



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 951 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 475/2003
(22) Anmeldetag: 25.03.2003
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2003
(45) Ausgabetag: 26.07.2004

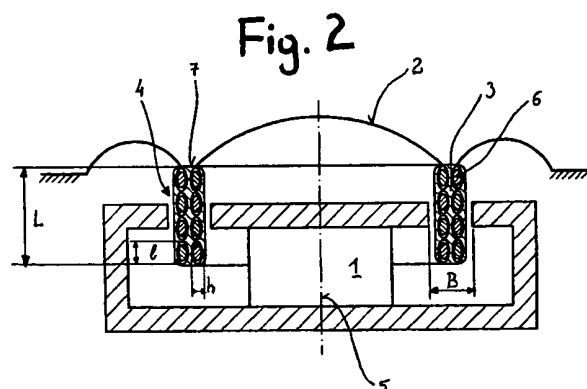
(51) Int. Cl.⁷: **H04R 9/04**

(73) Patentinhaber:
AKG ACOUSTICS GMBH
A-1230 WIEN (AT).
(72) Erfinder:
LEHDORFER HANNES ING.
WIEN (AT).
RÖHRENBACHER PAUL
WIEN (AT).

(54) MINIATURISierter ELEKTROAKUSTISCHER WANDLER

(57) Die Erfindung betrifft einen miniaturisierten, nach dem elektrodynamischen Prinzip arbeitenden, elektroakustischen Wandler, insbesondere Lautsprecher, mit einem Magnetsystem (1), einer Membrane (2) und einer mit der Membrane verbundenen, in einen ringförmigen Spalt (4) des Magnetsystems ragenden Schwingspule (3).

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingspule (3) zumindest zu ihrem überwiegenden Teil aus einem Draht (6) besteht, dessen Querschnitt in einer Richtung eine größere Erstreckung (1) aufweist als in der Richtung normal dazu (h) und dass die größere Erstreckung (1) parallel zur Spulenachse (5) verläuft.



AT 411 951 B

Die Erfindung betrifft miniaturisierte elektroakustische Wandler, insbesondere Lautsprecher, die nach dem elektrodynamischen Prinzip arbeiten und insbesondere zum Einbau in Kleingeräte, wie Telefone, Mobiltelefone, Freisprecheinrichtungen für Telefone, Kopfhörer od.dgl. vorgesehen sind und die ein Magnetsystem, eine Membrane und eine an der Membrane befestigte und in einen Ringspalt des Magnetsystems tauchende Schwingspule aufweisen.

Derartige Wandler bestehen aus einem Magnetsystem und einer Membrane mit einer an ihr befestigten Schwingspule und einem Membranhalter, der passend mit dem Magnetsystem befestigt ist und so auch die Membrane bezüglich des Magnetsystems positioniert. Die Schwingspule wird dabei aus mehreren Lagen eines Drahtes gebildet. Die Schwingspule ist dabei im sogenannten Luftspalt eines Magnetsystems positioniert. Eine spezielle Ausbildung eines solchen Wandlers ist beispielsweise in der AT 405 997 B beschrieben.

Wichtige Kenngrößen für die akustische Leistungsfähigkeit eines Lautsprechers sind ein hoher Wirkungsgrad, das ist das Verhältnis zwischen abgegebener akustischer Schalleistung und der zugeführten elektrischen Leistung und ein hoher maximal erzielbarer Schalldruck.

Der Wirkungsgrad ist proportional zur bewegten Masse des Lautsprechers, die im Fall der Miniaturlautsprecher im wesentlichen durch die Masse der Schwingspule gegeben ist, und zur Intensität des Feldes, das auf die im Luftspalt positionierte Schwingspule wirkt. Die Luftspaltinduktion wird prinzipiell größer, wenn die Breite des Luftspalts verringert wird. Der Wirkungsgrad ist bei konstantem durch die Schwingspule fließendem Strom proportional dem Verhältnis zwischen der Länge des im Feld befindlichen Drahtes zur Masse des schwingenden Systems. Diese Zusammenhänge sind in der einschlägigen Literatur weitgehend beschrieben.

Betrachtet man den Lautsprecher von der elektrischen Seite, so ist ein weiteres Merkmal des Lautsprechers die elektrische Impedanz der Schwingspule. Für die Betrachtungsweise im Zusammenhang mit der Erfindung kann die Impedanz des Lautsprechers auf den Gleichstromwiderstand der Schwingspule (R_{DC}) reduziert werden. Die zugeführte Leistung errechnet sich somit nach $P = U^2/R_{DC}$. Eine der Begrenzungen für den maximal erreichbaren Schalldruck ist die der Schwingspule zugeführte elektrische Leistung und somit bei konstanter angelegter Spannung der Gleichstromwiderstand.

Bei großen Lautsprechern wird der Schwingspulendraht auf ein Trägermaterial gewickelt. Nach dem Stand der Technik werden bei miniaturisierten Lautsprechern selbsttragende Spulen ohne Spulenträger verwendet, da beim Einsatz eines Trägermaterials der Luftspalt um die Dicke dieses Material verbreitert werden müsste, und dadurch nach dem obengenannten Zusammenhang der Wirkungsgrad des Lautsprechers sinken würde. Die dafür nötigen Techniken und Prozesse sind bekannt.

Geforderter niedriger Leistungsverbrauch wird zunehmend durch die kontinuierliche Verringerung der zum Betrieb der Geräte nötigen Betriebsspannung erreicht. Dies gilt besonders für mobile Geräte die mit wiederaufladbaren Akkus betrieben werden, da bei diesen der Stromverbrauch direkt in die Betriebsdauer der Geräte eingeht. Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass auch für den Betrieb der Lautsprecher bzw. Mikrofone in diesen Geräten zusehends weniger Spannung zur Verfügung steht.

Eine Anforderung an den Lautsprecher ist daher, den Gleichstromwiderstand der Spule möglichst niedrig zu halten. Die kann dadurch erreicht werden, dass die Dicke des für die Schwingspule verwendeten Drahtes vergrößert wird oder die Länge des Drahtes, damit die Spulenhöhe h , verkürzt wird. Dabei wird der Widerstand des Drahtes selbst geringer bzw. durch die geringere Drahtlänge bei Verkürzung des Spule der Gleichstromwiderstand der Spule geringer. Der Wirkungsgradverlust durch die geringere Länge des Drahtes im Luftspalt wird im wesentlichen durch die ebenso proportional abnehmende Schwingspulenmasse kompensiert.

Nachteilig dabei ist, dass die Verwendung eines dickeren Drahtes bei gleichbleibender Lagenzahl und Drahtlänge einen breiteren Luftspalt im Magnetsystem erfordert, was durch die dabei sinkende Luftspaltinduktion den Wirkungsgrad wiederum verringert. Eine Verringerung der Spulenhöhe h hat nachteilige Auswirkungen auf die Positionierung der Spule im Luftspalt. Die oben genannte AT 405 997 B beschreibt eine Möglichkeit, wie diesem Effekt entgegengewirkt werden kann, geht aber auf die eingangs genannten Probleme nicht ein und gibt auch keine Lösung dafür an.

Es ist im Stand der Technik von großen Lautsprechern her bekannt, für den Schwingspulen-

draht einen in seinem Querschnitt abgeflachten Draht zu verwenden, der mit seiner Schmalseite an einem Spulenträger aufgeklebt ist, und dessen „große“ Flächen miteinander verklebt bzw. verschweißt sind, um den hohen dynamischen Belastungen zu widerstehen. Bei diesen Wandlern spielen die hier wichtigen Probleme keinerlei Rolle.

Die Erfindung bezweckt, eine Konstruktion eines miniaturisierten Wandlers der eingangs genannten Art anzugeben, der die angeführten Probleme nicht aufweist und insbesondere einen hohen Wirkungsgrad und einen hohen maximalen Schalldruck besitzt.

Erfindungsgemäß werden diese Ziele dadurch erreicht, dass die Schwingspule aus Draht mit unrundem Querschnitt besteht und dass die längere Dimension des Querschnittes parallel zur Achse der Schwingspule verläuft.

Unter „unrundem Querschnitt“ wird in der Beschreibung jeder über Herstellungstoleranzen hinaus vom Kreisquerschnitt abweichende Querschnitt, der in einer Richtung merklich länger ausgebildet ist als in dazu normaler Richtung, verstanden, ob oval oder rechteckig mit abgerundeten Ecken oder anders ausgebildet, spielt keine Rolle.

Durch diese so erreichte „Streckung“ der Schwingspule kann (im Vergleich zum Stand der Technik) mit kürzerem Draht (kleinerer Widerstand) eine Spule gleicher Höhe (somit gleicher Positionierung im Luftspalt) bei verringerter Breite (Luftspalt kann enger gemacht werden, Induktion verbessert) gewickelt werden. Die Größe zumindest einer der einzelnen Veränderungen kann dabei relativ frei gewählt werden, die anderen Änderungen ergeben sich aus den mechanischen und elektrodynamischen Randbedingungen.

Ein weiterer Effekt dieser Erfindung ist, dass die Dimensionen dieser Schwingspule bei gleichbleibender Windungs- und Lagenzahl sowie Abstand zu den Metallteilen des Magnetsystems eine deutliche Verkleinerung des Luftspalts mit einer einhergehenden Erhöhung der Luftspaltinduktion und somit des Wirkungsgrades ermöglichen.

Da das dynamische Wandlerprinzip ein reversibles ist, kann diese Erfindung auch bei Mikrofonen zur Verbesserung der Empfindlichkeit verwendet werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die Fig. 1 einen Wandler gemäß dem Stand der Technik und die Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Wandler.

Wie aus beiden Figuren ersichtlich ist, wurde von einem elektroakustischen Wandler nur das Herzstück dargestellt: Das Magnetsystem 1, die Membrane 2 und die Spule 3' bzw. 3. Die anderen Bauteile sind dem Fachmann auf dem Gebiet der Elektroakustik bekannt und bedürfen keiner näheren Erläuterung. In Fig. 1 wurden die Bauteile, die im Stand der Technik unterschiedlich zur Erfindung sind, mit einem: „“ bei ansonsten gleichem Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 zeigt einen Wandler, wie er bei großen Lautsprechern im Stand der Technik bekannt ist: Aus ovalem Draht 6 wird eine Spule 3' gewickelt, wobei die große Abmessung des Drahtes normal zur Spulenachse 5 verläuft. Dies führt bei gegebener Länge des Drahtes 6 zu einer großen Spaltbreite B' bei geringer Spulenlänge L'. Das Magnetsystem 1 weist einen Ringspalt 4' auf, in den die Spule 3', ohne das Magnetsystem zu berühren, eintaucht. Wegen der kleinen Spulenlänge L' ist die Lage der Spule bezüglich des Luftspaltes 4 nicht optimal. Bei den großen Lautsprechern spielt der Wirkungsgrad nur eine geringe Rolle, in der Praxis wird die Spule mit größerer Spulenlänge hergestellt als in Fig. 1 gezeigt, um zu einer besseren Lage der Spule bezüglich des Spaltes zu kommen, doch dient die Fig. 1 ja dem Vergleich mit der Erfindung und nicht der durchgehend realistischen Darstellung des Standes der Technik.

Wie oben ausgeführt, ist es bei miniaturisierten Wandlern vorteilhaft, die Breite B des Luftspaltes 4 möglichst klein zu halten und die Länge des Drahtes, der die Spule bildet, ebenfalls möglichst kurz auszubilden. Dies geschieht erfindungsgemäß durch die Verwendung eines Drahtes mit einem Querschnitt, der vom Kreisquerschnitt möglichst deutlich abweicht und in einer Richtung eine deutlich größere Abmessung 1 aufweist als in der Richtung h normal dazu.

Ein solcher Draht wird nun mit seiner größeren Abmessung 1 parallel zur Wandlerachse 5, die auch die Spulenachse darstellt, angeordnet. Durch diese Maßnahme erreicht man eine große Längserstreckung L der Spule, kombiniert mit einer kleinen Querabmessung, sodass auch die Spaltbreite B sehr klein sein kann. Durch die große Länge L liegt die Spule mit geringer Länge des Drahtes trotz oder eigentlich wegen des verwendeten Drahtquerschnittes auf optimale Weise im Luftspalt 4. Durch all diese Merkmale wird ein sehr hoher Wirkungsgrad der Spule und damit bei

geringstem Energieverbrauch eine hervorragende akustische Ausbeute erzielt.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Spule erfolgt bevorzugt nach einem Verfahren, bei dem der Draht 6 als normaler Runddraht hergestellt wird, auf übliche Weise mit seiner Backlack-
 5 schicht, sei sie einlagig oder mehrlagig, versehen wird und erst unmittelbar vor dem Wickeln der Spule plastisch so deformiert wird, dass die gewünschten Längenverhältnisse sich einstellen. Dieses Deformieren kann beispielsweise durch das Durchlaufen zweier Quetschrollen erfolgen, es können dabei Verhältnisse $1/h$ von 3:1 und darüber erreicht werden. Bei diesem Verfahren erweist es sich als vorteilhaft, dass die isolierende Beschichtung des Drahtes bereits aufgebracht ist, diese springt beim Verformen nicht vom Draht, sondern verformt sich problemlos mit ihm mit. Dadurch
 10 wird verhindert, dass die isolierende Schicht zufolge der Oberflächenspannung beim Aufbringen auf den verformten Draht wieder zu einem Verrunden führt.

Das Wickeln der Spule auf einem Dorn bringt keine großen Probleme mit sich, da ja die inneren Drahtlagen mit ihren großen Seitenflächen am Dorn anliegen und so gut geführt sind. Beim Wickeln wird wie bei runden Drähten üblich, die Backlacksschicht so erwärmt, dass sie teigig oder
 15 zähflüssig, zumindest aber klebrig wird und erlaubt so das Herstellen der gewünschten Spule. Nach dem Abkühlen unter den sogenannten Erweichungspunkt des Isoliermaterials ist die Spule fest und kann, wie vorbekannte Spulen, aus rundem Draht weiterverarbeitet werden.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt diese Weiterverarbeitung durch das Aufkleben auf eine Sicke 7 der Membran 2 nur mit der Stirnfläche der Spule 3, doch ist selbstverständlich jede
 20 andere aus dem Stand der Technik bekannte Montage möglich.

Als Material für die Spule 3 kann jede Art von Draht und isolierendem Material verwendet werden, das aus dem Stand der Technik für die Herstellung von Spulen für elektrodynamische Wandler bekannt ist, das gleiche gilt für den Aufbau und die Materialien des Magnetsystems 1 und die Membrane 2.
 25

PATENTANSPRÜCHE:

1. Miniaturisierter, nach dem elektrodynamischen Prinzip arbeitender, elektroakustischer Wandler, insbesondere Lautsprecher, mit einem Magnetsystem (1), einer Membran (2) und einer mit der Membran verbundenen, in einen ringförmigen Spalt (4) des Magnetsystems ragenden Schwingspule 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingspule (3) zumindest zu ihrem überwiegenden Teil aus einem Draht (6) besteht, dessen Querschnitt in einer Richtung eine größere Erstreckung (1) aufweist als in der Richtung normal dazu (h) und dass die größere Erstreckung (1) parallel zur Spulenachse (5) verläuft.
2. Wandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die größere Erstreckung (1) etwa dreimal so groß ist wie die kleinere Erstreckung (h).

40 **HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN**

45

50

55

Fig. 1

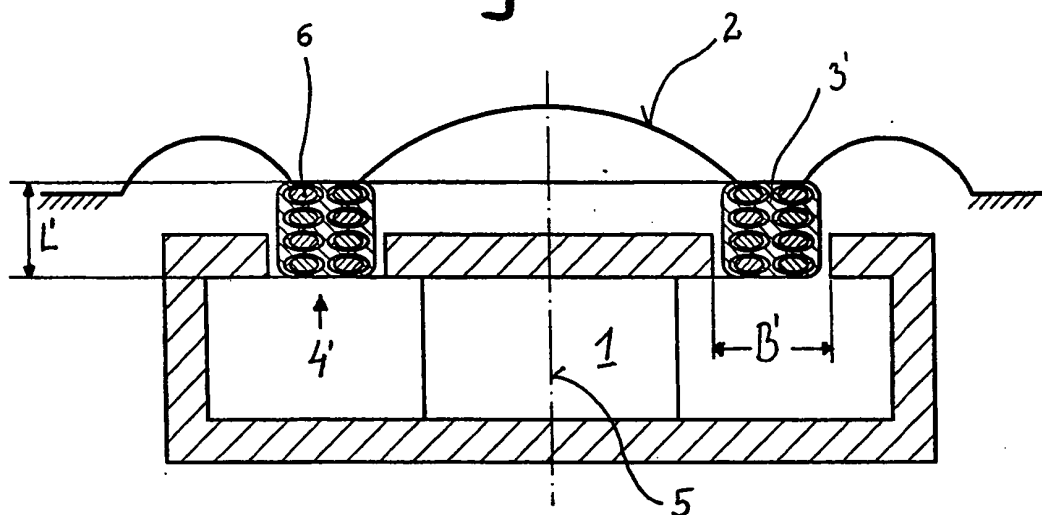


Fig. 2

