

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88104667.6**

51 Int. Cl.4: **H04R 1/28**

22 Anmeldetag: **23.03.88**

Ein Antrag gemäß Regel 88 EPÜ auf Hinzufügung von einigen fehlenden Zeilen in der original eingereichten Beschreibung liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens von der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 2.2).

30 Priorität: **25.03.87 DE 3709700**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **28.09.88 Patentblatt 88/39**

84 Benannte Vertragsstaaten: **ES GR**

71 Anmelder: **Meggl, Friedemann, Dr.-Ing. Bisch.-Buchberger Strasse 19 D-8069 Jetzendorf(DE)**

72 Erfinder: **Meggl, Friedemann, Dr.-Ing. Bisch.-Buchberger Strasse 19 D-8069 Jetzendorf(DE)**

74 Vertreter: **Einsel, Robert, Dipl.-Ing. TELEFUNKEN Fernseh und Rundfunk GmbH Patent- und Lizenzabteilung Göttinger Chaussee 76 D-3000 Hannover 91(DE)**

54 **Luftdicht geschlossenes Lautsprechergehäuse.**

57 Die Erfindung betrifft ein luftdicht geschlossenes Lautsprechergehäuse mit einem, oder mehreren, eingebauten elektromechanischen Wandlern, die eine bewegliche, aktive Membrane zur Schallabstrahlung haben, welche an das äußere und eingeschlossene Luftvolumen angekoppelt sind, und mit einer passiven Membrane zur Schallabstrahlung, die an das äußere und innere Luftvolumen angekoppelt ist und von den Druckschwankungen im Gehäuse möglichst verlustfrei und dämpfungsarm angetrieben wird. Zur Verbesserung der Baßwiedergabe sind folgende Merkmale vorgesehen:

a) die passive Membrane weist eine eigene, innere Federkraft auf, die Verformungen entgegenwirkt.

b) das im Gehäuse eingeschlossene Luftvolumen weist eine weitere Federkraft auf.

c) die passive Membran ist so ausgebildet, daß sie in Verbindung mit den beiden Federkräften in einem möglichst großen Frequenzbereich möglichst viele Resonanzen ausbilden kann.

EP 0 284 051 A1

Luftdicht geschlossenes Lautsprechergehäuse

Bei der Erfindung handelt es sich um ein geschlossenes Lautsprechergehäuse in welches neben aktiven elektromechanischen Wandlern auch eine, oder mehrere passive Membranen zur Verstärkung der Schallabstrahlung eingebaut sind, die von den Druckschwankungen im Inneren des Gehäuses in Bewegung versetzt und möglichst frei und dämpfungsarm angetrieben werden.

Es ist bekannt, zur Verstärkung der Baßwiedergabe, passive Membranen in Lautsprechergehäuse einzubauen. Sie werden durch die Druckschwankungen, die der aktive Wandler im Inneren des Gehäuses erzeugt, zum Schwingen angeregt.

Die Eigenresonanz der passiven Membranmasse, in Verbindung mit der Federkraft des eingeschlossenen Luftvolumens, wird etwas unterhalb der 3-dB Grenzfrequenz des aktiven Wandlers in einem entsprechend geschlossenen Gehäuse gelegt. Es findet dann eine Baßverstärkung im Bereich des Resonanzfrequenz der passiven Membrane statt.

Herkömmliche passive Membranen sind wie elektrodynamische Lautsprecher, allerdings ohne Schwingspule/Magnet - Antriebssystem aufgebaut. Für deren Fertigung finden herkömmliche Einzelteile elektrodynamischer Lautsprecher, wie Membranen, Sicke Zentrierspinne und Lautsprecherkorb Anwendung. Ihre Membranen sind aus steifem, aber möglichst leichtem Material und schwingen kolbenförmig ohne sich zu verformen. Die baßverstärkende Wirkung ist auf einen relativ kleinen Frequenzbereich begrenzt und wird durch eine zusätzliche Resonanz erreicht. Dies führt zu einer zwar lauterem, aber nicht immer sauberen Baßwiedergabe.

Entwicklungsziel bei Lautsprecherboxen ist eine tiefreichende Baßwiedergabe mit gutem Wirkungsgrad bei kleinen Gehäuseabmessungen. Bei herkömmlichen Konstruktionen geschlossener Gehäuse sind die Grenzfrequenz, der Wirkungsgrad und das Volumen miteinander verknüpft. Es wird ein Dämpfungsfaktor des Masse/Feder-Systems der aktiven Membrane von 0,7 angestrebt, welcher klanglich als optimal empfunden wird.

Um die Baßwiedergabe von Gehäuselautsprechern zu verbessern, sind verschiedene Massnahmen vorgeschlagen worden:

- Baßreflexsysteme
- Systeme mit Passivmembrane
- Transmission - Line Anordnung
- Horn
- Dämpfungseinrichtungen im Gehäuse

Baßreflexsysteme, herkömmliche Systeme mit Passivmembrane und Transmission-Line sind von der Wirkung her ähnlich. Sie erzeugen eine zusätzliche Resonanz unerhalb der Grenzfrequenz des Wandlers. Dies führt zu einer geringfügigen Erweiterung des abgestrahlten Frequenzbereiches. Der Schalldruck fällt allerdings unterhalb der Grenzfrequenz steiler ab.

Hornsysteme fordern Schallkanalabmessungen, die mit dem 4. Teil der Wellenlänge der untersten abgestrahlten Frequenz übereinstimmen. Sie können in ihren Abmessungen nicht verkleinert werden und produzieren hörbar typische Verfärbungen und eine starke Richtwirkung.

Darüber hinaus sind Einbauten in Gehäusen bekannt geworden, die eine Dämpfung des in das Gehäuse abgestrahlten Schalles verursachen. Diese Einbauten bestehen aus mitschwingenden Elementen, die stark bedämpft werden und teilweise durchlässig sind.

Bei niedrigen Frequenzen findet ein Strömungsaustausch mit der Außenluft statt (akustischer Kurzschluß). Die beschriebenen Einbauten sollen eine geringere Rückwirkung auf die Membrane des Wandlers verursachen und dadurch die Dynamik verbessern. Eine Erweiterung des Frequenzbereiches nach unten ist nicht Zielsetzung dieser Konstruktionen und ist damit auch nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Lautsprechergehäuse zu schaffen, die ein tiefe, saubere Baßwiedergabe bei kleinen Abmessungen erlauben.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß werden in das Lautsprechergehäuse eine, oder mehrere passive luftundurchlässige Membranen zur Schallabstrahlung eingebaut, die infolge der von der aktiven Membrane des Wandlers erzeugten Druckschwankungen im Gehäuse zu Schwingungen angeregt werden, und so ausgebildet sind, daß sie in Verbindung mit der Federkraft des eingeschlossenen Luftvolumens und der eigenen inneren Federkraft, die Verformungen entgegenwirkt, in einem möglichst großen Frequenzbereich möglichst viele Resonanzen ausbilden kann.

Dieses Verhalten führt zu einer Transformation der relativ geringen mechanischen Impedanz des Wandlers auf den relativ hohen Wert des Strahlungswiderstandes von Luft, sodaß durch bessere Anpassungen mehr Energie vom Wandler in das Strahlungsfeld abgegeben werden kann.

Im Unterschied zu Einbauten im Gehäuse, die der Schalldämpfung dienen, erzeugt die passive Membrane im gewünschten Arbeitsgrenzbereich infolge ihrer Eigenschwingung einen hohen Druck im Gehäuse, gegen den die Membrane des Wandlers arbeiten muß.

Daraus resultiert eine höhere Abgabe mechanischer Leistung des Wandlers, die von der passiven Membrane auf das Schallfeld übertragen wird.

Voraussetzungen für gute Wirkungsweise ist ein möglichst luftdichtes Lautsprechergehäuse. Auch die passive Membrane muß so ausgebildet sein, daß sie luftundurchlässig ist.

Dieses Verhalten führt zu einer baßverstärkenden Wirkung in dem Frequenzbereich, in welchem Schwingungsmoden der passiven Membrane liegen. Damit ist es möglich, bei gleichem Volumen und Wirkungsgrad eines vergleichsweise geschlossenen Lautsprechers, die untere Grenzfrequenz wesentlich zu erniedrigen. Dies bedeutet einen großen technischen Fortschritt, da bei herkömmlichen Gehäusekonstruktionen zur Erniedrigung der unteren Grenzfrequenz um z.B. eine Oktave, das Volumen, oder die zugeführte Leistung um den Faktor 8 erhöht werden muß. Die Erfindung erlaubt Volumenreduzierungen des Gehäuses um den Faktor 4 ohne daß Einbußen an Wirkungsgrad oder an der Baßwiedergabe hingenommen werden müssen.

Die breitbandige Abstrahlung der passiven Membrane verbessert darüber hinaus ganz wesentlich die akustische Anpassung der aktiven Membrane an das Strahlungsfeld, was zu einem sauberen und impulstreuen Klangbild führt.

In einer beispielhaften Ausführungsform gemäß Fig.1 besteht die gesamte Rückwand des Lautsprechergehäuses 1 aus einer flachen, elastischen Membrane 2 z.B. aus Gummi, oder Silicon. Sie wird durch Druckschwankungen im Gehäuse 1, erzeugt von der aktiven Membrane des Wandlers 4, in Schwingungen versetzt, die möglichst dämpfungsarm und ungehemmt erfolgen sollen. Die Dicke der Membrane sowie deren Materialeigenschaften bestimmen wesentlich die unterste Resonanzfrequenz. Die Dicke beträgt typischerweise einige Millimeter. Die geometrische Form des Einspannungsprofils der passiven Membrane 2 hat Einfluß auf die Frequenzlage der einzelnen Schwingungsmoden. Sie kann zur Einstellung des Frequenzganges und der Bandbreite beliebig gestaltet werden.

Die Frequenzlage und Ausprägung der Schwingungsmoden läßt sich außerdem noch über folgende konstruktiven Maßnahmen der passiven Membrane beeinflussen:

- inhomogene Dicke
- inhomogene Masseverteilung
- inhomogene Elastizität

- Anbringung von Massepunkten

- Zusammensetzung aus Elementen unterschiedlicher Masse und Elastizität, die sich in einer Ebene befinden

5 - Abstützung an Punkten, Linien oder Flächen

Auch eine kombinierte Anwendung der beschriebenen, konstruktiven Maßnahmen ist denkbar.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der passiven Membrane 2, die durch Zusammensetzung aus Elementen unterschiedlicher Masse und Elastizität aufgebaut ist. Auf diese Weise läßt sich sehr einfach die gewünschte Charakteristik der Schwingungsmoden einstellen. Die Membrane ist aufgebaut aus schweren und steifen Masseelementen 5, und elastische Verbindungselementen 6.

Besonders geeignet ist die Anwendung der erfindungsgemäßen Maßnahme auf Gehäuseformen, die keine stehenden Wellen im Inneren entstehen lassen, wie Zylinderform, Kugelform, Halbkugelform usw.

Die Figur 3 zeigt eine besonders kostengünstige Konstruktion eines Gehäuselautsprechers unter Anwendung der Zylinderform 9. Der Wandler ist asymmetrisch auf der Stirnseite eingebaut. Die rückseitige, radiale Schnittfläche wird von der passiven Membrane 2 bedeckt.

Figur 4 zeigt die Erfindung in einen pyramidenförmigen Gehäuse. Die passive Membrane 2 ersetzt entweder eine oder mehrere Rückwände, oder die Bodenfläche.

Die passive Membrane 2 kann also auf allen Seiten eines Lautsprechergehäuses angebracht sein. Ebenso können mehrere Membranen vorgesehen werden. Auch die Anbringung einer passiven Membrane an der verbleibenden Fläche der Frontseite ist möglich. Eine symmetrische Anordnung in der Weise, daß zwei Membranen im Gegentakt schwingen, kompensiert die von den Membranen in das Gehäuse eingeleiteten Kräfte.

Wo zwei Lautsprechergehäuse in einer Baueinheit Verwendung finden (z.B. Sterefernseher), ist die Anbringung der passiven Membrane jeweils an der Gehäusesseite sinnvoll. Es findet dann keine Einleitung von schädlichen, tieffrequenten Vibrationen in die Elektronik statt.

Passivmembranen der beschriebenen Form werden erfindungsgemäß in Gehäuse eingebaut, die folgendermaßen bestückt sind:

55 - Vollbereichswandler

- Mehrwegesystem

- zwei oder mehrere Tieftöner akustisch in Serie, zur Erhöhung der auf das eingeschlossene Luftvolumen ausgeübte Kraft.

- mehrere Tieftöner zur Vergrößerung der wirksamen Membranfläche auf das äußere Luftvolumen.

Da in einem Gehäuse, welches mit einer erfindungsgemäßen Membrane versehen ist, höhere Drücke auftreten als in konventionellen Konstruktionen, ist es möglich, das Gehäusevolumen unter Beibehaltung der akustischen Eigenschaften durch besondere Maßnahmen weiter zu reduzieren. Dieses ist dadurch möglich, daß im Lautsprechergehäuse 1 ein weiteres kleineres Zusatzgehäuse 3 mit druckabhängigen Volumen eingebracht wird, wie in Fig. 5 gezeigt. Die Federkonstante "Druck/Volumenänderung" wird durch diese Maßnahme kleiner als bei nur eingeschlossener Luft in einem Gehäuse. Somit kann das Gehäuse 1 durch das Zusatzgehäuse akustisch vergrößert werden.

Das Zusatzgehäuse 3 kann folgende Merkmale aufweisen:

- gefüllt mit Gas und einem dieses Gas lösenden z. B. löslich aufnehmenden Medium (Substanz)
- gefüllt mit Gas und Flüssigkeit desselben Stoffes im Dampfdruckgleichgewicht.

Alle derartigen Innengehäuse müssen zur druckabhängigen Variierung ihres Volumens mindestens eine elastische Wand 2 besitzen.

Die Erfindung ist auf die verschiedenartigsten Lautsprechersysteme anwendbar wie z.B.:

- Hi Fi - Lautsprecher
- Beschallungsanlagen
- Musiker - Lautsprecher
- Fernseher
- Kofferradios

Für die passive Membran hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sie an ihrem Rand fest eingespannt ist. Dabei kann sie

- a) die ein oder mehreren Seitenwände, z.B. die Rückwand des Lautsprechers ganz oder teilweise ersetzen und/oder
- b) den Boden des Lautsprechergehäuses ganz oder teilweise ersetzen und/oder
- c) die gesamte, nicht vom Wandler eingenommenen Fläche der Vorderseite des Lautsprechergehäuses überdecken.

Die Fläche der passiven Membran(en) ist größer gewählt als die Fläche der aktiven Membran des Wandlers. Auch ist die passive Membran schwerer als die aktive Membran des Wandlers. Alle Begrenzungsflächen des Lautsprechergehäuses können mit einer passiven Membran ausgestattet sein. Die passive Membran ist vorzugsweise eben ausgebildet, kann aber auch eine nichtebene, an die Gehäuseform angepaßte Formgebung haben. Dabei kann die Form der passiven Membrane über feste mechanische Stützstellen oder Stützzlinien aufgespannt werden. Die Ausbildung der Resonanzverteilung kann begünstigt werden,

indem die passive Membrane aus einer Kombination von elastischen und weniger elastischen, oder festen Elementen besteht, deren Schwerpunkte sich innerhalb der Membranebene befinden. Die passive Membran weist über die Fläche ortsabhängige mechanische Eigenschaften auf, wobei vorzugsweise die Verteilungsfunktion der mechanischen Eigenschaften geometrische Symmetrieeigenschaften aufweist. Die tiefste Resonanzfrequenz der passiven Membrane liegt etwa eine Oktave unterhalb der Resonanzfrequenz des aktiven Wandlers bei festgehaltener, passiver Membrane. Dafür sind auf der passiven Membrane Zusatzmassen über Federelemente an der Membrane befestigt. Durch eine geometrische Außenkontur wird die Ausprägung von möglichst vielen Schwingungsmoden ermöglicht. Auf der passiven Membrane sind Massepunkte befestigt. Die passive Membran ist so ausgebildet und angeordnet, daß die Schwingung der passiven Membrane möglichst ungedämpft und ungehemmt erfolgen kann.

In einem Lautsprechergehäuse können mehrere Passivmembranen in der Weise angeordnet sein, daß sie das eingeschlossene und externe Luftvolumen berühren. Bei zwei identisch aufgebauten Passivmembranen sind diese in der Weise angeordnet, daß sie sich im Gegentakt bewegen und sich die in das Gehäuse eingeleiteten Kräfte, infolge Membranbewegung, kompensieren. Das Gehäuse kann mit einem Vollbereichwandler bestückt sein, es kann aber auch ein Mehrwege-Lautsprechersystem beherbergen. Zwei oder mehrere Wandler können in der Weise akustisch in Serie geschaltet werden, daß sich die Kraft ihrer Membranen auf das eingeschlossene und externe Luftvolumen addieren. Dabei können mehrere Wandler in der Weise eingebaut sein, daß ihre Membranen das eingeschlossene und externe Luftvolumen berühren.

Vorteilhaftes Material für die passive Membrane ist Silikon mit einer geringen Shore Härte. In die passive Membrane können Zusatzgewichte eingearbeitet werden. Homogene Dicke und Ausbildung der passiven Membrane sind dabei vorteilhaft. Die Baßwiedergabe kann beeinflußt werden, wenn die passive Membrane vorgespannt wird. Das Lautsprechergehäuse kann in zwei oder mehrere Kammern unterteilt werden, die über Öffnungen, kleiner als der Membrandurchmesser, des flächenmäßig größten Wandlers, miteinander verbunden sind. Der passiven Membrane steht im Gehäuse eine feste Wand gegenüber, die mit einer oder mehreren Öffnungen versehen ist, welche den akustischen Kontakt zum aktiven Wandler herstellen.

Bei zylinderförmiger Ausbildung des Lautsprechergehäuses deckt die passive Membrane eine radiale Schnittfläche ab und der aktive Wandler ist

in diese Schnittfläche oder in die gegenüberliegende Gehäusewand eingebaut. Dabei kann der Wandler außerhalb des Mittelpunktes der radialen Schnittfläche

5

triebsstellung des Zylinders ist waagrecht. Die Lautsprechermembran ist so bemessen, daß die Rückstellkraft der passiven Membrane hauptsächlich aus der Federkraft des eingeschlossenen Luftvolumens aufgebracht wird. Die passive Membrane weist eine Dicke von mindestens einem Millimeter auf. Die ist z.B. rund ausgebildet. Das Lautsprechergehäuse besteht vorzugsweise aus Kunststoff. Im Lautsprechergehäuse befindet sich kein Material zur Dämpfung von Hohlraumschwingungen.

10

15

Ansprüche

20

Luftdicht geschlossenes Lautsprechergehäuse mit einem, oder mehreren, eingebauten elektromechanischen Wandlern, die eine bewegliche, aktive Membrane zur Schallabstrahlung haben, welche an das äußere und eingeschlossene Luftvolumen angekoppelt sind, und mit einer passiven Membrane zur Schallabstrahlung, die an das äußere und innere Luftvolumen angekoppelt ist und von den Druckschwankungen im Gehäuse möglichst verlustfrei und dämpfungsarm angetrieben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die passive Membrane eine eigene, innere Federkraft aufweist, die Verformungen entgegenwirkt, daß das im Gehäuse eingeschlossene Luftvolumen eine weitere Federkraft aufweist, und daß die passive Membran so ausgebildet ist, daß sie in Verbindung mit den beiden Federkräften in einem möglichst großen Frequenzbereich möglichst viele Resonanzen ausbilden kann.

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG. 1

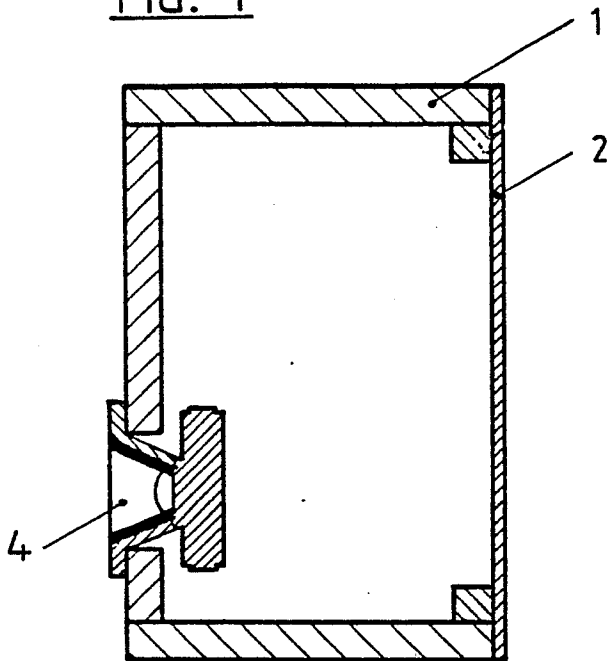


FIG. 2

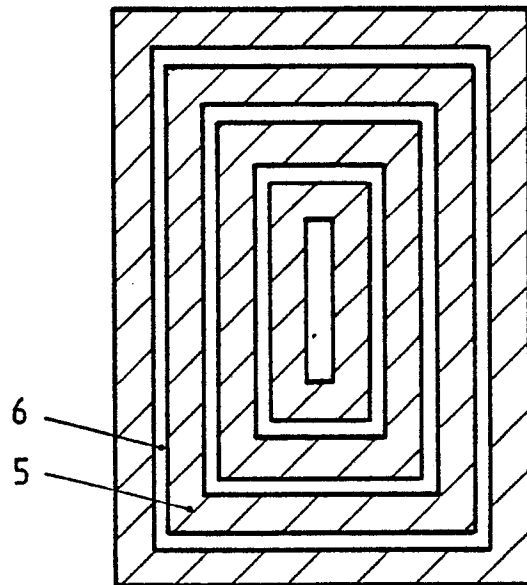


FIG. 3

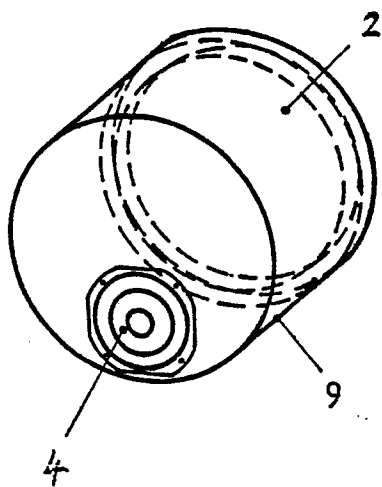
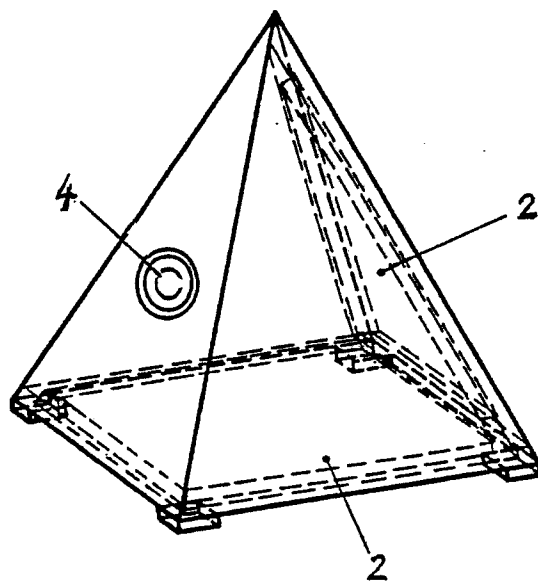


FIG. 4



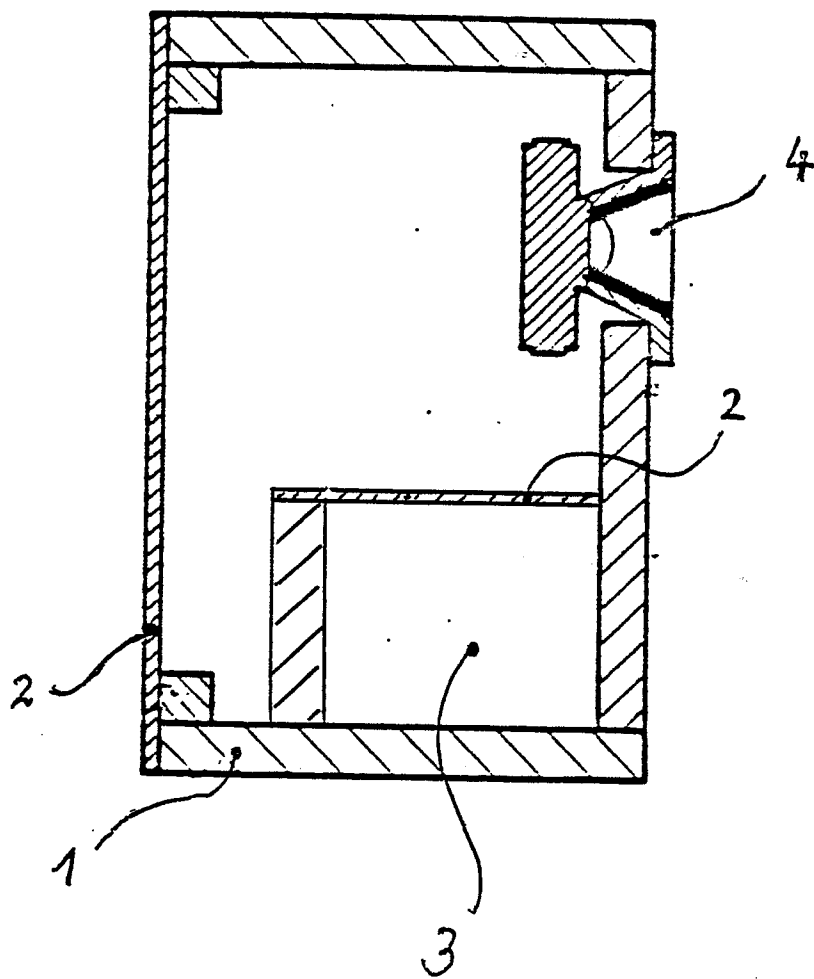


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 10 4667

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-2 713 396 (E. TAVARES) * Spalte 6, Zeilen 27-48; Spalte 5, Zeilen 19-46; Spalte 7, Zeile 57 - Spalte 8, Zeile 66; Figuren * ---	1	H 04 R 1/28
X	US-A-4 168 762 (T. GRIFFIN) * Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 34; Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 43; Figuren * ---	1	
X	DE-C- 706 137 (RADIO CORPORATION OF AMERICA) * Insgesamt * ---	1	
A	US-A-4 284 844 (D. BELLES) * Figuren; Ansprüche 1,2,8; Spalte 5, Zeilen 29-47 * ---	1	
A	DE-B-1 074 651 (DEUTSCHE POST) * Insgesamt * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 04 R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-07-1988	Prüfer MINNOYE G.W.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

TELEFUNKEN

FERNSEH UND RUNDFUNK GMBH

TELEFUNKEN · POSTFACH 911345/911347 · 3000 HANNOVER 91

An das
Europäische Patentamt
Erhardtstraße 27

D-8000 München 2

EPA-EPO-OEB MÜNCHEN	
Empfang bestätigt Receipt acknowledged Accuse reception	
AB	

TELEFON: (0511) 418-1
TELEX: 923101
BTX: * 38100 *

EPA-EPO-OEB DG 1 Recu:	
06-04-1988	
05	ANL. ZEICHN.

IHR ZEICHEN

IHRE NACHRICHT

UNSER ZEICHEN

BEARBEITER

GÖTTINGER CHAUSSEE 76
3000 HANNOVER 91

PTL-Jb

Jacob
418-2858

29. März 1988

Europäische Patentanmeldung Nr. 88104667.6 (= P 3709700.8)

Zu obiger Anmeldung werden anliegend die folgenden Unterlagen eingereicht:

1. Vollmacht
2. Blatt für die Gebührenberechnung
(mit V-Scheck in Höhe von DM 2.910,--)

Zur Kasse

Ferner ist bei einer Durchsicht der Anmeldungsunterlagen aufgefallen, daß durch einen fehlerhaften Seitenumbruch des Computersystems die Seite 11 unvollständig ausgedruckt worden ist.

Es wird daher eine neue Seite 11 als Anlage überreicht und darauf hingewiesen, daß der Inhalt der fehlenden zwei Zeilen außerdem der Figur 3 der Zeichnungen zu entnehmen ist.

Robert Einsel
Dipl. Ing. Robert Einsel
European Patent Attorneys

Anlagen:
Vollmacht
Gebührenblatt mit V-Sch
Neue Seite 11 (3-fach)

25.04.88 M. BENTEIN

Fig 3

M. d

VORSITZEN:
GESCHÄFTSFÜHRER: MANFRED SCHMIDT
SITZ: HANNOVER, I