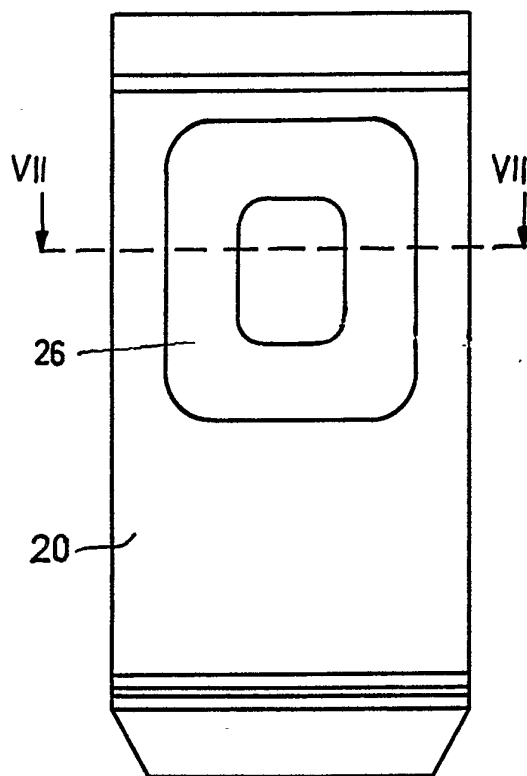


Fig.6

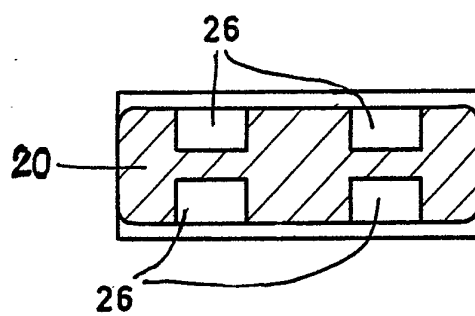


Fig.7

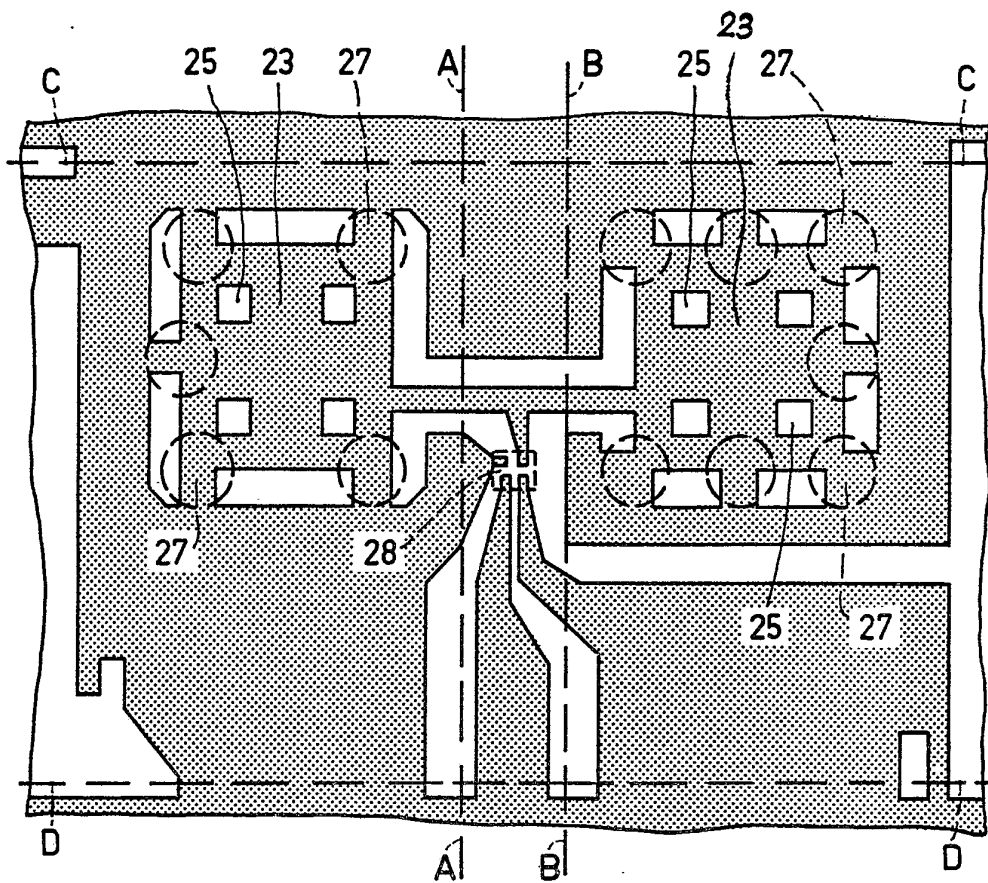


Fig. 8

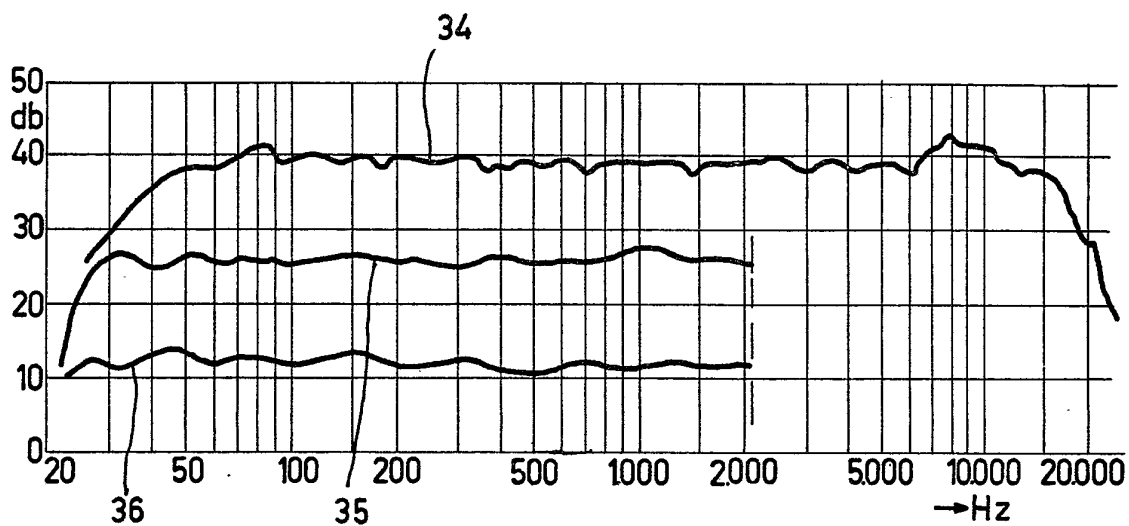


Fig. 10

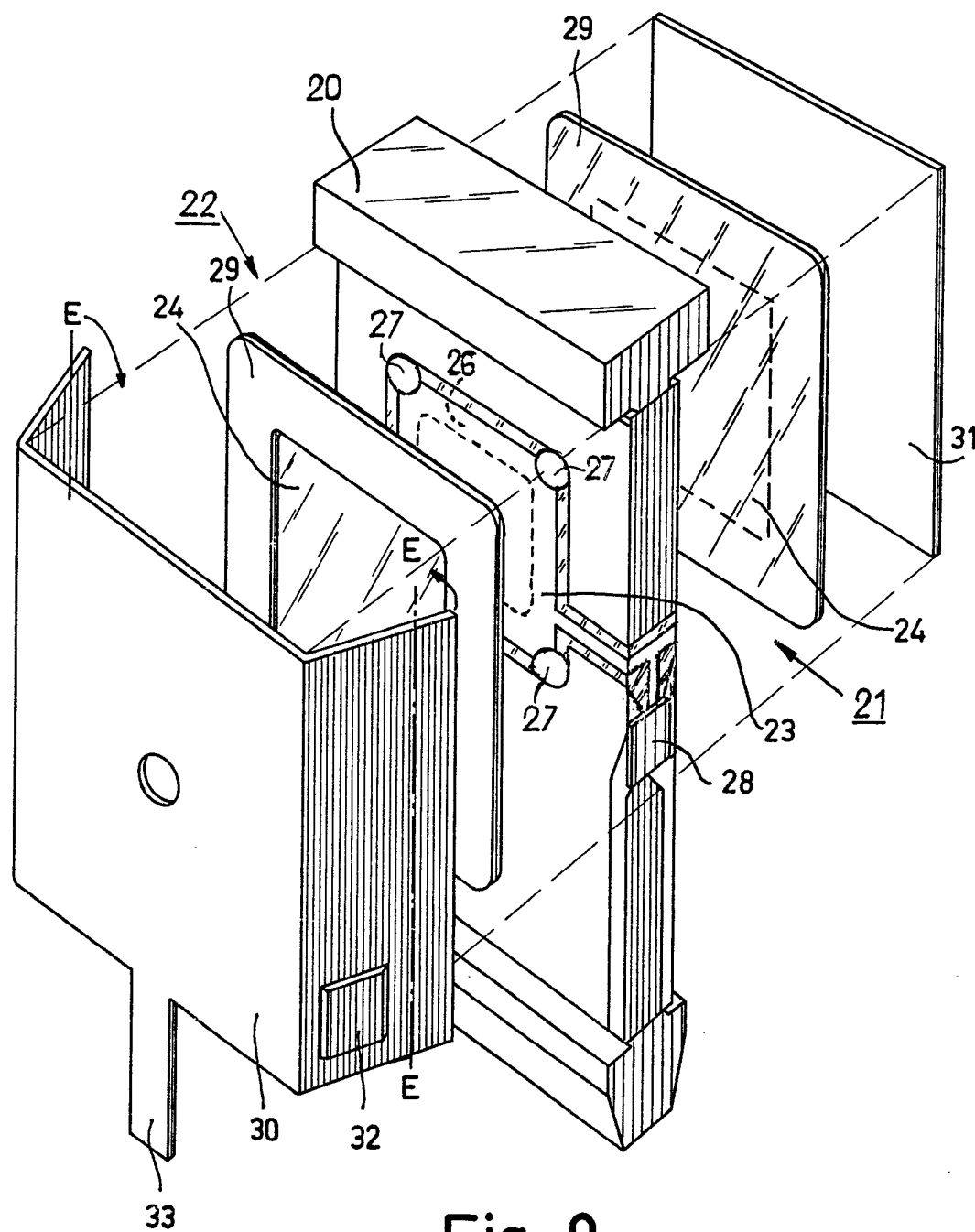


Fig. 9