

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 253 802 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**30.10.2002 Patentblatt 2002/44**

(51) Int Cl.7: **H04R 1/22**

(21) Anmeldenummer: **02450062.1**

(22) Anmeldetag: **15.03.2002**

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

(72) Erfinder: **Pavlovic, Gino Dipl.-Ing.**  
**1200 Wien (AT)**

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

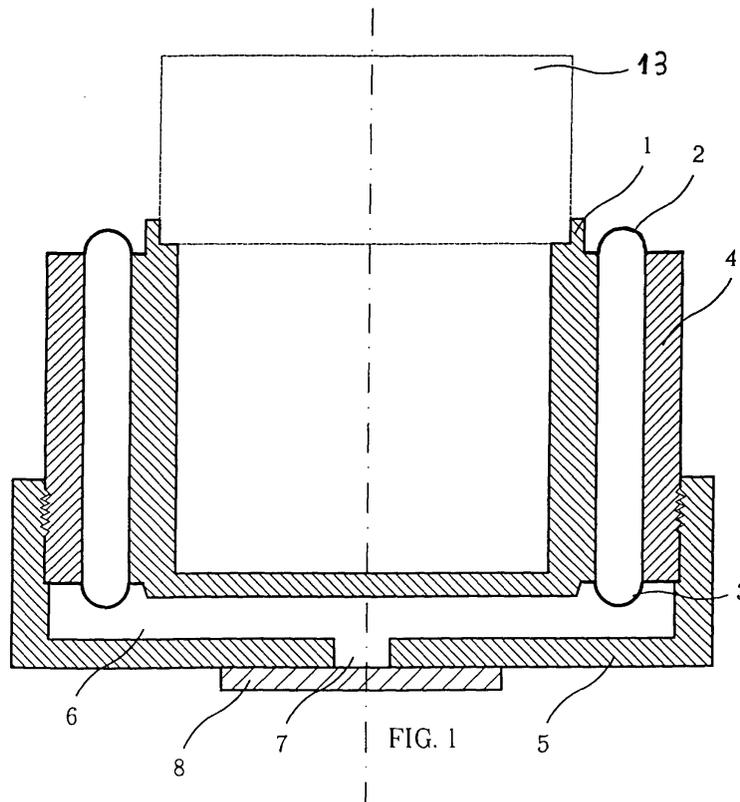
(30) Priorität: **24.04.2001 AT 6582001**

(71) Anmelder: **AKG Acoustics GmbH  
1230 Wien (AT)**

(54) **Mikrofonkapsellagerung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Lagerung für eine Mikrofonkapsel, bei der die Mikrofonkapsel (1) mittels zweier Ringmembranen (2, 3) elastisch in einem Mikrofongehäuse gelagert ist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (1) mittels der Ringmembranen (2, 3) mit einer Lagerdose (4) verbunden ist und daß ein Deckel (5) mit der Lagerdose (4) zumindest im

wesentlichen luftdicht verbunden ist, sodaß ein geschlossenes Volumen (6) aus der unteren Membrane (3), dem Deckel (5) und der Kapsel (1) gebildet wird und daß nur eine kleine Öffnung (7) dieses geschlossene Volumen (6) mit der Umgebung verbindet, und daß die Lagerdose (4) und/oder der Deckel (5) mit dem Mikrofongehäuse verbunden ist.



**EP 1 253 802 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Mikrofonkapsellagerung, die ins Mikrofongehäuse eingebaut ist und als elastische Aufhängung der ins Mikrofon eingebauten Mikrofonkapsel dient.

**[0002]** Bei allen Mikrofonen, unabhängig von der Arbeitsweise der Mikrofonkapsel (im folgenden meist kurz Kapsel genannt), ist es notwendig die Kapsel einerseits mechanisch mit dem Mikrofongehäuse zu verbinden, aber andererseits von den Griffgeräuschen akustisch zu isolieren und zu trennen. Um diese zwei gegensätzlichen Aufgaben zu lösen, sind aus dem Stand der Technik sogenannte elastische Gummilagerungen bekannt. Es handelt sich dabei um ein aus elastischem Gummi oder einem gummiartigen Material hergestelltes kragenförmiges oder spinnenförmiges Gebilde, in das die Kapsel eingebettet ist und das in das Innere des Mikrofongehäuses eingeklebt, eingeklemmt oder auf andere Art dauerhaft oder trennbar mit dem Mikrofongehäuse verbunden ist.

**[0003]** Da es sich bei jeder Mikrofonkapsel um einen Schalldruckwandler handelt, ist man mit einem grundlegendem Problem konfrontiert: Die Mikrofonkapsel kann nicht zwischen Nutzschaall und unerwünschten Rüttelbewegungen der Mikrofonkapsel unterscheiden. Beide Arten der Anregung haben gleiche Auswirkung: Die Membrane der Mikrofonkapsel bewegt sich, und das führt folgerichtig zu einem elektrischen Signal am Mikrofonausgang. Es ist klar, daß ein elektrisches Signal, welches aufgrund des Rüttelns des Mikrofons entstanden ist, nicht erwünscht ist. Mikrofonhersteller sind deshalb bestrebt, die Rüttel- oder Griffgeräusche durch konstruktive Maßnahmen möglichst klein zu halten.

**[0004]** Das mechanische System: Mikrofonkapsel und elastische Aufhängung oder elastische Lagerung kann man als ein Masse-Feder-System betrachten. Bei der mechanischen Analyse von solchen Systemen kommt man auf die Differentialgleichung, deren Lösungen eine vollständige Beschreibung des mechanischen Systems darstellt. Da, rein formal betrachtet, die erwähnte Differentialgleichung des mechanischen Schwingkreises (Masse-Feder-Dämpfung) vollständig einer Differentialgleichung des elektrischen Schwingkreises (Induktivität-Kapazität-Widerstand) entspricht, kann man mit Hilfe von Analogierechnungen eine Analyse in elektrischer Domäne durchführen.

**[0005]** Dabei entspricht die Masse (m) der Induktivität (L), die Feder (c) der Kapazität (C) und die Dämpfung (k) dem Ohm'schen Widerstand (R).

**[0006]** Da mathematische Werkzeuge für die Elektrotechnik einfacher zu bedienen sind (Rechnung mit komplexen Impedanzen), kommt man auf diesem Weg schneller zum Ergebnis als bei Lösung der mechanischen Grundgleichungen. Danach werden die Ergebnisse aus der elektrischen Domäne in die mechanische transformiert, und die Bewegung der Mikrofonkapsel ist damit sowohl in der Zeit als auch über die Frequenz voll-

ständig beschrieben.

**[0007]** Bei der Beantwortung der Frage: Wie soll das Masse-Feder-System abgestimmt werden, damit das Mikrofon weniger empfindlich auf Rüttel- oder Griffgeräusche reagiert, muß man zuerst die Frage betreffend die Grenzen des Übertragungsbereiches des Mikrofons beantworten. Mikrofone werden für verschiedene Anwendungszwecke gebaut und in Abhängigkeit davon wird sowohl die untere als auch die obere Frequenzgrenze von Fall zu Fall unterschiedlich gewählt. Generell kann gesagt werden, daß hochqualitative Mikrofone einen breiteren Frequenzbereich, sowohl in Richtung niedrigerer als auch in Richtung höherer Frequenzen, aufweisen als Mikrofone mit geringerem Qualitätsanspruch. Da sich die Anregung der Mikrofonkapsel durch Rüttel- oder Griffgeräusche im niederfrequenten Bereich abspielt, spielt für das Verhalten eines Mikrofons im Bezug auf die von ihm übertragenen Störanregungen seine untere Frequenzgrenze eine wesentliche Rolle.

**[0008]** Anders ausgedrückt: Wenn der Frequenzverlauf eines Mikrofons bis zu den tiefsten noch vom menschlichen Ohr wahrnehmbaren Frequenzen reicht, dann wird sein Verhalten gegenüber Rüttel- oder Griffgeräuschen wesentlich empfindlicher sein als bei einem Mikrofon dessen niedrigste noch zu übertragende Frequenzgrenze höher abgestimmt ist.

**[0009]** Es ist somit möglich, ein Mikrofon gegenüber Rüttel- und Griffgeräuschen dadurch unempfindlicher zu machen, daß seine untere Grenzfrequenz höher abgestimmt wird. Allerdings büßen so abgestimmte Mikrofonkapseln und Mikrofone etwas von ihrer Audioqualität ein.

**[0010]** Einige Mikrofonhersteller bauen zusätzliche elektrische Filter ins Mikrofon ein. Das sind sogenannte Trittschallfilter, die dann eingeschaltet werden sollen, wenn das Mikrofon auf einem Bühnenmikrofonstativ befestigt ist, und Störgeräusche, beispielsweise Trittschall, vom Bühnenboden zu erwarten sind. Das elektrische Filter ist dabei so abgestimmt, daß tiefe Frequenzen elektrisch abgeschnitten werden. Da auch ein elektrisches Filter nicht zwischen Nutz- und Störsignal unterscheiden kann, wird bei eingeschaltetem Trittschallfilter ungewollt auch Nutzschaall gemäß der Filterkennlinie frequenzabhängig abgeschwächt. Vereinfacht gesagt: Das gute Mikrofon wird dadurch zum minderwertigem Mikrofon degradiert.

**[0011]** Die Entwicklungstendenz im Stand der Technik ist folgende: Es wird angestrebt, den Übertragungsbereich der Mikrofonkapsel im unteren Frequenzbereich nicht einzugrenzen und zu diesem Zweck die elastische Lagerung der Mikrofonkapsel so abzustimmen, daß die mechanische Resonanzfrequenz des Systems Kapsel-Lagerung so niedrig abgestimmt ist, daß sie außerhalb des zu übertragenden Frequenzbereiches fällt. Bei einem Mikrofon mit einer unteren Frequenzgrenze von 200 Hz ist das leicht möglich, aber bei qualitativ höherstehenden Mikrofonen mit einer unteren Frequenzgrenze von 20 Hz ist das wesentlich schwieriger.

**[0012]** Wie aus der oben erwähnten Analyse der Differentialgleichungen allgemein bekannt, kommt es in der unmittelbaren Nähe der mechanischen Resonanzfrequenz eines mechanischen Schwingensystems zu Amplituden, die wesentlich größer sein können als die Amplitude des Erregersignals selbst. Um diese unerwünschte Amplitudenvergrößerung zu verringern, verwendet man für die Lagerung Gummi oder gummiartige Materialien, die ein hohes Maß an innerer Dämpfung aufweisen. Diese Materialien wandeln die von Außen, durch Rütteln am Mikrofongehäuse, zugeführte mechanische Energie in Wärme um.

**[0013]** Die verwendeten Materialien erfüllen ihren Zweck in unproblematischer Umgebung zufriedenstellend, doch kommt es trotz des Aufwandes zu einer Reihe von Problemen: Materialien mit hoher Nachgiebigkeit werden durch verschiedene chemische und mechanische Additive hochdämpfend abgestimmt. Dies bringt es aber mit sich, dass das Material eine hohe Temperaturabhängigkeit seiner mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Elastizität) aufweist und damit auf unterschiedliche klimatische Verhältnisse stark reagiert. So verlieren zum Beispiel die bekannten Lagerungen hochwertiger Mikrofone schon bei Temperaturen knapp über 0°C ihre Elastizität fast vollständig, sie verhärten, was zu einer völlig unwirksamen Kapsellagerung führt.

**[0014]** Andererseits wird bereits bei Temperaturen um 40°C die Gummilagerung so weich, daß die Gefahr besteht, daß die Kapsel zufolge ihrer eigenen Masse so weit durchhängt, daß sie das Mikrofongehäuse an der Innenseite berührt, was ebenfalls zu einer völlig unwirksamen Kapsellagerung führt.

**[0015]** Aber nicht nur die niedrige Temperaturstabilität von Gummilagerungen stellt ein ernsthaftes Problem in der Anwendung dar, sondern auch ihre Alterung. Gummi wird von UV-Licht stark angegriffen und wird durch den unvermeidlichen Verlust (Verdampfen) von sogenannten Weichmachern (chemische Additive, die den Gummi weich machen sollen) spröde und brüchig.

**[0016]** Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gesetzt eine elastische Lagerung für Mikrofonkapseln zu schaffen, die diese und andere negative Eigenschaften der Lagerungen gemäß dem Stand der Technik nicht aufweist. Bevorzugt soll die Lagerung auch einfach an den jeweiligen Kapseltyp und das jeweilige Einsatzgebiet anpaßbar sein.

**[0017]** Die Erfindung löst diese Aufgabe, dadurch, dass sie die drei Elemente des mechanischen Schwingkreises, die Masse  $m$  der Kapsel, die Federung  $c$  der Lagerung und die Dämpfung  $k$  der Lagerung (in der elektrischen Entsprechung:  $R$ ,  $C$  und  $L$ ) als getrennte Elemente ausbildet. Bevorzugt wird geschieht dies folgendermaßen:

**[0018]** Die Kapsel ( $L$ ) wird mittels zweier Membranen befestigt. Die Membranen sind aus Materialien hergestellt, die keine oder eine nur sehr kleine innere Dämpfung aufweisen. Dadurch kann man sie als reine Federelemente ( $C$ ) ansehen und behandeln. Da die Membranen

im Gegensatz zum Stand der Technik keine innere Dämpfung aufweisen müssen (und auch nicht aufweisen sollen), steht für ihre Auswahl eine unvergleichlich größere Zahl von Materialien als beim Stand der Technik zur Verfügung.

**[0019]** Erfindungsgemäß wird auch das Dämpfungselement ( $R$ ) als ein eigenes Bauelement ausgebildet, was ebenfalls zu völlig neuen Möglichkeiten einer Lösung führt.

**[0020]** Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

die Fig. 1 eine erfindungsgemäße Kapsel im Schnitt,

die Fig. 2 den Frequenzverlauf einer erfindungsgemäßen Kapsel im Vergleich zu einer Kapsel gemäß dem Stand der Technik,

die Fig. 3 eine Weiterbildung der Erfindung und die Fig. 4 eine Variante der Fig. 3.

**[0021]** Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, ist erfindungsgemäß eine Mikrofonkapsel 1 mittels zweier Ringmembranen 2, 3 mit einer Lagerdose 4, bevorzugt durch Kleben, verbunden. Dabei ragt bevorzugt die Kapsel 1, wie mit den dünnen bzw. strichlierten Strichen angedeutet, über die obere Membrane 2, während die untere Membrane 3 im wesentlichen bündig mit der Unterseite der Kapsel abschließt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht der strichlierte Teil 13 der eigentlichen Kapsel, während der dick ausgezogene Teil ein zur akustischen Abstimmung notwendiges Volumen ist, dessen Wände mit der eigentlichen Kapsel unbeweglich verbunden sind, sodaß es im Sinne der vorliegenden Erfindung noch zur Kapsel gehört. Wenn ein derartiges Volumen nicht notwendig ist, kann es selbstverständlich entfallen. Am unteren Ende der Lagerdose 4 ist ein Deckel 5 aufgeschraubt, der zumindest im wesentlichen luftdicht auf der Lagerdose sitzt und mit zumindest einer kleinen Öffnung 7 versehen ist. Auf diese Weise bildet die untere Membrane 3 mit dem Deckel 5 ein geschlossenes Volumen 6 aus, das nur mittels der kleinen Öffnung 7 am Boden nach außen offen ist. Die Öffnung 7 ist bevorzugt mit einem die Luft halb (schlecht) durchlässigen Material 8 abgedeckt oder ausgefüllt.

**[0022]** Das Material 8 kann beispielsweise Filz, PU-Schaum, Vlies, ein Gewebe aus Kunststoff- oder Naturfasern oder auch ein Metallgewebe sein. Dabei muß unter Gewebe nicht ein klassisches, durch Weben entstandenes Gebilde verstanden werden, es kann sich auch um sogenanntes "non-woven-tissue" handeln.

**[0023]** Die Masse der Mikrofonkapsel 1 und die Federeigenschaften der Ringmembranen 2, 3 bilden einen mechanischen Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz, wie oben beschrieben, "gewählt" und durch die Wahl des Materials und der Abmessungen der Ringmembranen 2, 3 (und in Sonderfällen durch Beschwerden der Kapsel 1) abgestimmt wird. Als Material für die Membranen 2 und 3 kommt insbesondere PC-Folie,

Aluminium, Kupfer, Stahl oder Messing, jeweils in Form einer Folie und bevorzugt in einer Stärke von 0,01 mm bis 1 mm in Betracht.

**[0024]** Um die maximale Amplitude dieses mechanischen Schwingkreises zu begrenzen, ist es notwendig, ein mechanisches Dämpfungselement, in der Praxis ein Reibungselement, in den Schwingkreis einzuführen.

**[0025]** Diese Dämpfung wird durch die die Luft halb (eigentlich: schlecht) durchlassende Öffnung 7 samt porösem Material 8 erreicht. Bei jeder axial gerichteten mechanischen Anregung des Mikrofongehäuses und damit der Lagerdose 4 wird die Mikrofonkapsel 1 aus der Ruhelage gebracht und bewegt sich, je nach der Art und Richtung der Anregung, nach oben oder unten. Dadurch wird die Luft aus dem geschlossenen Volumen 6 durch die Öffnung 7 und das halb durchlässige Material 8 gedrückt (bzw. gesaugt), was wegen der Strömungseigenschaften dieser Passage mit merklicher mechanischer Reibung verbunden ist, die die Bewegung der durchströmenden Luft und damit die Bewegung der Kapsel 1 dämpft.

**[0026]** Die Montage dieses Ensembles im jeweiligen Gerät oder Gehäuse erfolgt entweder über die Lagerdose 4 oder den Deckel 5, jedenfalls aber so, dass die Bewegungen der Mikrofonkapsel 1 nicht behindert werden.

**[0027]** Die Fig. 2 zeigt Beispiele für den erfindungsgemäß erzielbaren Verlauf der Amplitude über der Frequenz mit unterschiedlichen Dämpfungskonstanten (R), wie sie beispielsweise durch unterschiedliche Materialien 8 und/oder unterschiedliche Abmessungen des Loches 7 erreicht werden können. Die Kurve R zeigt das Schwingungsverhalten bei kleiner Reibung und die Kurve G bei im Vergleich dazu größerer Reibung. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß man durch Veränderung des Reibungswertes das Schwingungsverhalten in einem sehr großen Ausmaß verändern kann, ohne dabei die Resonanzfrequenz des mechanischen Systems wesentlich zu ändern.

**[0028]** Die Tatsache, daß man die Abstimmung der Reibung unabhängig von der Abstimmung der Federkraft vornehmen kann, stellt eine außerordentlich große Verbesserung der Lagerung der Mikrofonkapsel dar, da man keinerlei Kompromisse mehr bei der Auswahl des Materials der Membranen machen muß, und umgekehrt auch, daß man den für die Abstimmung der Lagerung notwendigen Reibungswert wählen kann, ohne daß man dabei die Federcharakteristik der Lagerung ungewollt verändert.

**[0029]** Die Fig. 3 zeigt eine andere mögliche Ausführungsart des Reibungselements. Dabei handelt es um eine Variante, die es ermöglicht, gewünschte Veränderungen des Reibungswertes leicht und einfach vorzunehmen. Um dies zu erreichen, ist im gezeigten Ausführungsbeispiel der Deckel 5 auf seiner der Kapsel abgewandten Seite mit einer Lochscheibe 9 versehen, die zumindest ein Durchgangsloch 10 aufweist. Zwischen der Bodenfläche des Deckels 5 und der Lochscheibe 9

befindet sich ein die Luft schlecht durchlässiges Material 8, das bei diesem Ausführungsbeispiel nicht nur die Öffnung 7 im Deckel 5 verschließt bzw. abdeckt, sondern im wesentlichen die gesamte Fläche zwischen dem Deckel 5 und der Lochscheibe 9 einnimmt. Die Lochscheibe 9 ist mit dem Deckel 5 verschraubt, sodaß durch fester Schrauben oder weniger festes Anziehen der Lochscheibe 9 die Strömungseigenschaften des Luftdurchlasses von der kleinen Öffnung 7 durch das die Luft schlecht durchlassende Material 8 und das oder die Löcher 10 verändert werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die Dämpfung der Kapsellagerung einfach und feinstufig, de facto stufenlos, zu verändern und so an verschiedene Einsatzmöglichkeiten und Einbausituationen anzupassen.

**[0030]** Eine Variante der Einstellmöglichkeit der Fig. 3 ist in Fig. 4 dargestellt. Dabei ist nur der Deckel 5 gezeigt, der die zumindest eine Öffnung 7 nunmehr exzentrisch aufweist. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist kein dämpfendes Material zwischen dem Deckel 5 und der Lochscheibe 9 vorgesehen, selbstverständlich ist es möglich, ein solches dämpfendes Material in den Raum zwischen dem Deckel 5 und der Lochscheibe 9 einzubringen. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 4 kann auf die unter Umständen doch kostspieligen Gewinde, die bei der Variante nach Fig. 3 notwendig waren, verzichtet werden, hier ist die Lochscheibe 9 verdrehbar, beispielsweise mittels eines Vorsprunges 11, der in eine Nut des Deckels 5 eingreift, gelagert. Durch die jeweils exzentrisch zur Drehachse 12 angeordnete Lage der Öffnung 7 bzw. des Loches 10 kann durch Verdrehen der Lochscheibe 9 bezüglich des Deckels 5 die Länge a des Strömungsweges der hin- und herschwingenden Luft verändert werden und so auch die Reibung und damit die Dämpfung der Schwingungen der Kapsel.

**[0031]** Es ist selbstverständlich möglich, die verschiedenen dargestellten Ausführungsformen zu kombinieren und zu verändern. Wirklich wesentlich ist, daß die Lagerung der Kapsel 1 mittels zweier Ringmembranen 2 erfolgt, die keinerlei speziellen Dämpfungseigenschaften aufweisen müssen und daß die Dämpfung der Schwingungen der Kapsel durch das gedämpfte Ein- und Ausströmen von Luft aus einem Hohlraum erfolgt, der einerseits durch die Kapsel, andererseits deren Lagerdose und schließlich durch eine der Ringmembrane gebildet wird.

**[0032]** Ausgestaltungen betreffen beispielsweise die Möglichkeit, dieses Strömen der Luft durch zusätzliche Elemente auf reproduzierbare Weise zu dämpfen. Eine andere Ausgestaltung betrifft die Möglichkeit, das Mikrofongehäuse in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Dämpfungsvorrichtung dazu zu verwenden, die akustische Abstimmung des Wandlers vorzunehmen.

## Patentansprüche

1. Lagerung für eine Mikrofonkapsel, bei der die Mi-

- krofonkapsel (1) mittels zweier Ringmembranen (2, 3) elastisch in einem Mikrofongehäuse gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kapsel (1) mittels der Ringmembranen (2, 3) mit einer Lagerdose (4) verbunden ist und daß ein Deckel (5) mit der Lagerdose (4) zumindest im wesentlichen luftdicht verbunden ist, sodaß ein geschlossenes Volumen (6) aus der unteren Membrane (3), dem Deckel (5) und der Kapsel (1) gebildet wird und daß nur eine kleine Öffnung (7) dieses geschlossene Volumen (6) mit der Umgebung verbindet, und daß die Lagerdose (4) und/oder der Deckel (5) mit dem Mikrofongehäuse verbunden ist. 5
2. Lagerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die kleine Öffnung (7) mit einem die Luft schlecht durchlässigen Material (8) abgedeckt oder mit ihm ausgefüllt ist. 15
3. Lagerung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf der von der Kapsel (1) abgewandten Seite des Deckels (5) eine Lochscheibe (9) angeordnet ist, die zumindest ein Loch (10) aufweist, das in einer mit der Öffnung (7) nicht fluchtenden Position angeordnet ist. 20 25
4. Lagerung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lochscheibe (9) mit dem Deckel (5) verschraubt ist und daß der Bereich zwischen dem Deckel und der Lochscheibe (9) mit einem elastisch komprimierbaren, die Luft schlecht leitenden, Material (8) im wesentlichen ausgefüllt ist. 30
5. Lagerung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Öffnung (7) und/oder das Loch (10) im Abstand von der Kapselachse (12) angeordnet ist und dass die Lochscheibe (9) bezüglich des Deckels (5) verdrehbar ist. 35 40
6. Lagerung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur akustischen Abstimmung des Wandlers verwendet wird. 45

50

55

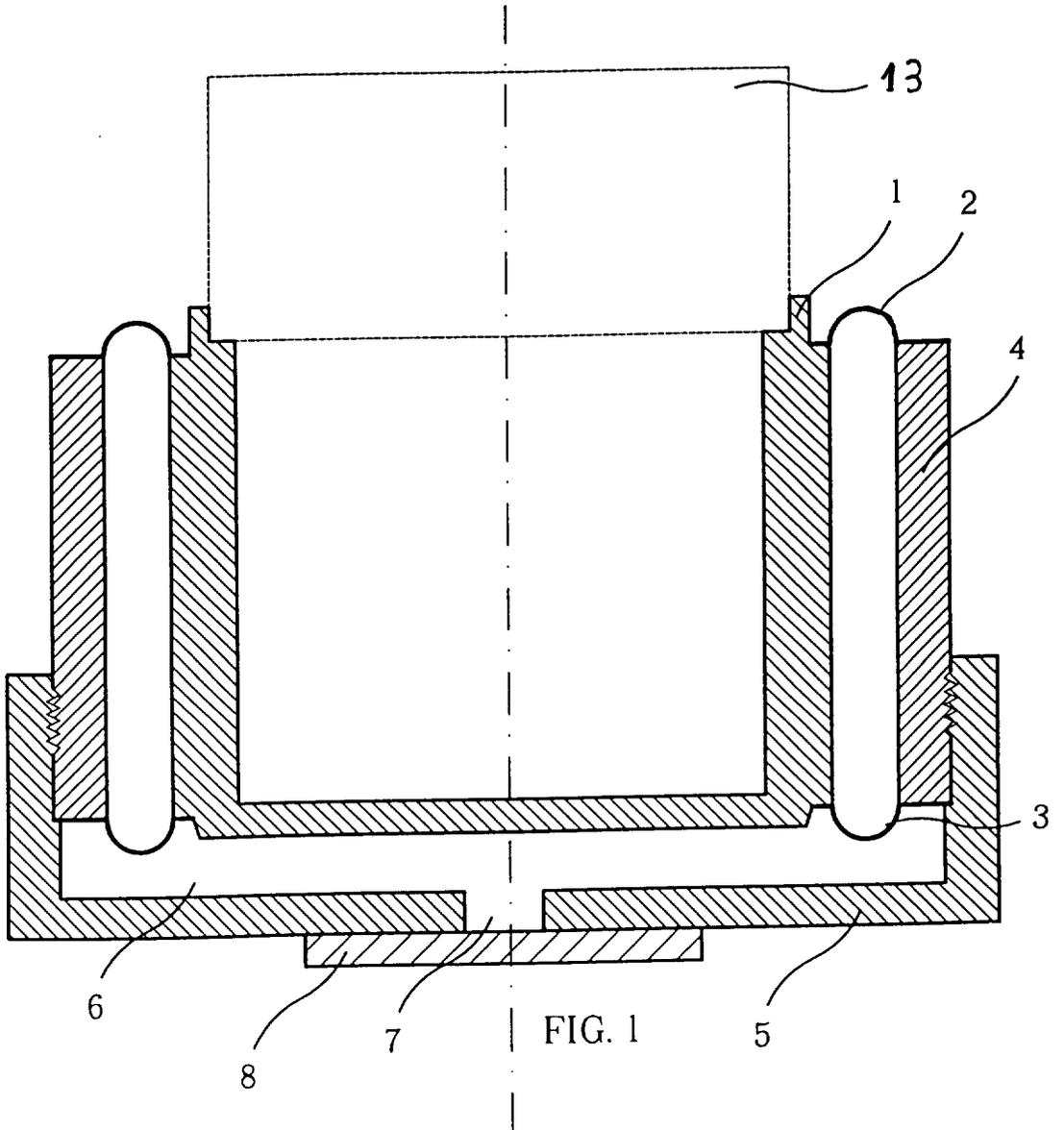


FIG. 1

