

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90101078.5**

51 Int. Cl.⁵: **H04R 1/22**

22 Anmeldetag: **19.01.90**

30 Priorität: **27.01.89 DE 3902343**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.08.90 Patentblatt 90/31

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR IT LI NL SE

71 Anmelder: **R + H STUDIOSOUND BECK KG**
Turnhallenweg 6
D-7808 Waldkirch 2(DE)

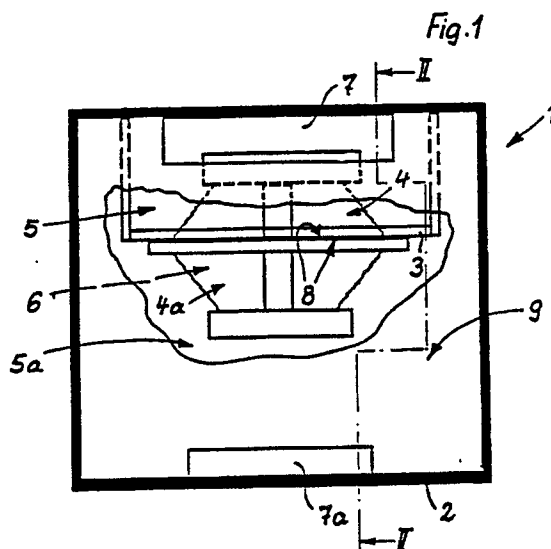
72 Erfinder: **Beck, Ernst Georg, Dipl.-Bio**
Dorfstrasse 10
D-7830 Emmendingen(DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. Hans**
Schmitt Dipl.-Ing. Wolfgang Maucher
Dreikönigstrasse 13
D-7800 Freiburg i.Br.(DE)

54 **Lautsprecherbox.**

57 Eine Lautsprecherbox (1) arbeitet nach dem akustischen Bandpass- Prinzip und weist ein Außengehäuse (2) auf, in der eine innere Schallwand mit vorzugsweise zwei daran angebrachten Lautsprecherchassis vorgesehen ist. Die beiden Lautsprecher 4, 4a schließen ein Koppelvolumen zwischen sich ein und befinden sich in gegeneinander abgedichteten Kammern (5, 5a). Diese Kammern sind über Reflexöffnungen (7, 7a) mit dem Außenbereich verbunden.

Die Lautsprecherchassis sind akustisch seriell geschaltet und arbeiten akustisch in Phase. Dadurch ergibt sich bei gleichem Frequenzgang gegenüber einer Vergleichslautsprecherbox mit einem Lautsprecher etwa eine Halbierung des Gehäusevolumens. Außerdem werden Verzerrungen der einzelnen Lautsprecherchassis weitgehend kompensiert. Die Belastbarkeit der Lautsprecherbox ist entsprechend der Anzahl der Lautsprecherchassis vergrößert, wobei sich bei Verwendung zweier Lautsprecherchassis etwa eine Verdoppelung der Belastbarkeit ergibt. Es können auch mehr als zwei Lautsprecherchassis akustisch seriell und in Phase arbeitend angeordnet sein



Lautsprecherbox

Die Erfindung betrifft eine Lautsprecherbox nach dem akustischen Bandpaßprinzip mit einem Außengehäuse, einer inneren Schallwand und daran angebrachtem Lautsprecherchassis.

Lautsprecherboxen sind nach unterschiedlichen akustischen Prinzipien bekannt. Ein akustisches Prinzip ist das Bandpass-System, bei dem alleine durch die Gehäusekonstruktion und die Anordnung des Lautsprecherchassis ein definierter Frequenzbereich aus einem vorhandenen Frequenzspektrum abgestrahlt werden kann.

Bei Lautsprecherboxen, die nach anderen akustischen Prinzipien arbeiten, wie z.B. die geschlossene Box, das Reflexsystem usw., sind elektrische bzw. elektronische Frequenzweichen erforderlich, um bestimmte Frequenzbereiche abstrahlen zu können.

Es ist bereits eine Lautsprecherbox nach dem Bandpass-System bekannt, bei der innerhalb eines Gehäuses ein Lautsprecherchassis angeordnet und zwei voneinander getrennte Kammern vorgesehen sind. Diese Lautsprecherbox dient insbesondere zur Abstrahlung des Baßbereiches mit einer Frequenz z.B. kleiner als 500 Hertz. Bei dieser Lautsprecherbox ist bei niedrigem Frequenzbereich ein vergleichsweise großes Kammervolumen und damit ein insgesamt entsprechend großes Außengehäuse erforderlich. Solche sogenannten "Subwoofer" werden vor allem im Beschallungsbereich von Musikern oder in Studios und für HiFi-Anwendungen eingesetzt. Gerade bei Einsatz für Musikkapellen spielt die Größe der Lautsprecherbox eine erhebliche Rolle, da diese in der Regel nach dem Auftritt abtransportiert und an einem anderen Ort auch wieder aufgebaut werden müssen. Auch am Einsatzort selbst herrschen meist beengte Platzverhältnisse, welche häufig auch eine optimale Aufstellung von großen (Baß-)Lautsprecherboxen nicht zulassen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lautsprecherbox der eingangs erwähnten Art zu schaffen, welche bei einem vorgegebenen Frequenzbereich ein wesentlich verringertes Gehäusevolumen aufweist oder die bei gleichbleibendem Gehäusevolumen eine Vergrößerung der Frequenz-Bandbreite ermöglicht. Gleichzeitig soll die Belastbarkeit der Lautsprecherbox erhöht und die Verzerrungen vermindert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß insbesondere vorgeschlagen, daß wenigstens zwei über Koppelvolumina akustisch seriell geschaltete Lautsprecherchassis vorgesehen sind, die akustisch in Phase arbeiten und daß wenigstens eine der an das bzw. die Koppelvolumina angrenzenden Kammern wenigstens eine Reflexöffnung

od. dgl. aufweist.

Bei Einsatz von z.B. zwei Lautsprecherchassis kommt man praktisch mit dem halben Gehäusevolumen aus, um den gleichen Frequenzgang zu erreichen wie bei bisherigen Bandpass-Systemen. Gleichzeitig verdoppelt sich die elektrische Belastbarkeit. Analog verhält es sich bei Einsatz von mehr als zwei, z.B. von drei oder vier Lautsprechern. Durch die erfindungsgemäße Anordnung von wenigstens zwei Lautsprecherchassis erhält man auch eine Filtercharakteristik höherer Ordnung, wodurch die Flankensteilheit des Frequenzganges erhöht und damit der Wirkungsgrad für den jeweils vorgesehenen Frequenzbereich verbessert wird.

Für besondere Anwendungsfälle besteht auch die Möglichkeit, anstatt einer Volumenverkleinerung des Außengehäuses eine Erweiterung des Frequenzbereiches bei gleichem Gehäusevolumen wie bisher vorzunehmen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß eine innere Schallwand mit zwei daran angebrachten, zwischen sich ein Koppelvolumen einschließende Lautsprecherchassis vorgesehen sind. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß man bei guten akustischen Daten und praktisch halbiertem Gehäusevolumen mit insgesamt geringem Aufwand auskommt, da hier nur zwei Lautsprecherchassis verwendet werden.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß die beiden Lautsprecher mit ihren Membranvorderseiten einander zugewandt angeordnet sind. Das Koppelvolumen ist hierbei zwischen den Membranvorderseiten gebildet, wobei die Membranen die Begrenzungswände bilden. Durch diese Anordnung erhält man das kleinstmögliche Koppelvolumen, wodurch u.a. das Gesamtvolumen der Lautsprecherbox entsprechend klein gehalten werden kann und andererseits erhält man durch die bei kleinerem Volumen starrere Kopplung der beiden Lautsprechermembranen eine noch weitere Verringerung der auftretenden Verzerrungen, da die Verzerrungen der einzelnen Lautsprechersysteme weitgehend kompensiert werden. Bandpass-Systeme zeichnen sich prinzipiell dadurch aus, daß die darin arbeitenden Chassis im Vergleich zu Reflex-Systemen geringere Membranbewegungen ausführen. Dies führt bereits zu einer Reduzierung der Verzerrungen. Zusätzlich ist der Wirkungsgrad erhöht. Durch die erfindungsgemäße Anordnung mehrerer Lautsprecher können die auftretenden Verzerrungen nochmals reduziert werden. Zweckmäßigerweise ist vorgesehen, daß die Kammer-Volumina und/oder die Reflexöffnungen unterschiedlich sind und daß zwei gleiche Lautsprecherchassis vorgesehen sind. Dadurch ist die

Fertigung wesentlich vereinfacht, da zwei gleiche Lautsprecherboxen verwendet werden können und außerdem ist das Abstimmen der Kammer bzw. der Gesamtlautsprecherbox wesentlich vereinfacht, da sich das Kammervolumen und/oder die Reflexöffnungen einfach verändern lassen. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, die Kammervolumina und/oder die Reflexöffnungen etwa gleich auszubilden und daß dann zwei hinsichtlich ihrer elektroakustischen Kenngrößen unterschiedliche Lautsprecherchassis vorgesehen sind. In diesem Falle müssen entsprechend unterschiedliche und angepaßte Lautsprecher verwendet werden.

Zweckmäßigerweise ist das bzw. die Koppelvolumina gegenüber angrenzenden Kammern bzw. gegenüber benachbarten Koppelvolumen dicht abgeschlossen. Dieses dichte Koppelvolumen trägt mit zu einer weitgehend "starken" Kopplung der beiden Systeme bei, so daß die auftretenden Verzerrungen vergleichsweise klein gehalten werden können.

Eine abgewandelte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß mehrere innere Schallwände mit jeweils einem oder mehreren daran angebrachten Lautsprecherchassis vorgesehen sind. Dadurch wird eine weitere Verkleinerung des Gehäusevolumens bei gleichem Frequenzgang möglich. Außerdem erhält man dadurch eine noch höhere Belastbarkeit der Lautsprecherbox.

Eine Ausgestaltung sieht vor, daß beide Kammern jeweils wenigstens eine Reflexöffnung aufweisen. Gegenüber einem erfindungsgemäßen Bandpass-System mit nur einer Reflexöffnung erhält man bei einem Bandpass-System mit zwei Kammern und jeweils dort vorgesehenen Reflexöffnungen ein Bandpass-System höherer Ordnung.

Nachstehend ist die Erfindung mit ihren wesentlichen Einzelheiten anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt z.T. etwas schematisiert:

Fig. 1 eine Vorderseitenansicht einer Lautsprecherbox, z.T. aufgebrochen dargestellt,

Fig. 2 eine Schnittansicht der Lautsprecherbox entsprechend der Schnittlinie II - II in Fig. 1,

Fig. 3 und 4 Bandpass-Lautsprecherboxen in unterschiedlichen Ausführungsformen mit vier Lautsprecherchassis,

Fig. 5 ein Frequenzgang durch Computersimulation und

Fig. 6 ein Analogschaltbild der in Fig. 1 und 2 gezeigten Lautsprecherbox.

Eine in den Figuren 1 und 2 gezeigte Lautsprecherbox weist ein Außengehäuse 2 auf, in dem sich eine innere Schallwand 3 mit daran angebrachten Lautsprecherchassis 4, 4a befindet. Die innere Schallwand 3 trennt zwei innerhalb des Gehäuses 2 befindliche Kammern 5, 5a ab, die jeweils durch eine Reflexöffnung 7 bzw. 7a an der Front-

seite 9 der Lautsprecherbox mit dem Außenbereich verbunden sind. Die Reflexöffnungen 7, 7a können, wie in Fig. 2 erkennbar, durch Gehäusewandöffnungen gebildet sein, wobei in Ausführungsvarianten hier auch Tunnelöffnungen mit verlängertem Durchtrittskanal vorgesehen sein können. Die Größe der Reflexöffnungen 7, 7a bzw. auch deren spezielle Ausgestaltung eventuell mit Tunnel od. dgl. dienen zur Abstimmung der Lautsprecherbox 1. In den Figuren ist gut erkennbar, daß die Kammervolumina unterschiedlich sind. Es werden hierbei gleiche Lautsprecherchassis verwendet, so daß durch die unterschiedlichen Kammer-Volumina entsprechend unterschiedliche akustische Daten erzielt werden, welche die untere und die obere Eckfrequenz des Bandpasses bestimmen. Auch die Reflexöffnungen sind dementsprechend unterschiedlich ausgebildet, wobei die kleinvolumigere Kammer die größere Reflexöffnung 7 und die andere Kammer 5a die kleinere Reflexöffnung 7a aufweist.

Die beiden Lautsprecherchassis 4, 4a sind mit ihren Membranvorderseiten 8 einander zugewandt angeordnet und begrenzen mit ihren Membranen ein dazwischen befindliches Koppelvolumen 6. Dieses Koppelvolumen 6 ist durch die Membranen gegen über dem jeweiligen Kammervolumen dicht abgeschlossen. Die Lautsprecherchassis sind akustisch seriell geschaltet und arbeiten akustisch in Phase, so daß die Membranen parallel zueinander ausgelenkt werden.

Die dargestellte Anordnung der Lautsprecherchassis mit zueinander gewandten Membranvorderseiten ermöglicht eine besonders einfache Montage und ergibt auch das kleinstmögliche Koppelvolumen 6. Dieses kleinstmögliche Koppelvolumen ist angestrebt, um einerseits das Gesamtvolumen der Lautsprecherbox klein zu halten und um andererseits auch die Verzerrungen der einzelnen Lautsprechersysteme durch eine möglichst starre Kopplung über ein kleines Koppelvolumen weitgehend zu kompensieren. Messungen haben ergeben, daß die harmonischen Verzerrungen um ca. 10 dB geringer liegen als bei Verwendung bisher üblichen Bandpass-Lautsprecherboxen mit einem Chassis.

In Fig. 5 ist der mit Hilfe eines Computers simulierte Frequenzgang einer erfindungsgemäßen Bandpass-Lautsprecherbox gemäß Fig. 1 und 2 erkennbar. Dabei ist auf der Ordinate der Schalldruck in Dezibel und auf der Abszisse die Frequenz aufgetragen. Bei dem vorliegenden Frequenzverlauf ist erkennbar, daß sich bei der -3 dB-Linie ein Frequenzbereich von etwa 40 Hertz bis ca. 220 Hertz ergibt. Da es sich bei der erfindungsgemäßen Lautsprecherbox um ein Bandpass-System höherer Ordnung handelt, sind dementsprechend auch die Flanken des Frequenz-Übertra-

gungsbereiches entsprechend steiler als bei bisher üblichen Systemen.

In Fig. 6 ist noch ein Analogschaltbild der in Fig. 1 und 2 gezeigten Lautsprecherbox dargestellt. Darin bedeuten:

Cab_1 erstes Kammervolumen

Rab_1 Verlustwiderstände der ersten Kammer

Mab_1 Tunnelmasse der ersten Reflexöffnung

Rat_1 Summe aller akustischen Chassiswiderstände des ersten Lautsprecherchassis

Cas_1 Membransteife des ersten Lautsprecherchassis,

Mas_1 bewegte Masse (Membran + Schwingspule) des ersten Lautsprechers,

Rat_2 Summe aller akustischen Chassiswiderstände des zweiten Lautsprecherchassis

Cas_2 Membransteife des zweiten Lautsprecherchassis,

Mas_2 bewegte Masse des zweiten Lautsprecherchassis,

Cab_2 Kammervolumen der zweiten Kammer

Rab_2 Verlustwiderstände der zweiten Kammer

Mab_2 Tunnelmasse der zweiten Reflexöffnung

Cz Koppelvolumen

Pg_1/Pg_2 treibende Spannungsquellen

Dieses Netzwerk ergibt eine Übertragungsfunktion zehnter Ordnung. Die Berechnung der jeweiligen Netzwerke für tiefe Frequenzen läßt sich durch die Annahme $Cz = 0$ stark vereinfachen. Dies ergibt sich näherungsweise schon bei kleinen Volumina Cz von ca. 5 bis 10 Litern. Aus diesem Analogschaltbild ergibt sich auch, daß bei Verwendung zweier gleicher Lautsprecherchassis eine Halbierung des Gehäusevolumens erreicht wird.

Fig. 3 zeigt eine Bandpass-Lautsprecherbox 1a, die vier innere Schallwände 3 mit jeweils einem daran angebrachten Lautsprecherchassis 4 aufweist. Zwischen diesen inneren Schallwänden 3 befinden sich hier die Koppelvolumina 6. An diese schließen sich außen die Kammern 5 und 5a mit jeweils Reflexöffnungen 7, 7a an. Bei dieser Ausführungsform ist nur noch ein Viertel des sonst mit einem Lautsprecher bestückten Gehäusevolumens erforderlich. Gleichzeitig ergibt sich eine viermal höhere Belastbarkeit. Bei dieser Bandpass-Lautsprecherbox ergibt sich eine Übertragungsfunktion zwölfter Ordnung. Dies wiederum ergibt steile Flanken des Frequenzganges und dadurch auch einen guten Gesamtwirkungsgrad der Lautsprecherbox.

Fig. 4 zeigt noch eine Bandpass-Lautsprecherbox 1b mit vier akustisch seriell geschalteten Lautsprecherchassis 4, 4a, 4b, 4c, wobei hier drei Koppelvolumina 6 und nur eine Kammer 5 mit Reflexöffnung 7 vorgesehen ist. Dies ergibt eine Übertragungsfunktion zehnter Ordnung. Sowohl bei der Lautsprecherbox 1a (Fig. 3) als auch bei der Laut-

sprecherbox 1b (Fig. 4) arbeiten die eingesetzten Lautsprecherchassis akustisch in Phase, wobei die Membranen praktisch parallel jeweils in gleiche Richtungen ausgelenkt werden.

Durch die erfindungsgemäße Bandpass-Lautsprecherbox konnten wesentliche Verbesserungen hinsichtlich folgender Vorgaben erzielt werden:

- wesentliche Verkleinerung des Gehäusevolumens,
- Erhöhung des Schalldruckes,
- weitgehend verzerrungsfreie Baßwiedergabe,
- Verwendung mit anderen Systemen ohne Einsatz von Frequenzweichen,
- Frequenzbereich etwa 50 bis 200 Hertz,
- niedriger Herstellungspreis.

Erwähnt sei noch, daß die in Fig. 1 und 2 mit ihren Membranvorderseiten 8 zueinander gewandten Lautsprecherchassis 4, 4a auch umgekehrt voneinander abgewandt an der inneren Schallwand 3 angeordnet sein können. In diesem Falle ist eine entsprechende Abdichtung des dazwischen befindlichen Koppelvolumens 6, welches dann durch die Membranrückseiten begrenzt wird, vorzusehen.

Alle in der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Ansprüche

1. Lautsprecherbox nach dem akustischen Bandpaßprinzip mit einem Außengehäuse, einer inneren Schallwand und daran angebrachtem Lautsprecherchassis, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei über Koppelvolumina (6) akustisch seriell geschaltete Lautsprecherchassis (4, 4a) vorgesehen sind, die akustisch in Phase arbeiten, und daß wenigstens eine der an das bzw. die Koppelvolumina (6) angrenzenden Kammer (5, 5a) wenigstens eine Reflexöffnung (7, 7a) aufweist.

2. Lautsprecherbox nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine innere Schallwand (3) mit zwei daran angebrachten, zwischen sich ein Koppelvolumen (6) einschließende Lautsprecherchassis (4, 4a) vorgesehen sind.

3. Lautsprecherbox nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lautsprecherchassis (4, 4a) mit ihren Membranvorderseiten (8) einander zugewandt angeordnet sind.

4. Lautsprecherbox nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer-Volumina und/oder die Reflexöffnungen (7, 7a) unterschiedlich sind und daß zwei gleiche Lautsprecherchassis (4, 4a) vorgesehen sind.

5. Lautsprecherbox nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß die Kammer-Volumina und/oder die Reflexöffnungen (7, 7a) etwa gleich sind und daß zwei hinsichtlich ihrer elektro-akustischen Kenngrößen unterschiedliche Lautsprecherchassis (4, 4a) vorgesehen sind.

5

6. Lautsprecherbox nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die Koppelvolumina (6) gegenüber angrenzenden Kammern (5, 5a) bzw. gegenüber benachbarten Koppelvolumen dicht abgeschlossen sind.

10

7. Lautsprecherbox nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere innere Schallwände (3) mit jeweils einem oder mehreren daran angebrachten Lautsprecherchassis (4, 4a, 4b, 4c) vorgesehen sind.

15

8. Lautsprecherbox nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beide Kammern (5, 5a) jeweils wenigstens eine Reflexöffnung (7, 7a) aufweisen.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

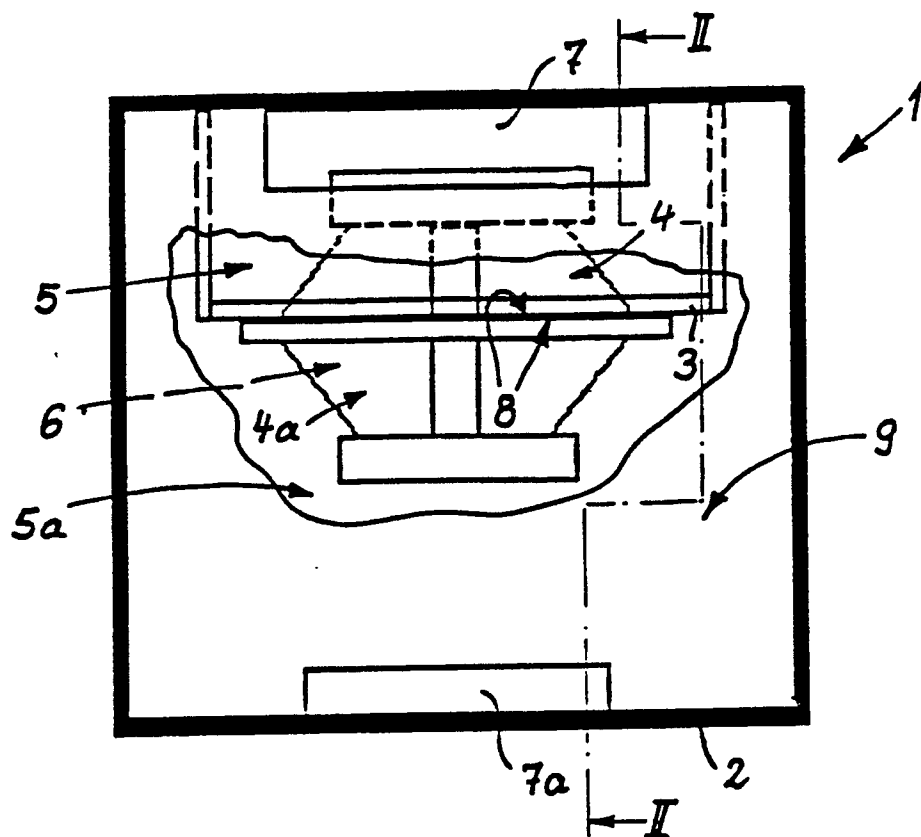


Fig.2

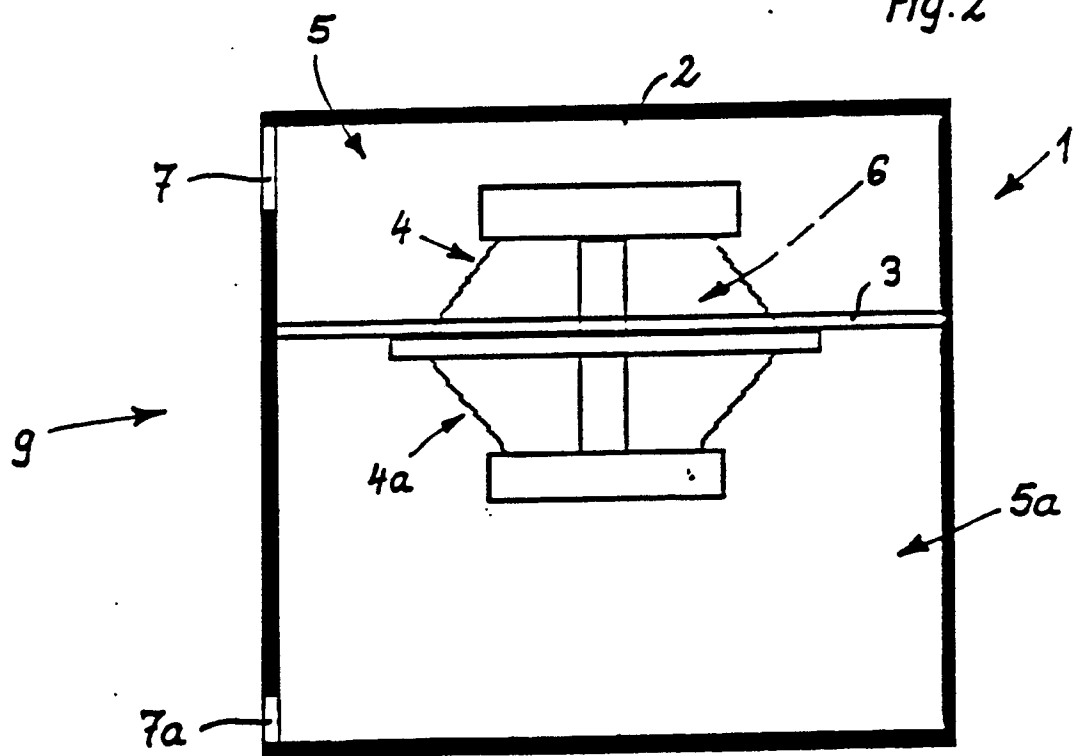


Fig. 3

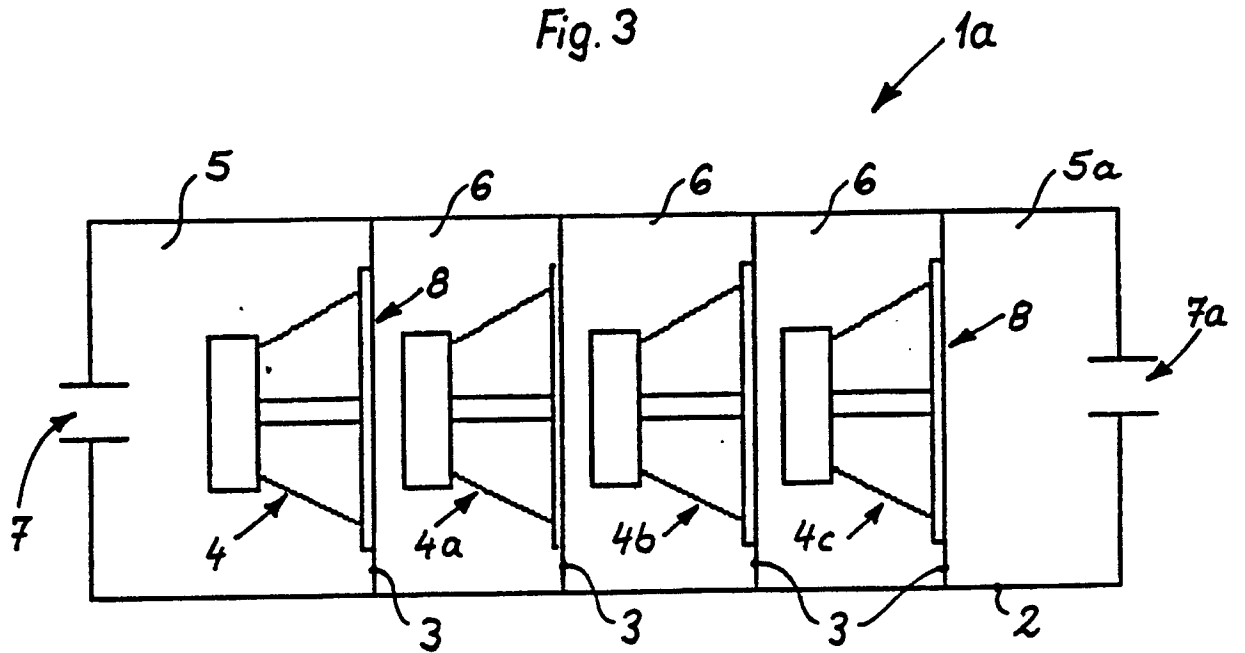
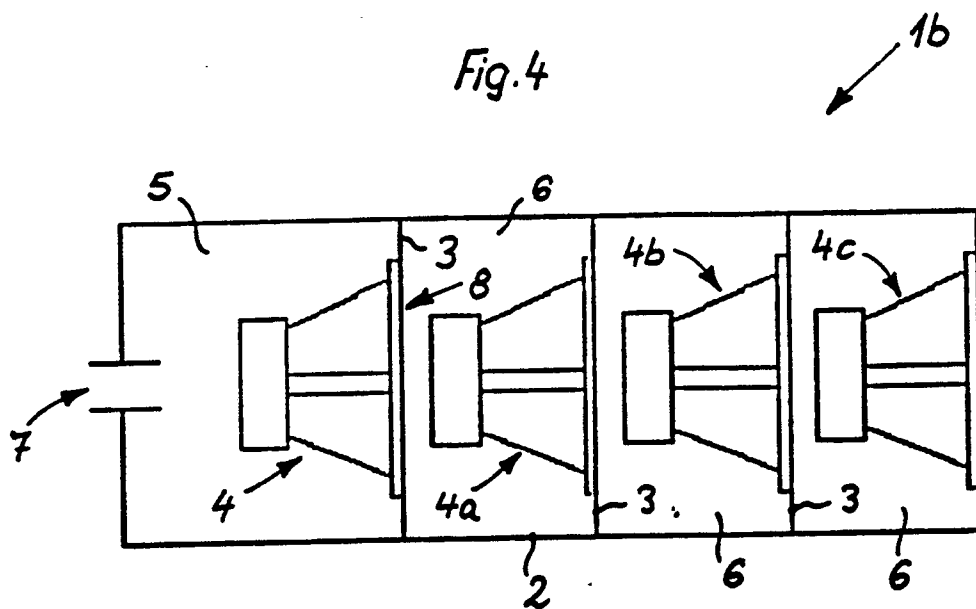


Fig. 4



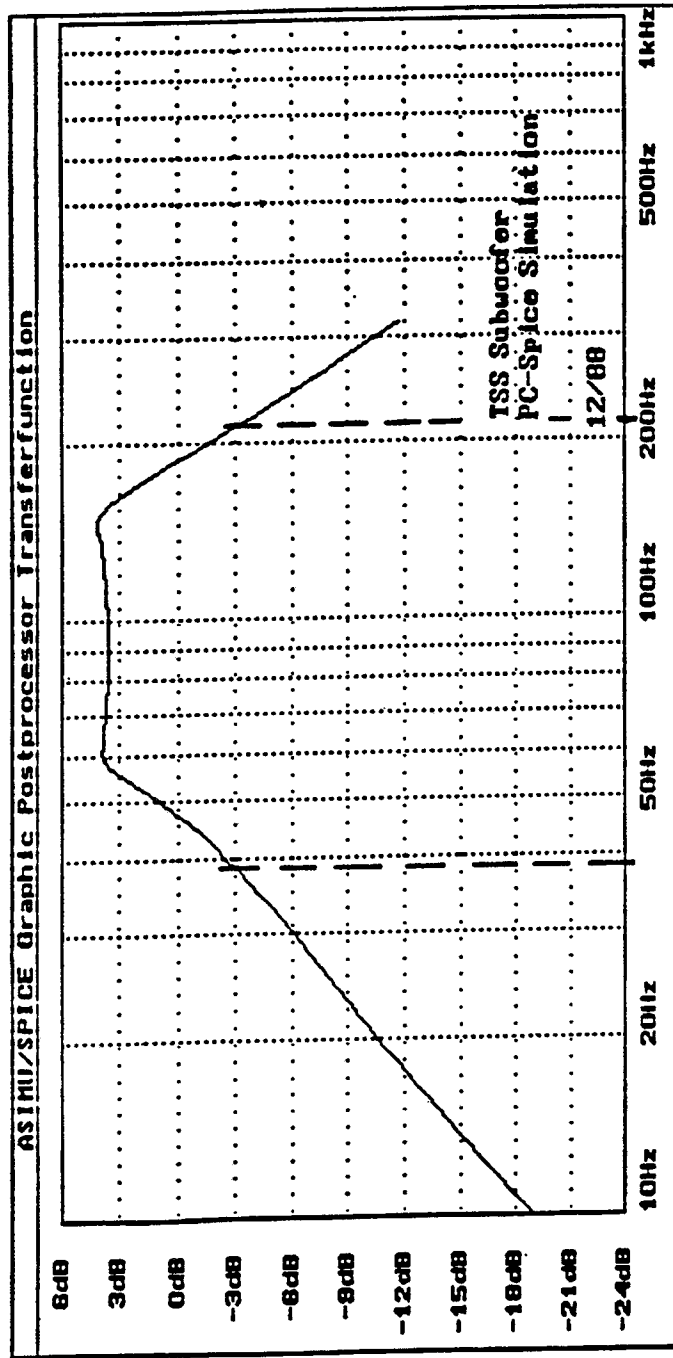


Fig. 5

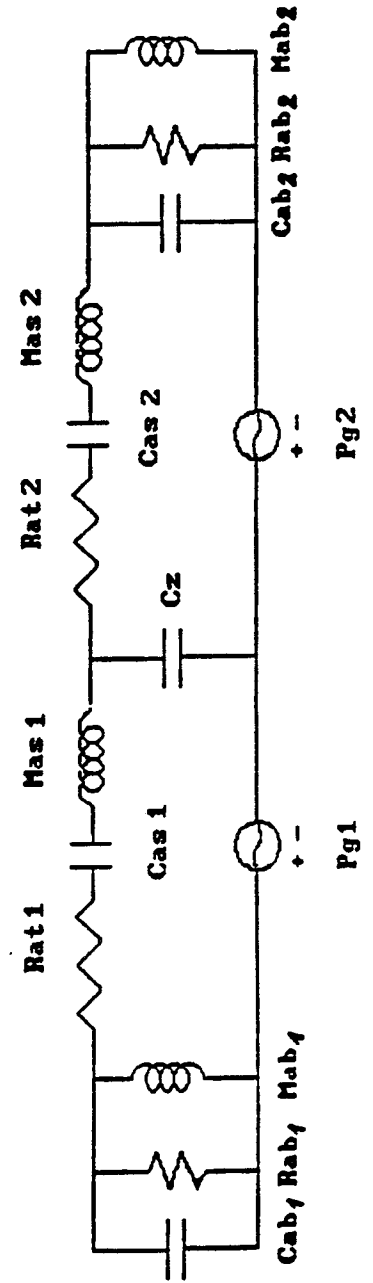


Fig. 6



EP 90101078.5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 90101078.5
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
X	<u>DE - A1 - 2 906 002</u> (HANS DEUTSCH) * Seite 4, Zeile 3 - Seite 17, Zeile 6; Fig. 1,2 *	1-6,8	H 04 R 1/22
A	<u>US - A - 4 016 953</u> (BUTLER) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeilen 5-26; Spalte 1, Zeilen 55-68; Anspruch 1; Fig. 1-5 *	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			H 04 R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 23-03-1990	Prüfer GRÖSSING
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	