

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87108432.3

51 Int. Cl.4: H04R 1/28

22 Anmeldetag: 11.06.87

30 Priorität: 01.12.86 DE 3641055

71 Anmelder: Havenith, Hans
 Schulze-Delitzsch-Strasse 35
 D-5000 Köln 51(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 06.07.88 Patentblatt 88/27

72 Erfinder: Havenith, Hans
 Schulze-Delitzsch-Strasse 35
 D-5000 Köln 51(DE)

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

54 **Passives Schallübertragungssystem zur gleichphasigen Wiedergabe der vom Lautsprecher erzeugten membranrückseitigen Schallenergie nach aussen-vorn.**

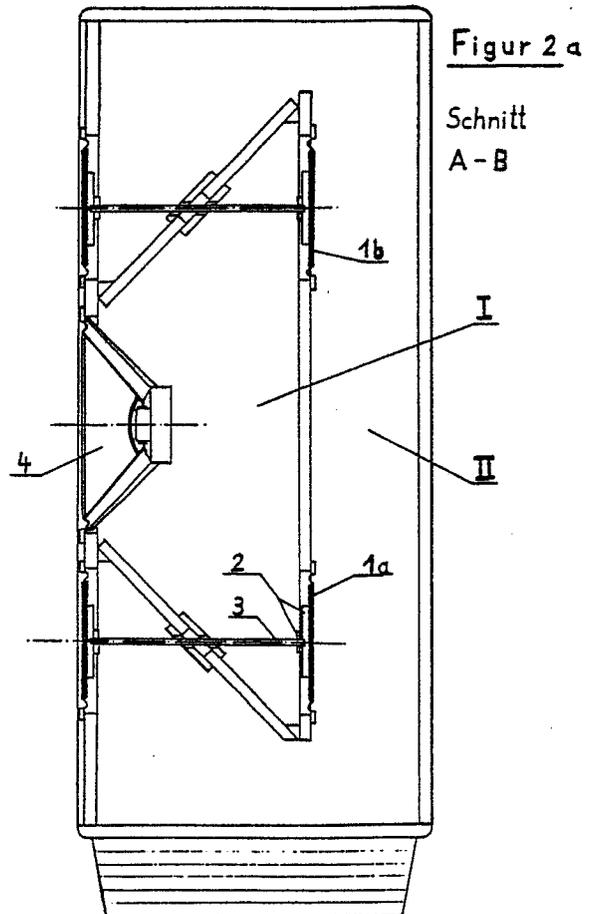
57 **Passives Schallübertragungssystem zur gleichphasigen Wiedergabe der, vom Lautsprecher erzeugten, membranrückseitig-erzeugten Schallenergie nach außen.**

Hierbei wird die Luftdruckenergie der vom Lautsprecher erzeugten gehäuseeinseitigen Schallwellenfronten auf ein gehäuseinneres Passivsystem übertragen. Die Membranbewegung dieses Passivsystems wird mittels eines Übertragungselements auf ein weiteres Passivsystem übertragen, das außen auf der Schallwand angebracht ist.

Dieses äußere Passivsystem gibt die übertragene Bewegungsenergie erfindungsgemäß in zum Lautsprecher phasengleiche Schallwellenfronten nach außen (vorn) ab. Dabei ist die Erfindung über den gesamten Übertragungsbereich wirksam.

Schallauslöschungen treten, im Vergleich zu anderen Systemen die die gehäuseeinseitige Schallenergie nutzen, nicht auf, weil die Gehäuseinnenluft nicht mit der Außenluft in Berührung kommen kann.

Neben der beschriebenen Vergrößerung des Wirkungsgrades, durch die gleichphasig zum Lautsprecher nach außen abgegebene Gehäuseschallenergie, erläutern die Ausführungsbeispiele Wirkungsgradfestlegungen und Abstimmungsmöglichkeiten im Tiefbaßbereich. Auch in diesem Bereich der zusätzlichen Tiefbaßverstärkung kommt es erfindungsgemäß nicht zu Schallauslöschungen, weil auch hierbei ausschließlich zum Tieftöner phasengleiche Schallwellen nach außen abgegeben werden.



EP 0 273 096 A2

Passives Schallübertragungssystem zur gleichphasigen Wiedergabe der vom Lautsprecher erzeugten membranrückseitigen Schallenergie nach außen-vorn.

Gattung des Anmeldungsgegenstandes:

Die Erfindung betrifft ein Schallübertragungssystem und eine Lautsprechergehäusekonstruktion, die die membranrückseitige Gehäuseeinseitige Schallenergie des Lautsprechers nutzt, um die Wiedergabe zu verbessern. Bisher wird die membranrückseitig erzeugte Schallenergie von Lautsprechern durchweg nur im Tieftonbereich genutzt. Deshalb wird in der Beschreibung bevorzugt hierauf eingegangen, obwohl die Erfindung nicht ausschließlich auf den Tieftonbereich beschränkt ist. (siehe "Anwendungsbereich")

Angaben zur Gattung:

Weil die klassische geschlossene Lautsprecherbox mit verschiedenen Nachteilen behaftet ist, wie z.B. der schwächeren Tiefbaßwiedergabe und dem Anstieg der Klirr- und Modulationsverzerrungen (AM) durch die Brems- und Federwirkung der eingeschlossenen Luft (besonders bei kleineren Gehäusen), wurden mehrere andere Gehäusesysteme mit dem Ziel entwickelt die Tieftonbaßwiedergabe zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird bei einigen Systemen auch die vom Tieftöner membranrückseitig erzeugte Schallenergie genutzt.

Stand der Technik:

Die zur Verbesserung der Tieftonbaßwiedergabe angewendeten Konstruktionsverfahren (die die inseitige Gehäuseenergie nutzen) lassen sich in zwei Gruppen ordnen. Einmal in die Gruppe der Systeme, die durch den Tieftöner erzeugten gehäuseeinseitigen Schall durch eine Gehäuseöffnung nach außen gelangen läßt (z.B. Baßreflexsystem und Transmission-Line). Neben diesen Systemen mit Öffnung-also den offenen Systemen existiert, als Vertreter der zweiten Gruppe -der geschlossenen Systeme-das Verfahren der Nutzung der inseitigen Schallenergie durch Passivsystem(e). Das Passivmembransystem wird hier "geschlossen" genannt, weil die Luft im Gehäuseinnern nicht mit der Außenluft zusammentreffen kann.

[Diese Unterscheidung ist erfindungsgemäß von besonderer Bedeutung, weil Systeme mit Öffnung grundsätzlich auch Schall nach außen

gelangen lassen, der nicht phasengleich zu den Schallwellenzügen ist, die vom Tieftöner erzeugt werden. Das Passivmembransystem hingegen verhindert dann jede Schallauslöschung zwischen Innenluft und Außenluft, wenn es gelingt, die Passivmembran(en), die den gehäuseeinseitigen Schall nach außen geben, phasengleich zur Tieftönermembran anzutreiben. Dann können nämlich gegenphasige (innere- und äußere) Schallwellenfronten nicht mehr zusammentreffen.]

Hierbei regen die rückwärts abgestrahlten gehäuseeinseitigen Wellenfronten des Tieftonlautsprechers die Membran des Passivsystems zum Schwingen an, und diese Membran gibt hierdurch die Luftdruckschwankungen des Gehäuses nach außen ab.

Kritik am Stand der Technik:

Alle Systeme, die den vom Tieftonlautsprecher rückwärts abgestrahlten Schall nutzbar machen, sind, neben den angestrebten und erzielbaren Vorteilen, auch mit systemspezifischen Nachteilen behaftet.

Zu diesen Problemen wurden zahlreicher Untersuchungen angestellt, und es existiert parallel eine Vielzahl von Veröffentlichungen. Aufgrund der allgemeinen Bekanntheit dieser Fragen wird hier nur auf einige wesentliche Gesichtspunkte eingegangen.

Einen aktuellen Überblick gibt z.B. Stark, B. "Lautsprecher Handbuch", München 1986 2. Aufl..

Bei den Konstruktionen, die mit einer Gehäuseöffnung arbeiten, ergibt sich beim Baßreflexsystem das Problem der festgelegten Öffnung und der Wirksamkeit um den Bereich der Gehäuseresonanz (Helmholtzresonanz), wodurch sich, selbst bei optimaler Abstimmung, eine schallverstärkende Wirkung bis etwa maximal 150 Hertz ergibt.

Die Transmissions-Line ermöglicht zwar eine prinzipielle Wirkungserhöhung gegenüber dem Baßreflexsystem, über die Möglichkeiten der querschnittsmäßig viel größeren Schallaustrittsöffnung. Hier bereiten jedoch austretende gegenphasige Wellenzüge Probleme, wodurch es zu Schallauslöschungen kommt. Als Gegenmaßnahme wird eine stärkere Dämpfung notwendig, wodurch wieder der Wirkungsgrad herabgesetzt wird. Bei sehr großen Wellenlängen (etwa 40 Hz) ist im untersten Frequenzbereich zudem der akustische Kurzschluß - aufgrund der begrenzten Gehäusedimensionen für Wohnräume-unvermeidlich (vgl. Stark, B., Seiten 130

bis 149). Baßreflexsystem und Transmission-Line können Schallauslöschungen nicht vermeiden, weil auf jeden Fall auch zum Baßlautsprecher gegenphasiger Schall austritt.

Das Passivmembranprinzip hat den Vorteil, daß es gegenüber der klassischen geschlossenen Box, den verzerrungsfördernden Druckauf- und Abbau im Gehäuseinneren reduziert.

Es gibt aber seine nach außen abgegebene Schallenergie gegenphasig zur Bewegung der Baßlautsprechermembran ab und produziert somit zwangsläufig Schallauslöschungen im Tieftonbereich.

Als generelle Kritik an allen vorhandenen Schallübertragungssystemen, die die gehäuseeinseitige Schallenergie nutzbar machen, bleibt festzustellen:

Kein System macht die Tiefton-Wellenzüge aus dem Gehäuseinneren so nutzbar, daß diese Schwingungen -gleichphasig zum Baßlautsprecher-über den gesamten Frequenzbereich nach außen abgegeben werden.

Diese Idealbedingung wird nicht einmal annäherungsweise erfüllt, zudem beschränken sich sowohl die Baßreflexbox als auch die Transmissions-Line auf eine Wirksamkeit bis etwa 150 Hertz nach oben hin.

Hiergegen läßt sich einwenden, daß dieser Effekt, der frequenzmäßigen Begrenzung, ja gerade erwünscht ist bzw. gezielt eingesetzt wird, weil Tieftöner in der Regel unter 200 Hertz in ihrer Schalldruckleistung abfallen und deshalb, aufgrund der unterstützenden Wirkung von Baßreflex- oder Transmission-Line Prinzip, ein linearer Frequenzgang hergestellt oder angenähert werden kann. Dieser Einwand ist richtig. Als Kritik bleibt jedoch, daß ein System denkbar ist, das im ganzen übertragenen Tieftonfrequenzbereich den Wirkungsgrad erhöht und den Bereich, in dem der Schalldruck des Tieftöners abfällt, zusätzlich verstärkt wiedergibt.

Aufgabe:

Die Erfindung hat die Aufgabe membranrückseitig erzeugte Schallenergie über den gesamten Übertragungsbereich des Lautsprechers gleichphasig nach außen (vorn) abzugeben und bei der Anwendung im Tieftonbereich den Tiefbaßbereich zusätzlich zu verstärken.

Lösung:

Die Erfindung nutzt die membranrückseitigen Schallwellenfronten. Sie erzeugt mit deren Bewegungsenergien außen Schallwellenfronten, die

gleichphasig zu den vom Lautsprecher abgegebenen Schallwellenfronten sind. Weil frequenzmäßig alle rückseitigen Schallwellenfronten genutzt bzw. ihre Energie nach außen übertragen wird, ist die Erfindung im gesamten Übertragungsbereich des Lautsprechers wirksam. Die konstruktionsmäßige Verwirklichung der Erfindung erfolgt in den beigefügten Ausführungsbeispielen durch:

a) die Einteilung des Lautsprechergehäuses in (mindestens zwei) luftdichte Kammern.

b) die Übertragung der Luftdruckenergie der vom Lautsprecher rückseitig erzeugten Schallwellenfronten auf die Membran eines gehäuseinneren Passivsystems und

c) die Übertragung dieser Membranbewegung mittels eines Übertragungselements auf eine weitere Passivmembran, die außen auf der Schallwand angebracht ist und die übertragene Bewegungsenergie in zum Lautsprecher phasengleiche Schallwellen umwandelt und nach außen (vorn) abgibt. Beim Einsatz der Erfindung im Tieftonbereich wird eine zusätzliche Verstärkung des Tiefbaßbereiches durch die Energienutzung der Gehäuse resonanzschwingung im Frequenzbereich der Helmholtzresonanz erreicht.

Funktionsweise der Erfindung:

(Interpretation anhand Figur 2, bei Anwendung im Tieftonbereich)

Wenn die Tieftönermembran die in Kammer I eingeschlossene Luft durch ihre Rückwärtsbewegung verdichtet, bewegen sich die beiden Passivmembranen (1a und 1b) - die Kammer I und Kammer II miteinander verbinden - ebenfalls nach hinten, weil diese beiden beweglichen Membranen prinzipiell dem Druck nachgeben, bis Druckausgleich zwischen den Kammern I und II hergestellt ist.

Das heißt, die Membranen 1a und 1b bewegen sich nach hinten, bis der Überdruck, den der Tieftöner in Kammer I erzeugt, in allen Kammern entsprechend aufgebaut ist.

Weil die Membranen 1a und 1b mittels der Befestigungselemente (2) und des Übertragungselementes (3) mit den beiden auf der Schallwand angebrachten Passivmembranen fest verbunden sind, führen diese beiden vorderen Membranen exakt die gleiche Bewegung aus wie die Membranen 1a und 1b und damit auch die gleiche Bewegung wie die Membran des Tieftöners. Deshalb bewegen sich die beiden äußeren - auf der Schallwand montierten - Passivmembranen ,erfindungsgemäß gleichphasig zur

Tieftonlautsprechermembran, denn auf Gehäuseluftunterdruck reagiert das System in gleicher Weise, nur mit umgekehrter Bewegungsrichtung, also nach vorn.

Vorteile der Erfindung:

(Interpretation bei Anwendung im Tieftonbereich)

Weil durch die Erfindung alle gehäuseinneren Schallwellenfronten -die der Baßlautsprecher erzeugt-phasenmäßig gelenkt genutzt werden, gelangt die gehäuseeinseitige Schallenergie, phasengleich zum Baßlautsprecher, baßverstärkend nach außen. Dabei kann es nicht zu Auslöschungswirkungen kommen, mit denen alle anderen Systeme mehr oder weniger behaftet sind, weil die Erfindung konstruktionsgemäß Phasengleichheit zur Bewegungsrichtung der Baßlautsprechermembran nach außen hergestellt.

Das heißt für die Ausführungsbeispiele:

Es bewegen sich (ein oder mehrere) Passivsysteme -vom Gehäuseinnenschalldruck angetrieben- im gesamten übertragenen Frequenzbereich des Baßlautsprechers außen phasengleich zur Baßlautsprechermembran. Diese baßverstärkende Wirkung -über den gesamten Übertragungsbereich des Tieftonlautsprechers ohne Schallauslöschungen-bietet kein anderes System, das die innere Schallenergie des Gehäuses nutzbar macht. Da es sich bei der Erfindung um ein akustisch geschlossenes System handelt, kann kein -schallauslöschender Luftaustausch zwischen Gehäuseinnenluft und Außenluft stattfinden. Zusätzlich hat die Erfindung nicht die Nachteile des klassischen geschlossenen Gehäuses (die dort durch Druckauf- und Abbau bzw. die Federwirkung der eingeschlossenen Luft entstehen), weil durch die Erfindung die im Gehäuse eingeschlossene Luft Bewegungsenergie an die innere(n) Passivmembranen (en) abgibt (die übertragen und als Schallwellen nach außen phasengleich abgegeben wird).

Hierdurch werden die Nachteile des klassischen geschlossenen Gehäuses weitgehend ausgeschaltet.

Das heißt, weil die Federwirkung der im Gehäuse eingeschlossenen Luft von der Erfindung genutzt wird, überträgt sich deren Energie nach außen.

Durch die hohe Dämpfung, die die bewegten Membranen dabei auf die Gehäuseinnenluft ausüben, werden Klirr- und Modulationsverzerrungen herabgesetzt; stehende Wellen innerhalb des Gehäuses werden abgebaut. Die Erfindung bietet zudem ver-

schiedene neue Möglichkeiten der frequenzmäßig ausgedehnten Tiefbaßverstärkung. Einige Abstimmungsmöglichkeiten werden in den Ausführungsbeispielen näher erläutert.

5

Ausführungsbeispiele:

Mögliche Ausführungen bzw. technische Wirklichkeiten der Erfindung zeigen die Zeichnungen Figuren 1,2 und 3. Um Schallauslöschungen zu vermeiden, ist das Gehäuse in mehrere Kammern eingeteilt, die nach außen und gegeneinander luftdicht abgeschlossen sind. Zwischen den Kammern findet ein Druckausgleich über Passivmembranen statt.

Ausführungsmöglichkeiten bezüglich der Tiefbaßabstimmung:

A) Figur 3 zeigt die Ausführung mit einer nach vorn abgebenden Passivmembran. Hier sind die drei Gehäusekammern (I, II und III) konzeptionell gleich groß geplant. Weil damit innerhalb aller drei Kammern die Gehäuseresonanzfrequenzen etwa gleich sind, entsteht um diesen Frequenzbereich der größte zusätzliche Schalldruckgewinn. Über die Veränderung der gesamten Gehäusegröße läßt sich deshalb hier der Tiefbaßbereich abstimmen.

B) Figur 2 zeigt die Ausführung mit zwei nach vorn-außen abgebenden Passivmembranen. Bei der hier dargestellten Konzeption sind die gehäuseinneren Kammern nicht alle gleich groß. Die Kammern IIIa bzw. IIIb haben nur das halbe Volumen von der Kammer I oder II ($\text{Vol. I} \hat{=} \text{Vol. II}$ aber $\text{Vol. IIIa} \hat{=} \text{Vol. IIIb} = \frac{1}{2} \text{Vol. I} = \frac{1}{2} \text{Vol. II}$). Aufgrund dieser unterschiedlichen Kammervolumina entstehen auch unterschiedliche Gehäuseresonanzfrequenzen (Kammer I steht in Resonanz zu Kammer II und Kammer IIIa steht in Resonanz zu Kammer IIIb). Hierüber ergibt sich die Abstimmungsmöglichkeit den Tiefbaßbereich in zwei Frequenzbereichen zusätzlich besonders zu verstärken und damit eine frequenzmäßig ausgedehntere Tiefbaßverstärkung. Gleichzeitig werden hierdurch Resonanzmaxima bzw. unerwünscht starke Schalldruckmaxima um die Gehäuseresonanzfrequenz reduziert, weil jeweils nur zwei der vier Kammern in Resonanz stehen, und die anderen beiden Kammern auf deren Resonanzen teilweise bremsend wirken.

Konstruktionsmäßige Festlegung des Wirkungsgrades:

(Interpretation anhand Figuren 2 und 3)

1) Durch die zusätzliche Vergrößerung des Volumens der Kammer II (Vol. II > Vol.I und Vol.I $\hat{=}$ Vol.III) läßt sich der Wirkungsgrad der Erfindung erhöhen. Wenn Kammer II nämlich größer als die anderen Kammern ist, genügt zur Bewegung der Passivmembranen ein geringerer Druck, weil das größere Luftvolumen in Kammer II den Membranen einen geringeren Widerstand entgegengesetzt. Der vom Tieftonlautsprecher erzeugte Schalldruck überträgt sich hierdurch verstärkt auf die Kammer(n) III. Hierdurch wird der Bewegungshub der Passivmembranen erhöht, was einen höheren Wirkungsgrad zur Folge hat.

2) Wird die Kammer I nur halb so groß wie die beiden anderen Kammern gebaut (bei gleichen Volumina der Kammern II und III), so legen die Passivmembranen annähernd den gleichen Hub zurück, den die Membran des Tieftöners aufweist. Dabei wird exakt der gleiche Hub unter folgenden Bedingungen zurückgelegt:

a) Vol.I $\hat{=}$ $\frac{1}{2}$ Vol.II und Vol.II $\hat{=}$ Vol.III

b) flächenmäßige Entsprechung der effektiven Membranflächen der Passivmembranen zur rückwärtigen effektiven Membranfläche des Tieftonlautsprechers sowie

c) die Entsprechung von deren Massen und die gleiche Nachgiebigkeit der Membranaufhängungen

d) Dichtheit der Kammern

3) Bezüglich der Erhöhung des Wirkungsgrades muß jedoch berücksichtigt werden, daß, bei konzeptionell gleichem Membranhub von Tieftöner und Passivmembran, sehr große Bewegungen der Passivmembran im Bereich der Gehäuseresonanzfrequenz zu erwarten sind (vgl. Stark, B. S.135).

Deshalb gehen die Konzeptionen in Figur 2 und Figur 3 von gleichgroßen Kammervolumina aus. Die Passivmembranen sind hierdurch, im Bereich außerhalb der Gehäuseresonanzfrequenz, hubmäßig etwa auf den halben Hub der Tieftönermembran begrenzt. Gleichzeitig sind die Membranen stärker gedämpft und werden auch im Bereich der Gehäuseresonanz nicht zu stark ausgelenkt. Sowohl die konzeptionelle Beschränkung der Membranauslenkung als auch die stärkere Bewegungsdämpfung wirken generell verzerrungsreduzierend.

4) Soll bei der Anwendung der Erfindung im Baßbereich speziell der untere Tieftonbereich besonders verstärkt werden, weil hier der Schalldruck von Tieftönern in der Regel stark abfällt, so kann die Erfindung in einer Version mit nur zwei Kammern ausgeführt werden (Figuren 2a und 3a), hier-

durch wird der Wirkungsgrad erhöht. Gleichzeitig lassen sich durch die Versionen nach Figur 2a und 3b die Gehäusedimensionen verkleinern.

5) Dichte-luftundurchlässige Membranentrierungen ergeben prinzipiell einen höheren Wirkungsgrad als Schaumstoffsicken.

Mögliche Wirkungsverluste durch die Übertragungsöffnung zwischen Kammer I und Kammer III (bzw. Kammer I und KammerII)

Da das Übertragungselement 3 (Figuren 2 und 3) die strikte Kammertrennung durchbricht -weil es eine genügend-große Öffnung in der Trennwand benötigt um frei hin-und herschwingen zu können-muß auf mögliche Druckverluste (= Wirkungsverluste) an der Durchbruchstelle eingegangen werden.

Die Schalldruckverluste -die durch die Öffnung zwischen Kammer I und III zum Durchlaß des Übertragungselements entstehen-sind jedoch vernachlässigbar gering, weil in beiden Kammern jeweils etwa gleiche Druckverhältnisse vorherrschen. Durch diese gleichen Druckverhältnisse kommt es selbst dann nur zu geringfügigen Schallauslöschungseffekten, wenn das Übertragungselement frei in einer Öffnung (wie in Figur 2 u. 3) hin-und herschwingen würde, weil durch die Druckgleichheit nicht Luft von der einen in die andere Kammer gepreßt wird.

Die Schallauslöschungseffekte sind auch deshalb gering, weil die Öffnungsfläche im Vergleich zur gesamten wirksamen Membranfläche sehr klein ist.

Anwendungsbereich der Erfindung

Als Voraussetzung für die Anwendung der Erfindung ist die Bedingung vorgegeben, daß der antreibende Lautsprecher mit seiner rückwärtigen Membranfläche ausreichend Energie abgibt, um damit eine auf diesen Lautsprecher abgestimmte Einheit, die aus Passivsystem und einem Übertragungselement besteht, anzutreiben.

Durch die Voraussetzung hat die Erfindung ihren bevorzugten Anwendungsbereich bei elektrodynamischen Lautsprechern. Sie ist im Tieftonbereich und im Mitteltonbereich (aufgrund der relativ großen Membranflächen von Tieftonlautsprechern) besonders wirksam, bleibt jedoch nicht auf diesen Bereich beschränkt, weil

a) durch die Möglichkeit der Verringerung des membranrückseitigen Luftvolumens eine engere Kopplung von antreibendem Lautsprecher und kraftübertragender Passivmembran erreicht werden kann und

b) weil das Luftvolumen hinter dieser Passivmembran entsprechend vergrößert werden kann, wodurch wiederum geringere Antriebskräfte notwendig werden.

Erläuterungen zu den Zeichnungen Figuren 1, 2 und 3-Zeichenerklärung

Figur 1 zeigt die Vorderansicht einer mit der Erfindung ausgestatteten Lautsprecherbox, mit Tieftonlautsprecher und darüber-darunter je einer Passivmembran.

Figur 2 zeigt diese Lautsprecherbox im Querschnitt.

Figur 3 zeigt den Querschnitt einer mit der Erfindung ausgestatteten Lautsprecherbox mit nur einer nach außen abgebenden Passivmembran.

Zeichenerklärung: (zu Figur 2 und 3)

I: Gehäusekammer

II: Gehäusekammer

III: Gehäusekammer

1: Passivmembran (4 gleiche Membranen bei Figur 2,2 gleiche Membranen bei Figur 3) *

2: Befestigungselement(e)

3: Übertragungs-Verbindungselement

4: Tieftonlautsprecher

Vol.: Volumen

≅ : entspricht; in der Beschreibung für Volumenvergleich der Gehäusekammern eingesetzt

> : ist größer als

* Die gezeichneten und im Prototyp verwendeten Passivmembranen werden im Handel mit der Bezeichnung Passiv-Radiatoren angeboten.

Ansprüche

1. Passives Schallübertragungssystem zur gleichphasigen Wiedergabe der membranrückseitig-erzeugten Schallenergie nach außen-vorn.

kennzeichnender Teil:

dadurch gekennzeichnet, daß die durch den Lautsprecher erzeugte membranrückseitige Schallenergie phasengleich zum Lautsprecher nach außen abgegeben wird, indem die membranrückseitigen Luftdruckschwankungen in tonfrequente Bewegungen eines Übertragungselementes umgewandelt werden, und diese Bewegungen außen wieder in Schallwellen umgewandelt werden.

2. Passives Schallübertragungssystem für den Tieftonbereich bei geschlossenen Lautsprechergehäusen; "geschlossen" bedeutet hierbei: die im Gehäuse eingeschlossene Luft kann nicht mit der

Außenluft zusammentreffen.

kennzeichnender Teil:

dadurch gekennzeichnet, daß alle gehäuseinneren, vom Tieftöner erzeugten, Schallwellenfronten (Luftdruckschwankungen) bzw. deren Bewegungsenergien genutzt werden, indem die membranrückseitig-erzeugten Luftdruckschwankungen in tonfrequente Bewegungen eines Übertragungselementes umgewandelt werden und dieser Bewegungen phasengleich zur Tieftönermembran nach außen vorn als Schallwellenfronten abgegeben werden.

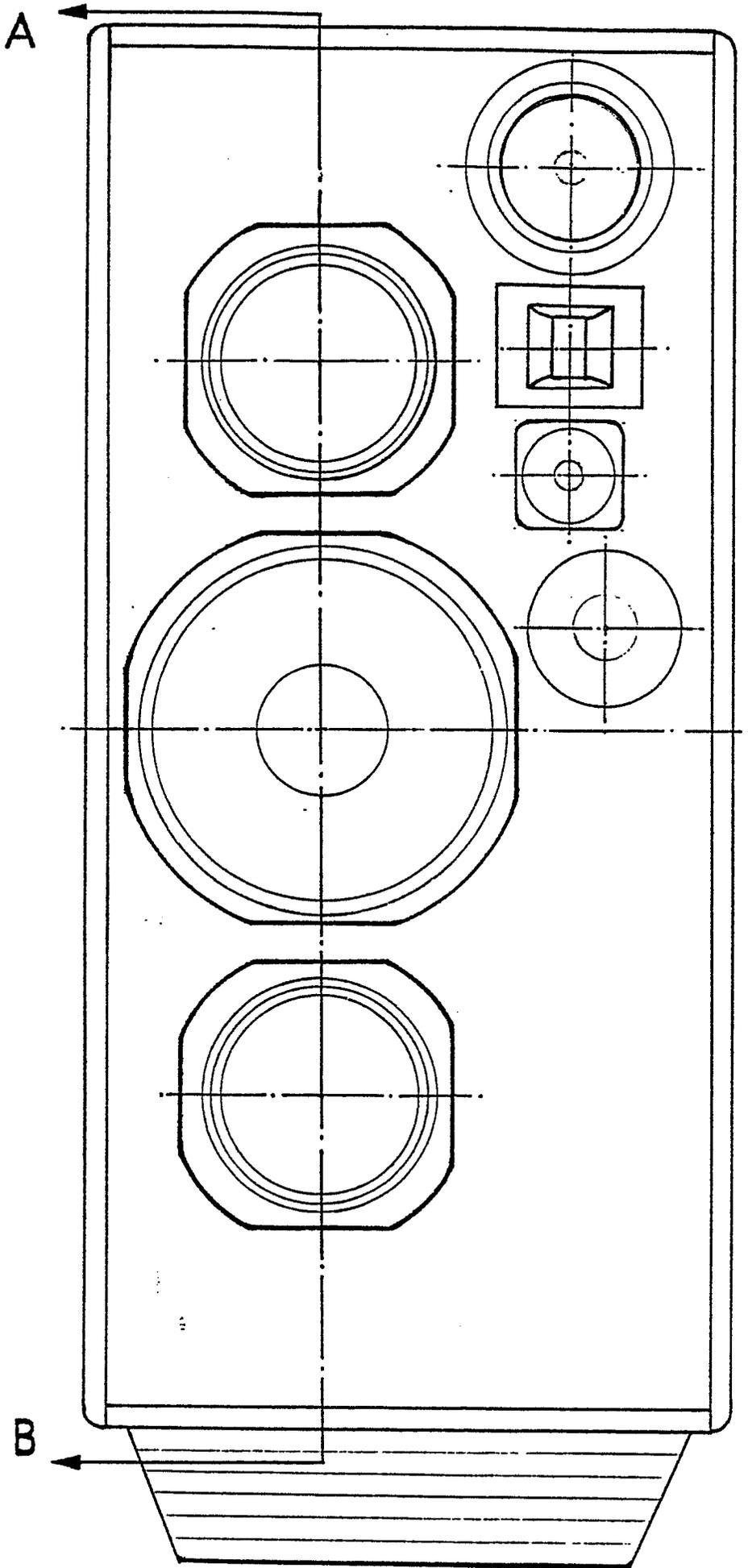
3. Passives Schallübertragungssystem zur Nutzung der vom Lautsprecher erzeugten membranrückseitigen Schallenergie.

kennzeichnender Teil:

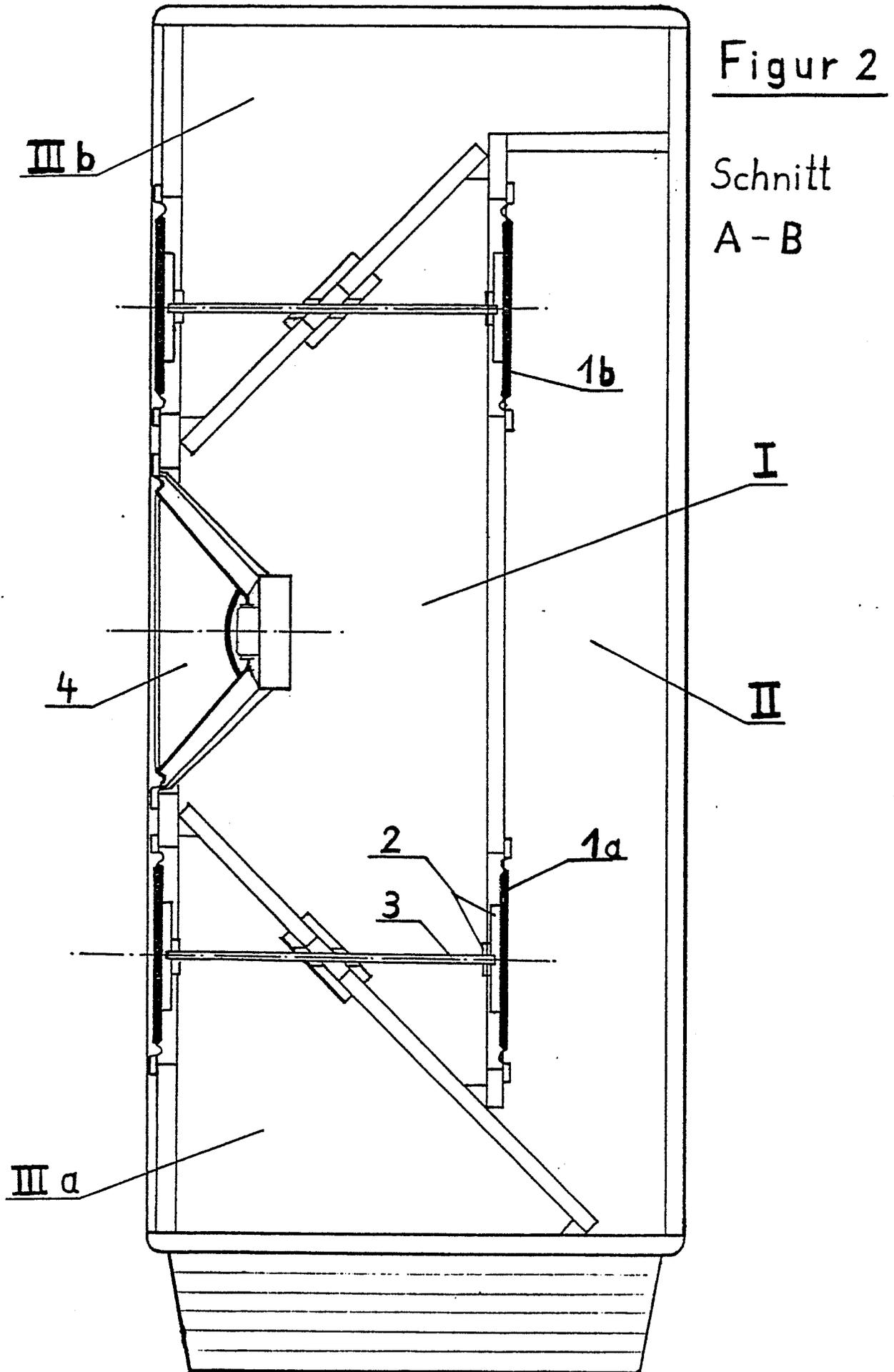
dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Passivsysteme vom membranrückseitig-erzeugten Schalldruck angetrieben werden und sich dabei phasengleich zur antreibenden Lautsprechermembran bewegen.

Das Passivsystem erzeugt dabei außen (vorn) Schallwellenfronten, die gleichphasig zu den Schallwellenfronten sind, die die antreibende Lautsprechermembran abgibt.

Die phasengleiche Nutzung des membranrückseitig erzeugten Schalldrucks erfolgt durch die Übertragung der von der Lautsprechermembran rückseitig erzeugten Luftdruckschwankungen auf eine einseitige Passivmembran, die mit einem Übertragungselement verbunden ist, das deshalb tonfrequente Bewegungen ausführt. Gleichzeitig ist das Übertragungselement mit einer außen (vorn) angebrachten Passivmembran verbunden und treibt diese schallabgebende Membran außen phasengleich zur Lautsprechermembran an. Schallausschungen werden hierbei, durch den relativ luftdichten Abschluß von mindestens zwei separaten Gehäusekammern, quasi ausgeschlossen.

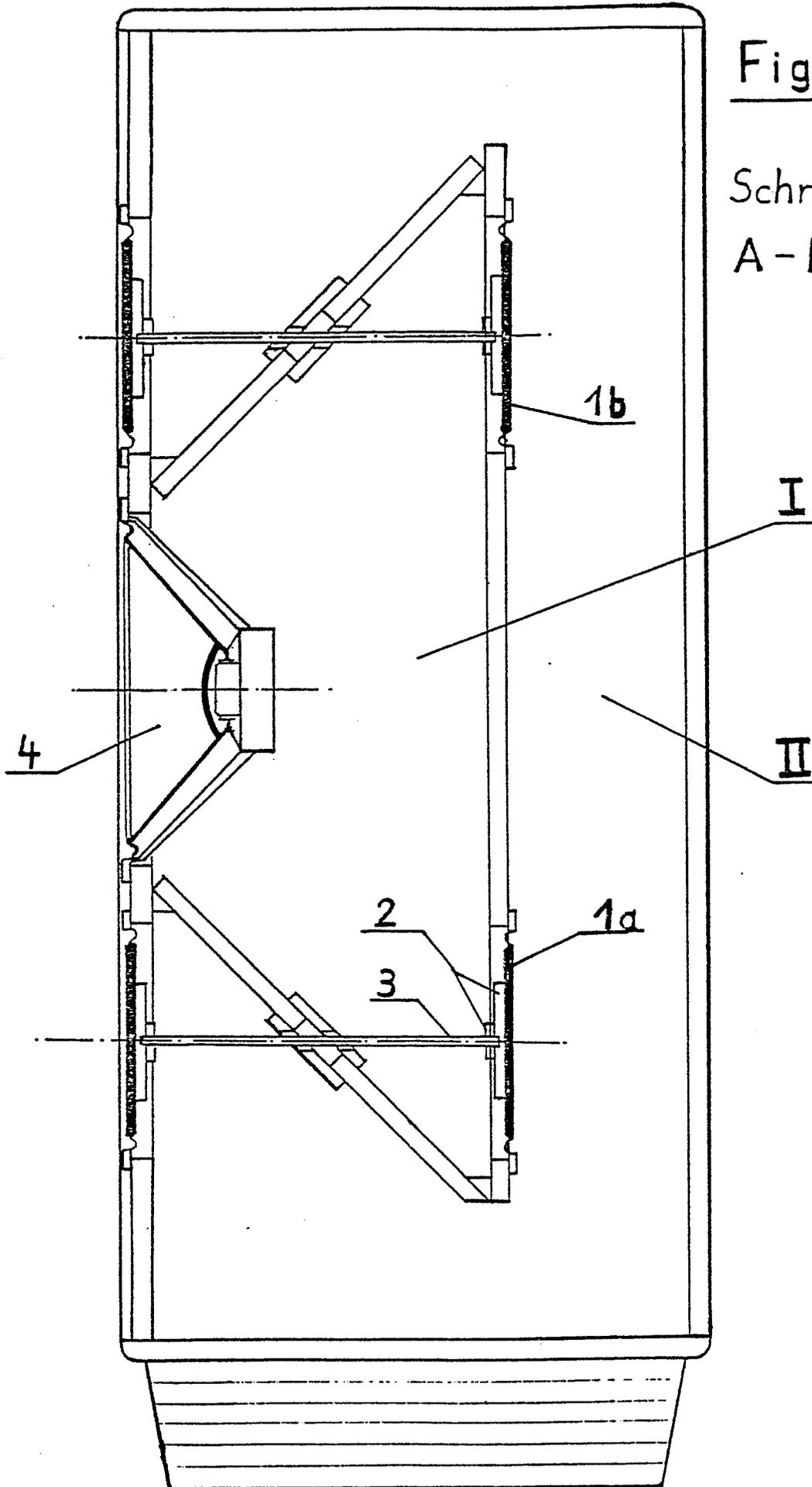


Figur 1



Figur 2 a

Schnitt
A-B



Figur 3

Schnitt

