

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 419/93

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **H04R 11/00**

(22) Anmeldetag: 4. 3.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1995

(45) Ausgabetag: 25. 4.1996

(73) Patentinhaber:

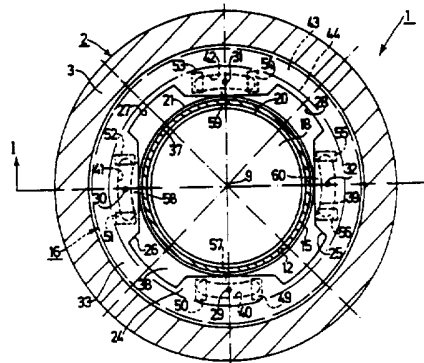
PHILIPS ELECTRONICS N.V.  
NL-5621 BA EINDHOVEN (NL).

(72) Erfinder:

FRASL EWALD  
WIEN (AT).

## (54) ELEKTROAKUSTISCHER WANDLER MIT EINER TRENNWAND UND EINER MASKENWAND

(57) Bei einem elektroakustischen Wandler (1) mit einer Membran (5) und mit einer hinter der Membran (5) liegenden, quer zur Wandlerachse (9) verlaufenden Trennwand (24), in der sie durchsetzende Trennwandöffnungen (29, 30, 31, 32) mit einer kleinen Querschnittsfläche von höchstens 0,2 mm<sup>2</sup> vorgesehen sind, und mit einer an der Trennwand angrenzend angeordneten Maskenwand (38), in der Maskenwandöffnungen (39, 40, 41, 42) mit einer größeren Querschnittsfläche vorgesehen sind, liegt jede Öffnung (29, 30, 31, 32) mit kleiner Querschnittsfläche zwischen zwei zwischen den beiden Wänden (24, 38) vorgesehenen Distanzteilen (49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) und begrenzen je zwei Distanzteile (49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) und die beiden Wände (24, 38) einen einen akustischen Widerstand bildenden kanalartigen Spalt (57, 58, 59, 60) zwischen den beiden Wänden (24, 38).



Die Erfindung bezieht sich auf einen elektroakustischen Wandler mit einer Membran, die parallel zu einer Wandlerachse schwingungsfähig ausgebildet ist, und mit einer Trennwand, die der Membranhinterseite gegenüberliegt und im wesentlichen quer zur Wandlerachse verläuft und in der mindestens eine sie durchsetzende Trennwandöffnung zur Bildung einer Verbindung zwischen einem zwischen der Membran und der einen Seite der Trennwand liegenden ersten Raum und einem an der anderen Seite der Trennwand liegenden zweiten Raum vorgesehen ist und die einen zentralen Durchgang in ihr umgibt, der dem ersten Raum angehört, und mit einer Maskenwand, die an eine der beiden Seiten der Trennwand angrenzende angeordnet ist und in der mindestens eine sie durchsetzende Maskenwandöffnung zur Bildung einer Verbindung zwischen den beiden Räumen vorgesehen ist und die mittels einem in Umfangsrichtung in sich geschlossenen akustisch dichten Verbindung, die in radialen Richtungen außerhalb der Öffnungen in den beiden Wänden liegt, mit der Trennwand mechanisch fest verbunden ist, wobei in der einen Wand von den beiden Wänden zumindest eine eine kleine Querschnittsfläche von höchstens  $0,2 \text{ mm}^2$  aufweisende Öffnung vorgesehen ist und eine in der anderen Wand vorgesehene Öffnung mit einer größeren Querschnittsfläche sich mit mindestens einer eine kleine Querschnittsfläche aufweisenden Öffnung in der einen Wand zur Bildung mindestens einer Verbindung mit einer kleinen akustisch wirksamen Querschnittsfläche zwischen den beiden Räumen in Richtung der Wandlerachse überdeckt.

Bei einem bei der Anmelderin entwickelten, nicht vorbekannten Wandler vorgenannter Art sind die Trennwand und die Maskenwand mit einer in einem peripheren Bereich der Maskenwand liegenden Klebeverbindung mechanisch fest und akustisch dicht miteinander verbunden. Die Klebeverbindung ist hiebei nur sehr dünn ausgebildet, so daß die beiden aneinander angrenzenden Wände, also die Trennwand und die Maskenwand des Wandlers, praktisch unmittelbar aneinander anliegen. Die Maskenwand ist dabei durch einen Flansch eines Topfes eines Magnetsystems des Wandlers gebildet, welcher Topf den durch den zentralen Durchgang in der Trennwand hindurchreichenden ersten Raum des Wandlers im Bereich der Wandlerhinterseite vollkommen dicht abschließt, so daß der teilweise zwischen der Membran und der einen Seite der Trennwand liegende erste Raum und der an der anderen Seite der Trennwand liegende zweite Raum des bekannten Wandlers nur über die akustisch wirksamen, durch die sich überdeckenden Öffnungen in der Trennwand und der Maskenwand gebildeten Verbindungen miteinander verbunden, sonst aber akustisch vollkommen voneinander getrennt sind. Hiebei bilden die beiden Räume je einen akustischen Kondensator und bildet jede durch zwei sich überdeckende Öffnungen in den beiden Wänden gebildete akustisch wirksame Verbindung eine akustische Induktivität und einen zu dieser Induktivität in Serie liegenden akustischen Widerstand, wobei von jeder Verbindung die Öffnung mit der kleineren Querschnittsfläche der wesentliche, die Größe der Induktivität und die Größe des Serien-Widerstandes bestimmende Teil der Verbindung ist. Die Größe des Serien-Widerstandes ist dabei durch die Querschnittsfläche und auch durch die in Richtung der Wandlerachse verlaufende Länge einer Öffnung mit der kleineren Querschnittsfläche bestimmt. Die Länge einer solchen Öffnung ist aber aus Herstellbarkeitsgründen relativ begrenzt, so daß insgesamt nur ein relativ kleiner Widerstandswert eines solchen akustischen Serien-Widerstandes erhalten wird. Die beiden Räume in Kombination mit den akustisch wirksamen Verbindungen zwischen den beiden Räumen bilden zwei sogenannte Helmholtz-Resonatoren, deren Resonanzverhalten und damit deren Resonanzüberhöhungen durch die Kapazitätswerte der durch die Räume gebildeten akustischen Kondensatoren und durch die Induktivitätswerte und die Widerstandswerte der durch die Verbindungen gebildeten akustischen Induktivitäten und zu letzteren in Serie liegenden Widerstände bestimmt sind. Bei dem bei der Anmelderin bekannten Wandler hat sich nun gezeigt, daß als Folge der mit den Öffnungen mit einer kleinen Querschnittsfläche erzielbaren nur relativ kleinen Widerstandswerte der akustischen Serien-Widerstände die Helmholtz-Resonatoren eine relativ hohe Güte aufweisen und daher die Resonatoren nur wenig bedämpft sind, so daß ihre Resonanzüberhöhungen relativ stark ausgeprägt sind, was zu einem welligen Frequenzgang des Wandlers führt.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, die vorstehend angeführten Schwierigkeiten zu beseitigen und einen elektroakustischen Wandler der eingangs im ersten Absatz angeführten Gattung mit einfachen Mitteln wirkungsvoll zu verbessern, um einen Wandler mit einem möglichst glatten Frequenzgang zu erhalten. Hiefür ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß jede eine kleine Querschnittsfläche aufweisende Öffnung in einer Wand von den beiden Wänden zwischen zwei zwischen den beiden Wänden vorgesehenen, von dem zentralen Durchgang in der Trennwand im wesentlichen je denselben Abstand aufweisenden Distanzteilen liegt und daß je zwei Distanzteile zusammen mit den beiden Wänden einen zwischen den beiden Wänden liegenden, kanalartigen Spalt ringsum begrenzen, der zu dem Durchgang in der Trennwand führt und einen akustischen Widerstand bildet. Durch diese erfindungsgemäßen Maßnahmen ist auf besonders einfache Weise zu jeder eine kleine Querschnittsfläche aufweisenden Öffnung ein sogenannter akustischer Nebenweg-Widerstand (by-pass resistor) realisiert, der parallel zu der durch eine Öffnung mit kleiner Querschnittsfläche gebildeten akustischen Impedanz wirksam ist, so daß im Bereich

jeder Öffnung mit kleiner Querschnittsfläche eine insgesamt kleinere akustische Impedanz erhalten ist. Dadurch wird aber vorteilhafterweise eine verringerte Güte und daher eine stärkere Bedämpfung der mit Hilfe der beiden Räume des Wandlers gebildeten Helmholtz-Resonatoren erreicht, was sich in einem guten glatten Frequenzgang des Wandlers niederschlägt. Hierbei ist als besonders vorteilhaft zu erwähnen, daß bei  
 5 einem erfindungsgemäßen Wandler jeder akustisch wirksame kanalartige Spalt von den beiden zwischen den beiden Wänden liegenden Distanzteilen und den beiden Wänden ringsum begrenzt ist und eine relativ exakt definierte Länge bis zu dem Durchgang in der Trennwand aufweist, was hinsichtlich einer besonders genauen Festlegung des Widerstandswertes des durch einen solchen Spalt bestimmten akustischen Nebenweg-Widerstandes vorteilhaft ist.

10 Es kann erwähnt werden, daß es beispielsweise aus der US-PS 4 027 116 bekannt ist, bei einem Wandler mit einer mit Öffnungen versehenen Trennwand und mit einer an diese Trennwand angrenzend angeordneten, ebenfalls mit Öffnungen versehenen Maskenwand die beiden Wände mit Abstand voneinander anzuordnen und in dem zwischen den beiden Wänden liegenden Raum eine akustische Dämpfungseinrichtung in Form von einem Filzring vorzusehen, der einen zusätzlichen akustischen Widerstand im Bereich  
 15 jeder durch zwei sich überdeckende Öffnungen gebildeten Verbindung zwischen zwei durch die Trennwand und die Maskenwand voneinander getrennten Räumen des Wandlers bildet. Solche mit Filzmaterial gebildete zusätzliche akustische Widerstände sind aber hinsichtlich der Größe ihres Widerstandswertes schwierig zu beherrschen, weil diese Größe relativ stark abhängig von der Zusammensetzung, der Dichte und der Faserbeschaffenheit des Filzmaterials, von der Feuchtigkeit des Filzmaterials und von der  
 20 Umgebungstemperatur des Filzmaterials ist. Demgegenüber ist der Widerstandswert eines auf erfindungsgemäße Weise durch einen kanalartigen Spalt gebildeten zusätzlichen akustischen Nebenweg-Widerstandes, dessen Spalthöhe durch genau bemeßbare Distanzteile und dessen Spalllänge ebenso genau bestimmt ist, in seiner Größe sehr genau festlegbar, weil seine Größe durch die genau beherrschbaren Spaltdimensionen festgelegt ist.

25 Die Distanzteile können durch radial nach innen abstehende Distanzfahnen eines zwischen die Trennwand und die Maskenwand einlegbaren separaten Distanzringes gebildet sein. Als besonders vorteilhaft hat sich aber erwiesen, wenn jeder Distanzteil mit einer Wand von den beiden Wänden einstückig ausgebildet ist. Dies ist hinsichtlich einer konstruktiv besonders einfachen Ausbildung vorteilhaft.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn jeder Distanzteil in Richtung der Wandlerachse eine  
 30 Höhe zwischen 20  $\mu\text{m}$  und 50  $\mu\text{m}$  aufweist. Bei Untersuchungen hat sich ergeben, daß mit einer solchen Ausbildung besonders gute Ergebnisse erzielt werden.

Als sehr vorteilhaft hat sich auch erwiesen, wenn von den Öffnungen mit unterschiedlichen Querschnittsflächen jede Öffnung mit einer kleineren Querschnittsfläche einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und der Durchmesser jeder solchen Öffnung mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrem akustisch  
 35 wirksamen Querschnittsbereich kleiner als 0,3 mm ist. Solche Öffnungen bzw. Löcher mit kleinem Durchmesser sind sehr genau unter Einhaltung von vorgegebenen Abmessungen mit sehr geringen Toleranzen herstellbar, so daß mit solchen Öffnungen genau festgelegte, durch das Verhältnis aus akustisch wirksamer Querschnittsfläche und Länge der Öffnung bestimmte akustische Induktivitätswerte und Widerstandswerte und damit genau definierte Einflüsse der mit Hilfe der Öffnungen gebildeten Verbindungen zwischen den  
 40 beiden Räumen des Wandlers auf das akustische Verhalten des Wandlers erzielt werden.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn der Durchmesser jeder solchen Öffnung mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrem akustisch wirksamen Querschnittsbereich gleich 0,2 mm ist. Bei Untersuchungen hat sich ergeben, daß mit einer solchen Ausbildung besonders gute Ergebnisse erzielt werden.

45 Weiters hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn jede solche Öffnung mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrer axialen Richtung eine konische Ausbildung aufweist. Dies ist im Hinblick auf eine genau definierte Festlegung der akustisch wirksamen Querschnittsfläche einer solchen Öffnung vorteilhaft, die auf den Bereich des kleinsten Durchmessers der Öffnung konzentriert ist. Weiters ist dies im Hinblick auf eine gute Herstellbarkeit einer solchen Öffnung in einem Kunststoffteil vorteilhaft, und zwar wegen der leichten  
 50 Entformbarkeit.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von einem in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel näher beschrieben, auf das die Erfindung jedoch nicht beschränkt sein soll. Die Fig.1 zeigt in einem Querschnitt gemäß der Linie I-I in Fig.2 in einem gegenüber der natürlichen Größe größeren Maßstab in etwas schematisierter Weise einen elektrodynamischen Wandler gemäß einem Ausführungsbeispiel der  
 55 Erfindung, der als Hör- bzw. Sprechkapsel für Telefonieanwendungen ausgebildet ist und der eine Trennwand mit Öffnungen und eine Maskenwand mit Öffnungen aufweist, zwischen denen mit Hilfe von Distanzteilen gebildete, akustische Nebenweg-Widerstände bildende kanalartige Spalte vorgesehen sind. Die Fig.2 zeigt in einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig.1 den Wandler gemäß Fig.1. Die Fig.3 zeigt in

einem Querschnitt in einem gegenüber der Fig.1 größeren Maßstab ein Detail von dem Wandler gemäß den Figuren 1 und 2, der in seiner Trennwand konisch ausgebildete Trennwandöffnungen aufweist.

In den Figuren 1 und 2 ist ein elektrodynamischer Wandler 1 dargestellt, der als Hör- bzw. Sprechkapsel ausgebildet ist. Der Wandler 1 weist eine im wesentlichen kreisringförmige bzw. hohlzylindrisch ausgebildete Halteeinrichtung 2 auf. Die Halteeinrichtung 2 weist eine kreisringförmige Außenwand 3 auf, die in ihrem einer Vorderseite des Wandlers 1 zugewandten Bereich mit einer Abstufung 4 versehen ist. Die Abstufung 4 bildet eine Haltezone, an der eine Membran 5 des Wandlers 1 mittels einer Klebeverbindung befestigt ist. Die Membran 5 weist einen zentralen Bereich 6 auf, der häufig auch als Dom bezeichnet wird. Weiters weist die Membran 5 einen peripheren Randbereich 7 auf, in dem hyperbolisch verlaufende Sicken vorgesehen sind, was in Fig.1 aber nicht erkennbar ist. Mit dem freien Ende 8 des Randbereiches 7 ist die Membran 5 an der Abstufung 4 der Halteeinrichtung 2 durch Kleben befestigt. Die Membran 5 ist parallel zu einer Wandlerachse 9 hin- und hergehend schwingungsfähig ausgebildet und sie strahlt an der Membranvaserseite 10 im Betrieb hörbare Nuttschwingungen ab.

Im Übergangsbereich 11 zwischen dem Mittlenbereich 6 und dem Randbereich 7 der Membran 5 ist mit der Membran 5 eine Schwingspule 12 mittels einer Klebeverbindung verbunden. Die Schwingspule 12 ragt hiebei mit ihrem von der Membranhinterseite 13 abgewandten Bereich 14 in einen Luftspalt 15 eines Magnetsystems 16 des Wandlers 1. Das Magnetsystem 16 weist einen Magneten 17 und eine Polplatte 18 sowie einen Topf 19 auf, der häufig auch als Außentopf bezeichnet wird. Zwischen der umfungsseitigen Begrenzungsfläche 20 der Polplatte 18 und dem Endbereich 21 des hohlzylindrischen Topfteiles 22, der durch den Bodenteil 23 des Topfes 19 abgeschlossen ist, liegt der Luftspalt 15, in dem sich der Bereich 14 der Schwingspule 12 befindet.

Bei dem vorliegenden Wandler 1 weist die Halteeinrichtung 2 eine von der Außenwand 3 in radialen Richtungen nach innen zu abstehende, im wesentlichen kreisringförmige Trennwand 24 auf, die hiebei der Membranhinterseite 13 der Membran 5 gegenüberliegt und quer zur Wandlerachse 9 verläuft. Die Trennwand 24 ist mit vier gleichmäßig je um  $90^\circ$  zueinander winkclversetzt angeordneten, die Trennwand 24 durchsetzenden, im wesentlichen eine schlitzförmige und relativ große Querschnittsfläche aufweisenden Trennwandöffnungen 25, 26, 27 und 28 versehen. Weiters ist die Trennwand 24 mit vier je um  $90^\circ$  zueinander winkclversetzt und je um  $45^\circ$  zu den schlitzförmigen Trennwandöffnungen 25, 26, 27 und 28 winkclversetzt angeordneten, ebenfalls die Trennwand 24 durchsetzenden, eine kreisförmige und relativ kleine Querschnittsfläche von etwa  $0,1 \text{ mm}^2$  aufweisenden Trennwandöffnungen 29, 30, 31 und 32 versehen. Die Trennwandöffnungen 25, 26, 27, 28 bzw. 29, 30, 31, 32 sind zur Bildung von akustisch wirksamen Verbindungen zwischen einem zwischen der Membran 5 und der einen Seite 33 der Trennwand 24 liegenden ersten Raum 34 und einem an der anderen Seite 35 der Trennwand 24 liegenden zweiten Raum 36 vorgesehen. Bei dem als Kapsel ausgebildeten elektrodynamischen Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 ist der zweite Raum 36 im Bereich der Hinterseite des Wandlers 1 abgeschlossen, worauf nachfolgend noch eingegangen ist. Beispielsweise können die schlitzförmigen Trennwandöffnungen 25, 26, 27 und 28 eine Länge von etwa 6 mm aufweisen. Als günstig hat sich erwiesen, wenn die kreisförmigen Trennwandöffnungen 29, 30, 31 und 32 mit einer kleineren Querschnittsfläche einen Durchmesser von kleiner als 0,3 mm und vorzugsweise von 0,2 mm aufweisen. Die kreisförmigen Trennwandöffnungen können aber auch einen Durchmesser von beispielsweise nur 50 oder 40  $\mu\text{m}$  aufweisen. Beim vorliegenden Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 weisen die kreisförmigen Trennwandöffnungen 29, 30, 31 und 32 in ihrer axialen Richtung eine konische Ausbildung auf, wie dies aus Fig.3 für die Trennwandöffnung 30 ersichtlich ist. Die kreisringförmige Trennwand 24 umgibt einen in ihr vorgesehenen zentralen Durchgang 37, der dem ersten Raum 34 angehört.

Der Wandler 1 weist weiters eine an die Seite 35 der Trennwand 24 angrenzend angeordnete und hiebei mit nachfolgend noch beschriebenen Mitteln in einem geringen Abstand von der Trennwand 24 gehaltene Maskenwand 38 auf. Die Maskenwand 38 ist mit vier je um  $90^\circ$  zueinander winkclversetzt angeordneten, die Maskenwand 38 durchsetzenden, eine schlitzförmige und relativ große Querschnittsfläche aufweisenden Maskenwandöffnungen 39, 40, 41 und 42 versehen, die zur Bildung der akustisch wirksamen Verbindungen zwischen den beiden Räumen 34 und 36 vorgesehen sind. Beispielsweise können die schlitzförmigen Maskenwandöffnungen 39, 40, 41 und 42 eine Länge von etwa 5 mm und eine Breite von etwa 2,2 mm aufweisen.

Zum Erzielen von unterschiedlich großen akustisch wirksamen Querschnittsflächen der akustisch wirksamen Verbindungen zwischen den beiden Räumen 34 und 36, die durch die in Richtung der Wandlerachse 9 zur Überdeckung bringbaren Wandöffnungen 25, 26, 27, 28 bzw. 29, 30, 31, 32 und 39, 40, 41, 42 in der Trennwand 24 und in der Maskenwand 38 gebildet sind, sind die Trennwand 24 und die Maskenwand 38 in zwei bezüglich der Wandlerachse 9 zueinander verdrehte Relativlagen bringbar und darin festhaltbar. Bei dem als Kapsel ausgebildeten Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 sind die

Trennwand 24 und die Maskenwand 38 in eine solche Relativlage zueinander gebracht und darin festgehalten, daß sich die kreisförmigen Trennwandöffnungen 29, 30, 31 und 32 mit einer kleinen Querschnittsfläche mit den schlitzförmigen Maskenwandöffnungen 39, 40, 41 und 42 mit einer größeren Querschnittsfläche überdecken. Auf diese Weise ist im Bereich von jeweils zwei sich überdeckenden Öffnungen eine kleine

5 akustisch wirksame Querschnittsfläche der jeweiligen Verbindung zwischen den beiden Räumen 34 und 36 erzielt, die durch die Querschnittsfläche der kreisförmigen Trennwandöffnungen 29, 30, 31 und 32 exakt festgelegt ist und die für die Realisierung eines als Kapsel ausgebildeten Wandlers und der für eine solche Kapsel gewünschten Frequenzcharakteristik erforderlich ist.

Wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, weist bei dem Wandler 1 der Topf 19 des Magnetsystems

10 16 einen quer zur Wandlerachse 9 verlaufenden Flansch 38 auf, mit dem der Topf 19 zur Befestigung des gesamten Magnetsystems 16 an der Trennwand 24 festgeklebt ist, und zwar entlang einer in Umfangsrichtung in sich geschlossenen, im wesentlichen kreisringförmigen, im äußeren Bereich des Flansches 38 befindlichen Klebeverbindung 43, deren innere Begrenzung 44 in Fig.2 mit einer strichpunktierten Linie schematisch angedeutet ist. Eine solche Klebeverbindung 43 weist in der Praxis selbstverständlich eine

15 Begrenzung 44 auf, die keinen solchen exakt kreisförmigen Verlauf hat. Der mit seinem Flansch 38 über die Klebeverbindung 43 an der Trennwand 24 befestigte Topf 19 dient bei dem Wandler 1 zusätzlich auch noch zum akustischen Abschließen des sich über den zentralen Durchgang 37 in der Trennwand 24 erstreckenden ersten Raumes 34 des Wandlers 1.

Der Flansch 38 des Topfes 19 des Magnetsystems 16 bildet nicht nur einen Befestigungsteil zum

20 Befestigen des Magnetsystems 16 an der Halteeinrichtung 2, sondern auf besonders einfache und sehr vorteilhafte Weise zusätzlich auch noch die Maskenwand 38 des Wandlers 1. Auf diese Weise ist erreicht, daß die Maskenwand 38 des Wandlers 1 nicht durch einen separaten Bauteil, sondern durch einen Bestandteil eines ohnehin vorhandenen Bauteiles des Wandlers 1, nämlich durch den Flansch 38 des Topfes 19 des Magnetsystems 16 des Wandlers 1, gebildet ist. Dies ist hinsichtlich niedriger Bauteilkosten

25 und insbesondere hinsichtlich von möglichst wenigen Montageschritten und möglichst geringen Montagekosten von Vorteil. Möglichst geringe Montageschritte und Montagekosten sind bei einer Massenproduktion eines solchen elektrodynamischen Wandlers 1 von großer Bedeutung, weil dadurch mit einer einfacher aufgebauten Montagestraße das Auslangen gefunden wird. Auch werden durch die als Flansch des Topfes ausgebildete Maskenwand keine additionellen Toleranzeinflüsse verursacht, was hinsichtlich einer guten

30 Reproduzierbarkeit des akustischen Verhaltens des Wandlers 1 vorteilhaft ist.

Wie bereits vorstehend erwähnt, ist bei dem als Hör- bzw. Sprechkapsel für Telekommunikationsanwendungen, insbesondere Telefonieanwendungen, ausgebildeten Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 der zweite Raum 36 an der anderen Seite 35 der Trennwand 24 abgeschlossen ausgebildet. Zum Abschließen des zweiten Raumes 36 ist hierfür ein Abschlußteil 45 vorgesehen, der plattenförmig ausgebildet ist. Der

35 Abschlußteil 45 ist mit einem Durchbruch 46 versehen, der im vorliegenden Fall einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und mit dem der Abschlußteil 45 mit akustisch dichter Passung auf die Außenumfangsfläche 47 des Topfes 19 des Magnetsystems 16 aufgesetzt ist. Der Abschlußteil 45 weist einen den Durchbruch 46 umgebenden Randbereich 48 auf, mit dem der Abschlußteil 45 mit der Außenwand 3 der Halteeinrichtung 2 akustisch dicht und mechanisch fest verbunden ist. Die Halteeinrichtung 2 bzw. deren

40 Außenwand 3 bildet somit beim vorliegenden Wandler 1 einen Raumbegrenzungsteil zum Begrenzen des zweiten Raumes 36. Die Halteeinrichtung 2 und der Abschlußteil 45 bestehen hiebei aus demselben Kunststoffmaterial und sind durch eine Ultraschallschweißverbindung mechanisch fest miteinander verbunden. Im Bereich des Durchbruches 46 ist der Abschlußteil 45 auf besonders einfache Weise nur mittels mechanischer Preßpassung mit dem Topf 19 des Magnetsystems 16 an dessen Außenumfangsfläche 47

45 verbunden.

Bei dem Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 sind die Trennwand 24 und die Maskenwand 38 auch in eine andere Relativlage zueinander bringbar und darin festhaltbar als dies in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist. Bei dem Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 können die Trennwand 24 und die Maskenwand 38, also der Flansch 38 des Topfes 19 des Magnetsystems 16, in eine Relativlage zueinander

50 gebracht und darin festgehalten werden, bei der sich die schlitzförmigen Trennwandöffnungen 25, 26, 27 und 28 mit den schlitzförmigen Maskenwandöffnungen 39, 40, 41 und 42 überdecken. Auf diese Weise ist im Bereich von jeweils zwei sich überdeckenden Öffnungen eine große akustisch wirksame Querschnittsfläche der jeweiligen akustisch wirksamen Verbindung zwischen den beiden Räumen 34 und 36 erzielt, die durch die Querschnittsfläche der Maskenwandöffnungen 39, 40, 41 und 42 exakt festgelegt ist und die für

55 die Realisierung eines als Lautsprecher ausgebildeten Wandlers und der für einen solchen Lautsprecher gewünschten Frequenzcharakteristik erforderlich ist. Bei einer Ausbildung eines solchen Wandlers 1 als Lautsprecher ist aber dann der zweite Raum 36 offen ausgebildet, was durch Weglassen des Abschlußteiles 45 erreicht wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Wandler 1 gemäß den Figuren 1 und 2 ist auf besonders einfache Weise erreicht, daß der Abschlußteil 45 des Wandlers 1 bezüglich der Wandlerachse 9 innerhalb des axialen Niveaubereiches des Magnetsystems 16 des Wandlers 1 liegt, also in Richtung der Wandlerachse 9 keinen zusätzlichen Raumbedarf in Anspruch nimmt. Auf diese Weise ist eine besonders geringe Bauhöhe des Wandlers 1 in Richtung von dessen Wandlerachse 9 erreicht, so daß sich ein solcher Wandler 1 auch zum Einbau in besonders flach ausgebildete Telekommunikationsgeräte eignet.

Bei dem erfindungsgemäßen Wandler 1 gemäß den Figuren 1, 2 und 3 liegt - in Richtung der Wandlerachse 9 gesehen - jede eine kleine Querschnittsfläche aufweisende Trennwandöffnung 29, 30, 31, 32 in der Trennwand 24 zwischen zwei zwischen der Trennwand 24 und der Maskenwand 38 vorgesehenen, von dem zentralen Durchgang 37 in der Trennwand 24 im wesentlichen je denselben Abstand aufweisenden Distanzteilen 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56, die die Trennwand 24 und die Maskenwand 38 in einem geringen Abstand voneinander halten. Je zwei Distanzteile 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56 begrenzen einen zwischen der Trennwand 24 und der Maskenwand 38 liegenden, ringsum begrenzten, zu dem Durchgang 37 in der Trennwand 24 führenden, einen akustischen Widerstand bildenden kanalartigen Spalt 57, 58, 59, 60. Jeder der Distanzteile 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 ist mit der Trennwand 24 einstückig ausgebildet. Die Distanzteile werden bei der Herstellung der Halteeinrichtung 2, von der die Trennwand 24 einen integralen Bestandteil bildet, auf einfache Weise und praktisch ohne zusätzliche Maßnahmen erhalten, nämlich bei dem zur Herstellung der Halteeinrichtung 2 stattfindenden Spritzgußvorgang. Jeder der Distanzteile 49 bis 56 weist bei dem vorliegenden Wandler 1 gemäß den Figuren 1 bis 3 in Richtung der Wandlerachse 9 eine Höhe von etwa 50  $\mu\text{m}$  auf. Es sei erwähnt, daß in Fig.3 die Höhe des Distanzteiles 58 größer dargestellt ist, als dies in Relation zu den anderen dargestellten Teilen seiner tatsächlichen natürlichen Größe entspricht, um die Deutlichkeit der Zeichnung zu erhöhen. In Draufsicht auf die Distanzteile 49 bis 56 in Richtung der Wandlerachse 9 weisen die Distanzteile 49 bis 56 einen rechteckigen Querschnitt auf. Wie aus Fig.2 ersichtlich ist, liegen die Distanzteile 49 bis 56 je im Bereich eines Endes einer schlitzförmigen Maskenwandöffnung 39, 40, 41, 42, was dahingehend vorteilhaft ist, daß auf diese Weise die Distanzteile 49 bis 56 zusätzlich Barrieren für den Kleber bilden, mit dem die Maskenwand 38 mit der Trennwand 24 entlang der Klebeverbindung 43 mechanisch und akustisch dicht verbunden wird.

Durch das Vorsehen der paarweise zusammengehörigen Distanzteile 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56, wobei in Draufsicht auf den Wandler 1 in Richtung der Wandlerachse 9 zwischen jedem Paar von Distanzteilen 49 bis 56 eine Trennwandöffnung 29, 30, 31, 32 mit einer kleinen Querschnittsfläche liegt, ist auf besonders einfache Weise erreicht, daß zu jeder eine kleine Querschnittsfläche aufweisenden Öffnung 29, 30, 31, 32 ein sogenannter akustischer Nebenweg-Widerstand realisiert ist, und zwar durch den jeweils von zwei Distanzteilen 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56 und der Trennwand 24 und der Maskenwand 38 begrenzten kanalartigen Spalt 57, 58, 59, 60, der zusätzlich und parallel zu der durch eine Öffnung 29, 30, 31, 32 mit kleiner Querschnittsfläche gebildeten akustischen Impedanz wirksam ist, so daß im Bereich jeder Öffnung 29, 30, 31, 32 mit kleiner Querschnittsfläche eine insgesamt kleinere akustische Impedanz erhalten ist. Dadurch wird aber vorteilhafterweise eine verringerte Güte und daher eine stärkere Bedämpfung der mit Hilfe der beiden Räume 34 und 36 des Wandlers 1 gebildeten Helmholtz-Resonatoren erhalten, wodurch ein guter glatter Frequenzgang des Wandlers 1 erreicht ist. Als besonders vorteilhaft ist hierbei zu erwähnen, daß die Realisierung der als akustische Nebenweg-Widerstände wirksamen kanalartigen Spalte 57, 58, 59, 60 auf besonders einfache Weise unter Ausnützung der aneinander angrenzenden angeordneten Wände 24 und 38 und nur durch zusätzliches Vorsehen der Distanzteile 49 bis 56 gelöst ist. Weiters ist als besonders vorteilhaft zu erwähnen, daß bei dem Wandler 1 jeder akustisch wirksame kanalartige Spalt 57, 58, 59, 60 von jeweils zwei zwischen den beiden Wänden 24 und 38 liegenden Distanzteilen 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56 und den beiden Wänden 24 und 38 ringsum auf besonders exakte Weise begrenzt ist und eine relativ exakt definierte Länge bis zu dem zentralen Durchgang 37 in der Trennwand 24 aufweist, was hinsichtlich einer besonders genauen Festlegung des Widerstandswertes des durch einen solchen kanalartigen Spalt 57, 58, 59, 60 bestimmten akustischen Nebenweg-Widerstandes vorteilhaft ist.

Bei einem Wandler 1 gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel können zwischen je zwei Distanzteilen 49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56 auch mehr als eine eine kleine Querschnittsfläche aufweisende Öffnung 29, 30, 31, 32 vorgesehen sein. Beispielsweise können zwischen jeweils zwei Distanzteilen auch zwei, aber auch mehr solche Öffnungen mit kleiner Querschnittsfläche vorgesehen sein. Auch können jeweils ein Distanzteil und eine Öffnung mit kleiner Querschnittsfläche mehrfach abwechselnd aufeinanderfolgend vorgesehen sein. Die Distanzteile 49 bis 56 können in Draufsicht in Richtung der Wandlerachse 9 auch eine von einer Rechteckform abweichende Querschnittsform aufweisen und beispielsweise trapezförmig, dreieckförmig, ovalförmig oder auch andersförmig ausgebildet sein.

Auch kann die Höhe der Distanzteile 49 bis 56 in Richtung der Wandlerachse 9 einen anderen Wert als 50  $\mu\text{m}$  aufweisen, beispielsweise können die Distanzteile 49 bis 56 auch nur 20  $\mu\text{m}$ , aber auch 100  $\mu\text{m}$  hoch ausgebildet sein. Bei einem solchen Wandler 1 können auch mehr als vier Paare von Distanzteilen vorgesehen sein, wobei ebenfalls zwischen jedem Distanzteilkpaar zumindest eine Trennwandöffnung mit einer kleinen Querschnittsfläche vorgesehen ist. Bei einem solchen Wandler 1 können die Distanzteile 49 bis 56 auch bis zu dem Durchgang 37 in der Trennwand 24 heranreichen.

Die Erfindung ist auf den Wandler gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel nicht beschränkt. Beispielsweise kann der als Maskenwand vorgesehene Flansch des Topfes eines wie bei dem beschriebenen Wandler vorgesehenen Kerntopf-Magnetsystems auch an der der Membran zugewandten Seite einer Trennwand einer solchen Halteinrichtung anliegen. Auch kann ein anderes Magnetsystem als ein Topfkern-Magnetsystem bei einem erfindungsgemäßen Wandler zum Einsatz kommen, beispielsweise ein Ringkern-Magnetsystem. Auch können beispielsweise in der Trennwand mehr als zwei unterschiedliche Arten von Trennwandöffnungen vorgesehen sein, die mit beispielsweise mehr als einer Art von Maskenwandöffnungen in einer durch einen Flansch gebildeten Maskenwand in verschiedenen Relativlagen der Trennwand und der Maskenwand zueinander zur Überdeckung bringbar sind. Auch können, anstelle in einem Bereich der Trennwand nur eine Trennwandöffnung mit einem kreisförmigen Querschnitt mit kleinem Durchmesser vorzusehen, auch zwei oder mehr solche Öffnungen mit kreisförmigem Querschnitt mit noch kleineren Durchmessern vorgesehen sein, die dann zwischen zwei Distanzteilen liegen. Auch können solche Öffnungen mit einem kreisförmigen Querschnitt in axialer Richtung anstelle einer konischen Ausbildung auch eine zylinderförmige Ausbildung aufweisen. Auch können die zur Bildung je einer akustisch wirksamen Verbindung vorgesehenen Öffnungen mit einer kleineren Querschnittsfläche in einer Maskenwand eines Wandlers und die mit diesen Öffnungen in der Maskenwand zur Überdeckung bringbaren, ebenfalls zur Bildung je einer akustisch wirksamen Verbindung vorgesehenen Öffnungen mit einer größeren Querschnittsfläche in einer Trennwand eines Wandlers vorgesehen sein, die mit Hilfe von Distanzteilen in geringem Abstand von der Maskenwand gehalten ist. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen sind auch bei einem Wandler anwendbar, bei dem die Trennwand und die Maskenwand nur in eine Relativlage zueinander gebracht und darin festgehalten werden.

### Patentansprüche

1. Elektroakustischer Wandler mit einer Membran, die parallel zu einer Wandlerachse schwingungsfähig ausgebildet ist, und mit einer Trennwand, die der Membranhinterseite gegenüberliegt und im wesentlichen quer zur Wandlerachse verläuft und in der mindestens eine sie durchsetzende Trennwandöffnung zur Bildung einer Verbindung zwischen einem zwischen der Membran und der einen Seite der Trennwand liegenden ersten Raum und einem an der anderen Seite der Trennwand liegenden zweiten Raum vorgesehen ist und die einen zentralen Durchgang in ihr umgibt, der dem ersten Raum angehört, und mit einer Maskenwand, die an eine der beiden Seiten der Trennwand angrenzend angeordnet ist und in der mindestens eine sie durchsetzende Maskenwandöffnung zur Bildung einer Verbindung zwischen den beiden Räumen vorgesehen ist und die mittels einer in Umfangsrichtung in sich geschlossenen akustisch dichten Verbindung, die in radialen Richtungen außerhalb der Öffnungen in den beiden Wänden liegt, mit der Trennwand mechanisch fest verbunden ist, wobei in der einen Wand von den beiden Wänden zumindest eine kleine Querschnittsfläche von höchstens 0,2 mm<sup>2</sup> aufweisende Öffnung vorgesehen ist und eine in der anderen Wand vorgesehene Öffnung mit einer größeren Querschnittsfläche sich mit mindestens einer kleinen Querschnittsfläche aufweisenden Öffnung in der einen Wand zur Bildung mindestens einer Verbindung mit einer kleinen akustisch wirksamen Querschnittsfläche zwischen den beiden Räumen in Richtung der Wandlerachse überdeckt, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede eine kleine Querschnittsfläche aufweisende Öffnung (29, 30, 31, 32) in einer Wand (24) von den beiden Wänden (24, 38) zwischen zwei zwischen den beiden Wänden (24, 38) vorgesehenen, von dem zentralen Durchgang (37) in der Trennwand (24) im wesentlichen je denselben Abstand aufweisenden Distanzteilen (49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) liegt und daß je zwei Distanzteile (49, 50 bzw. 51, 52 bzw. 53, 54 bzw. 55, 56) zusammen mit den beiden Wänden (24, 38) einen zwischen den beiden Wänden (24, 38) liegenden kanalartigen Spalt (57, 58, 59, 60) ringsum begrenzen, der zu dem Durchgang (37) in der Trennwand (24) führt und einen akustischen Widerstand bildet.
2. Wandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Distanzteil (49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) mit einer Wand (24) von den beiden Wänden (24, 38) einstückig ausgebildet ist (Fig.2, 3).

## AT 400 911 B

3. Wandler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Distanzteil (49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56) in Richtung der Wandlerachse (9) eine Höhe zwischen 20  $\mu\text{m}$  und 50  $\mu\text{m}$  aufweist (Fig.3).
- 5 4. Wandler nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Öffnung (29, 30, 31, 32) mit einer kleinen Querschnittsfläche einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und daß der Durchmesser jeder solchen Öffnung (29, 30, 31, 32) mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrem akustisch wirksamen Querschnittsbereich kleiner als 0,3 mm ist (Fig.3).
- 10 5. Wandler nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser jeder solchen Öffnung (29, 30, 31, 32) mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrem akustisch wirksamen Querschnittsbereich gleich 0,2 mm ist (Fig.3).
- 15 6. Wandler nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede solche Öffnung (29, 30, 31, 32) mit einem kreisförmigen Querschnitt in ihrer axialen Richtung eine konische Ausbildung aufweist (Fig.3).

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen



