



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 120 996 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.08.2001 Patentblatt 2001/31

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

(21) Anmeldenummer: **01890004.3**

(22) Anmeldetag: **08.01.2001**

(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: **Barnert, Richard, Dr.**
2700 Wiener Neustadt (AT)

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

(30) Priorität: **27.01.2000 AT 122002000**

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

(54) **Elektroakustischer Wandler**

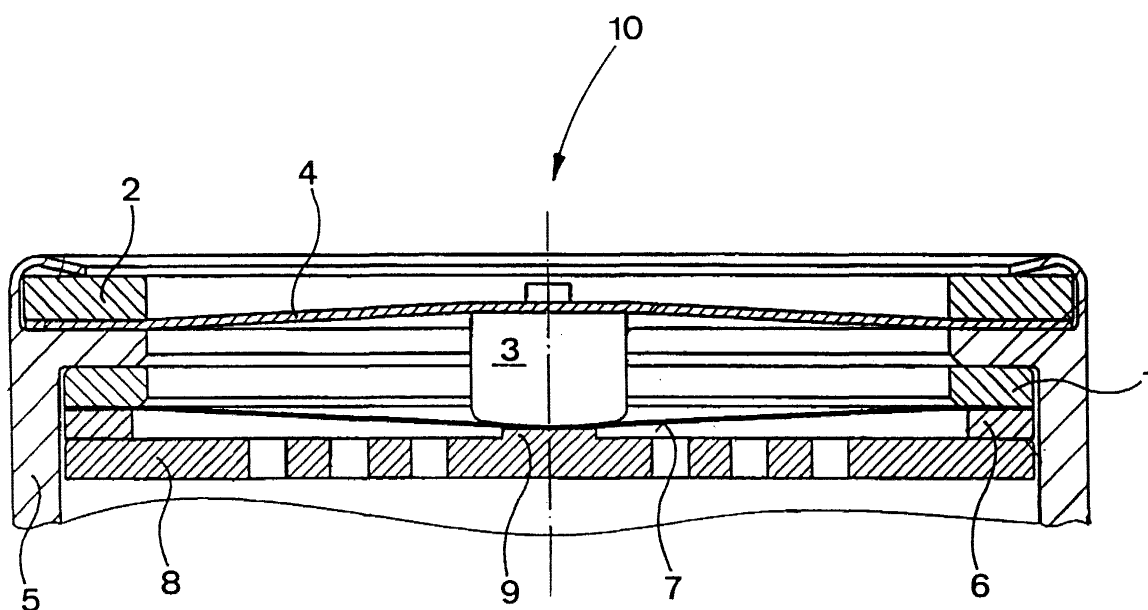
(57) Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Wandler nach dem Kondensatorprinzip, mit einer im wesentlichen starren Elektrode (8) und mit einer als Membrane (7) ausgebildeten flexiblen Elektrode, wobei im Zentrumsbereich der Elektroden der Abstand zwischen der Membrane (7) und der starren Elektrode (8) geringer ist als in deren Randbereich, und gegebenenfalls mit einem Resonatorvorsatz (4).

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (7) kegel- oder kegelstumpfförmig defor-

miert ist.

In einer bevorzugten Variante wird dies dadurch erreicht, daß die starre Elektrode (8) in ihrem zentralen Bereich einen zumindest im wesentlichen kreiszylindrischen Vorsprung (9) aufweist, und daß die Membrane (7) an diesem Vorsprung (9) anliegt, beispielsweise durch einen am Resonatorvorsatz (4) befestigten Nippel (3) angepreßt wird.

Die Erfindung betrifft weiters Ausgestaltungen dieses Erfindungsgedankens.



EP 1 120 996 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Wandler, der auf dem Kondensatorprinzip beruht, mit einer im wesentlichen starren Elektrode und mit einer als Membrane ausgebildeten flexiblen Elektrode, wobei im Zentrumsbereich der Elektroden der Abstand zwischen der Membrane und der starren Elektrode geringer ist als in deren Randbereich und gegebenenfalls mit einem Resonatorvorsatz.

[0002] Ein derartiger Wandler ist aus der W082/00745 A1 bekannt. Dabei hat die starre Elektrode auf ihrer der Membrane zugewandten Seite eine konvexe Form, wodurch der von Radius zu Radius unterschiedliche Abstand zwischen der Membrane und der starren Elektrode erhalten wird. Die starre Elektrode wird nur von einzelnen Haken im oberen Bereich eines isolierenden Gehäuses gehalten, zwischen denen die Luft in eine hinter der fixen Membran ausgebildeten Kammer strömen kann, wodurch die Charakteristik und insbesondere die Richtcharakteristik des Mikrofons an die gewünschten Werte angepaßt werden kann.

[0003] Ein anderer Wandler mit Membrane und starrer Elektrode ist aus der US 4,796,725 A bekannt: Um im Ultraschallbereich arbeiten zu können, ist die Membrane auf die konvex ausgebildete Elektrode aufgezogen und wird durch Anlegen einer Gleichspannung mit überlagerter Wechselspannung einerseits ganz knapp von der Elektrode abgehoben und andererseits in entsprechend hochfrequente Schwingungen versetzt. Abgesehen von den sich dabei ausbildenden Schwingungsmoden bleibt die Membran dabei immer im gleichen Abstand von der Elektrode bzw. hat in der Mitte etwas größeren Abstand als am Rand, wo sie ja eingespannt ist.

[0004] Ein ganz anders aufgebauter Wandler ist als Hydrophon ausgebildet und aus der SU 1 784 111 A3 bekannt: Dabei werden eine starre und eine schwingungsfähige Elektrode verwendet, wobei die schwingungsfähige Elektrode aus einer kuppelförmigen Teflonplatte besteht, deren Rand frei außerhalb der starren Elektrode an einem Gehäusevorsprung anliegt und deren Scheitel an einem Schraubdeckel anliegt, durch dessen Verdrehen die Höhe der Teflonkuppel durch elastische Deformation geändert und so die Abstrahlcharakteristik des Hydrophons an die gewünschten Werte angepaßt werden kann.

[0005] Allgemein bestehen auf dem Kondensatorprinzip beruhende Wandler, mit denen sich die Erfindung beschäftigt, prinzipiell aus einer starren Elektrode und einer in geringem Abstand von ihr gespannt gehaltenen, flexiblen Elektrode, die, bei Verwendung des Wandlers als Mikrofon, von den auftretenden Schallwellen in Schwingungen versetzt wird, wodurch sich die Kapazität des durch die beiden Elektroden gebildeten Kondensators ändert, was, entsprechend umgesetzt und verstärkt, den Wandler vervollständigt.

[0006] Die flexible Elektrode kann dabei aus Kunst-

stoff bestehen und mit einem elektrisch leitfähigen Material, gegebenenfalls Gold, beschichtet sein, die starre Elektrode kann, je nach Art der Ladungsaufbringung, aus leitendem oder isolierendem Material mit aufgebrachtten Ladungsträgern oder einer elektrisch leitenden Beschichtung oder Schichte bestehen. Die Kontaktierung kann auf vielfältige Weise erfolgen und ist nicht Bestandteil der Erfindung.

[0007] Bei solchen Wandlern ist es möglich, entweder eine externe Spannung anzulegen ("echtes Kondensatorprinzip") oder Ladungsträger auf einer der Elektroden permanent aufzubringen ("Elektretprinzip"). Beeinflussen läßt sich die Empfindlichkeit eines solchen Wandlers durch Änderung des Abstandes der Elektroden und/oder durch Änderung der anliegenden Spannung (beim Elektretprinzip durch Änderung der Ladung). Dabei führt eine Erhöhung der Spannung bzw. eine Annäherung der Elektroden (in ihrer Ruhelage) zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit (bei Verwendung als Mikrofon zu definieren als Verhältnis der Ausgangsspannung zum Schalldruck).

[0008] Solche Wandler arbeiten an sich zufriedenstellend und haben gegenüber den elektrodynamischen Wandlern, bei denen die Membrane eine Spule trägt, manche Vorteile: Durch die extrem geringe Masse der Membrane, die die flexible Elektrode bildet, können sie auch sehr hochfrequente Schallwellen umwandeln.

[0009] Diese Wandler weisen aber auch Nachteile auf, die hauptsächlich auf die Begrenzung der Empfindlichkeit bzw. der Spannung, beim Elektretprinzip der aufbringbaren Ladung, und auf die Einhaltung eines Mindestabstandes der Elektroden zueinander zurückgehen, da durch diese Aufladung ein Anziehungseffekt zwischen den Elektroden induziert wird, der dazu führen kann, daß, insbesondere bei größeren Ausschlägen der Membrane, diese so nahe an die starre Elektrode kommt, daß die Anziehungskräfte die elastischen Rückstellkräfte übersteigen und die Membrane sich über einen kleineren oder größeren Bereich dauerhaft an der starren Elektrode anlegt, wodurch natürlich das Schwingungsverhalten im restlichen Bereich völlig unvorhersehbar wird und die Wandlercharakteristik undefiniert und damit unbrauchbar wird.

[0010] Da nun die Erhöhung der anliegenden Spannung auf die Wandlercharakteristik einen sehr positiven Einfluß hat, da dadurch die Empfindlichkeit erhöht bzw. das Ausgangssignal bei ansonsten gleichen Wandlerparametern stärker wird, bemüht man sich hier darum, mit der anliegenden Spannung so hoch zu gehen, wie es nur irgend vertretbar erscheint, bzw. den Abstand der parallelen Elektroden zu verringern, was natürlich dazu führt, daß, wesentlich öfter als es dem Benutzer lieb ist, Probleme mit dem Anheften der Membrane auftreten.

[0011] Der Frequenzgang derartiger Wandler, insbesondere derartiger Elektretmikrofone, wird sehr wesentlich von einem Resonatorvorsatz und dessen Randbegrenzung beeinflußt. Der Resonatorvorsatz liegt parallel zu den beiden Elektroden und besteht im allgemei-

nen aus einer Folie, die deutlich stärker ist als die Membrane und weist Öffnungen auf, um den Schalldurchgang zu ermöglichen und gleichzeitig zu beeinflussen. Dieser Resonatorvorsatz wird in der Kapsel des Wandlers (Wandlergehäuse) durch einen Ring gehalten, dessen Höhe ebenfalls die Wandlercharakteristik beeinflusst.

[0012] Im Zuge von Versuchen zur Erhöhung der Kapselempfindlichkeit wurde nun gefunden, daß diese dadurch wesentlich erhöht werden kann, daß bei üblicher, etwa kreisförmiger Ausbildung der Elektroden die Membrane kegel- oder kegelstumpfförmig deformiert ist. Diese Ausbildung löst auf überraschende Weise die genannten Probleme. Dabei kann die starre Elektrode eben oder gekrümmt ausgebildet sein und die Membrane kann elastisch, teilplastisch oder plastisch deformiert sein.

[0013] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist im Zentrumsbereich der starren Elektrode ein zumindest im wesentlichen kreisförmiger Vorsprung, gegebenenfalls einstückig, ausgebildet, an dem die flexible Elektrode anliegt, beispielsweise angeklebt ist. Im Falle eines Elektretmikrofons ist dieser Zentrumsbereich bevorzugt frei von Ladungsträgern.

[0014] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist im Zentrumsbereich des Resonatorvorsatzes ein zur Membran hin gerichteter, zumindest im wesentlichen kreisförmiger Vorsprung, gegebenenfalls einstückig, ausgebildet. Auch in diesem Fall kann die Membrane an diesen Vorsprung angeklebt sein, um sicherzustellen, daß sie nicht zur starren Elektrode gezogen wird und dort unter dem Einfluß der gegennamigen Ladungen anklebt.

[0015] Durch diese Maßnahme der Annäherung der Elektroden im Bereich der Membranenmitte (Zentrumsbereich) ist es tatsächlich unerwarteterweise möglich, die Kapsel-Empfindlichkeit deutlich zu erhöhen, ohne daß es zum unerwünschten Ankleben der flexiblen Elektrode an der starren Elektrode kommt. Als völlig überraschenden Effekt wurde gefunden, daß eine Anhebung der Charakteristik im Baßbereich auftritt, sodaß die Linearität des Wandlers weiter in den Baßbereich reicht als bei Wandlern gemäß dem Stand der Technik.

[0016] Bevorzugt wird in der ersten Variante der Erfindung die flexible Elektrode (Membrane) auf den Vorsprung angedrückt, dies wiederum bevorzugt durch einen Nippel, der in der Mitte des Resonatorvorsatzes angebracht oder vorgesehen ist und der die flexible Elektrode unter elastischer Deformation des Resonatorvorsatzes gegen den Vorsprung preßt.

[0017] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung, die aus einer einzigen Figur besteht, näher erläutert. Dabei zeigt diese Figur einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wandlers.

[0018] Beim dargestellten Ausführungsbeispiel weist ein in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichneter, auf dem Kondensatorprinzip beruhender, elektroakustischer

Wandler ein Gehäuse 5 auf, in dem eine starre Elektrode 8 und, mittels eines Distanzringes 6 im Abstand von ihr, eine beschichtete, vorgespannte Membrane 7, die als Gegenelektrode dient, mittels eines Membranringes 1 gehalten wird.

[0019] Frontseitig der Membran 7 ist ein Resonatorvorsatz 4 angeordnet, der von einem Haltering 2 gehalten und im dargestellten Ausführungsbeispiel durch umbördeln des Randes des Gehäuses 5 fixiert wird.

[0020] Erfindungsgemäß weist nun die starre Elektrode 8 in ihrem zentralen Bereich einen im wesentlichen kreiszylindrischen Vorsprung 9 auf, an den die Membrane 7 mittels eines Nippels 3 angepreßt wird. Der Anpreßdruck rührt aus der elastischen Deformation des Resonatorvorsatzes 4, an dem der Nippel 3 durch Einstecken eines Vorsprungs in eine zentrale Öffnung des Resonatorvorsatzes befestigt ist.

[0021] Bei einer üblichen Höhe des Distanzringes 6 zwischen den beiden Elektroden von etwa 60 µm ist es völlig ausreichend, dem kreiszylinderförmigen Vorsprung 9 eine Höhe von etwa 20 µm zu geben, um die Kapsel-Empfindlichkeit um 3 dB (Dezibel) erhöhen zu können und dennoch das Ankleben der Membrane 7 auf der starren Elektrode 8 zuverlässig zu vermeiden.

[0022] Wenn der elektroakustische Wandler nach dem Elektretprinzip arbeitet und dabei die starre Elektrode die Ladungen trägt, so bleibt der kreiszylinderförmige Vorsprung 9 bevorzugt ungeladen, es reichen aber die Ladungsträger bis unmittelbar an den Vorsprung heran. Wenn die Membrane 7 die Ladungen trägt, so ist es vorteilhaft, den am Vorsprung 9 anliegenden Bereich der Membrane ladungsfrei zu lassen.

[0023] Aus der Figur sind auch Öffnungen in der starren Elektrode 8 ersichtlich, die verhindern, daß die Membrane 7 gegen einen Luftpolster zu schwingen hat, während die Durchbrechungen im Resonatorvorsatz nicht dargestellt sind. Da es sich dabei jeweils um Elemente des Standes der Technik handelt, scheint eine weitere Erläuterung dieser Details in der Beschreibung nicht notwendig.

[0024] Als Materialien können alle gemäß dem Stand der Technik bei der Herstellung elektroakustischer Wandler nach dem Kondensatorprinzip verwendeten Materialien verwendet werden, der Nippel 3 kann aus Kunststoff, beispielsweise aus ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere), bestehen. Die Kontaktierung der Elektroden wird durch die Erfindung nicht beeinflusst und bedarf daher an dieser Stelle keiner Erläuterung.

[0025] Die in der schematischen Figur gezeigten Abmessungen bzw. Relationen sind nicht als maßstäblich anzusehen, als günstig hat sich aber herausgestellt, daß der Nippel 3 einen merklich größeren (bevorzugt um zumindest 10 %, besonders bevorzugt um zumindest 20 %) Durchmesser aufweist als der Vorsprung 9, und daß seine äußeren Ränder merklich abgerundet (Rundungsradius bevorzugt zumindest gleich 1 mm) sind, was beim Vorsprung 9 nicht von Bedeutung ist. Der Vorsprung 9 (mit einem typischen Durchmesser von 5

bis 15 % des freien Elektrodendurchmessers) wiederum soll zylindrische oder zumindest nahezu zylindrische Mantelfläche aufweisen, um so sicherzustellen, daß die Membrane 7 schon knapp radial außerhalb der Stirnfläche des Vorsprunges 9 relativ großen Abstand zur starren Elektrode 8 aufweist.

[0026] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern kann verschiedentlich abgewandelt werden. So kann der Abstandhalter zwischen der Membrane 7 und dem Resonatorvorsatz 4 anders ausgebildet (z.Bsp. ringförmig) sein und anders befestigt, z.Bsp. angeklebt, sein. Es kann auch die Membrane 7 direkt auf den Vorsprung 9 geklebt oder mit ihm verschweißt (Ultraschallschweißen) sein. Dabei ist es möglich, auf der dem Vorsprung abgewandten Seite der Membrane ein Verstärkungsplättchen bzw. einen Verstärkungsring aufzubringen. Üblicherweise werden die Elektroden und der Resonatorvorsatz zumindest im wesentlichen kreisförmig ausgebildet sein, doch sind für Spezialanwendungen auch Abweichungen von der Kreisform denkbar.

[0027] Es ist möglich, die Abweichung von der parallelen Anordnung der Elektroden durch entsprechende Ausgestaltung der zur Membrane gerichteten Oberfläche der starren Elektrode zu verstärken oder auch abzuschwächen und so die Wandlerkennlinie weiter zu beeinflussen und an die jeweiligen Anforderungen anzupassen. Es ist ebenso möglich, die Membrane so zu deformieren, daß sie zumindest teilweise plastisch deformiert wird, wodurch ebenfalls die Wandlerkennlinie beeinflusst werden kann.

Patentansprüche

1. Elektroakustischer Wandler nach dem Kondensatorprinzip, mit einer im wesentlichen starren Elektrode (8) und mit einer als Membrane (7) ausgebildeten flexiblen Elektrode, wobei im Zentrumsbereich der Elektroden (8, 7) der Abstand zwischen der Membrane (7) und der starren Elektrode (8) geringer ist als in deren Randbereich und gegebenenfalls mit einem Resonatorvorsatz (4), dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (7) kegel- oder kegelstumpfförmig deformiert ist.
2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die starre Elektrode (8) in ihrem zentralen Bereich einen zumindest im wesentlichen kreiszylindrischen Vorsprung (9) aufweist, und daß die Membrane (7) an diesem Vorsprung anliegt.
3. Wandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Resonatorvorsatz (4) und der Membrane (7) ein Abstandhalter angeordnet ist.
4. Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

net, daß der Abstandhalter als Nippel (3) ausgebildet ist, der am Resonatorvorsatz (4) befestigt ist.

5. Wandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, die Membrane (7) am Vorsprung (9) befestigt, beispielsweise angeklebt, ist.
6. Wandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (7) auf der dem Vorsprung (9) abgewandten Seite ein Verstärkungsplättchen bzw. einen Verstärkungsring aufweist.
7. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonatorvorsatz (4) membranseitig eine als Abstandhalter dienende Verdickung oder Ausbuchtung aufweist, an der die Membrane (7) anliegt, beispielsweise angeklebt ist.
8. Wandler nach dem Elektretprinzip nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentrumsbereich der mit Ladungsträgern versehenen Elektrode frei von Ladungsträgern ist.
9. Wandler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die der Membrane (7) zugekehrte Oberfläche der starren Elektrode (8) zumindest einen konischen Abschnitt aufweist.
10. Wandler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die der Membrane (7) zugekehrte Oberfläche der starren Elektrode (8) zumindest einen sphärischen Abschnitt aufweist.
11. Wandler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (7) rein elastisch deformiert ist.

