



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 560 B**

PATENTSCHRIFT

(12)

(21) Anmeldenummer: A 240/2001
(22) Anmeldetag: 15.02.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.07.2003
(45) Ausgabetag: 25.02.2004

(51) Int. Cl.⁷: **H04R 1/02**
H04R 1/08

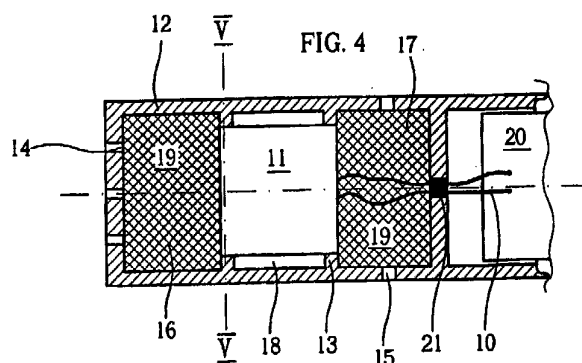
(73) Patentinhaber:
AKG ACOUSTICS GMBH
A-1230 WIEN (AT).

(72) Erfinder:
SCHWALD CHRISTOPH DIPL.ING.
WIEN (AT).

(54) MINIATURMIKROFON MIT INTEGRIERTEM WINDSCHUTZ

(57) Die Erfindung betrifft ein Miniaturmikrofon mit einer in einem Mikrofongehäuse (12) untergebrachten Mikrofonkapsel (11) wobei das Mikrofongehäuse (12) mit vorderen Schalleintrittsöffnungen (14) die zu einem vorderen Volumen (16) führen und mit hinteren Schalleintrittsöffnungen (15) die zu einem hinteren Volumen (17) führen, versehen ist und wobei das vordere Volumen (16) mit vorderen Schalleintrittsöffnungen der Mikrofonkapsel (11) und das hintere Volumen (17) mit hinteren Schalleintrittsöffnungen der Mikrofonkapsel (11) in Verbindung steht.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem vorderen Volumen (16) und dem hinteren Volumen (17) ein Verbindungsvolumen (18) vorgesehen ist.



AT 411 560 B

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Miniatur-Mikrofon mit einer in einem Mikrofongehäuse untergebrachten Mikrofonkapsel mit vorderen Schalleintrittsöffnungen die zu einem vorderen Volumen führen, mit hinteren Schalleintrittsöffnungen die zu einem hinteren Volumen führen und mit einem Verbindungsvolumen, somit einen Druckgradientenempfänger, mit verbessertem Windschutz bzw. Popschutz.

Mikrofonkapseln, unabhängig von ihrer physikalischen Arbeitsweise, können als Druckempfänger oder als Druckgradientenempfänger aufgebaut werden. Die zwei Kapseltypen unterscheiden sich voneinander hauptsächlich in der erzielbaren Richtcharakteristik. Die Richtcharakteristik einer Mikrofonkapsel wird als Empfindlichkeit der Kapsel in Abhängigkeit vom Einsprachwinkel definiert, und kann als eine Kugel-, Nieren-, Hypernieren-, Supernieren-, oder achterförmige Richtcharakteristik mit dazugehörigem Polardiagramm beschrieben werden. Druckempfänger, bei denen die Membrane der Kapsel nur von einer Seite angeregt wird, weisen eine kugelförmige Richtcharakteristik auf.

Um eine einseitige Richtcharakteristik erzielen zu können, müssen sogenannte Druckgradientenempfänger gebaut werden. Sie weisen nicht nur eine vordere Schalleintrittsöffnung, sondern auch eine zweite, die entweder seitlich oder hinten realisiert werden kann, mit deren Hilfe die Membrane der Mikrofonkapsel einer Druckdifferenz ausgesetzt wird. Die akustische Abstimmung einer Druckgradientenkapsel wird von einem Fachmann mit bekannten akustischen Mitteln vorgenommen, so dass sowohl die gewünschte Richtcharakteristik, als auch ein gewünschter Frequenzverlauf erreicht wird.

Obwohl die Mikrofonkapseln mit ausgeprägter einseitiger Richtcharakteristik wegen ihrer störschalldämmenden Eigenschaft gefragt sind, weisen sie im Vergleich zu Kapseln mit kugelförmiger Richtcharakteristik auch einen großen Nachteil gegenüber Wind- oder sogenannten Popgeräuschen auf. Popgeräusche entstehen bei ungeübter Aussprache von Explosiven Konsonanten wie „P“ oder „B“.

Die Dämpfung der Windgeräusche erfolgt nach bekanntem Stand der Technik mit Hilfe von verschiedenartigen Mikrofonkörben. Dabei werden die Mikrofonkörbe, welche auch als mechanischer Schutz der Mikrofonkapsel dienen, mit verschiedensten porösen Materialien ausgefüllt. Dazu verwendet man hauptsächlich offenporige Schaumstoffe, die entweder ins Innere des Mikrofonterkorbes eingesetzt, oder als Windschutzkappe auf die Mikrofonterkorbe aufgesetzt werden. Die Wirksamkeit solcher Windschutzvorrichtungen ist einerseits von der Schaumdichte und andererseits vom Abstand zur Mikrofonkapsel abhängig. Ein dichter Schaumstoff bewirkt generell einen besseren Windschutz, aber auch einen Empfindlichkeitsverlust des Mikrofons bei höheren Frequenzen. Ähnlich verhält es sich mit dem Abstand von der zu schützenden Mikrofonkapsel. Ein größerer Abstand bedeutet einen besseren Schutz, allerdings mit dem Nachteil, dass das Mikrofon nicht mehr unauffällig klein gehalten werden kann.

Als Beispiel für die Anwendung von Schutzvorrichtungen gegen das Poppen auf Schaumbasis soll hier die EP 0 130 400 A2 genannt werden. Dabei handelt es sich um einen aus offenporigem Schaumstoff angefertigten Pop- und Windschutz, welcher über das Mikrofongehäuse umgestülpt wird.

Eine andere Methode ist in der US 4,966,252 A beschrieben. Da wird nicht nur der Kapselbereich des Mikrofons, sondern das ganze Mikrofon in ein zeppelinartiges Windschutzgehäuse eingebaut.

Die DE 298 13 397 U1 beschreibt ebenfalls eine Schaumstoffausführung die über das Mikrofongehäuse gestülpt wird.

Allen drei Beispielen ist gemeinsam, dass sie in ihrer Ausführung kompliziert und teuer sind, und dass sich äußere klimatische Verhältnisse sehr negativ auf die Lebensdauer der Schutzvorrichtungen auswirken.

Miniaturmikrofone, welche hauptsächlich am menschlichen Körper, entweder durch anschnallen, anstecken, aufkleben oder aufsetzen getragen werden, werden zum Zweck der Verringerung der Wind- oder Popempfindlichkeit als Druckempfänger ausgeführt. Damit kann zwar die Windempfindlichkeit des Mikrofons niedrig gehalten werden, aber andererseits werden durch kugelförmige Richtcharakteristik des Mikrofons auch unerwünschte Störgeräusche aus der akustischen Umgebung des Mikrofons empfangen und weiter übertragen. Die Anwendung von Miniaturmikrofonen mit einseitiger Richtcharakteristik war bis jetzt durch ihre Windempfindlichkeit besonders

erschwert. Sie mußten unbedingt eine Außenschutzkappe aus Schaumstoff tragen.

Die Erfindung hat das Ziel, die Integration von Miniaturmikrofonen, welche aus Dynamischen- oder Elektretkapseln mit einseitiger Richtcharakteristik in Bauteilen mit geringen Dimensionen (z.B. Mikrofonarm eines Headsets) mit der Besonderheit eines integrierten Windschutzes zu ermöglichen, ohne den Aufbau des Mikrofons kompliziert und teuer zu gestalten.

Erfindungsgemäß werden diese Ziele dadurch erreicht, dass im eingebauten Zustand der Mikrofonkapsel mit Hilfe von engen Kanälen, welche im Inneren des Mikrofongehäuses ausgeführt werden, eine akustische Verbindung zwischen der vorderen und hinteren Seite der Mikrofonkapsel realisiert wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt die Fig. 1 und die Fig. 2 ein Schema zur Erläuterung der der Erfindung zugrundeliegenden Problematik,

die Fig. 3 ein Kleinmikrofon gemäß dem Stand der Technik, die Fig. 4 einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Mikrofon und die Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V der Fig. 4.

Die der Erfindung zugrundeliegende Problematik wird im Folgenden anhand der Fig. 1 und 2 dargelegt: Fig. 1 zeigt, durch die gewellten Linien dargestellt, ein turbulentes Schallfeld, in dem sich eine Mikrofonkapsel mit zwei Schalleintrittsöffnungen a und b befindet.

In Fig. 2 sind mit Hilfe eines Vektordiagrammes die Druckverhältnisse in einem turbulenten Schalldruckfeld dargestellt. Dabei haben die einzelnen Vektoren folgende Bedeutung: P_0 ist der statische Luftdruck, dessen Intensitätsveränderungen so langsam sind, dass man sie vernachlässigen kann. Auf der Spitze des Vektors P_0 sind zwei Vektoren P_a und P_b dargestellt. Die Länge des Vektors P_0 ist um den Faktor 10^5 ($=100000$) länger als diese beiden Vektoren. Sie repräsentieren die Schalldruckverhältnisse an den Stellen der beiden Schalleintrittsöffnungen a und b der in Fig. 1 dargestellten Mikrofonkapsel. Da die Mikrofonkapsel klein ist, sind die Intensitäten (Längen) der beiden Vektoren P_a und P_b identisch (sie werden auf so einer kurzen Strecke nicht abgeschwächt). Ihre Phasenlagen sind aber, durch die Turbulenz des Schallfeldes bedingt, völlig zufällig.

In Fig. 2 sind zwei Momentaufnahmen dargestellt. Im ersten Fall (ausgezogenen Linien) weist der Vektor P_b einen Phasenwinkel von etwa 45° auf, und die Vektordifferenz, welche als Antriebskraft auf die Membrane der Mikrofonkapsel wirkt, hat eine Intensität von ΔP_1 . Zu einem anderen Zeitpunkt (strichlierte Linien) weist der Vektor P_b einen Phasenwinkel von etwa 120° auf. Dann ist der Druckunterschied $P_a - P_b = \Delta P_2$ größer als die einzelnen Drücke P_a oder P_b .

Das bedeutet, dass in einer turbulenten Luftdruckumgebung, wie sie beim Auftreten von Wind- oder Popgeräuschen im Regelfall herrscht, die Membranantriebskraft bei einer Druckgradientenkapsel wesentlich größer als bei einer Druckkapsel werden kann. Und zwar deshalb, weil in einem turbulenten Luftdruckfeld die Druckunterschiede zwischen zwei benachbarten Punkten wesentlich größer werden können, als der Luftdruck an einem Punkt im gleichen turbulenten Luftdruckfeld über der Zeit, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Die Mikrofone, welche mit solchen Mikrofonkapseln aufgebaut werden, sind besonders empfindlich gegenüber Windgeräuschen und deren Dämpfung ist normalerweise nur mit sehr großem Aufwand realisierbar.

Aus der Fig. 3 ist ein herkömmliches Kleinmikrofon mit einseitiger Richtcharakteristik gemäß dem Stand der Technik zu sehen. Die Mikrofonkapsel 1 mit einer vorderen und einer hinteren Schalleintrittsöffnung, die nicht dargestellt sind, ist in einer elastischen, die Griff- oder Reibgeräusche hemmenden, hohlzylindrischen Kapselhalterung 2 eingebettet. Dabei sind seitliche Schallöffnungen 3 in das Mikrofongehäuse 4 integriert, die zu einem hinteren Volumen 7 führen. Auf der vorderen Kapselseite, im vorderen Volumen mit zugehörigen vorderen Schalleintrittsöffnungen 6 im Mikrofongehäuse 4 wird im Regelfall ein mehr oder weniger poröser Schaumstoff 5 eingelegt. Seine Aufgabe ist zweifach. Erstens wird dadurch ein Staubschutz der Kapsel gewährleistet und zweitens versucht man einen Popschutz zu erreichen.

Bei der dargestellten Lösung ist zu erkennen, dass die als Druckgradientenempfänger ausgeführte Mikrofonkapsel 1 zwar zwei (nicht extra dargestellte) Schalleintrittsöffnungen hat, dass aber im hinteren Volumen 7 mit den hinteren Schalleintrittsöffnungen 3 kein Schaumstoff eingelegt ist und dass die Kapselhalterung 2 das vordere Volumen vom hinteren Volumen (akustisch) völlig isoliert. So erspart man einiges an Herstellungskosten, steigert aber noch die Windempfindlichkeit

des Mikrofons, da nur völlig gleiche Schallwege zu keinen zusätzlichen Druckunterschieden an der Membrane der Kapsel führen. Durch das Fehlen des Schaumstoffes im hinteren Volumen 7 des Mikrofons werden die Druckunterschiede auf der Membrane (gegenüber dem völligen Fehlen von Schaumstoffabdeckungen) vergrößert, und dadurch auch die Wind- oder Popempfindlichkeit.

Deshalb ist es notwendig, herkömmliche Mikrofoneinbauten mit geringen Dimensionen (Außendurchmesser bis 25 mm) zum Schutz gegen Windgeräusche bzw. Popgeräusche mittels eines zusätzlichen Schaumstoffkörpers (Windschutzteil) der über die gesamte Baustruktur gezogen bzw. gestülpt werden muß, zu versehen. Nachteile sind hier der zusätzliche Platzaufwand sowie die Alterung dieser sogenannten zusätzlichen Windschutzteile aufgrund wirkender Umwelteinflüsse.

Eine erfindungsgemäße Lösung ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt: Eine übliche Druckgradientenkapsel 11 mit einseitiger Richtcharakteristik befindet sich in einem im Regelfall zylindrischen Gehäuse 12, welches aber auch mit anderer Form ausgeführt werden kann, und wird von Noppen bzw. Stegen 13, die von der Gehäusewand nach innen ragen, gehalten. Im Gehäuse 12 sind vordere Schalleintrittsöffnungen 14 und hintere Schalleintrittsöffnungen 15 vorgesehen. Im Gehäuse 12 wird durch die eingesetzte Kapsel 11 ein vorderes Volumen 16, ein hinteres Volumen 17 und ein die beiden verbindendes Verbindungsvolumen 18 ausgebildet.

Das vordere Volumen 16 und das hintere Volumen 17 sind mit jeweils zumindest einem schalldurchlässigen Schaumteil 19 ganz oder partiell gefüllt. Das Verbindungsvolumen 18 wirkt als Beruhigungszone und ergibt in Verbindung mit den Eigenschaften der Schaumteile 19 eine sehr starke Dämpfung der Windgeräusche.

Die vorderen Schalleintrittsöffnungen 14 erlauben den Schalleintritt von vorne in das vordere Volumen 16, damit sowohl zu den Eintrittsöffnungen (nicht extra dargestellt) auf der Vorderseite der Kapsel 11 als auch, vermittels des Verbindungsvolumens 18, zum hinteren Volumen 17 und von dort zu den hinteren Schalleintrittsöffnungen (nicht extra dargestellt) auf der Rückseite der Kapsel 11.

Die Rückwand des hinteren Volumens 17 ist von der nachfolgenden Baustruktur akustisch dicht isoliert, dadurch dass erstens das Volumen 17 klein gehalten wird und zweitens, dass das Mikrofongehäuse 12 innen verschlossen ist und keine Ankopplung von anderen Volumina zuläßt. In Fig. 4 sind noch die Anschlußdrähte 10 der Mikrofonkapsel 11 zu sehen. Sie werden durch eine Öffnung durchgezogen und die Öffnung wird mit Hilfe von Klebstoff oder anderem elastischem Material 21 verschlossen, damit sich das restliche Volumen 20 des Mikrofongehäuses nicht akustisch an das Volumen 17 ankopfelt.

Die Größe der Volumina und der Eintrittsöffnungen wird unter Anwendung der im Mikrofonbau üblicherweise verwendeten Kriterien so gewählt, dass die gewünschte Formung des Frequenzganges erreicht wird. Die Form und Größe des vorderen Volumens 16, das bevorzugt zur Gänze vom Schaumstoff 19 ausgefüllt ist, wird bevorzugt so gewählt, dass seine Höhe (Abstand zwischen der Vorderseite der Mikrofonkapsel 11 und den vorderen Schalleintrittsöffnungen 14) etwa $\frac{1}{4}$ der kleinsten zu übertragenden Wellenlänge (höchste zu übertragende Frequenz) aufweist. Damit nutzt man seine Wirkung als Resonator aus und verbreitert den Mikrofonfrequenzverlauf bei höheren Frequenzen. Die Größe des hinteren Volumens 17 ist weniger kritisch, solange die Öffnungen 15 erstens nahe genug am Boden der Kapsel 11 angeordnet werden und zweitens ihre Größe einen ungehemmten Schalldurchlass ermöglicht. Die Verbindungskanäle, die als Verbindungsvolumen 18 dargestellt werden, sind bevorzugt etwa 0,5 bis 2 mm breit (radiale Erstreckung). Sie können noch breiter ausgebildet werden, was aber nur in Ausnahmefällen Sinn macht, da dadurch das Mikrofon wieder größer wird.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass in der Beschreibung und den Ansprüchen unter dem Begriff „Volumen“ ein leeres oder mit Schaumstoff od. dergl. teilweise oder ganz gefülltes Volumen verstanden wird, dass aber jedenfalls akustisch im wesentlichen durchlässig ist.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Miniatur-Mikrofon mit integriertem Windschutz mit einer in einem Mikrofongehäuse (12) untergebrachten Mikrofonkapsel (11) wobei das Mikrofongehäuse (12) mit vorderen Schalleintrittsöffnungen (14) die zu einem vorderen Volumen (16) führen und mit hinteren

- Schalleintrittsöffnungen (15) die zu einem hinteren Volumen (17) führen, versehen ist und wobei das vordere Volumen (16) mit vorderen Schalleintrittsöffnungen der Mikrofonkapsel (11) und das hintere Volumen (17) mit hinteren Schalleintrittsöffnungen der Mikrofonkapsel (11) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem vorderen Volumen (16) und dem hinteren Volumen (17) ein Verbindungsvolumen (18) vorgesehen ist.
2. Miniatur-Mikrofon nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsvolumen (18) durch enge Kanäle gebildet wird.
 3. Miniatur-Mikrofon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das vordere Volumen (16) und das hintere Volumen (17) mit jeweils zumindest einem schalldurchlässigen Schaumstoffteil (19) ganz oder partiell gefüllt sind.
 4. Miniatur-Mikrofon nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsvolumen (18) im wesentlichen aus einem Ringspalt zwischen der Innenseite der Wand des Gehäuses (12) und der Außenseite der Mikrofonkapsel (11) besteht.
 5. Miniatur-Mikrofon nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrofonkapsel (11) von Noppen bzw. Stegen (13) des Gehäuses (12) gehalten wird.
 6. Miniatur-Mikrofon nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das vordere Volumen (16) eine Höhe aufweist, die etwa $\frac{1}{4}$ der kleinsten zu übertragenden Wellenlänge aufweist.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

FIG. 1

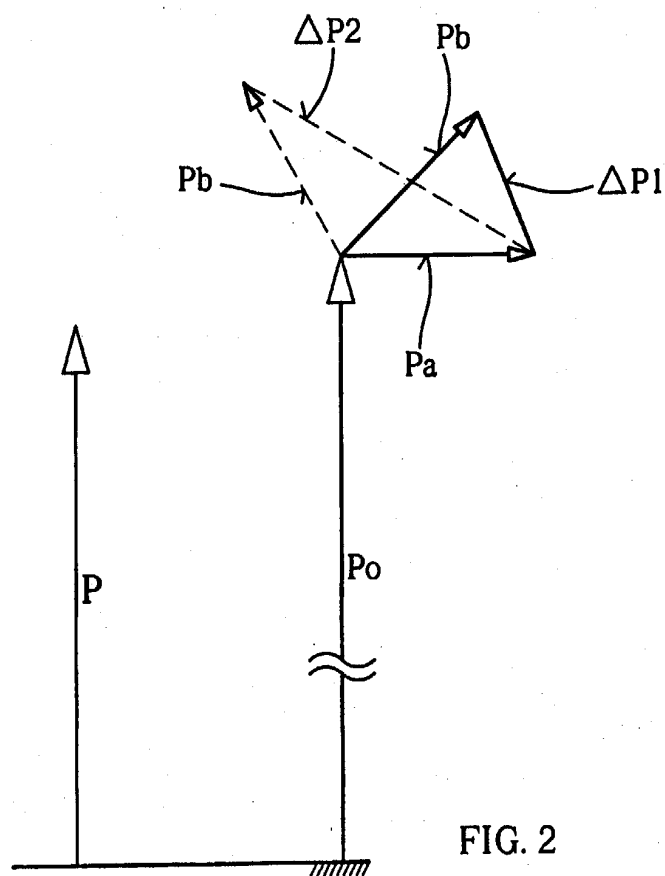
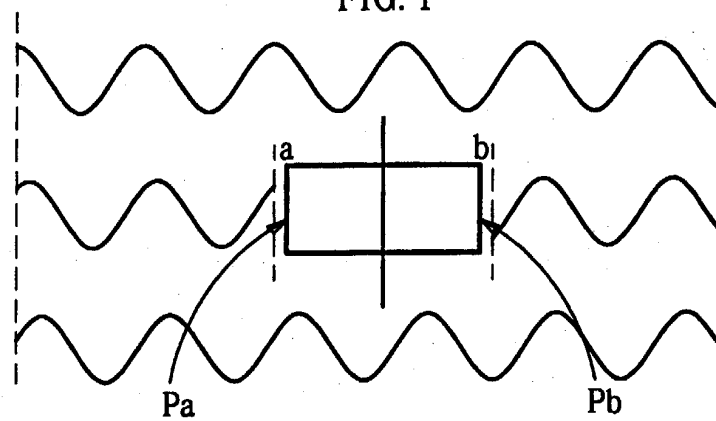


FIG. 2

