



(11) **EP 1 233 647 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2008 Patentblatt 2008/07

(51) Int Cl.:
H04R 15/00 (2006.01) **H04R 17/02** (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01) **H01R 13/627** (2006.01)
H01R 13/24 (2006.01) **H04R 1/06** (2006.01)
H04R 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01890335.1**

(22) Anmeldetag: **12.12.2001**

(54) **Elektroakustische Kapsel**

Electroacoustic capsule

Capsule électroacoustique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB NL

(30) Priorität: **20.02.2001 AT 2652001**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.08.2002 Patentblatt 2002/34

(73) Patentinhaber: **AKG Acoustics GmbH**
1230 Wien (AT)

(72) Erfinder:
• **Nell, Kurt, Dipl.-Ing.**
2384 Breitenfurt (AT)

• **Pavlovic, Gino, Dipl.-Ing.**
1200 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
BARGER, PISO & PARTNER
Mahlerstrasse 9
Postfach 96
1015 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 342 169 **JP-A- 57 111 200**

EP 1 233 647 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektroakustisches Gerät mit einer Mikrofonkapsel, die eine Elektrode und eine Membran aufweist, und einem Mikrofonverstärker, wobei die Elektrode und die Membran über eine elektrische Kontaktierung mit dem Mikrofonverstärker verbunden sind.

[0002] Der Wandler kann dabei entweder nach dem elektromagnetischen, elektrodynamischen, elektrostatischen oder piezoelektrischen Prinzip arbeiten.

[0003] Derartige Geräte bestehen im wesentlichen aus dem eigentlichen elektroakustischen Wandler, der in eine sogenannte Kapsel eingesetzt wird, die wiederum in ein Gerätegehäuse eingesetzt wird, in dem sich auch alle notwendigen elektronischen Komponenten befinden.

[0004] Die nicht gattungsgemäße JP 57-111200 A offenbart einen digitalen Lautsprecher, bei dem eine gleiche Anzahl an Piezoventilen wie die Zahl der übertragenen Bits verwendet wird, um das akustische Signal zu erzeugen. Die Piezoventile sind an die jeweilige Bitsteuerung angeschlossen und modulieren den Luftstrom mit dem digitalen Signal. Die Steuerung der Ventile erfolgt so, dass sie entweder ganz offen oder ganz geschlossen werden. Eine Zwischenstellung ist nicht vorgesehen. Die angesteuerten Piezoventile dienen unmittelbar der Erzeugung des akustischen Signals. Die Piezoventile werden ausschließlich vom eingehenden Audiodatenstrom "gespeist", also vom zu wandelnden Signal selbst.

[0005] Die DE 4 342 169 A1 offenbart einen elektro-mechanischen Wandler mit einer starren Elektrode und einer elastisch nachgiebigen Membran. Die Elektrode weist eine elektrisch leitende Spitze auf, die gegen eine Leiterfläche der gegenüberliegenden Membran weist. Mit einer Stellspannung wird die elektrostatische Anziehungskraft zwischen Elektrode und Membran derart eingestellt, dass im Bereich der Leiterspitze ein Tunnelstrom zwischen den Leiterflächen der Elektrode und der Membran fließt. Dieser Tunnelstrom wird mittels eines elektronischen Verstärkers verstärkt und als Ausgangssignal verwertet.

[0006] Elektroakustische Geräte beinhalten wenigstens eine sogenannte elektroakustische Kapsel, welche wiederum entweder als Schallgeber oder Schallnehmer ausgeführt werden kann. Im Sinne der sprachlichen Vereinfachung wird in der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen bei elektroakustischen Geräten, die mindestens eine als Schallnehmer ausgeführte Kapsel beinhalten, von einem Mikrofon gesprochen. Stellvertretend für elektroakustische Geräte mit mindestens einer elektroakustischen Kapsel, die als Schallgeber ausgeführt ist, wird hier von einem Kopfhörer gesprochen.

[0007] Bei beiden Gerätegruppen ist aber eine Gemeinsamkeit gegeben: Die akustischen Eigenschaften der Geräte werden vom Gerätehersteller im Zuge des Produktionsprozesses festgelegt und sind daher für den Endverbraucher unveränderlich. Vereinfacht gesagt,

kann man von einem unveränderbaren "Klangcharakter" des Geräts sprechen.

[0008] So hängen beispielsweise die akustischen Eigenschaften eines Mikrofons mit einer elektrostatischen Kapsel im wesentlichen vom Abstand zwischen der Membrane und der Elektrode und von der Ausgestaltung der akustischen Abstimmungselemente der Kapsel ab. Wenn die geometrischen Parameter zwischen der beweglichen, dem Schallfeld ausgesetzten Elektrode, der Membrane und der unbeweglichen Elektrode festgelegt sind, und wenn auch die akustischen Abstimmungselemente im Inneren der Kapsel (enge Kanäle, geschlossene Volumina und nur teilweise luftdurchlässige Bereiche) berechnet und mechanisch verwirklicht sind, dann ist die Richtcharakteristik, die Empfindlichkeit und der Frequenzgang ebenfalls festgelegt und unveränderlich.

[0009] Es wird daher die Kapsel immer in Hinblick auf den ins Auge gefaßten Einsatz ausgelegt und es ist im allgemeinen nicht möglich, eine bestehende Kapsel ohne großen Qualitätsverlust in einem anderen Gehäuse oder Gerät einzusetzen. Das trifft sowohl bei schallnehmenden als auch schallgebenden Kapseln zu.

[0010] Diese Eigenschaft macht eine Reihe von Kapselentwicklungen notwendig, von der Lagerhaltung und der Schaffung unterschiedlicher Werkzeuge für die Fertigung gar nicht zu sprechen, was insbesondere bei dem heute üblichen raschen Modellwechsel sehr schnell teuer werden kann.

[0011] Die akustische Abstimmung von elektroakustischen Kapseln, unabhängig davon, ob sie als Schallgeber oder Schallnehmer hergestellt werden sollen, muß nun nicht nach dem Zufallsprinzip durch Testreihen bestimmt werden, sondern kann in weiten Bereichen berechnet werden. Diese Berechnung basiert auf der Übereinstimmung der mathematischen Modelle für die Akustik und die Elektrizität und erfolgt nach dem elektroakustischen Analogieprinzip. Sie wird mit Hilfe sogenannter Äquivalenzschaltungen durchgeführt. Dabei entsprechen enge und lange Kanäle im akustischen Bereich einer Spule im elektrischen Bereich, geschlossene Volumina im akustischen Bereich einem Kondensator im elektrischen Bereich und mit porösem und nur teilweise luftdurchlässigem Material abgedeckte Bohrungen im akustischen Bereich einem Ohm'schen Widerstand im elektrischen Bereich. So kann die akustische Seite in einen Schaltplan transferiert werden, dieser wird mit den allgemeinen Regeln der Elektrotechnik im gewünschten Sinne dimensioniert und abgestimmt und das Ergebnis wird in die Akustik zurücktransferiert.

[0012] Durch Kombination aller drei elektroakustischen Elemente ist es so möglich, die gewünschte Abstimmung des jeweiligen elektroakustischen Wandlers vorzunehmen. Es hat sich gezeigt, daß für eine zweckmäßige klangfarbliche Abstimmung von elektroakustischen Wandlern insbesondere enge Kanäle eine wesentliche Rolle spielen. Das ist darauf zurückzuführen, daß ein enger Kanal nicht nur einen induktiven Impedanzanteil aufweist, sondern auch einen nicht unerheb-

lich großen Anteil am Ohm'schen Widerstand hat. Die Entstehung vom letzterem ist auf die Strömungsverluste in engen Kanälen zurückzuführen.

[0013] Auf dieser Erkenntnis beruht die Herstellung einer sogenannten Reibungsspihle, die sowohl einen Ohm'schen als auch einen induktiven Anteil in ihrer Impedanz aufweist und in der AT 400 910 B beschrieben wird. Diese Druckschrift schlägt vor, zwei aus hartem Material angefertigte und mit kleinen Öffnungen am Rand versehene Plättchen mittels einer Schraube in der Mitte der Plättchen zu verbinden. Durch gezieltes Verdrehen der Plättchen gegeneinander ist es möglich, die Impedanz dieses Gebildes in axialer Richtung zu beeinflussen.

[0014] Eine andere bekannte Möglichkeit, die Impedanz zu verändern ist, die Plättchen nicht gegeneinander zu verdrehen, sondern den Abstand zwischen den Plättchen mit Hilfe der Zentralschraube zu verändern. Die Impedanzveränderung der dadurch entstandenen sogenannten Reibungsspihle wirkt sich hauptsächlich auf den Klang des Mikrofons oder des Kopfhörers aus. Das heißt, daß gleichzeitig nicht nur Frequenzverlauf, sondern auch die Richtcharakteristik des Mikrofons oder des Kopfhörers verändert wird. In jedem Fall, und unabhängig davon, ob die Abstimmungselemente der Kapsel während der Produktion veränderbar sind oder nicht, wird derzeit die akustische Abstimmung nur einmal, vor dem Zusammenbau der Kapsel, vorgenommen und bleibt während der ganzen Lebensdauer des akustischen Gerätes unverändert. Das ist der Umstand welcher von den Benutzern der Mikrofone bzw. Kopfhörer nur ungern akzeptiert wird.

[0015] Nicht nur der Klangcharakter des elektroakustischen Gerätes ist für seine zweckmäßige Anwendung ausschlaggebend. Auch seine Eigenschaften im Bezug auf die Übertragungsqualität sind wichtig. Sie sind hauptsächlich durch die Empfindlichkeit des elektroakustischen Wandlers bestimmt.

[0016] Weitere Zusammenhänge sind die folgenden: Neben schon beschriebenem Einfluß einer akustischen Impedanzspihle (Reibungsspihle) beeinflußt der Abstand zwischen Elektrode und Membrane die Kapselkapazität und dadurch die Empfindlichkeit der Kapsel. Die oben beschriebene Kapsel wird, durch ihren Einbau in ein Mikrofongehäuse, elektrisch am Eingang eines sich im Mikrofongehäuse befindlichen Verstärkers angeschlossen. Dadurch werden elektroakustische Übertragungseigenschaften des Mikrofons wesentlich von beiden Komponenten bestimmt. Das heißt, daß sowohl niedrigste, als auch höchste Schalldrücke, welche man ohne wesentliche Verschlechterung der Übertragungsqualität übertragen kann, von den Übertragungseigenschaften der Mikrofonkapsel und des Mikrofonverstärkers abhängig sind.

[0017] Die niedrigsten Schallintensitäten, die noch übertragen werden können, sind mit dem sogenannten Eigenrauschen des Mikrofons nach unten begrenzt. Es handelt sich dabei um thermisches Rauschen, welches

bei allen elektronischen Geräten vorkommt. Die stärksten noch zu übertragenden Schallintensitäten sind auf die begrenzte Spannungsversorgung des Mikrofonverstärkers zurückzuführen, da die Ausgangsspannung eines Verstärkers unmöglich höher werden kann als seine Versorgungsspannung.

[0018] Entwicklungsingenieure auf dem Gebiete der Elektroakustik sind stets bestrebt, elektroakustische Geräte so zu bauen, daß sie sowohl sehr leise als auch sehr laute Schallereignisse ohne wesentliche Qualitätsverluste übertragen. Um eine Mikrofonkapsel für noch kleinere Schalldrücke zu bauen, muß man sie so bauen, daß sie möglichst empfindlich gegenüber Schalldruckschwankungen ist. Das heißt ihr Übertragungsfaktor soll möglichst groß sein. Das erreicht man bei elektrostatischen Schallnehmern dadurch, daß der Abstand zwischen den Elektroden möglichst niedrig gehalten wird. Andererseits aber wird dadurch bei sehr hohen Schalldrücken die elektrische Spannung am Eingang des Verstärkers so hoch, daß die Ausgangsspannung des Verstärkers, sogar bei niedrigerem Schalldruck als bisher, die Höhe der Versorgungsspannung des Verstärkers als natürliche Verstärkungsgrenze erreicht. Das heißt, daß man im Bezug auf den minimalen und maximalen noch zu übertragenden Schalldruck, die sogenannte Dynamik, einen Kompromiß hinnehmen muß.

[0019] Wenn man aber weiß, daß in einer Aufnahmesituation nur mit leisen Schallereignissen zu rechnen ist, zum Beispiel die Pianopassage eines Konzerts, oder nur mit sehr lauten Schallereignissen, zum Beispiel Schlagzeugaufnahme, dann kann man durch geschickte Aufstellung des Mikrofons die beschriebenen Nachteile teilweise beheben. Das heißt bei leisen Schallquellen das Mikrofon näher zur Schallquelle aufzustellen und umgekehrt bei lauten Instrumenten das Mikrofon weiter von der Schallquelle zu entfernen. Es ist aber einleuchtend, daß das nur schwer und in äußerst seltenen Fällen möglich ist.

[0020] Einige Mikrofonhersteller helfen sich aus diesen Dilemma durch Einbau eines sogenannten Abschwächers: Zwischen der Kapsel und dem Verstärker wird ein Spannungsteiler nach Bedarf händisch eingeschaltet, so daß bei lauten Schallereignissen der Verstärker kein zu großes Kapselsignal erhält. Die Abschwächung des Mikrofonkapselsignals erfolgt bei elektrostatischen Mikrofonwandlern im hochohmigen Bereich, wodurch sich eine Reihe schaltungstechnischer Schwierigkeiten ergeben. Vor allem müssen für hochohmige Schaltungen geeignete Schalter eingesetzt werden. Das bedeutet, daß zur Anwendung nur spezielle und daher teure Schalter in Frage kommen. Da es sich bei genanntem Beispiel um eine auf elektrostatischem Prinzip arbeitende Mikrofonkapsel handelt, welche als ein Kondensator in elektrischer Schaltung des Mikrofons dargestellt wird, muß man mit sogenannten kapazitiven Spannungsteilern arbeiten. Sie werden mit Hilfe von elektrischen Kondensatoren realisiert und ermöglichen die gewünschte Signalabschwächung in einem breiten Be-

reich. Es ist aber leider so, daß der Klirrfaktor (Verzerrungen des Ausgangssignals) dann hörbar ansteigt, wenn ein kapazitiver Abschwächer bei derartigen Kapseln verwendet wird. Deshalb werden solche Mikrofone für hochwertige Anwendungen gemieden.

[0021] Es besteht somit ein großer Bedarf an Wandlern bzw. Kapseln, deren elektroakustische Eigenschaften nach ihrer Herstellung noch gezielt und einfach, bevorzugt anlässlich des Einbaues der Kapsel in ein Gehäuse, geändert werden können. Selbstverständlich sind die Benutzer von elektroakustischen Geräten daran interessiert, die akustischen Eigenschaften an die jeweilige Anwendung anpassen zu können.

[0022] Erfindungsgemäß werden diese Ziele mit einem elektroakustischen Gerät der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das Gerät eine regelbare Spannungsquelle umfasst und die Mikrofonkapsel elektrostriktive oder magnetostruktive Elemente, bevorzugt piezoelektrische Bauteile, aufweist, die über eine zweite Kontaktierung mit der regelbaren Spannungsquelle zum Anlegen einer elektrischen Spannung an die elektrostriktiven oder magnetostruktiven Elemente in Verbindung stehen und dass die Abmessungsänderungen der elektrostriktiven bzw. magnetostruktiven Elemente Änderungen in der inneren Geometrie der Mikrofonkapsel nach sich ziehen.

[0023] Unter "Änderung in der inneren Geometrie" wird in der Beschreibung und den Ansprüchen sowohl die Änderung des Abstandes zwischen Elektrode und Membran eines elektrostatischen Wandlers als auch die Änderung des Abstandes von Bauteilen der Kapsel zueinander, wie beispielsweise bei einer der oben erwähnten Reibungsspillen, oder auch des Öffnens bzw. Schließens oder Änderns der Größe einer Öffnung od. dergl. verstanden

[0024] Unter "elektrostriktiven oder magnetostruktiven Elementen" werden in der Beschreibung und den Ansprüchen alle Bauteile verstanden, die beim Anlegen einer elektrischen Spannung eine charakteristische Körperabmessung in einem von der angelegten Spannung abhängigen Maß reversibel ändern. Beispiele sind neben den genannten piezoelektrischen Bauteilen, die durch Anlegen einer Spannung ihre geometrischen Abmessungen reversibel verändern, auch magnetostruktive Elemente, die ihre geometrischen Abmessungen durch Wirkung eines Magnetfeldes reversibel verändern.

[0025] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

die Fig. 1 einen elektrostatischen Wandler gemäß dem Stand der Technik,

die Fig. 2 eine Gegenüberstellung der elektroakustischen Analogie,

die Fig. 3 eine vorbekannte Reibungspille in schematischer Seitenansicht,

die Fig. 4 eine erfindungsgemäße elektroakustische Reibungspille,

die Fig. 5 einen erfindungsgemäß ausgebildeten

Wandler und die Fig. 6, 7 und 8 Details.

[0026] Die Fig. 1 zeigt als Beispiel eine auf dem elektrostatischen Prinzip arbeitende schallaufnehmende Kapsel zum Einbau in ein Mikrofon. Es hängen die akustischen Eigenschaften des Mikrofons im wesentlichen vom Abstand zwischen der Membrane 1 und der Elektrode 2 und von der Ausgestaltung der akustischen Abstimmungselemente 3 (Größe des hinteren Volumens, Reibung in der hinteren Schalleintrittsöffnung, Größe und Anzahl der Öffnungen in der Elektrode 2) der Kapsel ab. Wenn die geometrischen Parameter zwischen der beweglichen und dem Schallfeld ausgesetzten Elektrode, der Membrane und der unbeweglichen Elektrode 2 festgelegt sind, und wenn auch die akustischen Abstimmungsparameter 3 im Inneren der Kapsel (enge Kanäle, geschlossene Volumina und nur teilweise luftdurchlässige Bereiche) berechnet und mechanisch ausgeführt sind, dann ist die Richtcharakteristik, die Empfindlichkeit, der Frequenzgang ebenfalls festgelegt und unveränderlich. Durch das (nicht dargestellte) Mikrofongehäuse werden die "Randbedingungen" für die gezeigte Kapsel festgelegt, bei deren Änderung sind die entsprechenden Abstimmungsparameter 3 im Inneren der Kapsel nicht mehr in der Lage, das gewünschte Übertragungsverhalten zu gewährleisten.

[0027] Die Fig. 2 zeigt die einander entsprechenden Elemente des Elektroakustischen Analogons, auf der linken Seite die akustischen Elemente, auf der rechten die entsprechenden elektrischen: Enge und lange Kanäle 31 im akustischen Bereich entsprechen einer Spule 32 im elektrischen Bereich, geschlossene Volumina 33 im akustischen Bereich entsprechen einem Kondensator 34 im elektrischen Bereich und mit porösem und nur teilweise luftdurchlässigem Material abgedeckte Bohrungen 35 im akustischen Bereich entsprechen einem Ohm'schen Widerstand 36 im elektrischen Bereich.

[0028] Die Fig. 3 zeigt eine Reibungspille gemäß der oben zitierten AT-B: Zwei aus hartem Material angefertigte und am Rand mit kleinen Öffnungen 39, 40 versehene Plättchen 36, 37 sind mittels einer Schraube 38 in ihrer Mitte verbunden. Durch gezieltes Verdrehen der Plättchen 36, 37 gegeneinander ist es möglich, die akustische Impedanz dieses Gebildes in axialer Richtung zu beeinflussen, da ja durch das Verdrehen die Länge der Wege geändert wird.

[0029] Die Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung einer elektroakustischen Reibungspille. Sie besteht aus zwei am Rand mit kleinen Öffnungen 8 versehenen Plättchen 6, 7 aus piezoelektrischem Material. Die elektrische Kontaktierung der Plättchen 6 und 7 erfolgt über eine beliebige der vorbekannten Arten der Kontaktierung 4. Die Plättchen sind auf der oberen und unteren Seite metallisiert und elektrisch in Serie geschaltet. Durch Anschließen an eine Gleichstromspannungsquelle dehnen sie sich so aus, daß die Höhe des Abstands 5 zwischen den Plättchen 6, 7 verringert wird.

[0030] Die Veränderung der an die Plättchen angeschlossenen Spannung bewirkt durch die Veränderung des Abstands 5 zwischen den Plättchen 6, 7 eine Veränderung der akustischen Impedanz in axialer Richtung. Aufgrund dessen ist es möglich; den Klang des Mikrofons oder des Kopfhörers, in den diese Reibungsspielle eingebaut ist, von außen zu beeinflussen, ohne dabei die Mikrofon- oder Kopfhörerkapsel oder das Mikrofon beziehungsweise Kopfhörer zerlegen oder auch nur ausbauen zu müssen.

[0031] Es ist auch möglich, eines der beiden Plättchen 6 bzw. 7 durch ein aus konventionellem Material, zum Beispiel aus Kunststoff oder Metall, hergestelltes Plättchen zu ersetzen. Dadurch trägt nur ein Plättchen zur Verringerung des Plättchenabstands bei. Die Plättchen müssen nicht kreisförmig ausgeführt werden, auch alle anderen geometrischen Ausführungen von rechteckig bis oval sind denkbar. Sie müssen aber mindestens je eine Öffnung 8 am Rand oder im Inneren für den Luft- bzw. Schalldurchgang aufweisen. Der Anfangsabstand der Plättchen 6, 7 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel durch eine kleine Stufe 9 am Rand des Plättchens 7 bestimmt. Statt der Stufe 9 kann auch ein Distanzring verwendet werden. Durch Verpolung der Polarisationsspannung ist es möglich, den Abstand zwischen den Plättchen sowohl zu verringern (im radialen Abstand von der Stufe 9), als auch zu vergrößern.

[0032] Die Fig. 5 zeigt die erfindungsgemäße Anwendung einer aus piezoelektrischem Material hergestellten Elektrode, die bei elektrostatischen Mikrofonkapseln verwendet werden kann. Der Unterschied zur Fig. 1, die eine konventionelle elektrostatische Mikrofonkapsel zeigt, liegt bei der Elektrode 12. Sie hat jetzt eine zweite Rolle bekommen und ist nicht nur über die elektrische Kontaktierung als eine der beiden Kondensatorelektroden des elektroakustischen Wandlers an den Mikrofonverstärker angeschlossen, sondern ist über eine zweite Kontaktierung 14 auch an einen zweiten elektrischen Kreis angeschlossen. Dadurch ist es möglich, die Elektrode 12 durch Anlegen einer Steuerspannung an der Kontaktierung 14 in ihrer Dicke und damit auch den Abstand zwischen Elektrode 12 und Membran 1 zu verändern. Es ist selbstverständlich auch möglich, die Piezoelemente im Bereich des Halteringes 15 für die Membran anzuordnen und so den Abstand zwischen Membran und Elektrode direkt und nicht über den Umweg der Änderung der Dicke der Elektrode 12 zu ändern.

[0033] Besonders vorteilhaft ist dabei die Beeinflussung der Empfindlichkeit des Mikrofons auf diese Weise. Man kann dann auf die weiter oben besprochenen externen Abschwächungskondensatoren verzichten und statt dessen direkt den Abstand zwischen Membran und Elektrode verändern. Dabei entspricht eine, durch das Anlegen einer Kontrollspannung an die Elektrode bewirkte Verkleinerung des Abstands zwischen den Elektroden 11, 14 des Wandlers eine Erhöhung der Kapselempfindlichkeit. Da mit der Verkleinerung des Abstandes zwischen Membran und Elektrode auch die Kapazität der

Kapsel vergrößert wird, erzielt man den Vorteil, das die auf empfindlich eingestellte Kapsel automatisch auch eine große Kapazität aufweist. Da das Rauschen eines C-Mikrofons umso kleiner ist, je größer seine Kapselkapazität ist, ermöglicht es die Erfindung, hochempfindliche und rauscharme Mikrofone zu bauen, die dennoch einen weiten Dynamikbereich besitzen, weil ja für die Aufnahme von lauten Schallereignissen die Kapsel auf unempfindlich (große Distanz zwischen der Elektrode und der Membran) geschaltet werden kann.

[0034] Um besser reproduzierbare Ergebnisse zu liefern, kann im Mikrofon jeweils die Kapselkapazität als Meßgröße für eine Regelschleife herangezogen werden. Damit können aber auch Fertigungstoleranzen und Temperatureinflüsse, die sich auf den Abstand zwischen Elektroden negativ auswirken, auf einfache und zuverlässige Weise ausgeglichen werden. Die Schaffung einer entsprechenden Elektronik stellt für den Fachmann auf dem Gebiete der Abstimmung von Mikrofonen in Kenntnis der Erfindung kein Problem dar.

[0035] Da die piezoelektrischen Plättchen in beiden Anwendungsbeispielen elektrisch gesehen hochohmig sind, fließt durch sie kein merklicher Strom, was sich am gesamten Stromverbrauch des elektroakustischen Gerätes positiv auswirkt. Aus elektrischer Sichtweise sind die beschriebenen Plättchen als die Platten eines Kondensators anzusehen, was wiederum bedeutet, daß es nur einen kurzen Ladestrom im elektrischen Steuerungskreis gibt, und zwar nur so lange bis sich der Kondensator bis auf die angeschlossene Spannung aufgeladen hat (einige Millisekunden). Aus dem oben beschriebenen Grund (kein Stromfluß) kann man die Spannung, an die die Plättchen angeschlossen sind, als Polarisationsspannung bezeichnen.

[0036] Die Größe der Polarisationsspannung kann man entweder kontinuierlich, oder in vorgegebenen Stufen verändern. Die Spannungsquelle selbst ist eine Gleichstromspannungsquelle und ihre Spannung kann je nach Bedarf bis zu einigen 100 V betragen. Da die Spannungsquelle keine nennenswerte Stromintensität liefern muß, ist es auch möglich, auf alle Stromschutzmaßnahmen (Strombegrenzung) zu verzichten. Die Spannung kann entweder aus der Stromversorgung des Gerätes gewonnen werden (Phantomspeisung bei Kondensatormikrofonen), oder auch aus einer am Gerät angeschlossenen Regelspannung.

[0037] Es wird die Verwendung von piezoelektrischen Elementen, die einen besonders großen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, selbstverständlich bevorzugt. Damit ist es möglich, einzelne elektroakustische Elemente einzeln zu beeinflussen. So können im Bereich der Kapsel bzw. der Reibungsspielle durch die Anregung mit Steuerspannung Kanäle 16 in einem Bauteil 19 einzeln durch ein piezoelektrisch reagierendes Plättchen 21 geöffnet oder geschlossen werden, wie in der Fig. 6 dargestellt ist. Es ist so auch möglich, die Größe eines akustisch bedeutsamen Volumens 17 durch Parallelschaltung zu einem anderen Volumen 18 zu vergrößern wie

es die Fig. 7 zeigt. Es können auch ganze Reibungsspillen, die beispielsweise in Schalldurchtrittsöffnungen 35 angeordnet sind, mechanisch verschoben oder "zugedeckt" werden, wie aus der Fig. 8 ersichtlich. Dabei ist jeweils mit 21 ein aus piezoelektrischem Material hergestelltes, und auf die oben beschriebene Art mit einer Steuerspannung betriebenes Plättchen gekennzeichnet ist. Ein so mit Steuerspannung angeregtes Plättchen 21 öffnet oder schließt die für die akustische Abstimmung der im Detail nicht dargestellten Kapsel vorgesehenen Elemente.

[0038] Eine dynamische Anpassung eines elektroakustischen Wandlers bzw. Kapsel, der auf dem elektrostatischen Prinzip beruht und als Mikrofon arbeitet, ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Hauptschallquelle und dem Mikrofon ein den Schallpegel bestimmender Schallnehmer angeordnet ist, dessen Meßwert zur Regelung der Spannung für das elektrostriktive bzw. magnetostriktive Element herangezogen wird. Durch die schnelle Datenverarbeitung und die schnelle Anpassung piezoelektrischer Bauteile kann so während einer Aufnahme die Empfindlichkeit des Mikrofons in Abhängigkeit vom aktuellen Schallpegel an diesen angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Elektroakustisches Gerät mit einer Mikrofonkapsel, die eine Elektrode (12) und eine Membran (11) aufweist, und einem Mikrofonverstärker, wobei die Elektrode (12) und die Membran (11) über eine elektrische Kontaktierung mit dem Mikrofonverstärker verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gerät eine regelbare Spannungsquelle umfasst und die Mikrofonkapsel elektrostriktive oder magnetostriktive Elemente (6, 7; 12; 21), bevorzugt piezoelektrische Bauteile, aufweist, die über eine zweite Kontaktierung (4, 14) mit der regelbaren Spannungsquelle zum Anlegen einer elektrischen Spannung an die elektrostriktiven oder magnetostriktiven Elemente (6, 7; 12; 21) in Verbindung stehen und dass die Abmessungsänderungen der elektrostriktiven bzw. magnetostriktiven Elemente (6, 7; 12; 21) Änderungen in der inneren Geometrie der Mikrofonkapsel nach sich ziehen.
2. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (12) das elektrostriktive bzw. magnetostriktive Element ist.
3. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (11) mittels eines ringförmigen Abstandhalters (15) von der Elektrode (12) im Abstand gehalten wird, wobei der Abstandhalter das elektrostriktive bzw. magnetostriktive Element ist.
4. Elektroakustisches Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapselkapazität als Meßgröße für eine Regelschleife zur Bestimmung der Spannung für das elektrostriktive bzw. magnetostriktive Element (6, 7; 12; 21) herangezogen wird, um Fertigungstoleranzen und Temperatureinflüsse, die sich auf den Abstand zwischen der Elektrode (12) und der Membran (11) negativ auswirken, auszugleichen.
5. Elektroakustisches Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Hauptschallquelle und dem Mikrofon ein den Schallpegel bestimmender Schallnehmer angeordnet ist, dessen Meßwert zur Regelung der Spannung für das elektrostriktive bzw. magnetostriktive Element (6, 7; 12; 21) herangezogen wird.
6. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1 mit zumindest einem Schalleinlaß, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich eines Schalleinlasses eine elektroakustische Reibungsspihle angeordnet ist, die aus zwei, bevorzugt am Rand mit kleinen Öffnungen (8) versehenen Plättchen (6, 7) aus elektrostriktiven oder magnetostriktiven, bevorzugt aus piezoelektrischem, Material besteht, dass die Plättchen (6, 7) auf ihrer oberen und unteren Seite metallisiert sind und über eine elektrische Kontaktierung (4) verfügen, und dass sie elektrisch in Serie geschaltet sind.
7. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrostriktiven bzw. magnetostriktiven Elemente (21) in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Geometrie eine Schalldurchtrittsöffnung (35) freigeben bzw. abdecken.
8. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrostriktiven bzw. magnetostriktiven Elemente in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Geometrie einen ersten Hohlraum (17) mit einem zweiten Hohlraum (18) verbinden bzw. von ihm trennen.
9. Elektroakustisches Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrostriktiven bzw. magnetostriktiven Elemente (21) in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Geometrie einen Kanal (16) eines Bauteiles (19) freigeben bzw. abdecken.

Claims

1. An electroacoustic appliance with a microphone capsule which has an electrode (12) and a diaphragm (11), and with a microphone amplifier, wherein the electrode (12) and the diaphragm (11) are connected via an electrical contact with the microphone ampli-

fier, **characterised in that** the appliance comprises an adjustable power supply and the microphone capsule has electrostrictive or magnetostrictive elements (6,7;12;21), preferably piezoelectric components, which via a second contact (4,14) are connected to the adjustable power supply for applying an electrical voltage to the electrostrictive or magnetostrictive elements (6,7;12;21), and **in that** the variations in the dimensions of the electrostrictive or magnetostrictive elements (6, 7; 12; 21) bring about variations in the internal geometry of the microphone capsule.

2. An electroacoustic appliance according to Claim 1, **characterised in that** the electrode (12) is the electrostrictive or magnetostrictive element.
3. An electroacoustic appliance according to Claim 1, **characterised in that** the diaphragm (11) is maintained at a distance from the electrode (12) by means of an annular spacer (15), wherein the spacer is the electrostrictive or magnetostrictive element.
4. An electroacoustic appliance according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the capsule capacitance is used as a measured value for a control loop for determining the voltage for the electrostrictive or magnetostrictive element (6,7;12;21) so as to compensate for production tolerances and temperature influences which have an adverse effect on the spacing between the electrode (12) and the diaphragm (11).
5. An electroacoustic appliance according to any one of Claims 1 to 3, **characterised in that** a sound receiver is disposed between the main sound source and the microphone, which sound receiver determines the sound level and the measured value of which is used to control the voltage for the electrostrictive or magnetostrictive element (6,7;12;21).
6. An electroacoustic appliance according to Claim 1 with at least one sound inlet, **characterised in that** an electro-acoustic friction pellet is disposed in the vicinity of a sound inlet and comprises two plates (6,7) of electrostrictive or magneto-strictive material, preferably of piezoelectric material, which plates are preferably provided with small openings at the edge, **in that** the plates (6,7) are metallised on their upper and lower sides and are provided with an electrical contact (4), and **in that** they are electrically connected in series.
7. An electroacoustic appliance according to Claim 1, **characterised in that** the electrostrictive or magnetostrictive elements (21) open or cover a sound transmission opening (35) as a function of their respective geometry.

8. An electroacoustic appliance according to Claim 1, **characterised in that** the electrostrictive or magnetostrictive elements connect or separate a first hollow space (17) to or from a second hollow space (18) as a function of their respective geometry.
9. An electroacoustic appliance according to Claim 1, **characterised in that** the electrostrictive or magnetostrictive elements (21) open or cover a channel (16) of a component (19) as a function of their respective geometry.

Revendications

1. Appareil électroacoustique comportant une capsule de microphone, qui présente une électrode (12) et une membrane (11), et un amplificateur de microphone, dans lequel l'électrode (12) et la membrane (11) sont reliés à l'amplificateur de microphone par l'intermédiaire d'un contact électrique, **caractérisé en ce que** l'appareil comprend une source de tension pouvant être réglée et la capsule de microphone présente des éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs (6, 7 ; 12 ; 21), de préférence des composants piézo-électriques, qui sont reliés par l'intermédiaire d'un second contact (4, 14) à la source de tension pouvant être réglée pour l'application d'une tension électrique aux éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs (6, 7 ; 12 ; 21) et **en ce que** les changements de dimension des éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs (6, 7 ; 12 ; 21) provoquent des changements dans la géométrie interne de la capsule de microphone.
2. Appareil électroacoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'électrode (12) est l'élément électrostrictif ou magnétostrictif.
3. Appareil électroacoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la membrane (11) est maintenue à distance de l'électrode (12) au moyen d'un élément d'écartement annulaire (15), où l'élément d'écartement est l'élément électrostrictif ou magnétostrictif.
4. Appareil électroacoustique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la capacité de la capsule est dégagée en tant que grandeur à mesurer pour une boucle de réglage en vue de la détermination de la tension pour l'élément électrostrictif ou magnétostrictif (6, 7 ; 12 ; 21), afin de compenser les tolérances de fabrication et les influences de température, qui agissent négativement sur la distance entre l'électrode (12) et la membrane (11).
5. Appareil électroacoustique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**entre la source

de son principale et le microphone est disposé un capteur acoustique déterminant un niveau sonore, dont la valeur à mesurer est dégagée pour le réglage de la tension pour l'élément électrostrictif ou magnétostrictifs (6, 7; 12; 21).

5

6. Appareil électroacoustique selon la revendication 1 comportant au moins une entrée de son, **caractérisé en ce que** dans la zone de l'entrée de son est disposée une pastille de frottement électrostatique, qui est constituée de deux plaquettes (6, 7) en matériau électrostrictif ou magnétostrictif, de préférence piézo-électrique, munies de petits orifices (8) à la périphérie, **en ce que** les plaquettes (6, 7) sont métallisées sur leurs côtés supérieur et inférieur et disposent d'un contact électrique (4), et **en ce qu'**elles sont montées électriquement en série.
7. Appareil électroacoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs (21) libèrent ou recouvrent une ouverture de passage de son (35) en fonction de leur géométrie respective.
8. Appareil électroacoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs relient une première cavité (17) à une seconde cavité (18) ou les séparent en fonction de leur géométrie respective.
9. Appareil électroacoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments électrostrictifs ou magnétostrictifs (21) libèrent ou recouvrent un canal (16) d'un composant (19) en fonction de leur géométrie respective.

10

15

20

25

30

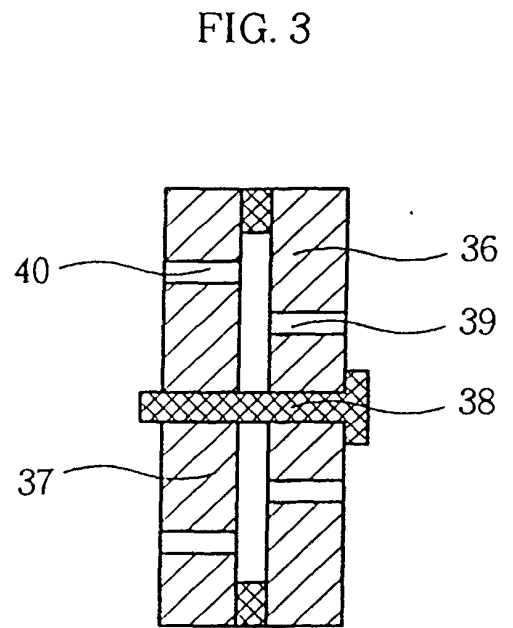
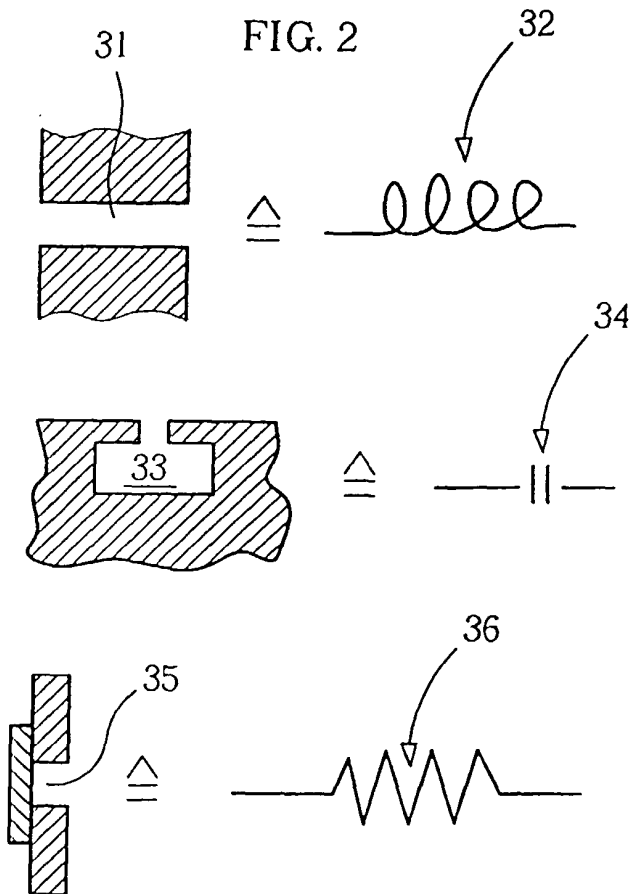
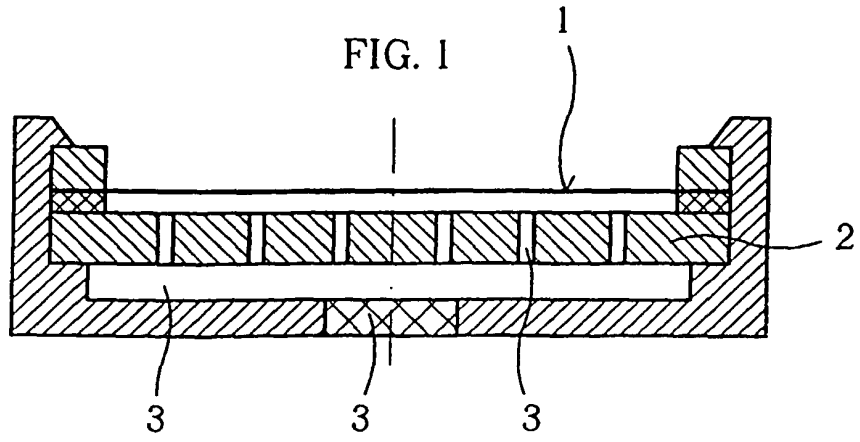
35

40

45

50

55



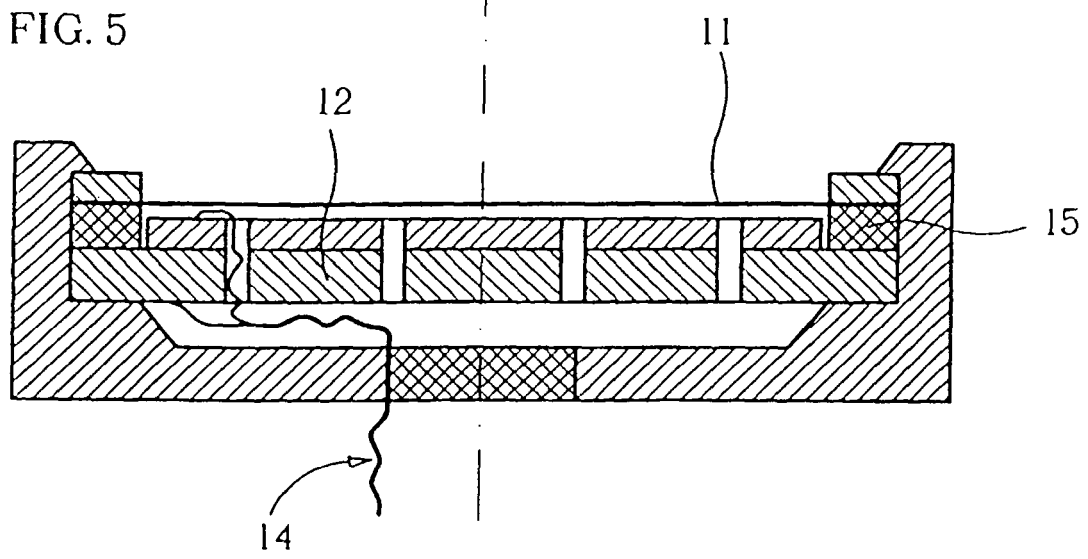
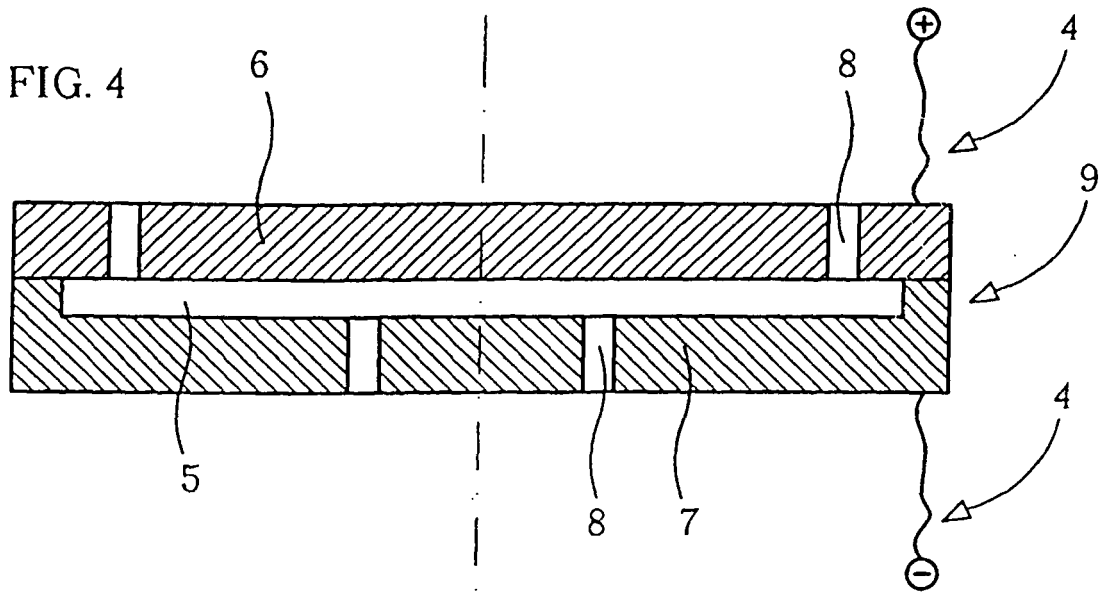


FIG. 6

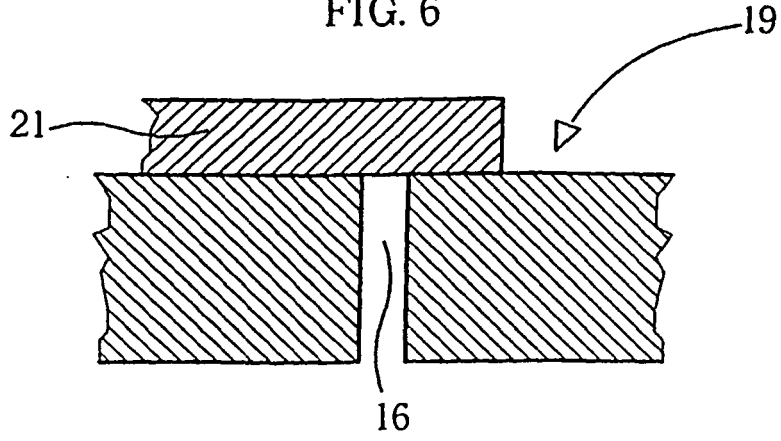


FIG. 7

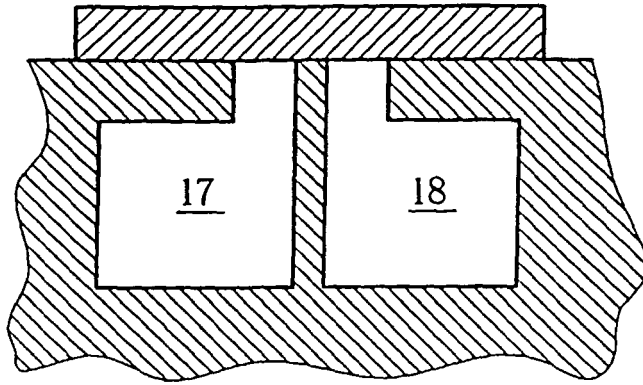
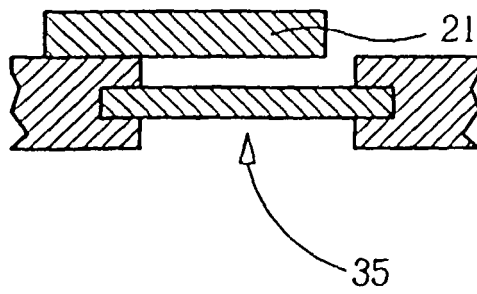


FIG. 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 57111200 A [0004]
- DE 4342169 A1 [0005]
- AT 400910 B [0013]