



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 432 281 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.06.2004 Patentblatt 2004/26

(51) Int Cl.7: **H04R 19/00**

(21) Anmeldenummer: **03027391.6**

(22) Anmeldetag: **27.11.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Niederdränk, Torsten, Dr.**
91056 Erlangen (DE)
• **Sauer, Joseph**
96129 Strullendorf (DE)

(30) Priorität: **20.12.2002 DE 10260307**

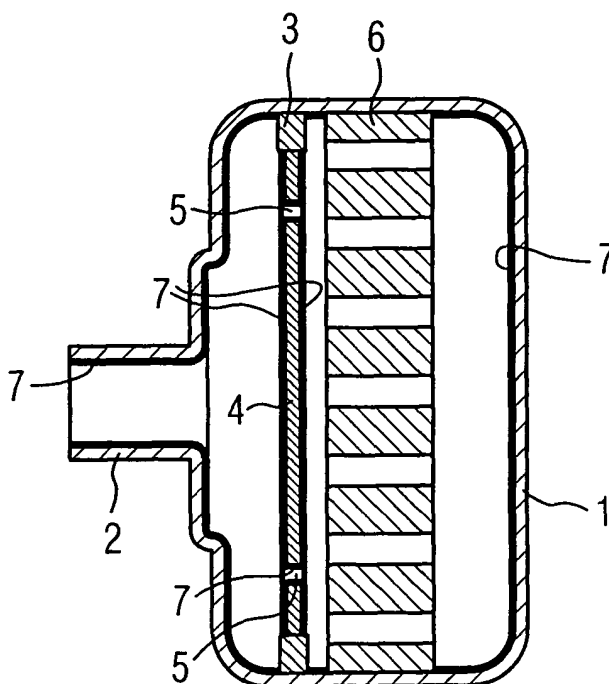
(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing. et al**
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik
GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(54) **Elektroakustischer Miniaturwandler für ein Hörhilfegerät**

(57) Das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz führt häufig zu einem vorzeitigen Ausfall elektroakustischer Miniaturwandler, die in Hörhilfegeräten eingesetzt sind. Die Erfindung sieht vor, dass die Wandlermembran (4) eines Miniaturwandlers zumindest teilweise mit einer hydrophoben und/oder oliophoben und/oder Biofilmmhemmenden Beschichtung (7) versehen wird, die durch

ihre Schichtdicke kleiner als 10µm das akustische Verhalten des Miniaturwandlers nicht nennenswert beeinflusst und eine Feuchtigkeitsabhängigkeit des Übertragungsverhaltens oder eine feuchtigkeitsbedingte Beschädigung des Miniaturwandlers unterbindet. Darüber hinaus wird auch das Anhaften von Schmutzpartikeln verhindert.



EP 1 432 281 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Miniaturwandler mit einer Wandermembran zur Verwendung in einem Hörhilfegerät.

[0002] Bei Hörhilfegeräten werden zur Wandlung akustischer Signale in elektrische Signale sowie zur Wandlung elektrischer Signale in akustische Signale elektroakustische Miniaturwandler (Mikrofone bzw. Hörer) verwendet. Für den Einsatz in Hörhilfegeräten sind an die elektroakustischen Miniaturwandler insbesondere hinsichtlich Baugröße und Wirkungsgrad besondere Anforderungen gestellt.

[0003] Aus der DE 100 13 673 A1 ist ein mikromechanischer elektroakustischer Wandler bekannt, der nach aus der Silizium-Halbleitertechnologie bekannten Herstellungsverfahren gefertigt ist. Der Wandler weist wenigstens einen Trägerkörper sowie eine piezoelektrische Schicht auf, an deren Ober- und Unterseite jeweils eine Elektrode vorhanden ist. Dabei ist mindestens eine der Elektroden über die piezoelektrische Schicht hinaus fortgesetzt und zumindest zum Teil als elastische Membran- und Trägerschicht ausgebildet. Dadurch erübrigt sich eine Membran- und Trägerschicht niedriger Elastizität aus Halbleitermaterial. Die unterschiedlichen Schichten bei dem bekannten elektroakustischen Wandler sind wegen ihrer elektrischen Eigenschaften (Funktion als Elektrode oder als piezoelektrische Schicht) oder wegen ihrer Funktion als Trägerschicht vorhanden.

[0004] Bei der Verwendung in einem Hörhilfegerät sind elektroakustische Miniaturwandler extremen äußeren Einflüssen ausgesetzt. Dabei wirken auf Mikrofone vor allem Feuchtigkeit, Fette oder Alkohole. Die Hörer hingegen sind vor allem über den Hörerkanal vorwiegend gasförmigen, flüssigen oder festen Cerumenteilchen ausgesetzt, aber auch Feuchtigkeit (Schweiß) erreicht den Hörer. Darüber hinaus können sich auch in den Schallkanälen der elektroakustischen Miniaturwandler Schmutzpartikel anlagern. Insgesamt führen Feuchtigkeit und Verschmutzung häufig zu einem Ausfall des elektroakustischen Miniaturwandlers und damit des gesamten Hörsystems.

[0005] Um eine Verschmutzung zu vermeiden werden elektroakustische Miniaturwandler und insbesondere Schallkanäle der Miniaturwandler bislang teilweise über aufwändige Abdeckungen (Siebe, Gitter etc.) geschützt, die in regelmäßigen Abständen getauscht oder gereinigt werden müssen. Dies bedeutet einen nachträglichen Aufwand für den Nutzer.

[0006] Häufig werden die elektroakustischen Miniaturwandler auch ungeschützt verwendet, so dass durch Einwirkung der Luftfeuchtigkeit in der Praxis häufig Probleme bei Mikrofonen auftreten, z.B. ein Verlust an Empfindlichkeit oder eine Veränderung der Übertragungsfunktion durch Feuchtigkeitsaufnahme der Mikrofonmembran, Oxidation usw..

[0007] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl an

Oberflächenbeschichtungen bekannt, durch die ein schmutz-, feuchtigkeits- oder ölabweisender Effekt erzielt werden kann. So ist z.B. aus der DE 195 44 763 A1 die Verwendung einer Beschichtungszusammensetzung bekannt, die Polykondensate auf der Basis von einer oder mehreren zur hydrolytischen Polykondensation befähigten Verbindungen der Elemente M der Hauptgruppen III bis V und der Nebengruppen II bis IV des Periodensystems der Elemente enthält, wobei in diesen Polykondensaten an mindestens einen Teil der Zentralatome M jeweils mindestens eine organische Gruppe G, die mindestens 2 aliphatische Kohlenstoffatome aufweist, an die jeweils mindestens ein Fluoratom gebunden ist, entweder direkt über eines der Kohlenstoffatome oder über eine Verbindungsgruppe A gebunden ist, zur Beschichtung von Oberflächen aus Metall, Kunststoffen, gegebenenfalls modifizierten Naturstoffen, Keramik, Beton, Ton und/oder Glas.

[0008] Weiterhin sind auch Oberflächenbeschichtungen bekannt, die eine bakterizide oder fungizide Wirkung entfalten. Diese Wirkung kann beispielsweise auf in der Beschichtung enthaltenen Silberionen beruhen, die an die Schichtoberfläche diffundieren. Derartige Beschichtungen werden beispielsweise zur Sterilisation medizinischer Instrumente verwendet.

[0009] Aus der US 2002/0181725 A1 ist ein Kondensator-Mikrofon bekannt, bei dem die Membran mit einer hydrophoben Schicht versehen ist, um zu verhindern, dass die Membran an der rückseitigen Kondensatorplatte des Mikrofons anhaftet. Dabei ist der Abstand zwischen der Membran und der rückwärtigen Kondensatorplatte kleiner als 10 µm.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das Anhaften von Schmutzpartikeln innerhalb eines elektroakustischen Miniaturwandlers, die in Hörhilfegeräten verwendet werden, zu verhindern.

[0011] Diese Aufgabe wird bei einem elektroakustischen Miniaturwandler mit einer Wandermembran zur Verwendung in einem Hörhilfegerät dadurch gelöst, dass die Wandermembran mit einer oliophoben und/oder Biofilm-hemmenden Beschichtung versehen ist, deren Schichtdicke weniger als 10 µm beträgt.

[0012] Ferner wird die Aufgabe bei einem elektroakustischen Miniaturwandler dadurch gelöst, dass das Gehäuse zumindest teilweise mit einer oliophoben und/oder Biofilm-hemmenden Beschichtung versehen ist. Darüber hinaus wird die Aufgabe bei einem elektroakustischen Miniaturwandler mit wenigstens einem Schallkanal dadurch gelöst, dass der Schallkanal zumindest teilweise mit einer oliophoben und/oder Biofilm-hemmenden Beschichtung versehen ist.

[0013] Üblicherweise umfasst ein elektroakustischer Miniaturwandler für ein Hörhilfegerät ein Gehäuse, eine Wandermembran, die zu Schwingungen angeregt wird und eine Wandlung zwischen einem akustischen und einem elektrischen Signal bewirkt, und einen Schallkanal zur Schallführung zwischen dem Gehäuseinnenraum und dem das Gehäuse umgebenden Außenraum. An-

statt eines Schallkanals kann aber auch lediglich eine Gehäuseöffnung vorhanden sein. Miniaturwandler können durch Herstellungsverfahren gefertigt werden, die vor allem aus der Silizium-Halbleitertechnologie bekannt sind. Diese Miniaturwandler sind in der Regel verhältnismäßig feuchtigkeitsunempfindlich, da sowohl das Ausgangsmaterial (Siliziumverbindungen) als auch die zur Funktion derartiger Miniaturwandler erforderlichen Beschichtungen, z.B. Metallisierungen zur Ausbildung der Elektroden, unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit sind. Allerdings haben derartige Miniaturwandler aufgrund der hohen Steifigkeit der Wandlarmembranen akustische Nachteile. Die Vorteile der Erfindung wirken sich daher vor allem bei nicht in Halbleitertechnologie hergestellten Miniaturwandlern aus, die in der Regel eine weitaus feuchtigkeitsempfindlichere Wandlarmembran aus Kunststoffmaterial, z.B. Mylar, aufweisen.

[0014] Durch die geringe Schichtdicke der Beschichtung, die vorzugsweise im Nanometer-Bereich liegt, wird eine ausreichende Elastizität der Beschichtung gewährleistet. Dies und die geringe zusätzliche Masse, die durch die extrem dünne Beschichtung auf die Wandlarmembran aufgebracht wird, führen dazu, dass sich die akustischen Eigenschaften des Miniaturwandlers gemäß der Erfindung gegenüber einem Miniaturwandler mit unbeschichteter Wandlarmembran nur unwesentlich verschlechtern. Durch die feuchtigkeits- und schmutzabweisenden Eigenschaften der Wandlarmembran eines akustischen Miniaturwandlers gemäß der Erfindung behält dieser jedoch seine akustischen Eigenschaften über Jahre hinweg bei, wogegen herkömmliche Miniaturwandler starken Alterungsprozessen unterliegen.

[0015] Bei der Beschichtung handelt es sich insbesondere um ein mit organischen Gruppen modifiziertes anorganisches Kondensat auf Basis einer Beschichtungszusammensetzung, die ein Hydrolysat oder Vorkondensat aus einer oder mehreren hydrolysierbaren Verbindungen mit mindestens einem nicht-hydrolysierbaren Substituenten umfasst, wobei vorzugsweise zumindest ein Teil der organischen Gruppen des Kondensats Fluratome aufweist. Zusätzlich oder alternativ können auch Kupfer- oder Silberkolloide in der Beschichtung enthalten sein.

[0016] Eine derartige Kunststoff-Beschichtung hat den Vorteil, dass sie sehr dünn ausgebildet werden kann. Übliche Schichtdicken können beim Aufbringen der Beschichtung im Mikrometer-Bereich und nach der Trocknung im Nanometer-Bereich liegen, weshalb diese Beschichtung auch als "Nano-Beschichtung" bezeichnet wird. Die Beschichtung lässt sich ferner mit gängigen Beschichtungsverfahren wie Tauchen, Spritzen oder Aufstreichen aufbringen. Nach einer gegebenenfalls vorgenommenen kurzen Trocknung wird eine derartige Schicht dann üblicherweise unter UV-Licht gehärtet. Im Zusammenhang der Erfindung wird die Beschichtungszusammensetzung unter Berücksichtigung des beabsichtigten Beschichtungsverfahrens so ge-

wählt, dass die Schichtdicke in getrocknetem Zustand weniger als 10µm beträgt. Ein derartiger Wert kann insbesondere durch den Lösungsmittelgehalt der Beschichtung beim Auftragen eingestellt werden.

[0017] Da sich Feuchtigkeit und Verschmutzung bei der Wandlarmembran besonders negativ auswirken, sieht die Erfindung zumindest eine Beschichtung der Membranseite vor, die zu der Schalldurchlassöffnung im Gehäuse des Miniaturwandlers ausgerichtet ist. Vorteilhaft werden jedoch beide Seiten der Wandlarmembran beschichtet. Der bestmögliche Schutz vor dem Eindringen von Feuchtigkeit in die Wandlarmembran ist jedoch dann gegeben, wenn auch die Mantelflächen der Durchgangskanäle in der Wandlarmembran, die zum barometrischen Druckausgleich dienen, beschichtet sind. Zumindest alle offenliegenden, das heißt nicht eingespannten Bereiche der Wandlarmembran sind somit beschichtet und die empfindliche Wandlarmembran ist vollständig von einer Schutzschicht umgeben. So können Feuchtigkeit und Schmutz nicht zu einem Aufquellen der Wandlarmembran führen, was die akustischen Eigenschaften stark negativ beeinflussen würde. Die Beschichtung gemäß der Erfindung verhindert jedoch nicht nur das Eindringen von Feuchtigkeit und Öl, sondern auch Schmutzpartikel können nicht mehr an der Wandlarmembran haften. Insgesamt wird dadurch die Lebensdauer eines elektroakustischen Miniaturwandlers auch unter extremen äußeren Einflüssen, wie sie bei der Anwendung in einem Hörhilfegerät vorkommen können, entschieden verlängert.

[0018] Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden neben der Wandlarmembran auch das Gehäuse, insbesondere die Innenseite des Gehäuses, und der Schallkanal des Miniaturwandlers mit einer Beschichtung mit den genannten Eigenschaften überzogen. Die Beschichtung führt zu einer Verringerung der Oberflächenenergie, wodurch sich Schmutzpartikel nicht mehr dauerhaft anlagern können. Flüssige oder fest Fremdstoffe werden so von den beschichteten Oberflächen abgewiesen. Insbesondere können sich so Cerumentile nur schwer anlagern. Sollte dennoch Cerumen an dem Gehäuse abgelagert sein oder den Schallkanal verstopfen, so kann dieses durch die fehlende Haftung an den Oberflächen leicht ausgeschüttelt werden. Eine entsprechende Formgebung des Schallkanals oder des Gehäuses erleichtert das Ausschütteln.

[0019] Weiterhin verhindern die hydro- und/oder oliophoben Oberflächen einen Kapillareffekt. Feuchtigkeit wird damit nicht mehr durch Kapillaren aufgesogen.

[0020] Die Beschichtung gemäß der Erfindung hat bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung neben der hydrophoben und oliophoben auch eine bakterizide und fungizide Wirkung. Das feuchte und warme Klima im Gehörgang ist ideal für das Wachstum von Bakterien und Pilzen. So können insbesondere elektroakustische Miniaturwandler von im Gehörgang getragenen Hörhilfegeräten von Bakterien- und Pilzbefall betroffen sein. Neben Schäden an den Wandlern selbst

kann dadurch auch eine Entzündung bei dem Hörgerä-
teträger verursacht werden. Diese negativen Auswir-
kungen lassen sich durch eine bakterizid und fungizid
wirkende Beschichtung vermeiden.

[0021] Zur Erlangung der bakteriziden und fungiziden
Eigenschaften enthält die Beschichtung vorzugsweise
Silberionen. Diese werden freigesetzt und diffundieren
an die Oberfläche der Schicht, wo sie dann ihre Wirkung
entfalten. Sie töten Bakterien und Pilze ab, indem sie
ein bestimmtes Enzym blockieren, welches die Bakteri-
en und Pilze für ihren Stoffwechsel benötigen.

[0022] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben
sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Aus-
führungsbeispiels. Dabei zeigt die Figur einen als Hör-
gerätemikrofon ausgebildeten elektroakustischen Mini-
aturwandler.

[0023] Das Hörgerätemikrofon gemäß dem Ausführ-
ungsbeispiel umfasst ein Gehäuse 1 mit einem Schall-
stutzen 2, in dem über eine umlaufende Halterung 3 am
Gehäuse 1 eine Mikrofonmembran 4 befestigt ist. Die
Mikrofonmembran 4 weist kleine Bohrungen 5 für einen
barometrischen Luftausgleich auf und ist gegenüber einer
Gegenelektrode 6 aufgespannt. Die Schallwand-
lung beruht bei dieser Art von Miniaturwandlern auf dem
kapazitiven Wandlerprinzip.

[0024] Gemäß der Erfindung ist auf die Mikrofon-
membran 4 beidseitig eine dünne Beschichtung 7 auf-
gebracht. Vorteilhaft ist auch die Mantelfläche der Boh-
rungen 5 mit der Beschichtung 7 überzogen, so dass
die Mikrofonmembran vollständig eingehüllt ist.

[0025] Die Erfindung sieht bei der Beschichtung eine
Beschichtungszusammensetzung vor, bei der sich im
ausgetrockneten Zustand der Schicht eine Schichtdicke
ergibt, die 10µm nicht übersteigt. Vorzugsweise liegt die
Schichtdicke jedoch im Nanometerbereich, weshalb die
Beschichtung 7 auch als Nano-Beschichtung bezeich-
net wird. Bei der Beschichtung von Miniaturwandlern
kann es sinnvoll sein, den für Nano-Beschichtungen üb-
lichen Beschichtungsprozess geringfügig zu modifizie-
ren. Beispielsweise verbessert die Aushärtung der Be-
schichtung unter UV-Licht in Luft die elastischen Eigen-
schaften gegenüber der bei Nano-Beschichtungen üb-
lichen Aushärtung in Schutzgasatmosphäre.

[0026] Durch die elastischen Eigenschaften und die
geringe Masse der Beschichtung 7 beeinflusst diese die
akustischen Eigenschaften des Miniaturwandlers allen-
falls unwesentlich. Die Beschichtung 7 wirkt hydrophob,
oliophob, bakterizid und fungizid. Dadurch können in die
Mikrofonmembran 4 weder Feuchtigkeit noch Öl ein-
dringen, wodurch eine Oxidation und ein Aufquellen der
Mikrofonmembran 4 verhindert werden. Weiterhin blei-
ben Schmutzpartikel nicht an der Mikrofonmembran 4
haften. Auch Bakterien oder Pilze können sich nicht an
ihr ansiedeln. Insgesamt behält die Mikrofonmembran
4 dadurch auch unter den extremen äußeren Bedingun-
gen, die bei einem Hörhilfegerät vorherrschen, ihre ur-
sprünglichen akustischen Eigenschaften.

[0027] Vorteilhaft sind bei dem Hörgerätemikrofon ge-

mäß dem Ausführungsbeispiel neben der Mikrofon-
membran 4 auch die Gehäuseinnenseite sowie die In-
nenseite des Schallkanals 2 mit der Beschichtung 7 ver-
sehen. Auch hier zeigt die Beschichtung 7 die Vorteile,
dass Schmutzpartikel nicht haften bleiben und damit,
sofern diese in den Schallkanal oder das Wandlerge-
häuse eindringen sollten, leicht wieder ausgeschüttelt
werden können. Darüber hinaus führt in das Hörgeräte-
mikrofon eindringende Feuchtigkeit nicht zu einer Be-
schädigung des Mikrofons. Insgesamt wird dadurch die
Lebensdauer eines Hörgerätemikrofons erheblich ver-
längert.

[0028] Durch den Zusatz einer Silberverbindung, die
Silberionen freisetzt, wirkt die Beschichtung 7 zusätz-
lich auch bakterien- und pilzhemmend, so dass die Ansied-
lung schädlicher Bakterien oder Pilze innerhalb des
Hörgerätemikrofons verhindert wird. Auch hierdurch
lässt sich eine Beschädigung des Hörgerätemikrofons
verhindern.

Patentansprüche

1. Elektroakustischer Miniaturwandler mit einer Wan-
dermembran (4) zur Verwendung in einem Hörhil-
fegerät, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Wandlerrmembran (4) mit einer oliophoben und/
oder Biofilm-hemmenden Beschichtung (7) ver-
sehen ist, deren Schichtdicke weniger als 10µm be-
trägt.
2. Elektroakustischer Miniaturwandler nach Anspruch
1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Seite der
Wandlerrmembran (4) mit der Beschichtung (7) ver-
sehen ist.
3. Elektroakustischer Miniaturwandler nach Anspruch
1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Seiten
der Wandlerrmembran (4) mit der Beschichtung (7)
versehen sind.
4. Elektroakustischer Miniaturwandler nach Anspruch
1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschich-
tung (7) alle freiliegenden, das heißt nicht einge-
spannten Bereiche der Wandlerrmembran (4) um-
hüllt.
5. Elektroakustischer Miniaturwandler mit einem Ge-
häuse (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** das
Gehäuse (1) zumindest teilweise mit einer oliopho-
ben und/oder Biofilm-hemmenden Beschichtung
(7) versehen ist.
6. Elektroakustischer Miniaturwandler mit wenigstens
einem Schallkanal (2), **dadurch gekennzeichnet,
dass** der Schallkanal (2) zumindest teilweise mit ei-
ner oliophoben und/oder Biofilm-hemmenden Be-
schichtung (7) versehen ist.

7. Elektroakustischer Miniaturwandler nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (7) hydrophob ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

