

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 85104406.5

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 04 R 1/22**  
**H 04 R 1/02**

22 Anmeldetag: 12.04.85

30 Priorität: 17.04.84 DE 3414407

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.10.85 Patentblatt 85/43

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: Quaas, Jürgen  
P.O. Box 2413  
Abu Dhabi(AE)

72 Erfinder: Quaas, Jürgen  
P.O. Box 2413  
Abu Dhabi(AE)

74 Vertreter: Ratzel, Gerhard, Dr.  
Seckenheimer Strasse 36a  
D-6800 Mannheim 1(DE)

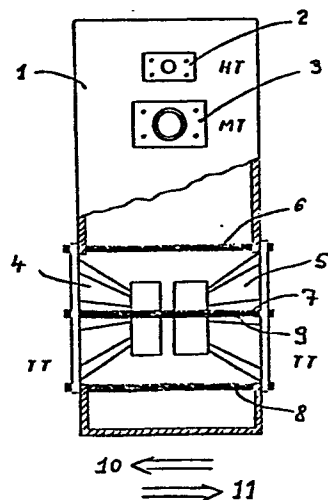
64 Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung, insbesondere für Lautsprecher, vorzugsweise für Lautsprecherboxen.

57 Die Erfindung betrifft den Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung, insbesondere für Lautsprecher, vorzugsweise für Lautsprecherboxen und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Körperschallübertragung von den Schallwandlern auf die Schallführung verhindert wird.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Lautsprecherboxen für HiFi im privaten und professionellen Bereich. Sie zeigt die Möglichkeiten auf, wie man durch ein spezielles Konstruktionsprinzip die akustischen Eigenschaften einer Lautsprecherbox verbessern kann.

Die Beseitigung störender Schwingungen von Schallführung und Gehäuse ist das Ziel des vorgestellten Konstruktionsprinzips, das sich wie folgt beschreiben läßt: Die Chassis der Schallwandler werden in einer Weise auf der Schallführung angeordnet und mechanisch miteinander verbunden, daß sich ihre dynamischen Kräfte auf die Schallführung zu Null kompensieren. Dadurch wird der Körperschall der Schallwandlerchassis auf die Schallführung und das Gehäuse nicht übertragen und muß somit auch nicht gedämpft werden. Neben der erstrebten Verbesserung der Wiedergabequalität wird auch eine Senkung des Aufwands für Schallführung und Gehäuse erreicht.

Fig. 1a



Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung, insbesondere für Lautsprecher, vorzugsweise für Lautsprecherboxen

Die Erfindung betrifft den Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung, insbesondere für Lautsprecher, vorzugsweise für Lautsprecherboxen und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Körperschallübertragung von den Schallwandlern auf die Schallführung verhindert wird.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Lautsprecherboxen zur hochwertigen Übertragung von Musik, wie sie im professionellen Bereich und in der Konsumelektronik üblich sind.

10 Zweck der Erfindung ist es, die Wiedergabequalität von Lautsprecherboxen durch Beseitigung störender Schwingungen von Schallführung und Gehäuse zu verbessern.

Lautsprecherboxen haben bekanntlich die Aufgabe, elektrische Signale in akustische nach gegebenen Qualitätskriterien umzuwandeln. Eines dieser Kriterien ist das Maß der Verzerrungen, die bei der Übertragung entstehen. Um ein Minimum an Verzerrungen zu erreichen, dürfen Schallführung und Gehäuse einer Lautsprecherbox selbst nicht als Schallquelle wirken, d.h. sich durch die vom Schallwandler erzeugten Schwingungen nicht zum Mitschwingen anregen .. lassen.

20 Unter dem hier und im folgenden benutzten Begriff "Schallführung" versteht man ganz allgemein eine Vorrichtung, den Schallwandler bei Wellenlängen, die größer als seine Membran sind, akustisch an die Umgebung anzupassen. Beispiele hierfür sind: Schallwand, Trichter, geschlossene Box, etc. Bei der Schallwand gibt es kein Gehäuse, bei der geschlossenen Box sind Schallführung und Gehäuse identisch.

Es ist üblich, die Aufgabe technisch dadurch zu lösen, daß man für Schallführung und Gehäuse genügend dicke Wandstärken vorsieht, Verstrebungen und Versteifungen anbringt und / oder ein Material wählt, das eine hohe innere Dämpfung aufweist. Beispiele hierfür sind Lautsprecherboxen aus Beton, Marmor, Keramik, Acrylglas und Aluminium. Es sind auch mehrschichtige Gehäuse nach dem Sandwich-Prinzip bekannt, deren Zwischenschicht ein hochdämpfendes Material wie z.B. Sand enthält.

- 10 Nachteilig bei allen diesen Konstruktionen ist, daß der Aufwand für Material und Verarbeitung relativ hoch ist, dementsprechend hohe Kosten erzeugt und schließlich zu schweren, unhandlichen Lautsprecherboxen führt. Die Nachteile sind um so gravierender je größer und verzerrungsärmer die Lautsprecherbox ausgelegt werden soll. Ist die, Schallführung nicht steif genug, oder ist der Schallwandler über ein dämpfendes Material mit der Schallführung verbunden, kommt es außerdem zu einer Verschlechterung des Impulsverhaltens und des Wirkungsgrades.
- 15

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Insbesondere hat die Erfindung es sich zur Aufgabe gemacht, ein universell anwendbares Konstruktionsprinzip für Lautsprecherboxen zu finden, das unabhängig vom Typ des Schallwandlers und der  
5 Schallführung durch Schwingungen des Gehäuses und der Schallführung verursachte Verzerrungen ausschließt und dabei mit einem Minimum an Aufwand für Schallführung und Gehäuse auskommt.

Die Erfindung geht davon aus, daß der Körperschall von  
10 Schallwandlern die Schallführung und das Gehäuse erheblich mehr zum Mitschwingen anregt als der Luftschall, und löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die dynamischen Kräfte des oder der Schallwandlerchassis auf die Schallführung am Einbauort durch dynamische Gegenkräfte kompensiert werden.  
15 Damit wird die Übertragung des Körperschalls des oder der Schallwandler auf Schallführung und Gehäuse verhindert und folglich die gewünschte Reduzierung des Aufwandes für Schallführung und Gehäuse erreicht.

Die technische Realisierung der Erfindung erfolgt dadurch,  
20 daß zwei Schallwandler so angeordnet werden, daß die Bewegungsrichtungen der Schwerpunkte ihrer Membrane auf einer Geraden liegen. Die Geometrie der Anordnung wird durch eine mechanische Verbindung der Chassis der Schallwandler untereinander realisiert, deren Werkstoff sich durch mini-  
25 male Elastizität auszeichnet. Elektrisch werden die Schallwandler so beschaltet, daß ihre Membrane gegenphasi-

sige Bewegungen ausführen. Für die akustische Beschaltung stehen zwei Realisierungsmöglichkeiten zur Wahl :

5 I) Ein Schallwandler ist in die Schallführung eingebaut und strahlt Schallwellen ab, während der zweite nur die Chassis-Schwingungen des ersten kompensiert und selbst keine Schallwellen in die weitere Umgebung abstrahlt.

II) Beide Schallwandler sind in die Schallführung eingebaut und akustisch parallel geschaltet.

10 Die Möglichkeit I) bietet sich an, wenn vorhandene Lautsprecherboxen nachträglich körperschallfrei gemacht werden sollen, oder wenn die bisherige Konzeption von Lautsprecherboxen beibehalten werden soll. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung läßt sich der Schallwandler zur Kompensation vereinfachen und so modifizieren, daß er statt der  
15 Membran eine definierte bewegte Masse hat und akustisch, elektrisch und mechanisch eine integrierte Einheit mit dem ersten, schallabstrahlenden Schallwandler bildet. Dies führt zu einem neuen, insgesamt körperschallfreien Schallwandler-  
20 wandlertyp, der in gewohnter Weise für die Konstruktion von Lautsprecherboxen verwendet wird. Bei aktiven Lautsprecherboxen lassen sich die beiden Wandler in vorteilhafter Weise einfach und präzise durch elektronische Maßnahmen, wie etwa durch Messung oder Nachbildung des Frequenzgangs des abstrahlenden Schallwandlers, ggf. auch des kompensierenden Wandlers, aufeinander abstimmen.

25 Die Möglichkeit II) wird man wählen, wenn man frei in der Gestaltung der Lautsprecherbox ist oder auf guten Wirkungsgrad Wert legt, da hier keine Energie in einem speziellen Kompensationswandler verloren geht. Vorzugsweise werden  
30 Schallwandler gleichen Typs, die paarweise aufeinander abgestimmt sind, verwendet. Diese Anordnung ist jedoch nicht auf ein Schallwandlerpaar beschränkt, vielmehr läßt sich jede beliebige Zahl von aufeinander abgestimmten Schallwandlern  
35 in einer punktsymmetrischen Konfiguration anordnen, die beispielsweise bei rundum strahlenden Lautsprecherboxen oder für Treiber bei Horn-Schallführungen Anwen-

dung finden kann.

In weiterer Ausbildung der Erfindung werden die Schallwandler nicht wie üblich an ihrem Befestigungsring mit der Schallführung verbunden, sondern die gesamte Einheit der  
5 miteinander verbundenen Schallwandler wird, ohne Berührung mit der Schallführung zu haben, schwingungsneutral mit dem Gehäuse oder der Schallführung befestigt. Dies kann durch eine pendelartige Aufhängung der Anordnung oder durch Befestigung in ihrem Schwerpunkt mit dem Gehäuse geschehen.

10 Der Spalt zwischen Schallwandlern und Schallführung kann für Baßreflexboxen mitausgenutzt werden, andernfalls läßt er sich in einfacher Weise mit elastischem dämpfenden Material abschließen. Diese Anordnung genießt den Vorteil, auch im Falle unvollständiger Kompensation, hervorgerufen  
15 etwa durch Ungleichheiten der Schallwandler oder ungleichmäßige akustische Belastung sowie bei Schwingungen, die durch eine gewisse Restelastizität der mechanischen Verbindung zwischen den Schallwandlern mehr oder weniger vorhanden sind, die Körperschallübertragung auf die Schallführung vollständig zu verhindern.

20 Des weiteren läßt sich die mechanische Verbindung zwischen den Schallwandlern in vorteilhafter Weise verstellbar gestalten, so daß eine leichte Anpassung an die Geometrie der Schallführung gegeben ist.

25

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind :

- Bessere akustische Eigenschaften von Lautsprecherboxen durch Fehlen störender Schwingungen von Schallführung und Gehäuse, durch besseres Impulsverhalten und besseren Wirkungsgrad.
- 30 - Beseitigung von Sörungen, die durch Körperschallübertragung eines schwingenden Lautsprechergehäuses über Böden und Wände auf resonanzfähige Objekte und benachbarte Räume entstehen.
- 35 - Reduzierung des Materialaufwandes für Schallführung und Gehäuse.
- Reduzierung des Gewichts der Lautsprecherbox.

- Vermeidung teurer und verarbeitungsaufwendiger Materialien.
- Konstruktion von Schallführung und Gehäuse in Leichtbauweise möglich.
- 5 - Besseres Kosten/Nutzen-Verhältnis der Lautsprecherbox.
- Akustische Aufwertung vorhandener Lautsprecherboxen durch nachträglichen erfindungsgemäßen Einbau eines zusätzlichen, der Kompensation dienenden Wandler.
- Universell anwendbares Prinzip, unabhängig vom gewählten Typ von Schallwandler und Schallführung.
- 10

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen, die die verschiedenen Ausführungsformen darstellen, näher erläutert. Es zeigen :

- 15 Fig. 1a den Teillängsschnitt einer Dreiweg-Lautsprecherbox, bei der das Prinzip der gegenseitigen Kompensation auf die Tiefton-Schallwandler angewandt ist,
- Fig. 1b den Gegenstand der Fig.1a, wobei zusätzlich eine Möglichkeit zur vollkommenen Isolation des Körperschalls der Schallwandler dargestellt ist,
- 20 Fig.2a,b mögliche Ausführungsformen der mechanischen Verbindung der Schallwandler miteinander,
- Fig. 3 eine rundum strahlende Lautsprecherbox im Teilquerschnitt und in der Perspektive, bei der das Prinzip der gegenseitigen Kompensation auf drei Breitband-Schallwandler angewandt ist,
- 25 Fig. 4 eine Horn-Lautsprecherbox im Teilquerschnitt, bei der das Prinzip der gegenseitigen Kompensation auf die Horntreiber-Schallwandler angewandt ist,
- 30 Fig. 5 den Gegenstand der Fig.1a, jedoch mit mehreren Tiefton-Schallwandlerpaaren, im Teillängsschnitt von vorne und von der Seite,
- Fig. 6 den Teilquerschnitt einer Lautsprecherbox mit teilweiser gegenseitiger Kompensation des Schallwandler-Körperschalls,
- 35 Fig. 7a den Teillängsschnitt einer Lautsprecherbox

mit einem ausschließlich der Kompensation dienenden Schallwandler,

Fig. 7b die zu Fig.7a gehörende elektrische Beschaltung in ihrer einfachsten Form,

5 Fig. 8 die Schallwandler des Gegenstandes von Fig.7a in modifizierter Form,

Fig.9a-c die zu den Ausführungen von Fig.7a und Fig.8 zugehörigen elektronischen Beschaltungen als Blockschaltbild.

10

In Figur 1a ist eine typische Ausführungsform der Erfindung am Beispiel einer geschlossenen Dreiweg-Lautsprecherbox, den wohl am häufigsten anzutreffenden Typ, dargestellt. Eine Schallführung 1, die hier mit dem Gehäuse identisch ist, enthält neben den Schallwandlern 2,3 zur Hoch- und Mitteltonwiedergabe zwei identische Tiefton-Schallwandler 4,5, die über Befestigungen 6,7,8,9 (9 ist hinter 7 verdeckt) mechanisch starr miteinander verbunden sind. Die Tiefton-Schallwandler 4,5 sind elektrisch und  
15 akustisch gleichphasig parallel geschaltet. Liegt nun ein elektrisches Signal mit positivem Vorzeichen oder Gradienten an, bewegt sich die Membran des Schallwandlers 4 in Richtung 10 und die Membran des Schallwandlers 5 in Richtung 11. Nach dem physikalischen Grundsatz actio=reactio  
20 wirkt jede Kraft mit gleicher Intensität auch in die Gegenrichtung. Die Kraft, die beim Schallwandler 4 die Membran in Richtung 10 antreibt, wirkt als Reaktionskraft in Richtung 11 über Magneten und Chassis auf die Schallführung 1 und die Verbindungen 6,7,8,9 auf den anderen  
25 Schallwandler 5. Das gleiche gilt spiegelbildlich für den Schallwandler 5, dessen Reaktionskraft in Richtung 10 über Magneten und Chassis auf die Schallführung 1 und die Verbindungen 6,7,8,9 auf den anderen Schallwandler 4 wirkt. Bei einem Eingangssignal mit negativem Vorzeichen oder  
30 Gradienten gelten die gleichen Verhältnisse mit entgegengesetztem Vorzeichen. In jedem Falle wirken die Reaktionskräfte der Schallwandler 4,5 in jeweils entgegengesetzter  
35

Richtung. Diese Kräfte können über die Verbindungen 6,7,8, 9 miteinander wechselwirken. Sind sie entgegengesetzt gleich groß, ist die Kräftesumme Null, und die Schallführung 1 bleibt von diesen Kräften unberührt.

5

Figur 1b zeigt die gleiche Anordnung von Figur 1a, jedoch ist hier der ganze Verbund, bestehend aus den Schallwandlern 4,5 und den Verbindungen 6,7,8,9, mit der Schallführung 1 über Aufhängungen 12,13 verbunden. Zwischen den Schallwandlern 4,5 und der Schallführung 1 besteht jeweils ein ringförmiger Spalt, der mit dämpfenden elastischen Dichtungen 14,15 abgedichtet ist. Anschläge 17,18 begrenzen starke Bewegungen des Verbundes beim Transport der Lautsprecherbox. Im Unterschied zur Anordnung von Fig.1a wird die Übertragung von Schwingungen der Chassis der Schallwandler 4,5 auf die Schallführung 1 auch dann verhindert, wenn die Kompensation der Kräfte nicht vollständig zu Null erfolgt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Verbindungen 6,7,8,9 elastische Eigenschaften aufweisen und somit den auf sie einwirkenden Kräften nachgeben. Ebenso führen Abweichungen zwischen den Daten der Schallwandler 4,5 und ungleiche akustische Belastung zu einer Unsymmetrie der Kräfte. Die resultierenden Kräfte regen die als Physikalische Pendel wirkende Anordnung, bestehend aus den Schallwandlern 4,5, den Verbindungen 6,7,8,9 und den Aufhängungen 12,13, zum Schwingen an. Liegt nun die Eigenfrequenz des Pendels weit unterhalb des Übertragungsbereichs der Schallwandler 4,5, kann das Pendel den anregenden Schwingungen nicht mehr folgen und verhält sich praktisch starr. Die Eigenfrequenz des Pendels ist ausschließlich von der effektiven Pendellänge bestimmt und liegt schon bei relativ kurzen Längen weit unterhalb des üblichen Übertragungsbereiches von Tiefton-Schallwandlern. Die Dämpfungen 14,15 sind für den normalen Betriebsfall nicht notwendig, begrenzen aber weicher als die Anschläge 17,18 alleine. Es steht dem Konstrukteur frei, ob er mittels der Dämpfungen 14,15 die Schallführung 1 auch ab-

10

15

20

25

30

35

dichtet oder nicht. Je nach dem ergibt sich daraus eine Schallführung vom Typ "geschlossene Box" oder "Baßreflexbox".

5 In Figur 2a ist ein Beispiel für die vielen möglichen Ausführungsformen der mechanischen Verbindung zwischen den Schallwandlern 4,5 dargestellt. Es ist nur eines der mehrmals (meist viermal) vorhandenen Verbindungselemente  
10 gezeigt. Es handelt sich hier um eine Ausführung, die in der Länge verstellbar ist. Eine Stange 21 ist gut passend in ein Rohr 20 eingeschoben. Ein Feststellring 22 fixiert Stange 21 und Rohr 20 miteinander. Die freien Enden der Stange 21 und des Rohrs 20 sind zweckmäßigerweise mit Gewinden versehen, die eine Schraubverbindung mit den  
15 Schallwandlern 4,5 und der Schallführung 1 ermöglichen. Der Feststellring 22 enthält zwei verschiedene Innengewinde, die jeweils auf die Außengewinde des Rohrs 20 und der Stange 21 passen. Schließlich bietet sich als einfachste Ausführungsform an, auf das Rohr 20 zu verzichten und die  
20 Stange 21 als durchgehende Gewindestange auszuführen, die auf die jeweils erforderliche Länge zurechtgeschnitten ist.

Figur 2b zeigt ein anderes Beispiel für die Ausführung der mechanischen Verbindung zwischen den Schallwandlern 4,5.  
25 Auch hier ist nur eine der mehrmals vorhandenen Verbindungen dargestellt. Die Magnete 24,25 der Schallwandler 4,5 sind mit Laschen 26,27 versehen, an denen ein Verbindungsstück 28 mittels Schraubverbindungen befestigt ist. Diese Ausführung zeichnet sich durch seine minimale Länge aus,  
30 wodurch elastische Eigenschaften des Materials weniger wirksam werden.

Figur 3 zeigt am Beispiel einer rundum strahlenden sechseckigen Lautsprecherbox 31, die im Teilquerschnitt und in  
35 Perspektive dargestellt ist, die Anordnung von drei Schallwandlern 32,33,34 mit ihrer gegenseitigen mechanischen Verbindung 35. Durch die Punktsymmetrie der Anord-

nung und bei gleichen Daten der Schallwandler 32,33,34 kompensieren sich deren dynamische Kräfte auf die Schallführung 31 zu Null. Das Wirkungsprinzip, das für die spiegelsymmetrische Anordnung der Schallwandler in Fig.1a dargestellt ist, gilt entsprechend auch für die punktsymmetrische Anordnung bei mehr als zwei Schallwandlern. Die mechanische Verbindung 35 ist hier etwas aufwendiger, da Verbindungsstangen, die außerhalb der Mittelebene des jeweiligen Schallwandlers liegen, untereinander verbunden sein müssen um seitliche Kräfte aufnehmen zu können.

In Figur 4 ist im Teilquerschnitt eine Horn-Lautsprecherbox dargestellt. Schallwandler 42,43, die über mechanische Verbindungen 44,45,46,47 (47 hinter 45 verdeckt) miteinander verbunden und rückwärtig durch eine Schallführung 41 abgeschlossen sind, arbeiten als Treiber für die Horn-Schallführung 40. Bei dieser Anordnung können auch mehr als zwei Schallwandler miteinander kombiniert werden.

Figur 5 zeigt eine Dreiweg-Lautsprecherbox im Teillängsschnitt von vorne und von der Seite. Analog zu Fig.1a enthält eine Schallführung 50 einen Hochton-Schallwandler 51, einen Mittelton-Schallwandler 52 und statt einem Paar großer Tiefton-Schallwandler drei Paare kleiner Tiefton-Schallwandler 53,54,55,56,57,58. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß die Tiefton-Schallwandler besser nach vorne abstrahlen, was durch den seitlichen Einbau bei höheren Frequenzen naturgemäß schlecht möglich ist und nur durch kleinere Membrandurchmesser verbessert werden kann. Abstrahlung nach vorne ist gegeben, wenn die Membran kleiner als die kleinste abzusstrahlende Wellenlänge ist.

Figur 6 zeigt im Teilquerschnitt eine fünfeckige Lautsprecherbox. Schallwandler 61,62 sind in eine Schallführung 60 eingebaut und durch mechanische Verbindungen 63,64,65 (65 hinter 63 verdeckt) miteinander verbunden. Durch die Geometrie der Schallführung 60 sind die Schallwandler 61,62

in einem Winkel zueinander geneigt. Folglich ist die gegenseitige Kompensation der Kräfte nicht Null, es verbleibt eine Restkomponente. Das Beispiel soll jedoch zeigen, daß auch bei Lautsprecherboxen, bei denen sich die Schallwandler nicht exakt parallel zueinander befinden, es sinnvoll ist, die Schallwandler mechanisch miteinander zu verbinden, weil damit zumindest eine Reduzierung der Kräfte auf die Schallführung erreicht wird. Die Wirksamkeit der Maßnahme hängt vom Winkel zwischen den Schallwandlern ab.

Figur 7a zeigt im Teilquerschnitt eine Dreiweg-Lautsprecherbox. Eine als geschlossene Box ausgeführte Schallführung 70 enthält neben Hoch- und Mitteltonschallwandlern 71,72 einen Tieftonschallwandler 73, der mittels mechanischer Verbindungen 75,76,77,78 (78 hinter 76 verdeckt) mit einem Tieftonschallwandler 74 verbunden ist. Im Unterschied zu den vorigen Beispielen ist der Schallwandler 73 frontseitig montiert und strahlt akustisch ab, während der Schallwandler 74 im Innern der Schallführung 70 montiert ist und keinen Schall nach außen abstrahlt. Er dient nur zur Kompensation des Körperschalls des Schallwandlers 73. Diese Ausführungsform eignet sich besonders zum nachträglichen Einbau in vorhandene Lautsprecherboxen. Sie zeichnet sich weiterhin dadurch aus, daß die übliche Konstruktion von Lautsprecherboxen mit ihrem typischen Erscheinungsbild beibehalten werden kann. Andererseits muß berücksichtigt werden, daß bei dieser Ausführungsform im Unterschied zu den vorigen Beispielen der Gesamtwirkungsgrad niedriger ist, was vor allem bei passiven Lautsprecherboxen eine Rolle spielt.

Figur 7b zeigt das Prinzip der elektrischen Beschaltung der Lautsprecherbox von Fig.7a als passive Box. Das Eingangssignal gelangt über eine Frequenzweiche an die einzelnen Schallwandler 71,72,73 und über ein als T-Steller ausgeführtes Potentiometer 79 an den Wandler 74. Mit die-

sem Potentiometer 79 wird auf bestmögliche Kompensation abgeglichen. Die Ausführung als T-Steller sorgt für konstante Impedanz im ganzen Einstellbereich und vermeidet dadurch Rückwirkungen auf die Frequenzweiche. Beschaltungsbeispiele für aktive Lautsprecherboxen folgen in den Figuren 9a-c.

In Figur 8 ist im Halbquerschnitt eine mögliche verbesserte Ausführung der Anordnung nach Fig.7a gezeigt. Ein Schallwandler 81 ist mit einem speziellen Kompensationswandler 85 über Halterungen 83,84 verbunden, die gleichzeitig zur Befestigung mit einer Schallführung 80 dienen. Obwohl die Anordnung in Fig.7a einen Schallwandler zur Kompensation benutzt, muß dies kein Schallwandler im üblichen Sinne sein, da er keinen Schall abstrahlen soll. Auf die Membran und den Korb kann verzichtet werden. Es genügt das Antriebssystem (hier: Magnet, Schwingspule, Zentrierung) mit einer definierten bewegten Masse, z.B. in Form eines Masseringes auf der Schwingspule. Man erhält somit einen speziellen Kompensationswandler 85, der weit weniger aufwendig gestaltet ist als ein normaler Schallwandler. Vorteilhafterweise verbindet man den Kompensationswandler 85 mit dem eigentlichen Schallwandler 81 zu einer integralen Einheit, die Probleme der mechanischen und dynamischen gegenseitigen Anpassung vermeidet. Weiterhin ist es vom Vorteil, die ganze Einheit über die Befestigungen 83,84 mit der Schallführung 80 zu verbinden. Zum einen ist dies eine schwingungsneutrale Aufhängung, zum anderen kann somit das Chassis des Schallwandlers 81 billiger ausgeführt werden.

Die Figuren 9a-c zeigen Blockschaltbilder für verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten einer aktiven Lautsprecherbox nach Fig.8 oder Fig.7a. Eingangssignal der jeweiligen Schaltung ist das von der Frequenzweiche kommende Signal, das dem Schallwandler 81 zugeordnet ist.

In Figur 9a gelangt dieses Signal über einen Leistungsver-

stärker 90 zum Schallwandler 81 und parallel dazu über  
einen Entzerrer 92 auf einen zweiten Leistungsverstärker  
91 und zum Kompensationswandler 85. Der Vorteil dieser  
Schaltung gegenüber einer einfachen Parallelschaltung der  
5 Wandler 81,85 ist, daß mittels des Entzerrers 92 Unter-  
schiede in den Frequenzgängen der Wandler 81,85 ausgegli-  
chen werden können. Diese Entzerrung läßt sich bei aktiver  
Beschaltung meist einfacher realisieren und abgleichen als  
bei einer passiven Schaltung, wie z.B. in Fig.7b. Da der  
10 Wandler 85 nicht zur Schallabstrahlung dient, genügt für  
den Leistungsverstärker 91 eine einfachere und billigere  
Ausführung als für den Verstärker 90.

In Figur 9b gelangt das Eingangssignal wieder über den  
Verstärker 90 an den Schallwandler 81. Eine Meßeinrichtung  
15 94 liefert über einen Meßverstärker 93 ein Signal, das der  
Membranamplitude des Schallwandlers 81 entspricht. Dieses  
Signal gelangt über den Leistungsverstärker 91 zum Kompen-  
sationswandler 85. Sofern erforderlich, kann der Meßver-  
stärker eine Entzerrung enthalten, die Ungleichmäßigkeiten  
20 im Frequenzgang des Wandlers 85 korrigiert. Unterschied-  
liche Wandlertypen 81, Schallführungen, Änderungen der  
akustischen Belastung usw. werden hier automatisch berück-  
sichtigt.

Figur 9c zeigt eine Schaltung für geregelte aktive Laut-  
25 sprecherboxen. Das Eingangssignal gelangt über eine Ver-  
gleichsstelle zu einem Regelverstärker 95, wird über den  
Leistungsverstärker 90 verstärkt und dem Schallwandler 81  
zugeführt. Dessen Membranamplitude wird wieder über eine  
Meßeinrichtung 94 und einem Meßverstärker 93 direkt oder  
30 indirekt erfaßt und schließt über die Vergleichsstelle die  
Regelschleife für den Schallwandler 81. Gleichzeitig wird  
das vom Meßverstärker 93 kommende Signal vom Leistungsver-  
stärker 91 verstärkt und dem Wandler 85 zugeführt. Es ist  
ferner möglich, auch für den Wandler 85 eine ähnliche Re-  
35 gelschleife aufzubauen um dessen Ungleichmäßigkeiten im  
Frequenzgang und Datenstreuungen auszuregeln.

Ganz allgemein sei noch auf folgendes hingewiesen:

In den Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im wesentlichen für dynamische Schallwandler im Tieftonbereich erläutert. Das liegt zum einen daran, daß im Tieftonbereich  
5 meist dynamische Schallwandler Verwendung finden. Zum anderen tritt das Problem des Körperschalls einer Lautsprecherbox hauptsächlich bei tiefen Frequenzen auf. Die wirksamen Kräfte sind hier am größten und die innere Dämpfung des Materials der Schallführung und des Gehäuses meist am  
10 geringsten. Das Prinzip der Erfindung ist aber weder auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränkt noch an einen bestimmten Schallwandler typ gebunden. Insbesondere bei Mehrweg-Lautsprecherboxen ist es je nach Konstruktion sinnvoll, die Erfindung auch auf Schallwandler höherer  
15 Frequenzbereiche anzuwenden.

Die Wirksamkeit der Erfindung hängt in großem Maße von der mechanischen Verbindung der Schallwandler untereinander, ab. Verbindungsstellen müssen ohne Spiel sein und Materialien mit elastischen Eigenschaften sollen nicht verwendet  
20 werden. Bei der Konstruktion ist weiterhin zu berücksichtigen, daß ein gewisser Mindestabstand zwischen den Antriebssystemen, also Magneten oder Elektroden, einzuhalten ist um ungünstige gegenseitige Beeinflussung auszuschließen.

1. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung, insbesondere für Lautsprecher, vorzugsweise für Lautsprecherboxen, dadurch gekennzeichnet, daß die Körperschallübertragung von den Schallwandlern auf die Schallführung verhindert wird.  
5
  
2. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach vorstehendem Anspruch,  
dadurch gekennzeichnet, daß die dynamischen Kräfte der Chassis der Schallwandler auf die Schallführung am Einbauort durch dynamische Gegenkräfte kompensiert werden.  
10
  
3. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwandler derart angeordnet und mechanisch, elektrisch und akustisch miteinander verbunden sind, daß die dynamischen Kräfte ihrer Chassis auf die Schallführung sich über diese mechanische Verbindung gegenseitig kompensieren.  
15
  
4. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Verbindung der Schallwandler miteinander kein Bestandteil von Schallführung oder Gehäuse der Lautsprecherbox ist.  
20
  
5. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Verbindung der Schallwandler miteinander in der Länge einstellbar ist.  
25  
30

6. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Verbindung der Schallwandler miteinander bei Betriebsfrequenzen vernachlässigbar kleine Elastizität aufweist.
7. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwandler mit ihrer gemeinsamen mechanischen Verbindung eine mechanisch, elektrisch und akustisch aufeinander abgestimmte Einheit bilden.
8. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Schallwandler nur zur Kompensation des Körperschalls des schallabstrahlenden Schallwandlers dient und selbst keinen Schall in die äußere Umgebung abstrahlt.
9. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach vorstehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der nicht schallabstrahlende nur zur Kompensation dienende Wandler seiner Aufgabe speziell angepaßt ist und insbesondere statt einer Membran eine konzentrierte bewegte Masse enthält.
10. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der Ansprüche 8,9, dadurch gekennzeichnet, daß der kompensierende Wandler über eine Entzerrerschaltung angesteuert wird, die Unterschiede in den Frequenzgängen zwischen dem schallabstrahlenden und dem kompensierenden Wandler korrigiert.
11. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der Ansprüche 8,9,10, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur Ansteuerung

des kompensierenden Wandlers mittels einer Meßeinrichtung vom schallabstrahlenden Wandler gewonnen wird.

5 12. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der Ansprüche 8,9,10,11, dadurch gekennzeichnet, daß der kompensierende Wandler Bestandteil eines Regelkreises ist, der die Amplitude der bewegten Masse des kompensierenden Wandlers regelt.

10 13. Einbau von Schallwandlern in eine Schallführung nach einem der Ansprüche 8,9,10,11,12, dadurch gekennzeichnet, daß schallabstrahlender und kompensierender Wandler und gegebenenfalls die dazugehörigen Meß- oder Korrektur einrichtungen zu einer Einheit integriert sind, die einen körperschallfreien Schallwandler darstellt.

15

fig. 1a

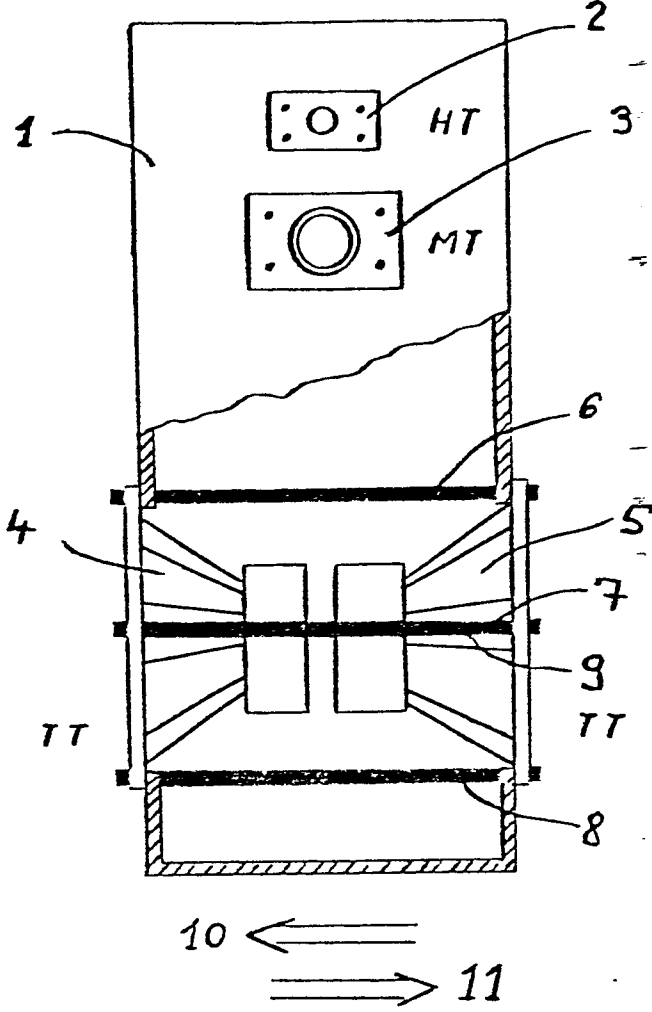


Fig. 1b

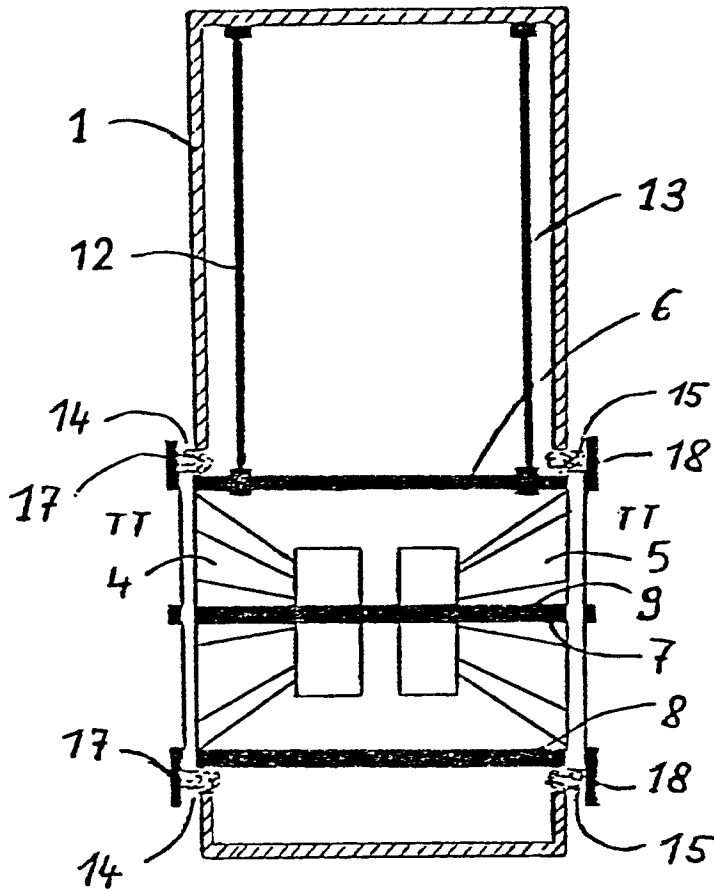


Fig. 2a

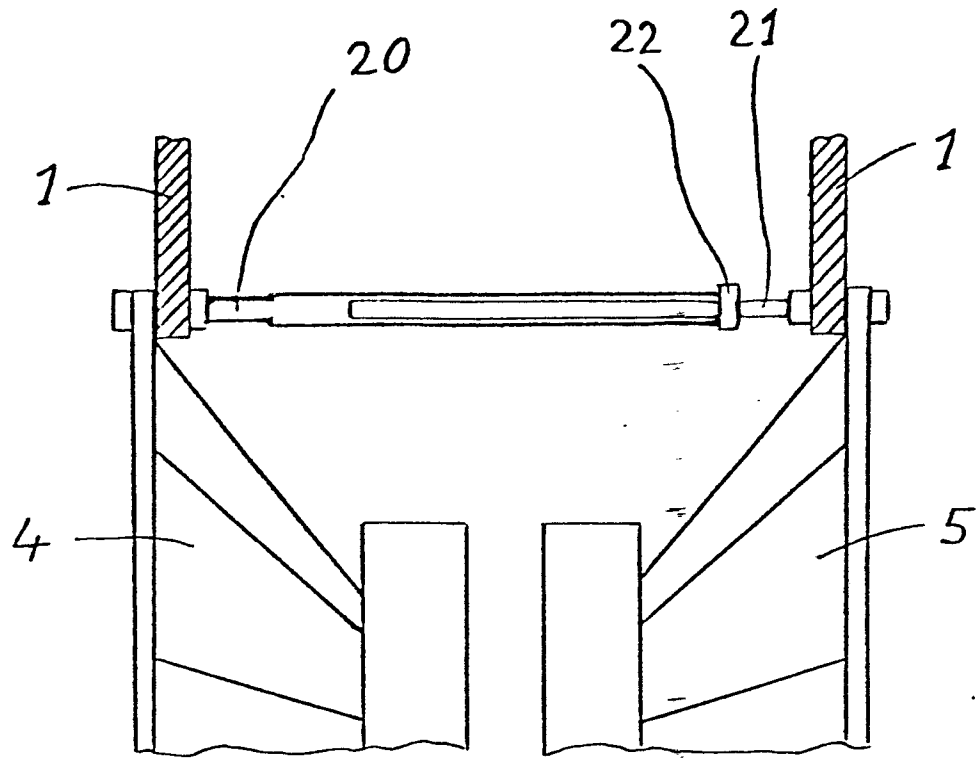


Fig. 2b

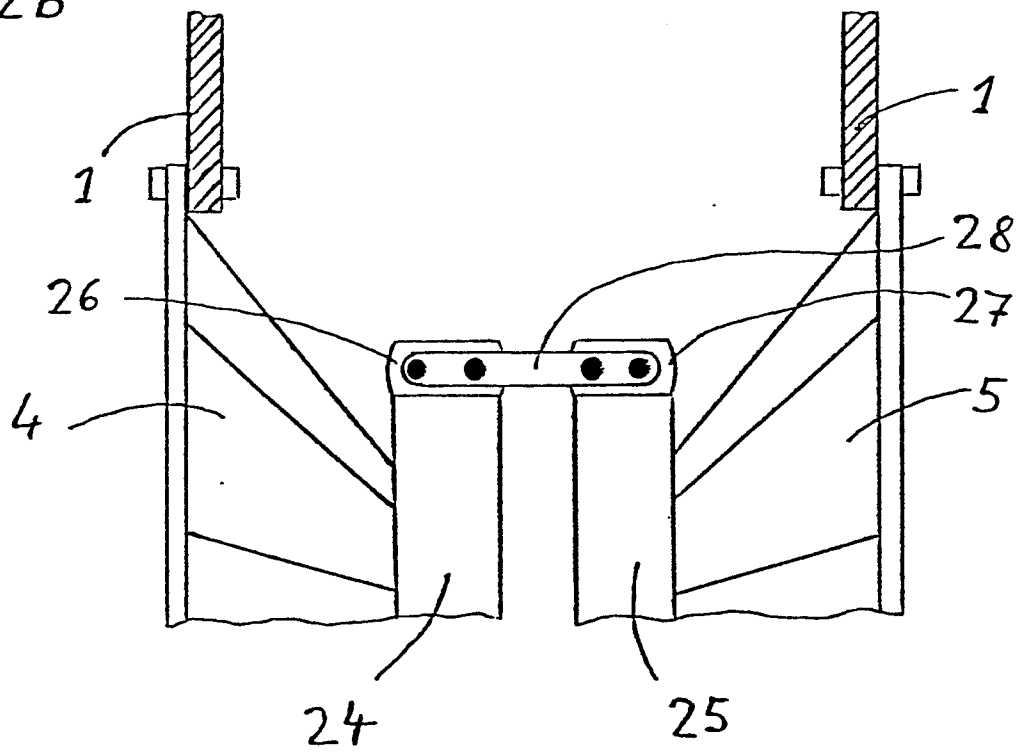


Fig. 3

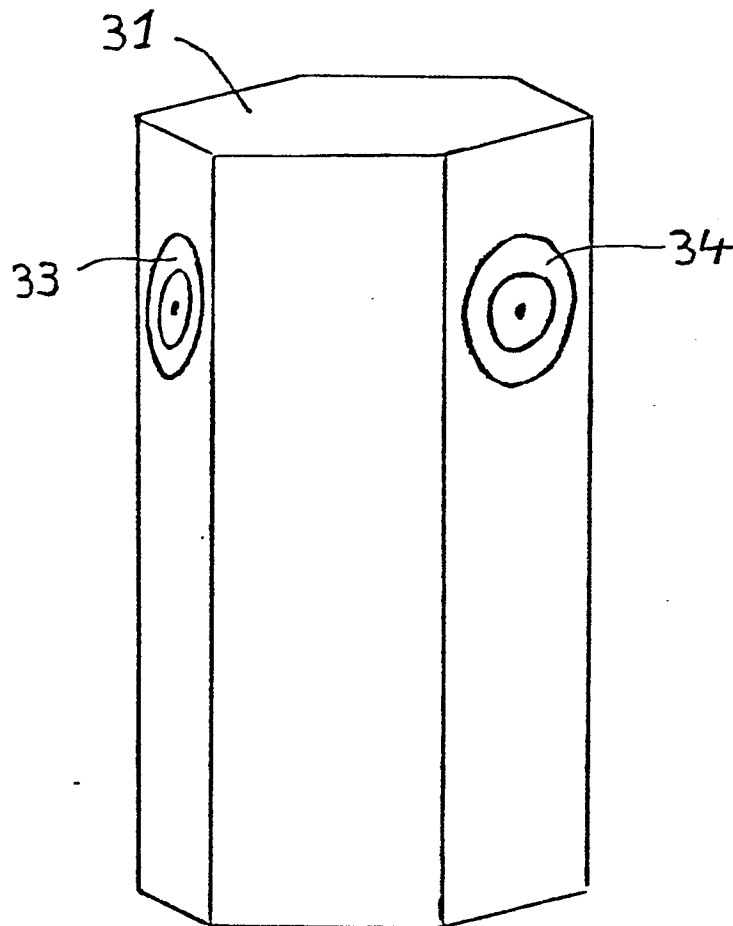
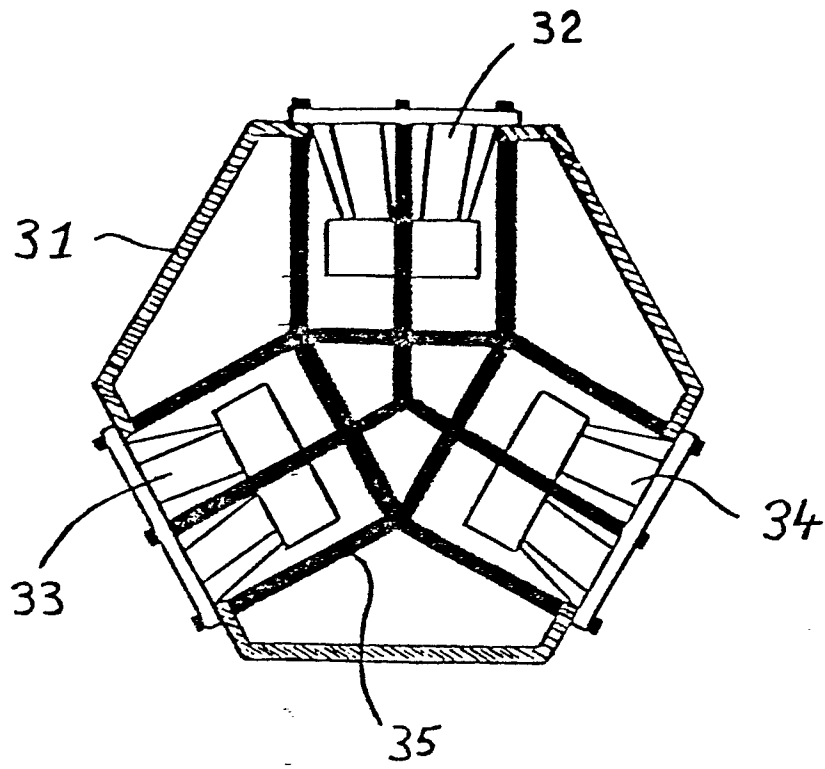


Fig. 4

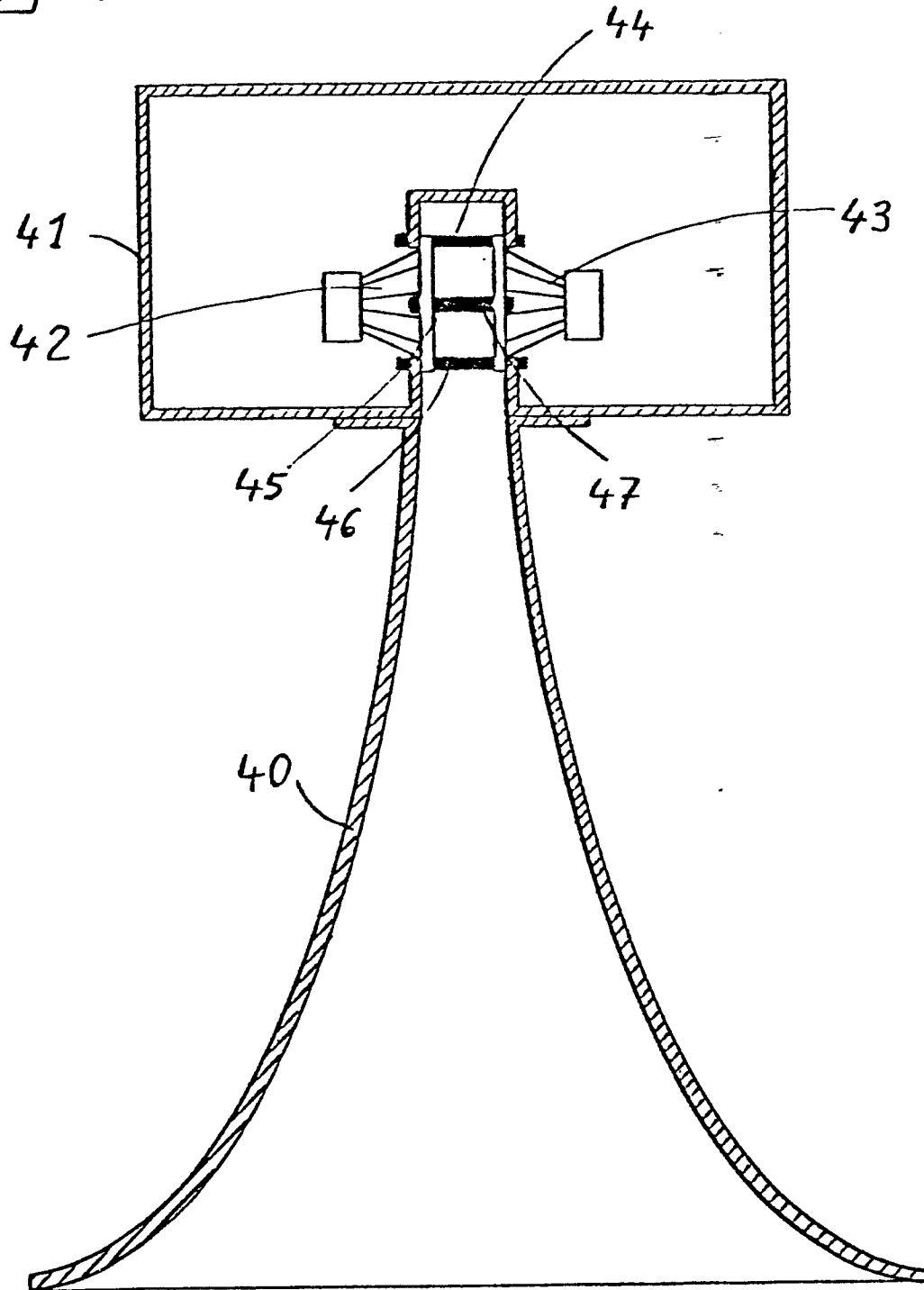


Fig. 5

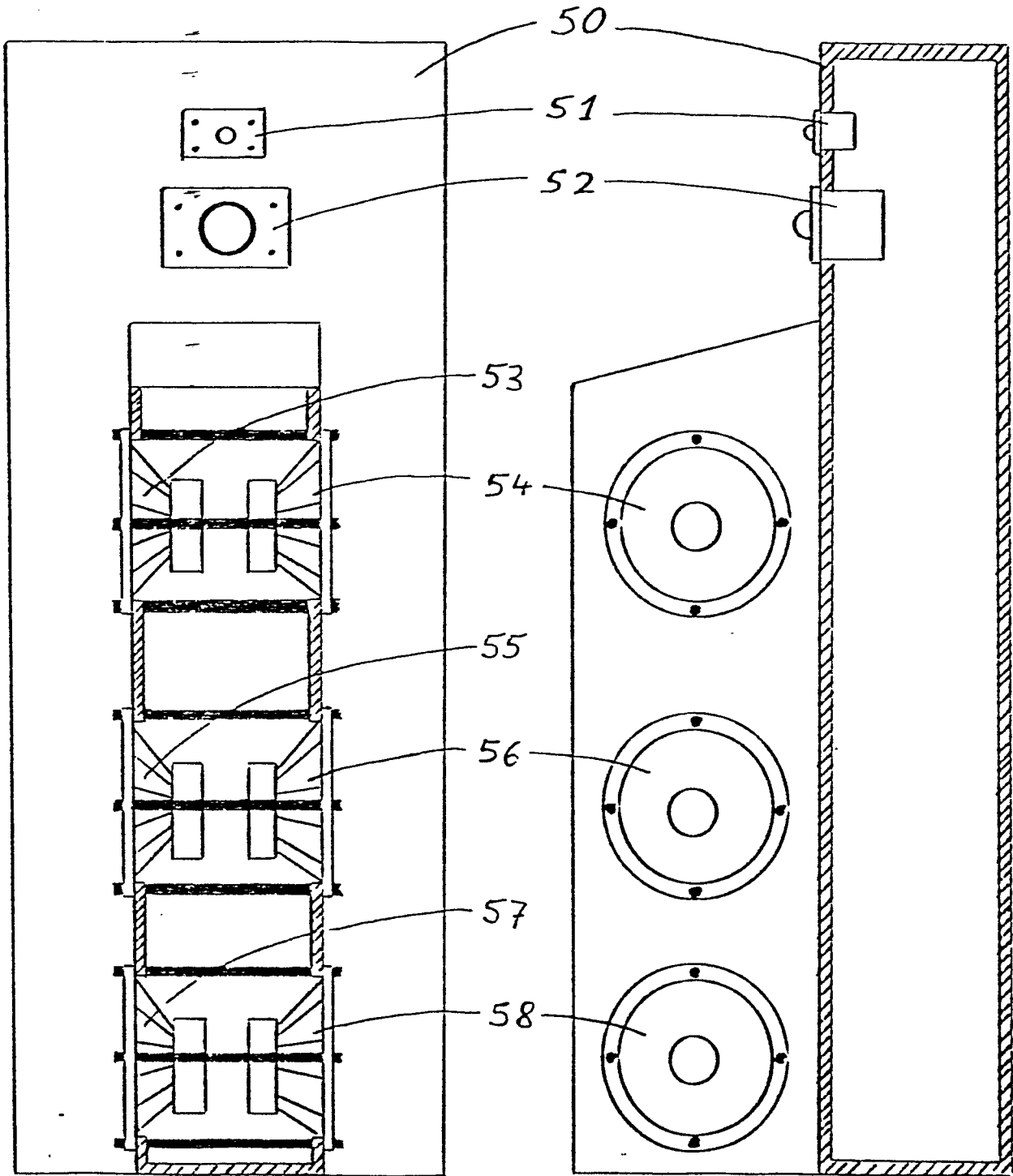


fig. 6

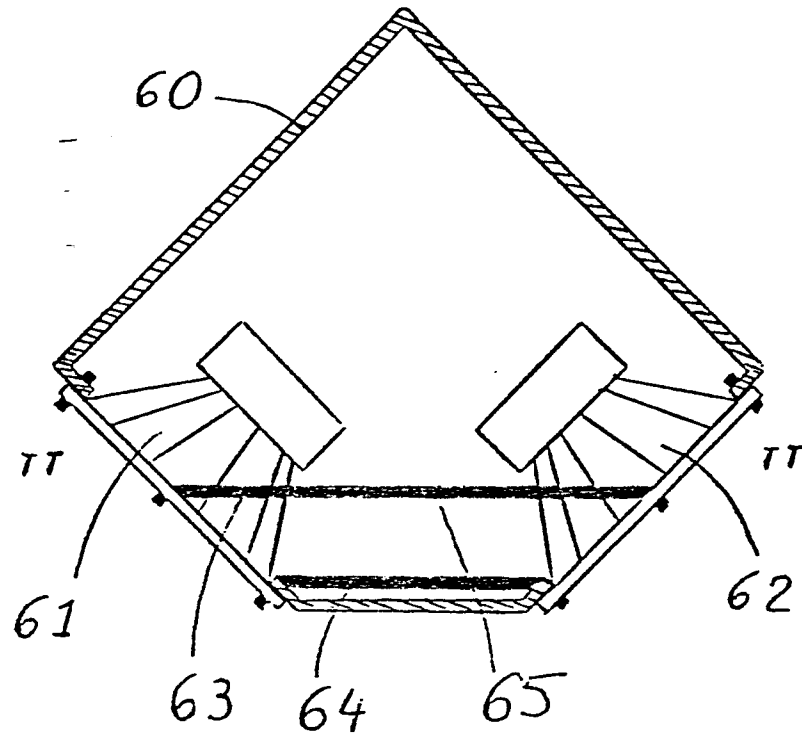


Fig. 7a

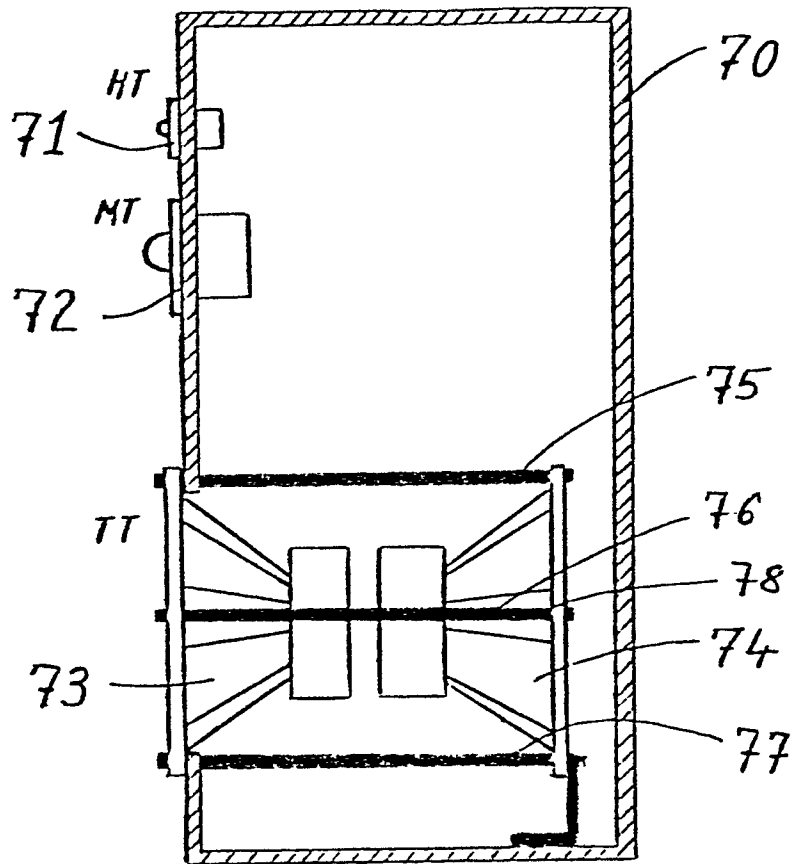


Fig. 7b

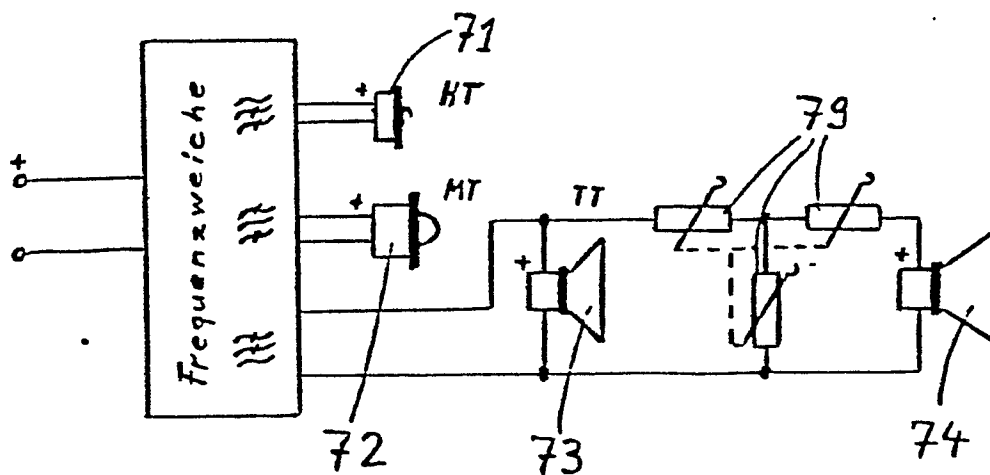


Fig. 8

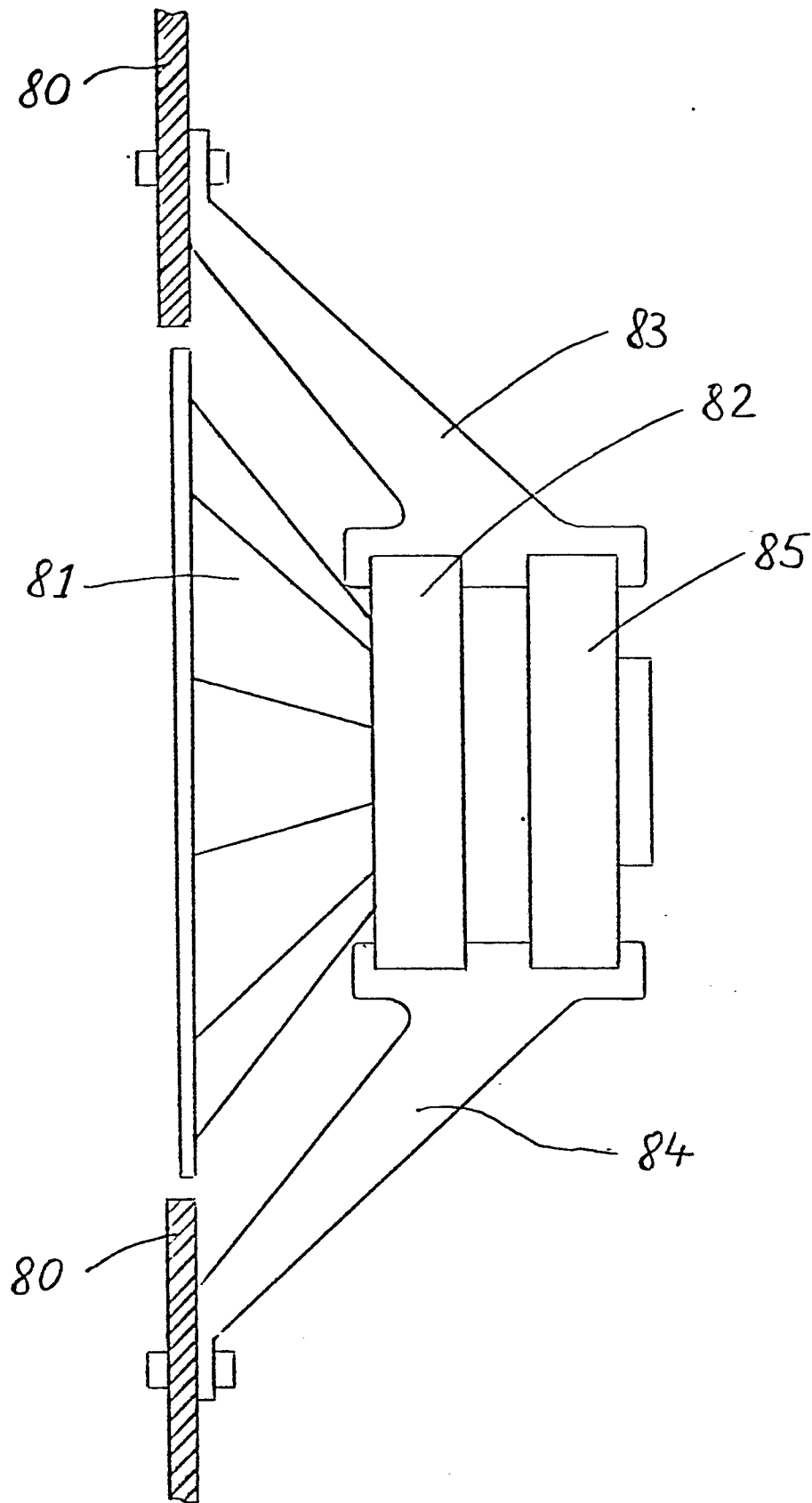


Fig. 9a

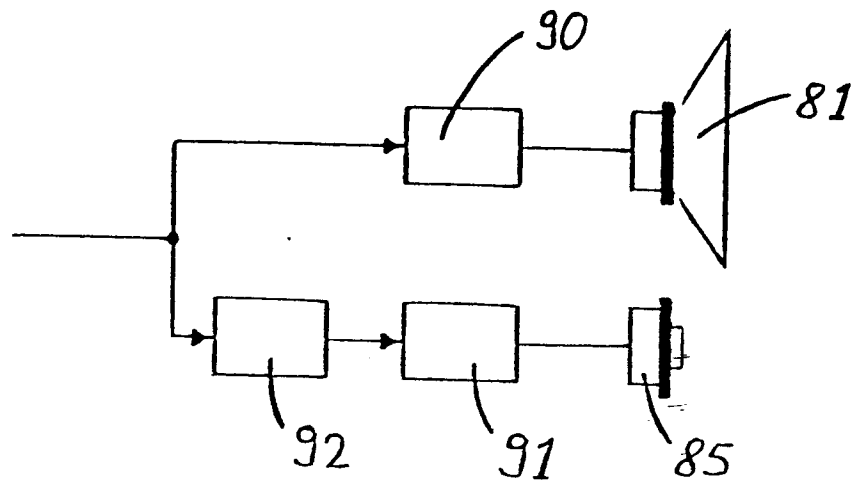


Fig. 9b

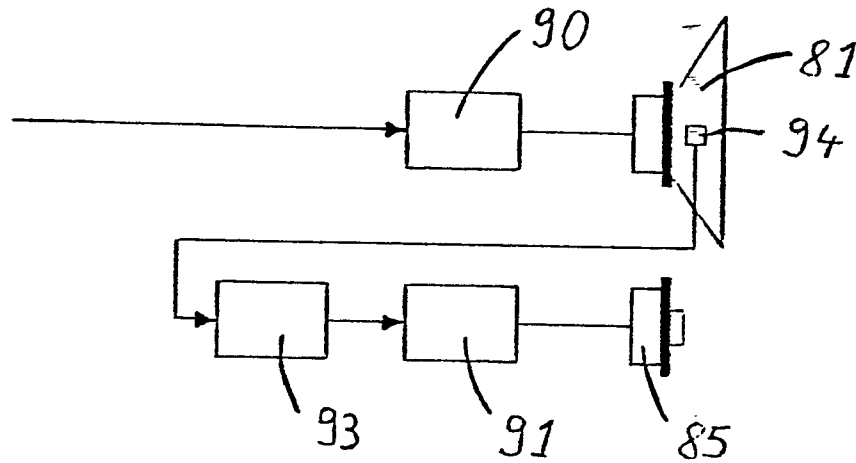


Fig. 9c

