



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
17.01.1996 Patentblatt 1996/03

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04R 1/28, H04R 1/02

(21) Anmeldenummer: 95111048.5

(22) Anmeldetag: 14.07.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
BE DE GB NL

(71) Anmelder: NOKIA TECHNOLOGY GmbH  
D-75175 Pforzheim (DE)

(30) Priorität: 15.07.1994 DE 4424995

(72) Erfinder: Krüger, Siegfried  
D-75018 Bretten (DE)

(54) **Gehäuse für Basslautsprecher**

(57) Ein Lautsprechergehäuse (1) wird erfindungsgemäß durch Schalltrennwände (2.1 und 2.2) mit Öffnungen (3) und Schalltrennwände (2.3 und 2.4) ohne Öffnungen in zwei geschlossene Schallkammer (6.1 bzw. 6.2) und zwei ventilierte Schallkammer (7.1 bzw. 7.2) aufgeteilt. In den Öffnungen (3) der Schalltrennwände (2.1 und 2.2) ist jeweils ein Tieftöner (4.1 bzw. 4.2) angeordnet.

Die Schalltrennwände (2.3 und 2.4) ohne Öffnungen trennen das Lautsprechergehäuse (1) in zwei voneinander akustisch unabhängige Schallkammersysteme (5.1 und 5.2), welche jeweils eine geschlossene Schallkammer (6.1 bzw. 6.2) und eine ventilierte Schallkammer (7.1

bzw. 7.2) enthalten. Die Schallkammersysteme (5.1 und 5.2) sind auf verschiedene Abstimmfrequenzen  $f_{c1}$  und  $f_{c2}$  und Bandbreiten B1 und B2 vorrangig unter dem Aspekt abgestimmt, in einem ausgewählten Frequenzbereich des Baßbereiches einen besonders hohen Schalldruck zu erreichen, ohne daß mit einem einzelnen System über den gesamten Baßbereich ein ausreichender Schalldruck  $P_s$  erzielt wird. Erst durch die Addition des Schalls von allen Tieftönern die im Gegensatz zu den bekannten Lösungen außerhalb des Lautsprechergehäuses erfolgt, entsteht eine vollständige Baßwiedergabe.

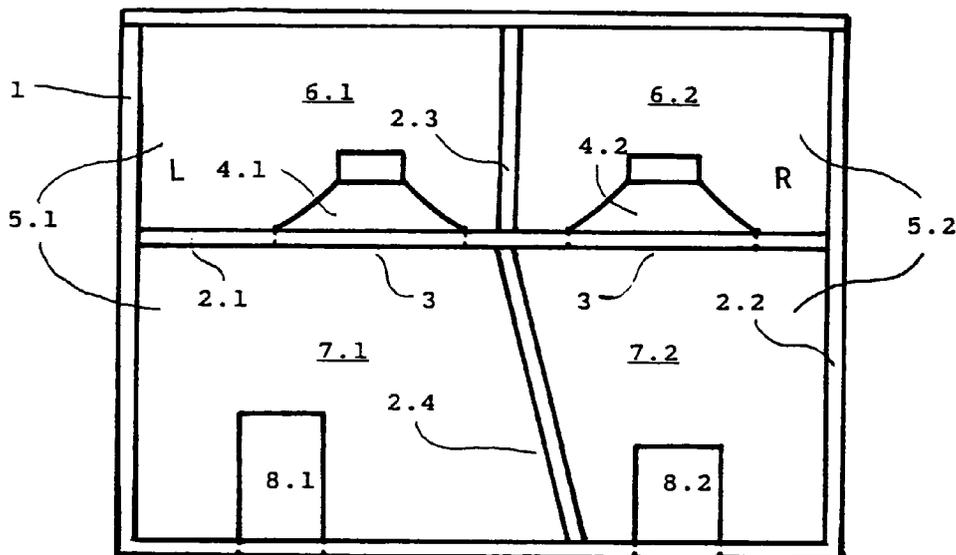


FIG. 2

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Gehäuse für Baßlautsprecher, das nach dem Prinzip eines akustischen Bandpaßfilters aufgebaut ist. Ein solches Lautsprechergehäuse ist im speziellen Fall zum Verbessern der Tonwiedergabe von Fernsehgeräten vorgesehen.

### Stand der Technik

Bei der konstruktiven und ästhetischen Gestaltung von Fernsehgeräten besteht das Problem, daß sich das Tonteil der Gestaltung des Bildwiedergabeteils unterordnen muß. Das heißt, der Bildschirm stellt den optisch dominierenden Teil eines Fernsehgerätes dar und für die Tonstrahler sind im allgemeinen nur schmale Flächen im Bereich der Ränder vorhanden, wobei die Tonstrahler für den Zuschauer kaum wahrnehmbar angeordnet werden.

Entsprechend physikalischer Grundsätze ist in einem Lautsprechersystem der Wirkungsgrad im Baßbereich und die zu erwartende untere Grenzfrequenz um so niedriger, je tiefer die Eigenresonanz des Lautsprechers und je größer der Durchmesser der Membran vom Lautsprecher ist. Es ist jedoch nachteilig, daß solche Lautsprecher zum Vermeiden eines akustischen Kurzschlusses Gehäuse mit großem geschlossenen Volumen erfordern.

Aus den eingangs beschriebenen Gründen der Gestaltung weisen Fernsehgeräte eine zu geringe Oberfläche und ein unzureichendes nutzbares Volumen auf, um optimale Bedingungen für eine gute Baßwiedergabe im Bereich von z. B. unter 150 Hz zu schaffen.

Auch mit speziellen Tieftönern, die nur einen geringen Membrandurchmesser aufweisen und die in kleineren Gehäusen eingebaut werden können, ist im vorliegenden Fall keine befriedigende Wiedergabe erreichbar. Derartige sogenannte Langhub-Tieftöner erfordern im Baßbereich sehr große Auslenkungen der Membran, um einen ausreichenden Schalldruck zu erzielen und benötigen dafür wesentlich mehr elektrische Signalleistung als Tieftöner mit einem entsprechend großen Membrandurchmesser. Darüber hinaus erfordert eine Aufteilung des Wiedergabebereichs auf Lautsprecher für verschiedene Tonbereiche Filter höherer Ordnung zur Trennung der Bereiche.

In Fernsehgeräten ist jedoch die elektrische Signalleistung oft begrenzt, da die elektrische Betriebsleistung für die Audioverstärker von einem Schaltnetzteil bereitgestellt wird, das mit kostengünstigem Aufwand nur begrenzt elektrische Leistung aufbringen kann, so daß die Ausgangsleistung der Audioverstärker von Fernsehgeräten gewöhnlich nur weniger als 2 x 15 Watt an 2 x 8 Ohm Lautsprecherimpedanz beträgt.

Da jedoch entsprechend der Hörempfindlichkeit des menschlichen Ohres im Baßbereich ein wesentlich höherer Schalldruck erforderlich ist, als im Mitteltonbereich, kann mit dieser geringen Ausgangsleistung und

Langhub-Tieftönern kein ausreichender Schalldruck für eine gute Tieftonwiedergabe erzeugt werden.

Üblicherweise werden deshalb in Fernsehgeräten Breitbandlautsprecher mit einer Resonanzfrequenz von über 120 Hz eingesetzt, die den Bereich bis 60 Hz nur unzureichend wiedergeben.

Es ist bekannt, Tieftöner in Gehäusen, die als akustische Resonatoren ausgestaltet sind, anzuordnen. Bekannte Ausführungsformen nutzen den Frequenzverlauf eines Helmholtzresonators (vergleiche DE-Zeitschrift "Klang & Ton", 1993, Heft 2, Seiten 48-51). Dieses Prinzip weist gegenüber anderen Gehäusetypern beachtliche Vorteile auf, wie z. B. eine niedrige Grenzfrequenz bei relativ geringem Volumen, einem besseren akustischen Wirkungsgrad und einen steilen Verlauf der Filterkurve im Bereich der oberen und unteren Grenzfrequenz von mindestens 12 dB pro Oktave. Die Grundausführung eines solchen Gehäuses besteht aus einer geschlossenen und einer offenen, auf eine Resonanzfrequenz abgestimmten, Schallkammer mit einer Baß-Reflexöffnung. In dieser ist ein abgestimmter Schallaustrittskanal angeordnet, der die Schallemission realisiert. In der Wand zwischen den Schallkammern und damit innerhalb des Gehäuses befindet sich mindestens ein Tieftöner. Die geschlossene Schallkammer umschließt die Rückseite des Tieftöners schalldicht und die offene, sogenannte ventilierte Kammer umschließt die Vorderseite des Tieftöners.

Das Gehäuse ist eine Kombination aus einem Kompaktgehäuse und einem Helmholtz-Resonator, mit einer Resonanzfrequenz  $f_c$ . Die Eigenschaften dieses Lautsprechersystems werden einerseits von den Kennwertwerten des Tieftöners:

Freiluftresonanz  $f_0$ , Äquivalentvolumen  $V_{as}$ , Freiluftgüte  $Q_t$  und effektive Strahlerfläche und andererseits durch die Gehäuseparameter: Volumen  $V_{b1}$  der geschlossenen Schallkammer, Volumen  $V_{b2}$  der offenen Schallkammer, die Dämpfung der Schallkammern und die geometrischen Abmessungen des Schallaustrittskanals bestimmt. Auf diese Weise können mit den Gehäuseparametern die akustischen Eigenschaften des Systems: Resonanzfrequenz, Bandbreite, Welligkeit der Resonanzkurve und der akustische Wirkungsgrad variiert werden. Damit kann beispielsweise durch Verkleinern des Volumens  $V_{b1}$  der geschlossenen Kammer oder Vergrößern des Volumens  $V_{b2}$  der ventilierten Kammer der Wirkungsgrad des Bandpaßsystems gesteigert werden. Andererseits nimmt durch Verkleinern des Volumens  $V_{b1}$  der geschlossenen Kammer oder Vergrößern des Volumens  $V_{b2}$  der ventilierten Kammer die Bandbreite B des Systems ab.

Ein solches Gehäuse mit zwei Tieftönern kann beispielsweise bei sorgfältiger Dimensionierung in einem Wiedergabebereich von 50 Hz bis 120 Hz mit 2 x 1 Watt elektrische Signalleistung einen Schalldruck  $P_s$  um 90 dB erzeugen. Im Vergleich zu anderen Systemen ist dieses ein beachtlicher akustischer Wirkungsgrad. Für die vorgesehene Anwendung ist jedoch dieser Wert ebenfalls noch zu gering.

Aus der Druckschrift EP-B1-154 219 ist ein Fernsehgerät mit einem Stereo-Tonteil bekannt, bei dem im Gehäuse des Fernsehgerätes zwei ventilierter Schallkammern für Tieftöner von den Hoch- und Mitteltönern akustisch getrennt angeordnet sind. Die zwei Tieftöner, denen jeweils das Ausgangssignal eines Stereokanals zugeführt wird, sind in Öffnungen einer Schalltrennwand, die sich zwischen den Schallkammern im Fernsehgerät befindet, angeordnet und akustisch verbunden, so daß jeder Tieftöner beide ventilierter Schallkammern speist. Die Schallkammern haben verschieden große Volumen. Im Gegensatz zur vorgenannten Lösung weisen beide Kammern je einen Schallaustrittskanal zum Abstrahlen des Schalls auf. Damit entsteht ein Bandpaß mit zwei ventilierter Schallkammern, die zum Erzielen eines breiten Baßbereichs auf verschiedene Resonanzfrequenzen abgestimmt sind.

Aus der Druckschrift EP-B1-284 286 ist ein ähnliches System mit einer Baßlautsprecherbox und sogenannten Satellitenboxen bekannt. Dieses enthält für jeden Tonkanal mindestens ein Lautsprechergehäuse zur Wiedergabe des Tonbereichs oberhalb von etwa 150 Hz. Die Baßwiedergabe erfolgt für die Stereokanäle gemeinsam über ein drittes Lautsprechergehäuse. Dieses enthält ebenfalls zwei Tieftöner in einer Schalltrennwand im Innern des Gehäuses und ist als akustischer Bandpaß mit zwei verschieden großen Schallkammern ausgelegt. Die Schallkammern weisen ebenfalls jeweils einen Schallaustrittskanal auf, sind auf verschiedene Resonanzfrequenzen abgestimmt und geben ausschließlich den Tonbereich unterhalb von 150 Hz wieder. Ein solches Lautsprechersystem hat den Vorteil, daß die Lautsprechergehäuse für den Hoch- und Mitteltonbereich ohne Minderung der Wiedergabequalität mit geringem Volumen realisierbar sind und daß nur ein Gehäuse mit einem hohen Aufwand an Material und Volumen für die Wiedergabe des Baßbereichs beider Stereokanäle benötigt wird.

Die zwei Tieftöner sind jeweils einem anderen der zwei Stereokanäle zugeordnet. Beide Tieftöner arbeiten im gleichen Frequenzbereich auf ein Kammernpaar, das aus den verschieden abgestimmten ventilierter Schallkammern besteht.

Die Wirkung eines Bandpaßsystems mit zwei verschieden abgestimmten Schallkammern ist ausführlich in der DE-A1-34 10 134 beschrieben. Im Vergleich mit einem System, das eine offene und eine geschlossene Kammer enthält, erzeugt das doppelt abgestimmte System mit gleichen Tieftönern, gleichem Gesamtvolumen und entsprechender Dimensionierung der Austrittskanäle im obengenannten Wiedergabebereich einen Schalldruck  $P_s$  mit Werten, die um etwa 3 dB höher liegen. Dieses ist dadurch erklärbar, daß beim doppelt abgestimmten System beide Seiten der Tieftönermembran zur Schallabstrahlung genutzt werden.

Im Gegensatz dazu werden bei einem Gehäuse mit einer geschlossenen Kammer 50 % der erzeugten Schallenergie in dieser Kammer in Wärme umgewandelt.

Die Figur 1 zeigt beispielsweise die Verläufe von Schalldruck  $P_s$  und Auslenkung der Schwingspulen für ein doppelt abgestimmtes System, welches für zwei Tieftöner und mit einem Volumen von  $V_o = 33$  l vorrangig zum Erzielen eines maximalen Schalldrucks ausgelegt wurde.

Die Tieftöner weisen Membrandurchmesser von je 130 mm, ein Äquivalentvolumen  $V_{as} = 11$  l und eine Freiluftresonanz von etwa 60 Hz auf. Das Volumen für die vordere Kammer beträgt  $V_F = 10$  l und das Volumen für die hintere Kammer beträgt  $V_R = 23$  l. Die vordere Kammer wurde auf eine Abstimmfrequenz  $f_{cF} = 110$  Hz und die hintere Kammer auf eine Abstimmfrequenz  $f_{cR} = 35$  Hz abgestimmt.

Die Figur 1 a) zeigt, daß mit dieser Dimensionierung in einem Frequenzbereich von 58 Hz bis 170 Hz mit 2 x 1 Watt elektrische Signalleistung ein Schalldruck  $P_s$  zwischen 90 dB und 96 dB realisierbar ist, wobei jedoch die Linearität des Schalldrucks  $P_s$  unbefriedigend ist.

Eine bessere Linearität ist zu erwarten, wenn das Gehäuse auf optimalem Frequenzverlauf dimensioniert wird. In diesem Fall kann jedoch der genannte Schalldruck nicht erreicht werden.

Um die Welligkeit der Schalldruckkurve in praktisch brauchbaren Grenzen zu halten, müssen die Abstimmfrequenzen  $f_{cF}$  und  $f_{cR}$  der beiden Schallkammern weit auseinander liegen. Damit benötigt die hintere ventilierter Kammer ein Schallaustrittskanal mit einer Länge von 37,6 cm und einem Querschnitt von 50 cm<sup>2</sup>. Ein Gehäuse, bei dem in einer Schallkammer ein Schallaustrittskanal mit einer solchen Länge angeordnet werden muß, ist in der Praxis schon aus gestalterischen Gründen schwer zu realisieren. Darüber hinaus besteht die Gefahr, das im Schallaustrittskanal unzumutbare Strömungsgeräusche von der bewegten Luft auftreten. Die Figur 1 b) zeigt den Verlauf der Auslenkung der Schwingspule vom Tieftöner. Dabei ist erkennbar, daß die Schwingspule bei den Abstimmfrequenzen  $f_{cF}$  und  $f_{cR}$  mit minimaler Amplitude ausgelenkt wird.

Von Nachteil ist jedoch, das außerhalb dieser Frequenzen die Schwingspule wesentlich größere Amplituden ausführt. Im Beispiel weist die Kurve ein erstes Amplitudenmaximum von 4mm und ein zweites Amplitudenmaximum von 1,5 mm auf. Obwohl die Frequenz beim ersten Maximalwert mit 25 Hz am unteren Rand des Bandpaßbereichs des Lautsprechergehäuses liegt, muß der Tieftöner diese hohen Amplituden verzerrungsfrei ausführen können, wenn diese Frequenz im elektrischen Signal auftritt. Anderenfalls würden die Oberwellen, die von einer Verzerrung verursacht werden, durch die Resonatorwirkung verstärkt abgestrahlt werden. Um solche hohen Membranauslenkungen verzerrungsfrei zu realisieren, müssen Langhub-Tieftöner verwendet werden und diese verteuern den Aufwand erheblich.

Ein prinzipieller Nachteil von Bandpaßgehäusen ist das Auftreten von unerwünschten Resonanzen  $f_r$  in den Schallaustrittskanälen oberhalb des Baßbereichs, welche die Klangfarbe der Wiedergabe verfälschen.

Diese Resonanzen  $f_r$  liegen in der Regel zwischen 500 und 1000 Hz und müssen elektrisch gefiltert werden.

Aus den genannten Gründen ist ein Bandpaßgehäuse mit zwei ventilerten Schallkammern für die vorgesehene Anwendung ebenfalls unzureichend geeignet.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Lautsprechergehäuse für den Tieftonbereich unterhalb von etwa 150 Hz zu schaffen, das bei kleinem Volumen, mit preisgünstigen Tieftönern und geringer elektrischer Leistung im Vergleich zu den bekannten Lösungen einen höheren Schalldruck  $P_s$  erzeugt.

#### Darstellung der Erfindung

Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, daß sich die Signale von den Stereokanälen im Tieftonbereich annähernd gleichen. Außerdem ist es möglich, die Tieftöner für beide Stereokanäle in einem Gehäuse unterzubringen, da unterhalb von 200 Hz die Ortbarkeit des Schalls stark nachläßt.

Damit ist es möglich die Tieftöner, die für jeden Stereokanal vorhanden sind, unabhängig vom Stereokanal, dem sie zugeordnet sind, jeweils in einem anderen Frequenzbereich zum Erzeugen von Schalldruck zu nutzen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Lautsprechergehäuse, das mehrere Tieftöner enthält, jeder Tieftöner in der Öffnung einer Zwischenwand eines separaten Schallkammersystem angeordnet ist. Ein separates Schallkammersystem besteht sowohl aus einer geschlossenen Schallkammer als auch aus einer als Bandpaßfilter ausgebildeten offenen Schallkammer mit einem abgestimmten Schallausgang. Die Schallkammersysteme sind akustisch von einander getrennt, so daß jeder Tieftöner unbeeinflußt vom anderen System in einem ausgewählten Frequenzbereich Schalldruck erzeugt. Die Systeme sind vorrangig unter dem Aspekt abgestimmt, in einem ausgewählten Frequenzbereich des Baßbereiches einen besonders hohen Schalldruck zu erreichen, ohne daß mit einem einzelnen System über den gesamten Baßbereich ein ausreichender Schalldruck erzielt wird. Erst durch die Addition des Schalls von allen Tieftönern, die im Gegensatz zu den bekannten Lösungen außerhalb des Lautsprechergehäuses erfolgt, entsteht eine vollständige Baßwiedergabe.

Die Gehäuseparameter wie Güte, Dämpfungsfaktor, Abstimmfrequenz der Systeme und die Phasenlage der Schallwellen an den Baßreflexöffnungen werden dabei so aufeinander abgestimmt, daß ein hoher Schalldruck mit einer entsprechenden Linearität über den gesamten Baßbereich erreicht wird.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

Die Erfindung wird anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den Verlauf von Schalldruck  $P_s$  und Auslenkung  $A$  der Schwingspulen bei einem Bandpaßgehäuse mit zwei ventilerten Schallkammern, entsprechend dem Stand der Technik,

Figur 2 das Grundprinzip des erfindungsgemäßen Bandpaßgehäuses mit vier Schallkammern,

Figur 3 das Prinzip des frequenzabhängigen Verlaufs des Schalldrucks  $P_s$  bei einem Bandpaßgehäuse entsprechend der Erfindung,

Figur 4 den Verlauf von Schalldruck  $P_s$ , Phasenlage des emittierten Schalls und Auslenkung der Schwingspulen bei den einzelnen Schallkammersystemen und den Verlauf des Gesamtschalldrucks  $P_{su}$  eines erfindungsgemäßen Bandpaßgehäuses,

Figur 5 eine weitere konstruktive Ausführungsform der Erfindung.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Erfindung soll nachstehend an einem Beispiel erläutert werden.

Die Figur 2 zeigt ein Lautsprechergehäuse 1 mit einem vorgegebenen Volumen  $V_o$ . Dieses wird erfindungsgemäß durch Schalltrennwände 2.1 und 2.2 mit Öffnungen 3 und Schalltrennwänden 2.3 und 2.4 ohne Öffnungen in zwei geschlossene Schallkammern 6.1 bzw. 6.2 und zwei ventilerte Schallkammern 7.1 bzw. 7.2 aufgeteilt. In den Öffnungen 3 der Schalltrennwände 2.1 und 2.2 ist jeweils ein Tieftöner 4.1 bzw. 4.2 angeordnet. Die Schalltrennwände 2.3 und 2.4 ohne Öffnungen trennen das Lautsprechergehäuse 1 in zwei voneinander akustisch unabhängige Schallkammersysteme 5.1 und 5.2, welche jeweils eine geschlossene Schallkammer 6.1 bzw. 6.2 und eine ventilerte Schallkammer 7.1 bzw. 7.2 enthalten.

Die Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 sind auf verschiedene Abstimmfrequenzen  $f_{c1}$  und  $f_{c2}$  und Bandbreiten  $B1$  und  $B2$  abgestimmt.

Wie die Figur 3 zeigt, werden die Abstimmfrequenzen  $f_{c1}$  und  $f_{c2}$  und Bandbreiten  $B1$  und  $B2$  vorzugsweise so gewählt, daß an der Übergangsfrequenz  $f_t$ , an der sich die fallende Frequenzkurve des Schallkammersystems 5.1 mit der steigenden Frequenzkurve des Schallkammersystems 5.2 kreuzt, der Schalldruck  $P_s$  um 3 dB gegenüber dem Maximum reduziert ist.

Um mit gleichen Tieftönern 4.1 und 4.2 die Schalldrücke  $P_{s1}$  und  $P_{s2}$  der beiden Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 aufeinander anzupassen, ist es erforderlich, daß das Schallkammersystem 5.1, welches für die tiefere Abstimmfrequenz  $f_{c1}$  bemessen ist, von beiden Systemen auf die geringere Bandbreite  $B1$  abgestimmt wird. Dazu muß das Gesamtvolumen  $V_s = V_{b1} + V_{b2}$  dieses Systems größer als das des anderen sein.

Bei einem Gehäuses 1 mit einem Gesamtvolumen  $V_o = 33$  l sind zum Beispiel, um einen hohen akustischen Wirkungsgrad zu erreichen, die Volumen  $V_{b1,1} = 7$  l und  $V_{b1,2} = 8$  l der geschlossenen Schallkammern 6.1 und

6.2 gegenüber dem Äquivalentvolumen  $V_{as} = 11 \text{ l}$  des Tieftöners kleiner.

Die ventilierte Schallkammer 7.1 ist mit einem Schallaustrittskanal 8.1, der eine Länge von 13,8 cm aufweist, versehen und auf eine Abstimmfrequenz  $f_{c1} = 65 \text{ Hz}$  abgestimmt. Die ventilierte Schallkammer 7.2 enthält einen Schallaustrittskanal 8.2, der eine Länge von 9,9 cm aufweist und ist auf eine Abstimmfrequenz  $f_{c1} = 91 \text{ Hz}$  abgestimmt. Im Gegensatz zu den üblichen Dimensionen sind die Volumen der ventilierten Schallkammern 7.1 bzw. 7.2 mit  $V_{b2.1} = 7 \text{ l}$  und  $V_{b2.2} = 12 \text{ l}$  gegenüber den Volumen  $V_{b1.1} = V_{b1.2}$  der geschlossenen Schallkammern 6.1 und 6.2 gleich oder größer.

Mit diesen Dimensionen haben die akustisch unabhängigen Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 gegenüber üblichen Bemessungen einen höheren Wirkungsgrad, wobei das tiefer abgestimmte System etwa eine Bandbreite von  $B1 = 12 \text{ Hz}$  und das höher abgestimmte System eine Bandbreite von  $B1 = 60 \text{ Hz}$  aufweist.

Wie die Figur 4 a) zeigt, bewirkt dieses gemeinsam mit der geringen Bandbreite  $B1$  bzw.  $B2$  des einzelnen Kammerystems, daß jeder der Tieftöner 4.1, 4.2 der Schallkammersysteme 5.1, 5.2 in einem anderen Teilfrequenzbereich des erwünschten Baßbereiches, der im Beispiel von 50 bis 130 Hz reicht und eine geringe Welligkeit aufweist, mit optimalen Wirkungsgrad Schalldruck  $P_s$  erzeugt.

Das erfindungsgemäße Lautsprechergehäuse 1 enthält damit anstelle der bekannten zwei großen Schallkammern, von denen jede eine andere Abstimmfrequenzen  $f_{c1}$  und  $f_{c2}$  aufweist, zwei kleine Schallkammersysteme 5.1 und 5.2, die jeweils vom bekannten einfachen Grundsystem mit je einer offenen und einer geschlossenen Schallkammer gebildet werden. Bei jedem dieser Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 wird ohne Rückwirkung auf das andere System ein hoher Wirkungsgrad eingestellt. Bei diesem Wirkungsgrad sind die Bandbreiten  $B1$  und  $B2$  der Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 geringer und die Welligkeit im Arbeitsbereich höher als bei gebräuchlicher Dimensionierung.

Ein einzelnes Schallkammersystem 5.1 oder 5.2 ist demzufolge für eine zufriedenstellende Tonwiedergabe ungeeignet.

Erst durch die Addition des Schalldrucks  $P_{s1}$  und  $P_{s2}$  beider Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 außerhalb des Lautsprechergehäuses 1 entsteht, wie Figur 4 b) zeigt, der Schalldruck  $P_{su} = P_{s1} + P_{s2}$ , der für eine befriedigende Tieftonwiedergabe benötigt wird.

Die Figur 4 c) zeigt die Auslenkung der Schwingspulen der Tieftöner im erfindungsgemäßen Gehäuse in Abhängigkeit von der Wiedergabefrequenz. Die Schwingspulen der Tieftöner 4.1 und 4.2 werden bei der entsprechenden Abstimmfrequenz  $f_{c1} = 65 \text{ Hz}$  bzw.  $f_{c2} = 91 \text{ Hz}$  des Schallkammersystems mit minimaler Amplitude ausgelenkt.

Während jedoch die Schwingspulen der Lautsprecher 4.1 und 4.2 im Schallkammersystem mit zwei ventilierten Schallkammern, wie in Figur 1b) gezeigt, Auslenkungen bis zu  $A = 4 \text{ mm}$  ausführen, liegen beim erfindungs-

gemäßen Lautsprechergehäuse die ersten Amplitudenmaxima mit 2 mm bzw. 1,7 mm und die zweiten Amplitudenmaxima mit 1 mm bzw. 0,8 mm wesentlich unterhalb der Werte von Fig. 1 b). Es ist offensichtlich, daß die Tieftöner im erfindungsgemäßen Gehäuse bezüglich der Hubweite der Schwingspulen geringere Anforderungen erfüllen müssen.

Damit ist es möglich, weniger aufwendigere und damit preiswertere Tieftöner einzusetzen.

Nach einem weiteren Ausgestaltungsmerkmal der Erfindung ist es jedoch auch möglich, bei einem ausgeglichenen Gesamtschalldruck  $P_{so}$  für beide Systeme annähernd gleiche Bandbreiten  $B1$  und  $B2$  zu wählen. Dieses kann dadurch erreicht werden, daß die Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 mit verschiedenen Tieftönern ausgestattet werden. Das Schallkammersystem 5.1 mit der tieferen Abstimmfrequenz muß in diesem Fall einen Tieftöner 4.1 mit einem größeren Membrandurchmesser erhalten.

Wie bekannt ist, läßt das Grundsystem eines Bandpasses mit einer geschlossenen Schallkammer und einer ventilierten Schallkammer prinzipiell einen schlechteren Wirkungsgrad erwarten. Entgegen den Erwartungen sind jedoch mit der erfindungsgemäßen doppelten Anordnung der Grundauführung eines Bandpaßgehäuses entweder mit einer bestimmten Nennleistung, vorgegebenem Tieftönertyp und Volumen ein höherer Schalldruck  $P_s$  oder mit gleichem Volumen und kleineren Tieftönern der gleiche Schalldruck gegenüber der Grundauführung realisierbar. Durch das Anordnen der Tieftöner 4.1 und 4.2 in zwei unterschiedlich abgestimmte Kammerysteme 5.1 und 5.2 kann das tiefer abgestimmte Kammerystem schmalbandig auf möglichst hohen Schalldruck eingestellt werden. Das höher abgestimmte Kammerystem kann dann breitbandiger mit kleinerem Volumen auf gleichen Schalldruck eingestellt werden. Die Schalldrücke  $P_{s1}$  und  $P_{s2}$  bei der Übergangsfrequenz  $f_t$  liegen etwa 3 dB unter den Maximalwerten  $P_{r1}$  und  $P_{r2}$ . Beide Systeme zusammen liegen bei guter Amplituden- und Phasenabstimmung breitbandig etwa 4 dB über den Einzelsystemen  $P_{so} = P_{s1} + 4 \text{ dB} = P_{s2} + 4 \text{ dB}$ .

Das erfindungsgemäße Lautsprechergehäuse weist damit gegenüber den Zweikammergehäusen mit zwei Reflexöffnungen und zwei Tieftönern den Vorteil auf, daß bei gleicher elektrischer Signalleistung ein Gewinn an Schalldruck  $P_{so}$  von 2 bis 3 dB über den gesamten Tieftonbereich möglich ist, wobei infolge der Dämpfung durch die relativ kleinen Volumen der geschlossenen Schallkammern 6.1 bzw. 6.2 die Membranauslenkungen der Tieftöner wesentlich reduziert werden. Auf diese Weise können einfache preiswerte Standardlautsprecher verwendet werden.

Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung können auch die Phasenlagen der abgestrahlten Schallwellen aufeinander abgestimmt werden. Dieses kann einerseits auf elektrischem Wege geschehen. Dafür können zum Beispiel für die Induktivitäten, die üblicherweise in Serie zu den Schwingspulen der

Tieftöner geschaltet sind um zu verhindern, daß diese im Mittel- und Hochtonbereich Signalleistung verbrauchen, verschiedene Werte gewählt werden.

Andererseits können wie die Figur 5 zeigt, die Schalltrennwände 2.1 und 2.2 mit den Tieftönern 4.1 bzw. 4.2 in ihrer Lage zu den innenliegenden Öffnungen der Schallaustrittskanäle 8.1 bzw. 8.2 so angeordnet werden, daß in den Schallkammersystemen 5.1 und 5.2 verschieden lange Schallwege L1 und L2 und damit Unterschiede in der Länge der Laufzeiten des Schalls in beiden Systemen entstehen. Auf diese Weise, verlassen die Schallwellen die Schallkammersysteme 5.1 und 5.2 mit verschiedener Phasenlage.

Die Phasenlagen können so gewählt werden, daß bei einem Schallsignal, das beide Tieftönern 4.1 und 4.2 am Übergangsbereich vom Schallkammersystem 5.1 zum Schallkammersystem 5.2 mit der Übergangsfrequenz  $f_t$  in den Raum abstrahlen, der Phasenunterschied an den Baßreflexöffnungen minimal ist.

Auf diese Weise lassen sich Schalldruckabsenkungen im Bereich der Übergangsfrequenz  $f_t$ , die infolge einer Signalsubtraktion der beiden Schallwellen auftreten kann, vermeiden.

Desweiteren kann die Phasenlagen der Systeme untereinander soweit geringfügig variiert werden, daß die beschriebenen unerwünschten Resonanzen  $f_r$ , die in den Schallaustrittskanälen oberhalb des Baßbereiches auftreten und welche die Klangfarbe der Wiedergabe verfälschen zumindest in ihrem unteren Bereich infolge entgegengesetzter Phasenlage der austretenden Schallwellen ausgelöscht werden.

### Patentansprüche

1. Lautsprechergehäuse (1) nach dem Bandpaßprinzip mit:

- mehreren Schallkammern (6.1, 6.2, 7.1, 7.2), welche

- entweder als ventilierte Schallkammern (7.1, 7.2) mit einem abgestimmten Schallaustrittskanal (8.1, 8.2) in Form von akustischen Resonatoren

- oder als geschlossene Schallkammern (6.1, 6.2) ausgebildet sind,

wobei die Abstimmfrequenzen ( $f_{c1}$ ,  $f_{c2}$ ) der Resonatoren verschieden sind,

- zwei Tieftönern (4.1, 4.2), die sich in Öffnungen (3) von Schalltrennwänden (2.1, 2.1) im Innern des Lautsprechergehäuses (1) befinden, so daß Schallwege (L1, L2) zwischen den Tieftönern (4.1, 4.2) und den Schallaustrittskanälen (8.1, 8.2) vorhanden sind,

**dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Tieftöner (4.1, 4.2) in einem separaten Schallkammersystem enthalten ist, welches jeweils aus einer geschloss-

enen Schallkammer (6.1, 6.2) und einer abgestimmten ventilierten Schallkammer (7.1, 7.2) mit einem abgestimmten Schallaustrittskanal (8.1, 8.2) besteht, so daß die Schallkammersysteme (5.1, 5.2) von einander akustisch getrennt sind, wobei jeder Tieftöner (4.1, 4.2) in der Schalltrennwand (2.1, 2.1) zwischen der geschlossenen Schallkammer (6.1, 6.2) und der ventilierten Schallkammer (7.1, 7.2) angeordnet ist und die Tieftöner (4.1, 4.2) Signale von verschiedenen Kanälen (R, L) eines Raumtonwiedergabesystems wiedergeben.

2. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem Schallkammersysteme (5.1, 5.2) das Volumen ( $V_{b2}$ ) der ventilierten Schallkammern (7.1, 7.2) größer ist, als das Volumen ( $V_{b1}$ ) der geschlossenen Schallkammer (6.1, 6.2).

3. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallkammersysteme (5.1, 5.2) akustisch so abgestimmt sind, daß die Abstimmfrequenzen ( $f_{c1}$ ,  $f_{c2}$ ) und die Bandbreiten (B1, B2) an der Übergangsfrequenz  $f_t$ , an der sich die fallende Schalldruckkurve ( $P_{s1}$ ) des Schallkammersystems (5.1) mit der steigenden Schalldruckkurve ( $P_{s2}$ ) des Schallkammersystems (5.2) kreuzt, der Schalldruck ( $P_{s1} = P_{s2}$ ) um 3 dB gegenüber dem Wert ( $P_{r1}$  und  $P_{r2}$ ) bei Resonanz geringer ist.

4. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Schallkammersysteme (5.1, 5.2) verschiedene Bandbreiten (B1 und B2) aufweisen.

5. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schallkammersystems (5.1) mit der niedrigsten Abstimmfrequenz ( $f_{c1}$ ) die geringste Bandbreite aufweist.

6. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Schallkammersystemen (5.1, 5.2) Tieftöner (4.1, 4.2) mit akustisch unterschiedlichen Eigenschaften, die jeweils an die Erfordernisse des entsprechenden Teilfrequenzbereich angepaßt sind, vorhanden sind.

7. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Schallkammersysteme (5.1, 5.2) Mittel vorhanden sind, mit denen die Phasenlage der austretenden Schallwellen abgestimmt werden können.

8. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Abstimmen der Phasenlage unterschiedliche Schallwege (L1, L2) sind, die in der Art dimensioniert sind, daß bei einem Schallsignal mit der Übergangsfrequenz ( $f_t$ ), das beide Tieftönern (4.1 und 4.2) am Übergangsbere-

ich von einem Schallkammersystem (5.1) zum anderen Schallkammersystem (5.2) in den Raum abstrahlen, die Phasenverschiebung zwischen den Schallwellen an den Baßreflexöffnungen minimal sind.

5

9. Lautsprechergehäuse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Abstimmen der Phasenlage in der Art dimensioniert sind, daß die abgestrahlten Schallsignale, die als unerwünschten Resonanzen ( $f_r$ ) in den Schallaustrittskanälen (8.1 und 8.2) oberhalb des Baßbereiches vorhanden sind, bei den austretenden Schallwellen zumindest in ihrem unteren Bereich eine entgegengesetzte Phasenlage aufweisen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

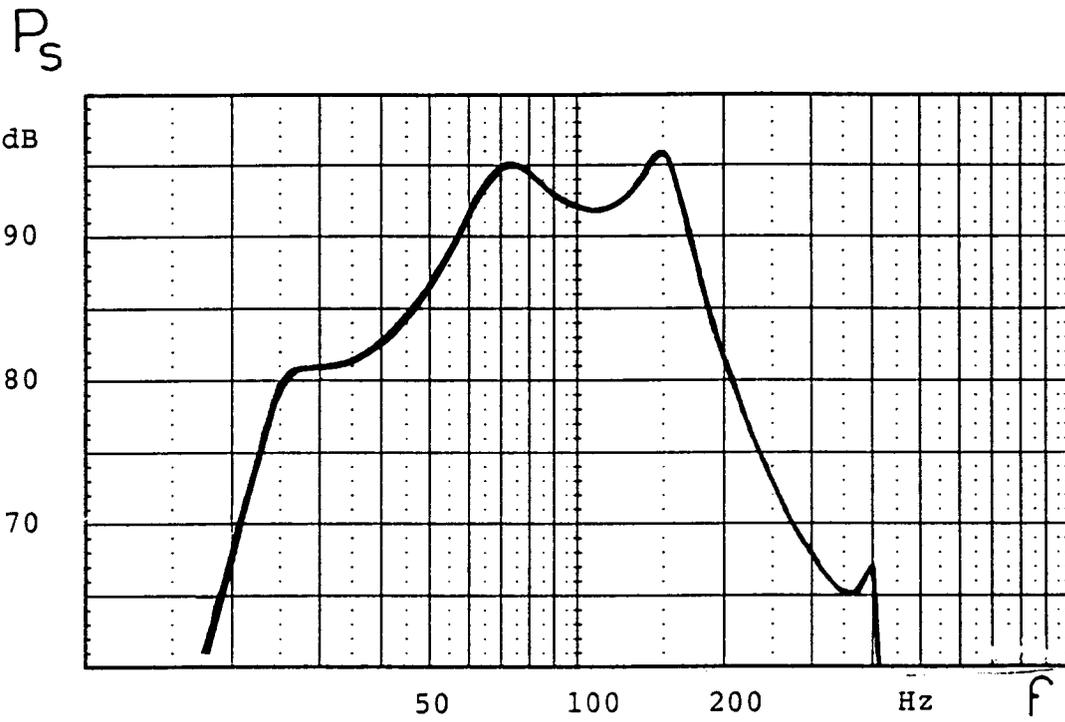


FIG.1a)

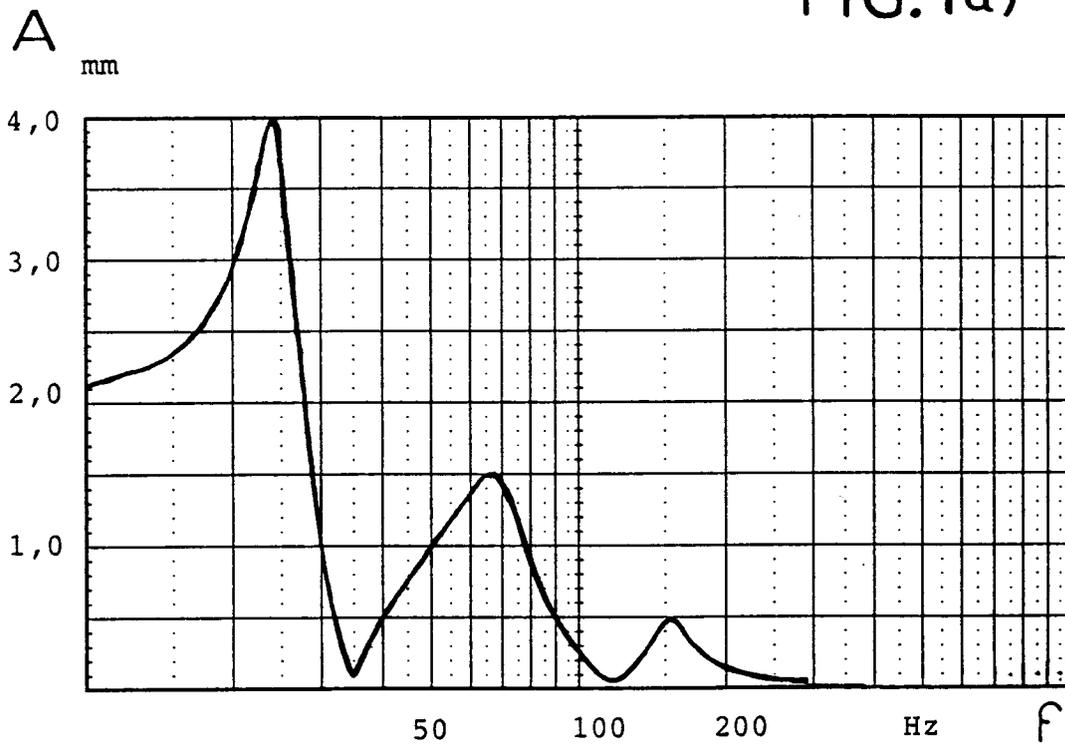


FIG 1b)

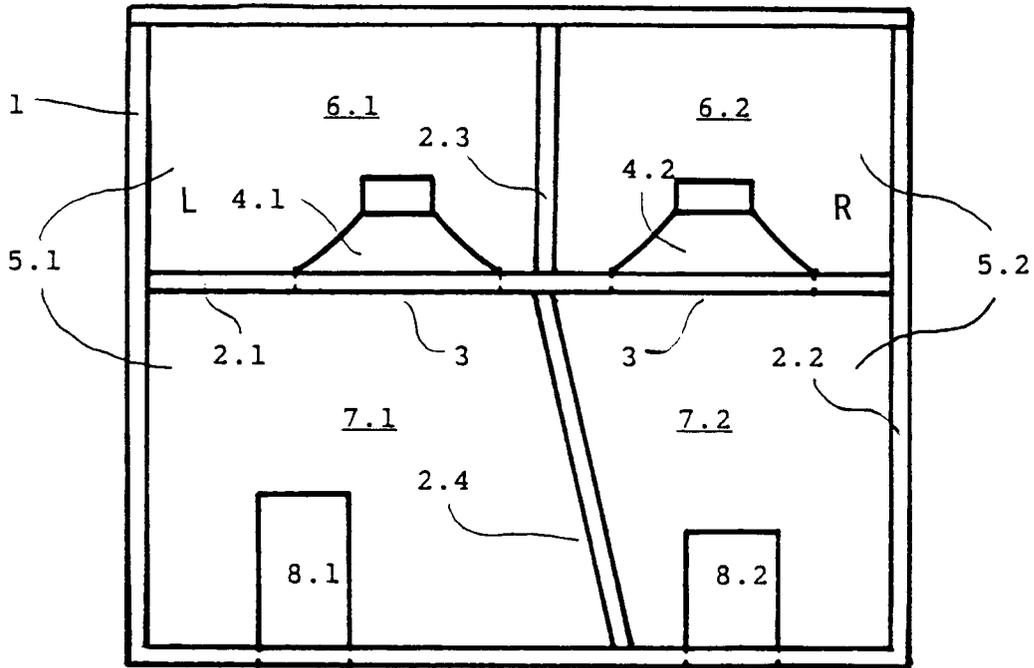


FIG. 2

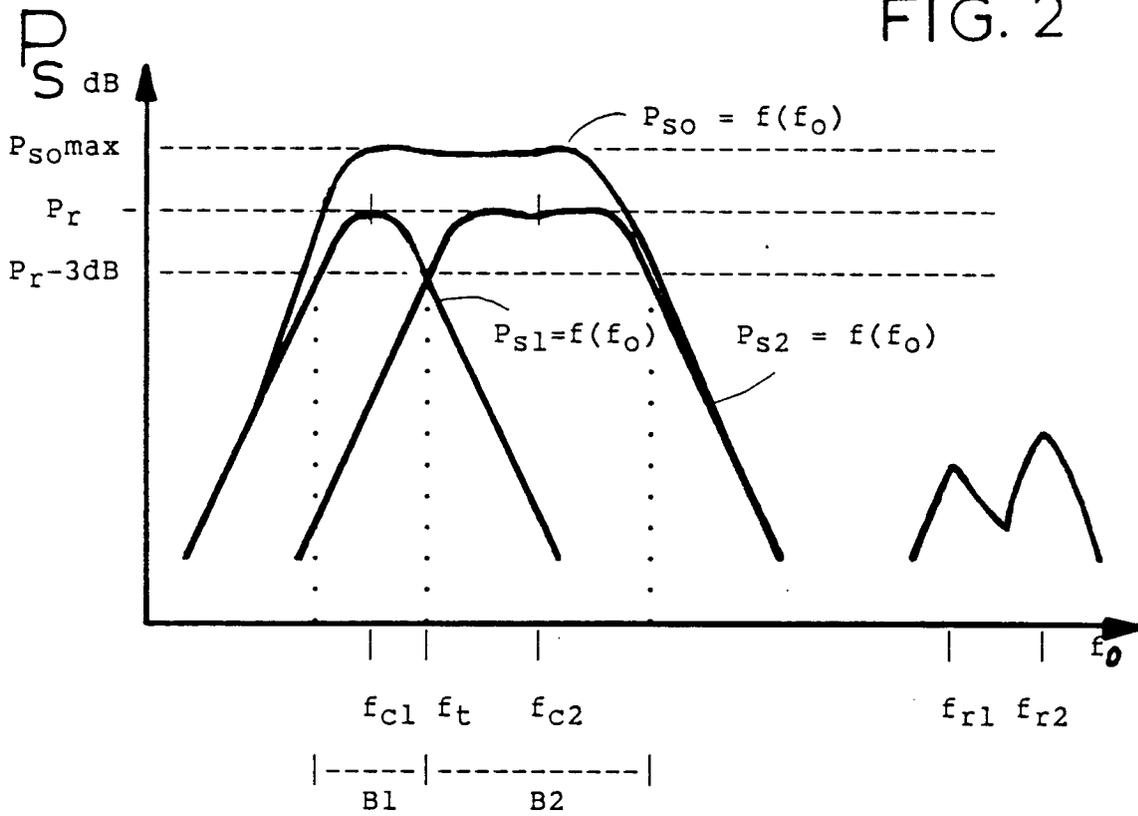


FIG. 3

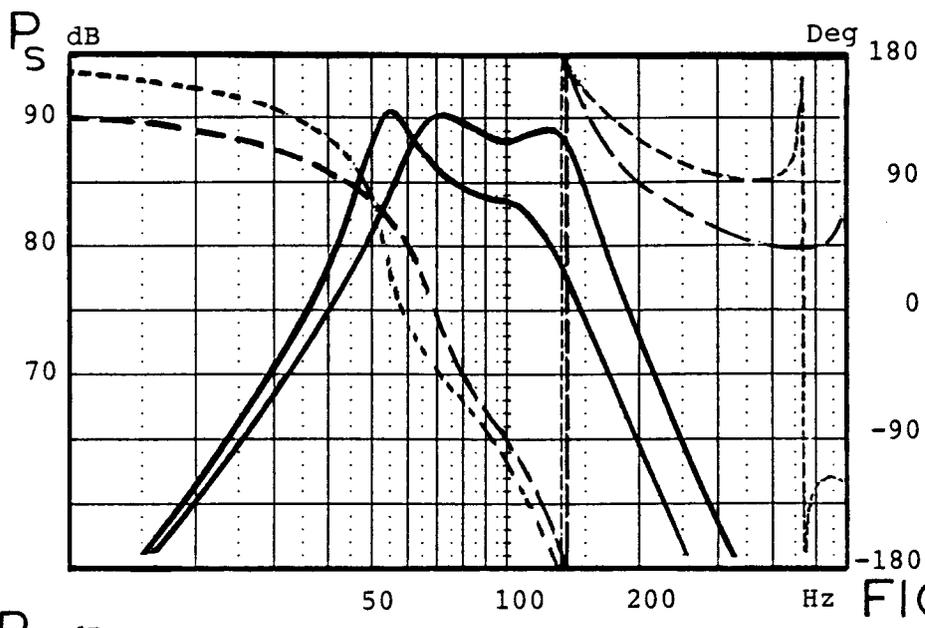
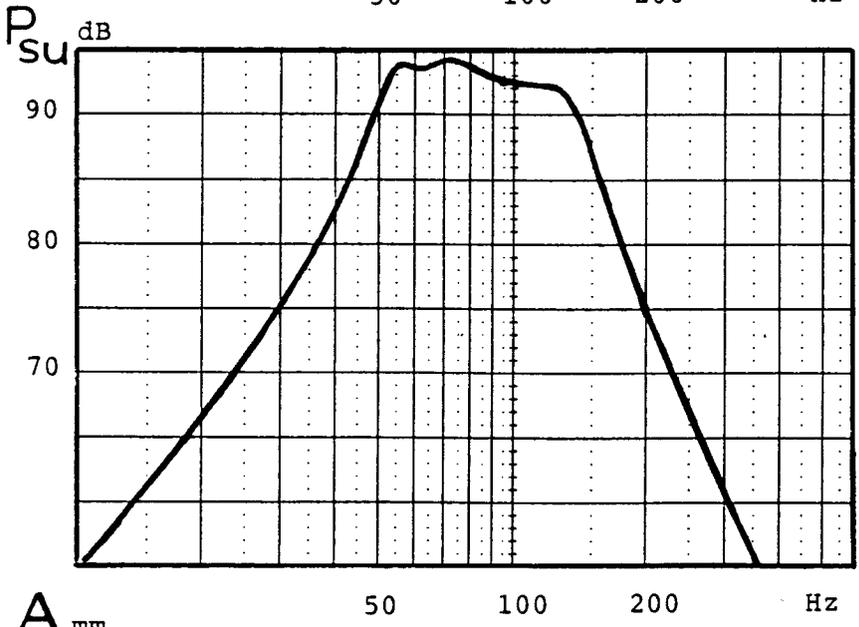
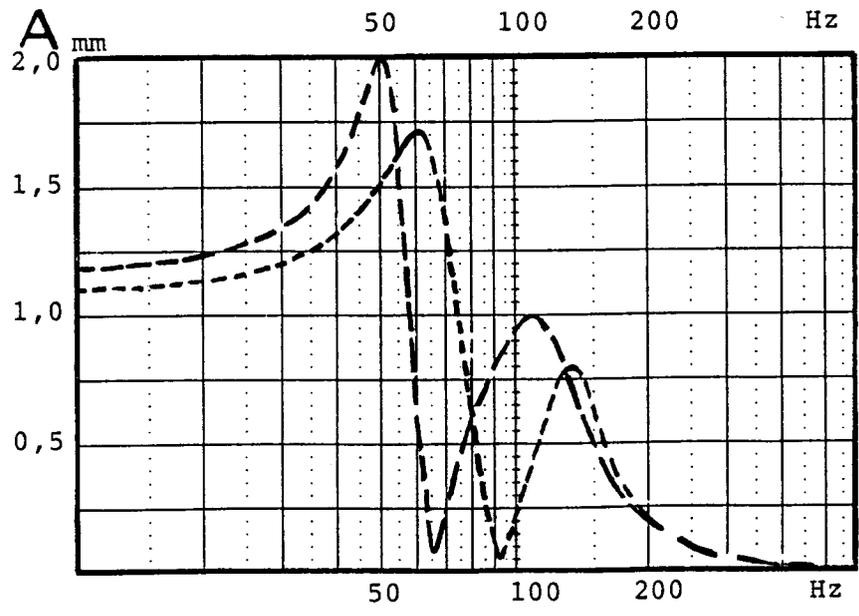


FIG. 4 a)



b)



c)

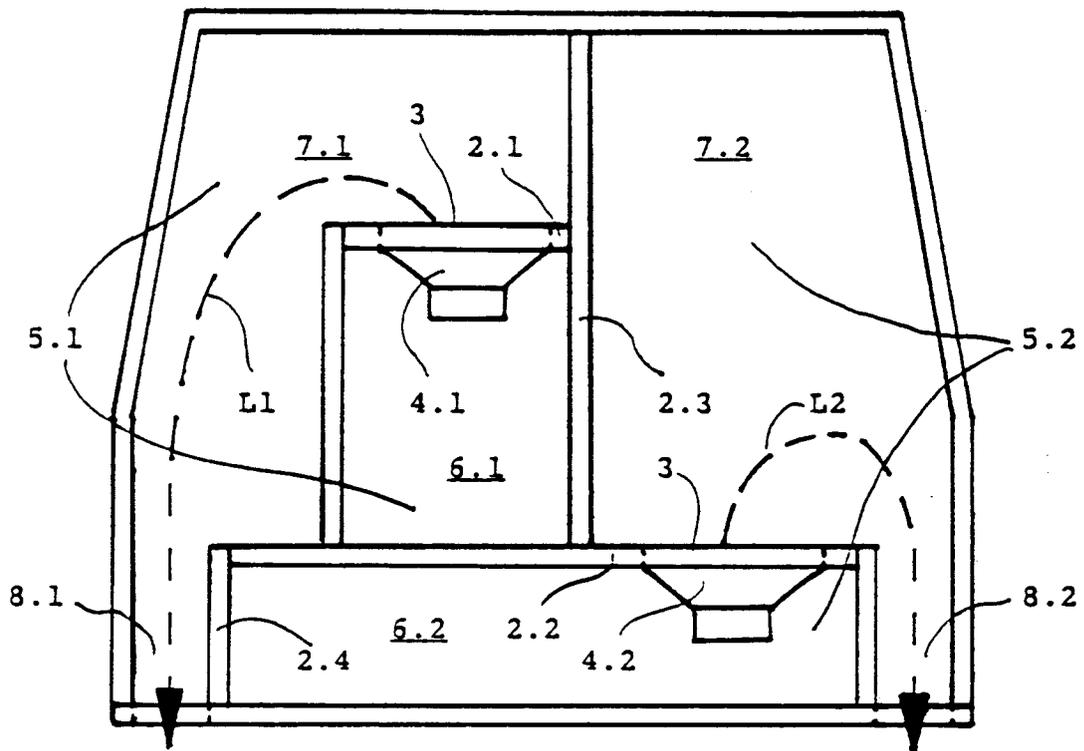


FIG. 5