

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 718 101 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2006 Patentblatt 2006/44

(51) Int Cl.:
H04R 1/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06008644.4**

(22) Anmeldetag: **26.04.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **27.04.2005 DE 102005019932**
07.09.2005 DE 102005042431

(71) Anmelder: **Kienle, Ewald**
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder: **Kienle, Ewald**
71254 Ditzingen (DE)

(74) Vertreter: **Jakelski, Joachim**
Otte & Jakelski Patentanwälte
Mollenbachstrasse 37
71229 Leonberg (DE)

(54) **Lautsprecher**

(57) Es wird ein Lautsprecher (10) vorgeschlagen, der wenigstens einen elektroakustischen Wandler (26, 29, 30) und wenigstens einen Resonator (15 - 22) zur Abstrahlung der vom elektroakustischen Wandler (26, 29, 30) erzeugten Schallwellen enthält. Die Resonatoren (15 - 22) sind auf wenigstens zwei verschiedene Resonatorgruppe (11- 13) aufgeteilt, die sich durch die Bauart der Resonatoren (15-22) unterscheiden. Der Lautsprecher (10) weist einen hohen Wirkungsgrad auf und eignet sich insbesondere zur Beschallung von großen Räumen wie Veranstaltungshallen, Kirchen, Konzertsälen, Kinos, Discotheken, Theater, großen Wohnzimmern und dergleichen sowie zur Beschallung von Freiluft-Veranstaltungen.

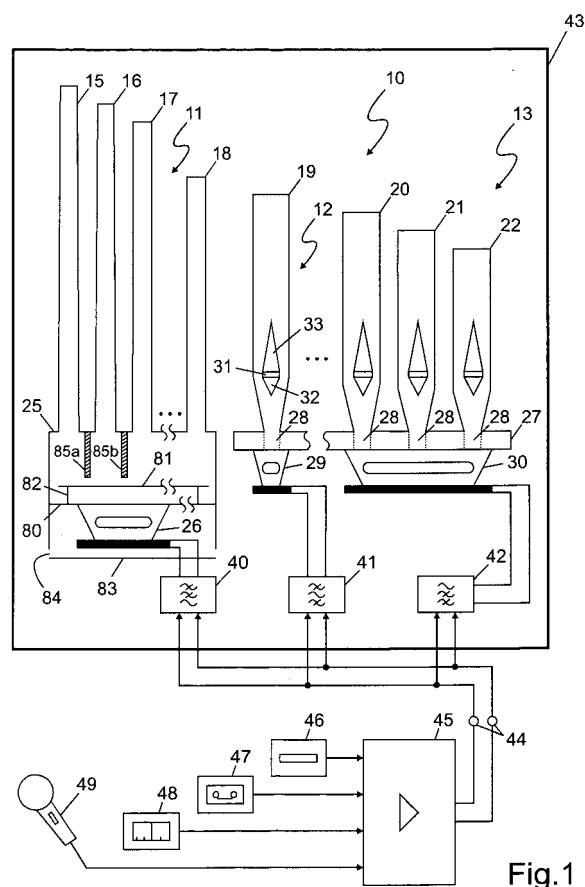


Fig.1

EP 1 718 101 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Lautsprecher nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs.

[0002] Aus dem Gebrauchsmuster DE-U 79 17 378 ist eine elektronische Orgel bekannt geworden, die ein natürliches, einer Pfeifenorgel entsprechendes Klangbild erzeugt. Vorgesehen sind Resonatoren, deren Anzahl denen der abzustrahlenden Töne entspricht. Im Unterschied zur Pfeifenorgel wird der Resonator nicht zur eigentlichen Tonerzeugung und Klangformung eingesetzt. Der Resonator weist ein auf den abzustrahlenden Ton abgestimmtes Luftvolumen auf, das von einem elektroakustischen Wandler zu Schwingungen angeregt wird. Die vorbekannte Orgel ermöglicht insbesondere eine großflächige Abstrahlung von sehr tiefen Tönen bis hinab zu 16 Hz mit einem vergleichsweise geringen Schalldruck entsprechend einer niedrigen Lautstärke, die aufgrund der großen bewegten Luftmasse dennoch große Räume wie beispielsweise Kirchen zu beschallen vermag.

Der elektroakustische Wandler wird mit elektrischen Audiosignalen beaufschlagt, die entsprechend der betätigten Tasten der Orgel eine jeweils vorgegebene Frequenz und gegebenenfalls deren Harmonische aufweisen, auf welche zumindest ein Resonator abgestimmt ist.

[0003] Aus der DE 195 06 909 C2 ist eine Vorrichtung bekannt geworden, die eine Weiterbildung der aus dem Gebrauchsmuster DE-U 79 17 378 bekannten Orgel betrifft.

Ein elektroakustischer Wandler beaufschlagt auch hier wenigstens einen zur Schallabstrahlung vorgesehenen Resonator mit Schallwellen. Die Resonatoren sind Orgelpfeifen teilweise nachgebildet, deren Körper jeweils derart bemessen ist, dass für eine bestimmte Tonfrequenz Resonanz auftritt. Die Orgelpfeifen weisen einen trichterförmigen Pfeifenfuß, ein Ober- und Unterlabium, eine Öffnung und einen für Schallwellen durchgängigen offenen kernlosen Innenraum auf. Der elektroakustische Wandler ist unter dem trichterförmigen Pfeifenfuß angeordnet und über die Öffnung akustisch mit dem Pfeifenfuß verbunden.

Der elektroakustische Wandler wird wieder mit elektrischen Audiosignalen beaufschlagt, die entsprechend der betätigten Tasten der Orgel eine jeweils vorgegebene Frequenz und gegebenenfalls deren Harmonische aufweisen, auf welche zumindest ein Resonator abgestimmt ist.

[0004] Bei der Konstruktion von Lautsprechern werden große Anstrengungen unternommen, Resonanzerscheinungen sowohl an den elektroakustischen Wandlern (Lautsprecherchassis) als auch insbesondere an den die Schallwandler aufnehmenden Gehäusen oder Schallwänden der Lautsprecher zum Erreichen eines glatten Frequenzgangs möglichst zu vermeiden.

Zum Bau der Lautsprecher-Gehäuse werden vorzugs-

weise Materialien mit hoher Dichte wie beispielsweise mittel hoch oder hoch verdichtete Spanplatten (MDF) oder sogar Marmorplatten verwendet. Zusätzlich werden Dämpfungselemente wie beispielsweise mechanische Versteifungen und Verstrebungen und/oder Dämmmaterial aus beispielsweise Bitumen eingesetzt, um unerwünschte Lautsprecherchassis- und/oder Gehäuseresonanzen zu unterdrücken.

[0005] Zur Erhöhung des Wirkungsgrads und zur Minimierung von Verzerrungen sind unterschiedlichste Lautsprecher bekannt geworden. Eine Übersicht kann beispielsweise dem Fachbuch von Bernd Stark, "Lautsprecher Handbuch", Richard Pflaum Verlag München, 4. Auflage 1988 entnommen werden. Auf den Seiten 140-149 sind Transmissionline-Gehäuse beschrieben, bei denen der von einem elektroakustischen Wandler rückwärtig abgestrahlte Schall nicht im Gehäuse eliminiert, sondern nutzbar gemacht wird.

[0006] Bis auf die frontseitige Schallabstrahlung der Transmissionline-Gehäuse stimmen die physikalischen Gegebenheiten der Transmissionline-Gehäuse wenigstens näherungsweise mit denen der Resonatoren überein, die im bereits angegebenen Stand der Technik beschrieben sind. Vorgesehen ist eine Umwegleitung, die als Röhre bezeichnet werden kann. Der rückwärtig abgestrahlte Schall durchläuft zunächst die Röhre, bevor er nach außen gelangt. Die Länge der Röhre ist im Wesentlichen auf den Tieftonbereich, insbesondere auf die tiefste wiederzugebende Frequenz des Lautsprechers abzustimmen. Wenn die Röhre eine geeignete Länge hat, wird die Schallwelle derart verzögert, dass sie gleichphasig zur direkt abgestrahlten Schallwelle ist. Wenn der Wegstreckenunterschied eine halbe Wellenlänge oder ein ungerades Vielfaches davon beträgt, kommt es jeweils zu einer Verstärkung der abgestrahlten Schallwellen. Entsprechend kommt es bei einem Wegstreckenunterschied von einer ganzen Wellenlänge und Vielfachen davon zu Auslöschungen. Aufgrund der Tatsache, dass die vom elektroakustischen Wandler abgestrahlten Schallwellen bis zum Verlassen der Röhre nicht alle die gleichen Wegstrecken zurücklegen, werden einerseits Verstärkungen abgeschwächt aber andererseits die unerwünschten Auslöschungen verhindert.

[0007] Das Gebrauchsmuster DE - G 90 05 642 beschreibt einen Lautsprecher, der von einem Transmissionline-Gehäuse ausgeht, welches durch einen Helmholtz-Resonator ergänzt ist. Dadurch entsteht ein Lautsprecher mit zwei Resonatoren. Der Helmholtz-Resonator kann die dem Transmissionline-Lautsprecher anhaftende Inhomogenität der Lautstärke im Tieftonbereich durch eine einstellbare zweite tiefe Resonanzfrequenz abschwächen. Der Helmholtz-Resonator ist als Rohr oder als Schacht ausgestaltet. Anstelle eines einzelnen Rohres kann ein Rohrsystem aus mehreren Rohren eingesetzt werden, das bei starker Luftbewegung Geräusche der strömenden Luft verhindert.

[0008] Wie bei allen bekannten Lautsprechern ist die Herausbildung von Resonanzen unerwünscht, da so-

wohl mit Überhöhungen als auch mit Auslöschungen im Frequenzgang gerechnet werden muss. Deshalb ist bei dem beschriebenen durch einen Helmholtz-Resonator ergänzten Transmissionline-Lautsprecher eine Dämpfung der Resonanzen sowohl in der Transmissionsline als auch im Helmholtz-Resonator durch Einbringen von Dämpfungsmaterialien wie Glas- und Steinwolle, Mineralwolle, Naturwolle, Polyesterwatte oder Schaumstoff vorgesehen.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Lautsprecher anzugeben, der eine räumliche wirkende Klangwiedergabe insbesondere auch bei niedrigem Schalldruck mit einem hohen Wirkungsgrad ermöglicht.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Die Aufgabe wird durch die im unabhängigen Anspruch angegebenen Merkmale gelöst.

[0011] Die Abstrahlung von Schallwellen über Resonatoren ermöglicht eine großflächige Abstrahlung von Schallwellen mit einem hohen Wirkungsgrad. Die räumliche Aufteilung auf mehrere Resonatoren ruft bei einem Zuhörer ein räumliches transparentes Klangbild hervor, das sich insbesondere bereits bei einem geringen Schalldruck entsprechend einer geringen Lautstärke einstellt.

[0012] Während bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lautsprechern besonders darauf geachtet wird, dass keine Resonanzen auftreten oder Maßnahmen getroffen werden, die nicht zu vermeidenden Resonanzen weitgehend zu unterdrücken, werden erfindungsgemäß gezielt Resonanzen herausgebildet, die im gesamten Audiofrequenzbereich liegen können, um die Schallwellen abzustrahlen.

[0013] Es hat sich unerwartet herausgestellt, dass mit dem erfindungsgemäßen Lautsprecher ein überraschend guter Höreindruck erzielt wird, obwohl in Schallmessungen die Resonanzen festzustellen sind. Ein guter Klangeindruck wurde bislang von den an sich von elektronischen Organen gemäß dem Stand der Technik bekannten Anordnungen nur erwartet, wenn der wenigstens eine elektroakustische Wandler bestimmungsgemäß mit diskreten Frequenzen beaufschlagt wird, die einer Grundschwingung oder einem Vielfachen der Schwingungsfrequenz eines der Resonatoren entspricht. Insofern zeichnet sich die Erfindung auch dadurch aus, dass die Resonatoren der aus dem Stand der Technik an sich bekannten Orgel als Grundlage für den erfindungsgemäßen Lautsprecher herangezogen werden können.

[0014] Durch die räumliche Anordnung der Resonatoren ist nur eine geringe Leistung einer Audioendstufe erforderlich, die dadurch preisgünstig ist.

[0015] Das Klangvolumen wird durch die Resonanzwirkung derart verstärkt, dass auf herkömmliche, hochwertige Lautsprecherchassis verzichtet werden kann.

[0016] Der erfindungsgemäße Lautsprecher kann dagegen mit beliebigen Audiosignalen beaufschlagt wer-

den, die zumindest abschnittsweise ein kontinuierliches oder quasikontinuierliches Frequenzspektrum aufweisen, wie beispielsweise Sprache, Musik, Geräusche und dergleichen.

[0017] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Lautsprechers ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

[0018] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Resonatoren als Hohlraumresonatoren, insbesondere als Röhren ausgebildet sind. Dadurch kann eine relativ große Luftmasse in Schwingungen versetzt werden.

[0019] Eine Ausgestaltung sieht eine Aufteilung der wenigstens zwei Resonatorgruppen auf unterschiedliche Frequenzbereiche der abzustrahlenden Schallwellen vor. Mit dieser Maßnahme können die Resonatoren der einzelnen Resonatorgruppen im Hinblick auf die Frequenz der abzustrahlenden Schallwellen optimiert werden.

[0020] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die zur Abstrahlung des Tieftonbereichs vorgesehenen Resonatoren als Röhren realisiert sind, die vorzugsweise aus Kunststoff, beispielsweise PVC, hergestellt sind.

[0021] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die zur Abstrahlung des daran anschließenden höheren Frequenzbereichs vorgesehenen Resonatoren als Metallröhren, beispielsweise Orgelpfeifen, ausgestaltet sind. Die Orgelpfeifen können vorzugsweise aus Metall oder aus Holz hergestellt sein. Die Orgelpfeifen sind entsprechend dem eingangs genannten Stand der Technik gemäß DE 195 06 909 C2 als Labialpfeife mit einem trichterförmigen Pfeifenfuß, einem Ober- und Unterlabium, einem Aufschnitt und einem für Schallwellen durchgängigen offenen kernlosen Innendurchmesser ausgebildet.

[0022] Damit kann ein besonders feines transparentes Klangbild erreicht werden. Anstelle der Orgelpfeifen können auch andere Metallröhren eingesetzt werden, die gegebenenfalls einen Aufschnitt aufweisen. Die Metallröhren oder Orgelpfeifen können aus unterschiedlichen Legierungen hergestellt sein und. Die Legierungen können im Hinblick auf eine gezielte Herausbildung einer Verstärkung von Obertönen und/oder deren Verteilung ausgewählt werden.

[0023] Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass wenigstens jeder Resonatorgruppe, vorzugsweise jedem einzelnen Resonator, ein elektroakustischer Wandler, beispielsweise ein Membranlautsprecher, zugeordnet ist. Dadurch ist der Einsatz von jeweils speziell für den abzustrahlenden Frequenzbereich optimierten elektroakustischen Wandlern möglich.

[0024] Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lautsprechers sieht die zusätzliche Einbindung von wenigstens einem Hochtון-Lautsprecherchassis, insbesondere von wenigstens einer Hochtוןkalotte vor. Insbesondere Hochtוןkalotten können Beigeräusche verursachen, die im konkreten Anwendungsfall erwünscht sind. Die Geräusche können beispielsweise einem leichten Wind oder stimmlich leichtem Pusten/Atmen entsprechen. Das wenigstens eine Hochtון-Lautsprecherchassis

sis wird vorzugsweise nur oberhalb einer vorgegebenen Frequenz mit Audiosignalen beaufschlagt.

[0025] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass vor dem elektroakustischen Wandler ein Akustikspiegel angeordnet ist. Der Akustikspiegel vermeidet eine Bevorzugung von einzelnen Resonatoren. Eine entsprechende Ausgestaltung sieht vor, dass vor dem Hochtton-Lautsprecherchassis ein Hochtton-Audiospiegel angeordnet ist, der eine direkte Konzentration der Klangverbreitung auf die Zuhörer vermeidet.

[0026] Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltungen sieht vor, dass der Audiospiegel und/oder der Hochtton-Audiospiegel kreisförmig ausgebildet sind. Insbesondere kann der Hochtton-Audiospiegel sichtbar sein und deshalb entsprechend optisch ausgestaltet werden.

[0027] Eine Ausgestaltung sieht die Anordnung eines Trennelements zwischen wenigstens zwei Resonatoren zur akustischen Entkopplung zwischen den Resonatoren vor.

[0028] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der elektroakustische Wandler in einem Luftverteilerkasten angeordnet ist und dass zwischen dem Luftverteilerkasten und dem Boden eine Umluftöffnung vorgesehen ist. Gemäß einer Optimierung der Umluftöffnung weist die Umluftöffnung eine Öffnung von mindestens 1 cm auf, wobei die Öffnung vorzugsweise auf einen Bereich von 1 cm bis 2 cm festgelegt ist.

[0029] Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung sieht vor, dass der Boden als Bodenplatte ausgebildet ist, die sich vorzugsweise über die gesamte Grundfläche des Luftverteilerkastens erstreckt.

[0030] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Anzahl der Resonatoren wenigstens gleich der Anzahl von vorgegebenen abstrahlenden Ganztonschritten oder höchstens Halbtonschritten entspricht. Anhand von Hörproben wurde festgestellt, dass mit dieser Maßnahme bereits ein homogenes Klangbild trotz der einzelnen vorhandenen Resonanzen erreicht werden kann.

[0031] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass der wenigstens eine elektroakustische Wandler jeder Resonatorgruppe oder jeder einzelne elektroakustische Wandler mit einem elektronischen Filter verbindbar ist, dessen Durchlassfrequenz auf den von der Resonatorgruppe oder dem Resonator wiederzugebenden Frequenzbereich abgestimmt ist. Die elektronischen Filter können als Frequenzweichen realisiert sein, die nach einer Audioendstufe angeordnet sind. In einer anderen Ausgestaltung können mehrere Audioendstufen vorgesehen sein, wobei die elektronischen Filter vorzugsweise vor den einzelnen Audioendstufen angeordnet sind.

[0032] Eine Ausgestaltung sieht ein Lautsprechergehäuse vor, in welchem der erfindungsgemäße Lautsprecher angeordnet ist. Das Lautsprechergehäuse hat nur einen geringen Einfluss auf den Klang des Lautsprechers. Gegebenenfalls ändert sich aufgrund der Geometrie des Lautsprechergehäuses das Abstrahlungsverhalten der Schallwellen. Das Lautsprechergehäuse ermöglicht insbesondere einen einfachen Transport des erfin-

dungsgemäßen Lautsprechers. Die Form des Lautsprechergehäuses kann auf die unterschiedlichste Art und Weise ausgestaltet sein. Dem Geschmack eines Kunden und dessen räumlichen Vorgaben sind wenig Grenzen gesetzt. Die Aufstellung des Lautsprechergehäuses kann sowohl vertikal als auch horizontal erfolgen.

[0033] Aufgrund der sehr guten Abstrahleigenschaften der Schallwellen und des hohen Wirkungsgrads des erfindungsgemäßen Lautsprechers eignet sich der erfindungsgemäße Lautsprecher insbesondere zur Beschallung jeglicher Räume. Insbesondere auch große Räume wie Veranstaltungshallen, Kirchen, Konzertsäle, Kinos, Discotheken, Theater und ähnliche Einrichtungen, aber auch Freiluft-Veranstaltungen lassen den erfindungsgemäßen Lautsprecher zu seiner vollen Entfaltung gelangen. Der erfindungsgemäße Lautsprecher kann sowohl in privaten Wohnungen als auch in öffentlichen Gebäuden vorteilhaft eingesetzt werden.

[0034] Mit zwei oder mehreren erfindungsgemäßen Lautsprechern kann eine stereofone oder mehrkanalige Wiedergabe erreicht werden.

[0035] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Lautsprechers ergeben sich aus weiteren abhängigen Ansprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

Zeichnung

[0036] Die Figuren 1 - 3 zeigen unterschiedliche Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Lautsprechers.

[0037] Figur 1 zeigt einen Lautsprecher 10, der eine erste, zweite und dritte Resonatorgruppe 11, 12, 13 enthält. Die erste Resonatorgruppe 11 enthält einen ersten, zweiten, dritten und vierten Resonator 15, 16, 17, 18. Die zweite Resonatorgruppe 12 enthält einen fünften Resonator 19 und die dritte Resonatorgruppe 13 enthält einen sechsten, siebten und achten Resonator 20, 21, 22.

[0038] Die Resonatoren 15 - 18 der ersten Resonatorgruppe 11 sind mit einem Luftverteilerkasten 25 verbunden, an welchem ein erster elektroakustischer Wandler 26 angekoppelt ist.

[0039] Der elektroakustische Wandler 26 ist an einem Träger 80 im Luftverteilerkasten 25 befestigt. Vor dem elektroakustischen Wandler 26 ist ein Audiospiegel 81 angeordnet, der mittels einer Audiospiegel-Halterung 82 mit dem Träger 80 verbunden ist.

[0040] Der Luftverteilerkasten 25 ist zum Boden hin mit einer Bodenplatte 83 abgeschlossen. Der Luftverteilerkasten 25 weist unterhalb des elektroakustischen Wandlers 26 eine Umluftöffnung 84 auf, die im gezeigten Ausführungsbeispiel am unteren Ende des Luftverteilerkastens 25 oberhalb der Bodenplatte 83 vorgesehen ist.

[0041] Zwischen dem ersten und zweiten Resonator 15, 16 sowie zwischen dem zweiten und dritten Resonator 16, 17 sind akustische Trennelemente 85a, 85b angeordnet.

[0042] Der fünfte Resonator 19 der zweiten Resonatorgruppe 12 ist über eine in einem Pfeifenstock 27 an-

geordnete Öffnung 28 mit einem zweiten elektroakustischen Wandler 29 akustisch verbunden. Der sechste, siebte und achte Resonator 20 - 22 der dritten Resonatortruppe 13 ist jeweils ebenfalls über im Pfeifenstock 27 angeordnete Öffnungen 28 akustisch mit einem dritten elektroakustischen Wandler 30 verbunden.

[0043] Der fünfte, sechste, siebte und achte Resonator 19 - 22 ist jeweils als Orgelpfeife realisiert, die jeweils einen Aufschnitt 31 aufweist, der von einem Unterlabium 32 und einem Oberlabium 33 begrenzt ist.

[0044] Der erste elektroakustische Wandler 26 ist mit einem ersten elektronischen Filter 40 verbindbar, das als Tiefpassfilter realisiert ist. Der zweite elektroakustische Wandler 29 ist mit einem zweiten elektronischen Filter 41 verbindbar, das als Bandpassfilter realisiert ist und der dritte elektroakustische Wandler 30 ist mit einem dritten elektronischen Filter 42 verbindbar, das als Hochpassfilter realisiert ist.

[0045] Die Resonatortruppen 11 - 13, die elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 sowie das erste, zweite und dritte elektronische Filter 40 - 42 sind in einem Lautsprechergehäuse 43 angeordnet, das einen ersten Anschluss 44 aufweist, der mit einer ersten Audioendstufe 45 verbunden werden kann.

[0046] Die erste Audioendstufe 45 enthält zumindest einen Leistungsverstärker zum Betreiben der elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 des Lautsprechers 10. An die erste Audioendstufe 45 sind wahlweise ein CD-Spieler 46, ein Bandgerät 47, ein Rundfunkgerät 48 und/oder ein Mikrofon 49 anschließbar.

[0047] Figur 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10. Diejenigen in Figur 2 gezeigten Teile, die mit den in Figur 1 gezeigten Teilen übereinstimmen, tragen jeweils dieselben Bezugszeichen. Der erste elektroakustische Wandler 26 ist mit einem zweiten Anschluss 60, der zweite elektroakustische Wandler 29 mit einem dritten Anschluss 61 und der dritte elektroakustische Wandler 30 mit einem vierten Anschluss 62 verbunden. Der zweite Anschluss 60 ist mit einer zweiten Audioendstufe 63 ist, der dritte Anschluss 61 mit einer dritten Audioendstufe 64 und der vierte Anschluss 62 mit einer vierten Audioendstufe 65 verbindbar.

[0048] Vor die zweite Audioendstufe 63 ist ein viertes elektronisches Filter 66 geschaltet, das als Tiefpassfilter realisiert ist. Vor die dritte Audioendstufe 64 ist ein fünftes elektronisches Filter 67 geschaltet, das als Bandpassfilter realisiert ist. Vor die vierte Audioendstufe 65 ist ein sechstes elektronisches Filter 68 geschaltet, das als Hochpassfilter realisiert ist. Die elektronischen Filter 66 - 68 sind mit einem Vorverstärker 69 verbindbar, an welchem wieder das CD-Gerät 46, das Bandgerät 47, das Rundfunkgerät 48 und/oder das Mikrofon 49 angeschlossen sein können.

[0049] Figur 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung der in Figur 2 gezeigten Anordnung. Diejenigen in Figur 3 gezeigten Teile, die mit den in Figur 1 und in Figur 2 gezeigten Teilen übereinstimmen, tragen jeweils wieder

dieselben Bezugszeichen. Ein erster Unterschied zu der in Figur 2 gezeigten Ausgestaltung liegt darin, dass die Audioendstufen 63 - 65 sowie die elektronischen Filter 66 - 68 innerhalb des Lautsprechergehäuses 43 angeordnet sind. Die Eingänge der elektronischen Filter 66 - 68 sind an eine einzige, die fünfte Verbindung 70 geführt, die mit dem Ausgang des Vorverstärkers 69 verbunden werden kann.

[0050] Mit dem Ausgang der dritten Audioendstufe 65 ist ein Hochtön-Lautsprecherchassis 71 verbunden. Das Hochtön-Lautsprecherchassis 71 ist als eine Hochtön-Kalotte 90 realisiert, vor welcher ein Hochtön-Audiospiegel 91 angeordnet ist.

Der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 arbeitet folgendermaßen:

[0051] Die von der Audioendstufe 45, 63 - 65 bereitgestellten, im Audiofrequenzbereich liegenden elektrischen Signale werden von dem wenigstens einen elektroakustischen Wandler 26, 29, 30, beispielsweise einem Membranlautsprecher, in Schallwellen umgewandelt. Die Schallwellen werden aber nicht wie bei herkömmlichen Lautsprechern von den elektroakustischen Wandlern 26, 29, 30, sondern von den Resonatoren 15 - 22 abgestrahlt.

[0052] Während bei den herkömmlichen Lautsprechern besonders darauf geachtet wird, dass keine Resonanzen auftreten oder Maßnahmen getroffen werden, die nicht zu vermeidenden Resonanzen weitgehend zu unterdrücken, werden nunmehr Resonatoren 15 - 22 gezielt Resonanzen herausgebildet, die vorzugsweise im gesamten Audiofrequenzbereich liegen können, um die Schallwellen abzustrahlen.

[0053] Im Rahmen von Hörproben konnte mit dem erfindungsgemäßen Lautsprecher 10 ein überraschend guter Höreindruck erzielt werden, obwohl in Schallmessungen die Resonanzen festzustellen sind. Ein guter Klangeindruck wurde bislang von der an sich von elektronischen Orgeln bekannten Anordnung nur erwartet, wenn der wenigstens eine elektroakustische Wandler 26, 29, 30 bestimmungsgemäß mit diskreten Frequenzen beaufschlagt wird, die einer Grundschwingung oder einem Vielfachen der Schwingungsfrequenz eines der Resonatoren 15 - 22 entspricht. Der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 kann dagegen mit beliebigen Audiosignalen beaufschlagt werden, die zumindest abschnittsweise ein kontinuierliches oder quasikontinuierliches Frequenzspektrum aufweisen, wie beispielsweise Sprache, Musik, Geräusche und dergleichen. Bei den in den Figuren 1 - 3 gezeigten Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10 sind als Audiosignalquellen das CD-Gerät 46, das Bandgerät 47, der Rundfunkempfänger 48 und/oder das Mikrofon 49 als Beispiele für beliebige Audiosignalquellen gezeigt.

[0054] Der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 enthält wenigstens zwei Resonatortruppen 11 - 13, die sich durch die Bauart der Resonatoren 15 - 22 unterscheiden.

[0055] Die erste Resonatorgruppe 11 ist beispielsweise für die Abstrahlung des Tieftonbereichs optimiert. Der erste, zweite, dritte und vierte Resonator 15 - 18 sind vorzugsweise als Hohlraumresonatoren, beispielsweise als Röhren realisiert. An ihrem oberen Ende können die Hohlraumresonatoren entweder offen oder geschlossen sein. Die Länge der Resonatoren 15 - 18 hängt von der tiefsten wiederzugebenden Frequenz ab. Die Wellenlängen zwischen den Frequenzen 20 Hz und 100 Hz betragen etwa 17 m bis 3,5 m. Die Länge der Resonatoren 15 - 18 im Tieftonbereich kann durch konstruktive Maßnahmen wie beispielsweise eine U-förmige Biegung auf handhabbare Maße beispielsweise für einen Transport des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10 verringert werden. Für die Wiedergabe insbesondere für den Tieftonbereich kann die erste Resonatorgruppe 11 beispielsweise auf einen Frequenzbereich von 16 Hz bis 200 Hz ausgelegt werden.

[0056] Die Luftsäulen in den Resonatoren 15 - 18, die mit dem Luftverteiler 25 in Verbindung stehen, werden mit dem ersten elektroakustischen Wandler 26, beispielsweise einem Membranlautsprecher, in Schwingungen versetzt. Gegebenenfalls kann für jeden einzelnen Resonator 15 - 18 ein separater elektroakustischer Wandler vorgesehen sein, sodass der Luftverteiler 25 entfällt. Die Abstrahlung der Schallwellen erfolgt hauptsächlich über die Oberfläche der Resonatoren 15 - 18. Die Arbeitsweise der ersten Resonatorgruppe 11 kann im Detail aus dem im Stand der Technik genannten Gebrauchsmuster GM-U 79 17 378 entnommen werden, auf das vollinhaltlich Bezug genommen wird und zur Offenbarung der vorliegenden Anmeldung mit herangezogen werden soll.

[0057] Die vorzugsweise als Hohlraumresonatoren, beispielsweise als Röhren realisierten Resonatoren 15 - 18 der ersten Resonatorgruppe 11 werden vorzugsweise aus Kunststoff, beispielsweise PVC, hergestellt. Die Schallabstrahlung und insbesondere das resonierende Luftvolumen kann mit der Wandstärke der Hohlraumresonatoren und insbesondere mit dem Innendurchmesser variiert werden. Damit kann auch die Güte der Resonatoren 15 - 18 beeinflusst werden, sodass auch bei einer Anregung außerhalb der Resonanzfrequenzen der Resonatoren 15 - 18 eine Schwingung der Luftsäule auftreten und der Schall abgestrahlt werden kann. Die Vorgänge entsprechen bis auf die fehlende direkte Schallabstrahlung von den elektroakustischen Wandlern 26, 29, 30 wenigstens näherungsweise denen, die bei Transmissionline-Gehäusen auftreten, welche bereits im eingangs genannten Stand der Technik beschrieben wurden.

[0058] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht die Anordnung von wenigstens einem Trennelement 85a, 85b zwischen zwei Resonatoren 15 - 18 vor. Das Trennelement 85a, 85b ist zur akustischen Entkopplung zwischen einzelnen Resonatoren 15 - 18 vorgesehen. Die Entkopplung minimiert ein Übergreifen von Luftströmungen zwischen den Resonatoren 15 - 18. Im gezeigten Ausführungs-

beispiel sind Trennelemente 85a, 85b zwischen dem ersten und zweiten Resonator 15, 16 sowie zwischen den zweiten und dritten Resonator 16, 17 angeordnet. Prinzipiell können zwischen sämtlichen benachbarten Resonatoren 15 - 18 Trennelemente 85a, 85b angeordnet sein. Die Trennelemente 85a, 85b können aus verschiedenen Materialien hergestellt sein, wobei schalldämmende Materialien zu bevorzugen sind.

[0059] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht die Anordnung des Audiospiegels 81 vor dem elektroakustischen Wandler 26 vor. Der Audiospiegel 81 kann mittels der Audiospiegel-Halterung 82 beispielsweise am Träger 80 des elektroakustischen Wandlers 26 befestigt sein. Der Abstand des Audiospiegels 81 vor dem elektroakustischen Wandler 26 kann mit der Audiospiegel-Halterung 82 auf einen bestimmten Wert gezielt vorgegeben werden, der vorzugsweise experimentell ermittelt wird.

[0060] Die Fläche des Audiospiegels 81 ist vorzugsweise der schallabstrahlenden Fläche des elektroakustischen Wandlers 26 angepasst. Die Fläche kann daher beispielsweise kreisförmig oder oval sein. Der Audiospiegel 81 ist außen herum offen gehalten, um eine Luftströmung zu ermöglichen.

[0061] Der Audiospiegel 81 kann aus verschiedenen Materialien hergestellt sein. Geeignet sind insbesondere Kunststoff, Holz, Metall oder Porzellan.

[0062] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht die Umluftöffnung 84 im Luftverteilerkasten 25 vor, welche den Wirkungsgrad erhöht. Die Umluftöffnung 84 kann dadurch bereitgestellt werden, dass der Luftverteilerkasten 25 mit Füßen auf den Boden gestellt wird. Die Füße ermöglichen die gezielte Vorgabe des Abstands vom Boden und legen damit die Öffnungsmaße der Umluftöffnung 84 fest. Vorzugsweise beträgt die Öffnung mindestens 1 cm und liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 1 cm und 2 cm.

[0063] Der Luftverteilerkasten 25 kann mit der Bodenplatte 83 nach unten abgeschlossen werden. Die Fläche der Bodenplatte 83 erstreckt sich vorzugsweise über die gesamte untere Fläche des Luftverteilerkastens 25.

[0064] Die Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10 mit dem Audiospiegel 81 und/oder der Bodenplatte 83 und/oder dem wenigstens einen Trennelement 85a, 85b und/oder der Umluftöffnung 84 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel nur bei der ersten Resonatorgruppe 11 gezeigt. Selbstverständlich können eine oder mehrere dieser Ausgestaltungen bei sämtlichen Resonatorgruppen 11, 12, 13 vorgesehen sein.

[0065] Bei der Festlegung der Anzahl der unterschiedlichen Resonatoren 15 - 22 ist zu berücksichtigen, dass die Resonatoren 15 - 22 nicht nur auf der Grund-Resonanzfrequenz, dem Grundton resonieren, sondern auch auf ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz, also auch auf allen höheren Oktaven. Ebenso werden sämtliche Aliquoten in Resonanz versetzt. Es ist daher denkbar, beispielsweise mit nur zwölf Resonatoren 15 - 22, entsprechend den Halbtönen der tiefsten wiederzugebenden Oktave auszukommen. In der Praxis werden

zweckmäßigerweise mehr Resonatoren 15 - 22 eingesetzt, um die Frequenzen mehrerer Oktaven mit separaten Resonatoren 15 - 22 wiederzugeben. Vorgesehen sein können die Ganztonschritte jeder Oktave. Vorzugsweise werden die Halbtonschritte jede Oktave mit separaten Resonatoren 15 - 22 berücksichtigt.

[0066] Vorzugsweise ist die wenigstens eine weitere Resonatorgruppe 12, 13 auf den Mitteltonbereich und/oder Hochtonbereich des wiederzugebenden Schallspektrums abgestimmt. Insbesondere unterscheiden sich die Resonatorgruppen 11, 12, 13 durch die Bauart der Resonatoren 15 - 22.

[0067] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die zweite Resonatorgruppe 12 mit dem fünften Resonator 19 beispielsweise als Orgelpfeife realisiert, deren Pfeifenhals im Pfeifenstock 27 gelagert ist, der die Öffnung 28 zum zweiten elektroakustischen Wandler 29 aufweist. Die Orgelpfeife ist als Labialpfeife realisiert, die mit dem Aufschnitt 31 versehen ist, der vom Unterlabium 32 und vom Oberlabium 33 begrenzt wird. Die Orgelpfeife weist einen für Schallwellen durchgängigen offenen kernlosen Innendurchmesser auf. Weitere Einzelheiten betreffend die Orgelpfeife können dem eingangs genannten Stand der Technik gemäß DE 195 06 909 C2 entnommen werden. Die Orgelpfeife 19 ist vorzugsweise aus Metall oder Holz hergestellt.

[0068] Anstelle der Orgelpfeifen können auch andere Metallröhren eingesetzt werden, die gegebenenfalls einen Aufschnitt aufweisen. Die Metallröhren oder Orgelpfeifen können aus unterschiedlichen Legierungen hergestellt sein und. Die Legierungen können im Hinblick auf eine gezielte Herausbildung einer Verstärkung von Obertönen und/oder deren Verteilung ausgewählt werden.

[0069] Der Unterschied zwischen der zweiten und dritten Resonatorgruppe 12, 13 liegt lediglich in der unterschiedlichen Anregung der Luftsäule der Resonatoren 19 - 22. Während in der zweiten Resonatorgruppe 12 jedem Resonator 19 ein separater elektroakustischer Wandler 29, beispielsweise einem Membranlautsprecher, zugeordnet ist, wird in der dritten Resonatorgruppe 13 mehreren Resonatoren 20 - 22 jeweils ein elektroakustischer Wandler 30, ebenfalls beispielsweise ein Membranlautsprecher, zugeordnet. Die Arbeitsweise der zweiten und dritten Resonatorgruppe 12, 13 kann, wie bereits erwähnt, im Detail aus der im Stand der Technik genannten DE 195 06 909 C2 entnommen werden, auf die vollinhaltlich Bezug genommen wird und zur Offenbarung der vorliegenden Anmeldung mit herangezogen werden soll.

[0070] Für die wenigstens zwei unterschiedlichen, sich durch die Bauart der Resonatoren 15 - 22 unterscheidenden Resonatorgruppen 11 - 13 im erfindungsgemäßen Lautsprecher 10 werden anstelle nur eines elektroakustischen Wandlers 26, 29, 30 zweckmäßigerweise mindestens eine der Anzahl der Resonatorgruppen 11 - 13 entsprechende Anzahl von elektroakustischen Wandlern 26, 29, 30 vorgesehen. Aufgrund der Eigenschaften der

elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 werden die elektronischen Filter 40 - 42; 63 - 65 vorgesehen, die lediglich diejenigen Frequenzanteile des Audiosignals an den elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 weiterleiten, für die der elektroakustische Wandler 26, 29, 30 optimiert ist.

[0071] Das erste elektronische Filter 40 ist beispielsweise als Tiefpassfilter realisiert, das nur die im Tieftonbereich liegenden Audiofrequenzen passieren lässt. Das zweite elektronische Filter 41 ist beispielsweise als Bandpassfilter realisiert, das lediglich den Mitteltonbereich passieren lässt. Das dritte elektronische Filter 42 ist beispielsweise als Hochpassfilter realisiert, das lediglich den Hochtonbereich passieren lässt. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10 sind die elektronischen Filter 40 - 42 unmittelbar mit dem elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 verbindbar. Die elektronischen Filter 40 - 42 werden mit dem von der ersten Audioendstufe 45 bereitgestellten Leistungssignal beaufschlagt. Das erste, zweite und dritte elektronische Filter 40 - 42 wird jeweils als Frequenzweiche bezeichnet und kann handelsüblich mit vorgegebenen Trennfrequenzen erhalten werden.

[0072] Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel werden die elektronischen Filter 40 - 42 vorzugsweise innerhalb des Lautsprechergehäuses 43 angeordnet, das den gesamten Lautsprecher 10 aufnimmt. Der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 benötigt im einfachsten Fall lediglich den ersten Anschluss 44, der vorzugsweise im Lautsprechergehäuse 43 angeordnet ist.

[0073] Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel wird der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 von mehr als einer Audioendstufe 63 - 65 versorgt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die zweite, dritte und vierte Audioendstufe 63 - 65 vorgesehen, die mit dem ersten, zweiten und dritten elektroakustischen Wandler 26, 29, 30 der ersten, zweiten und dritten Resonatorgruppe 11 - 13 verbindbar sind. Die Verbindungen werden über den zweiten, dritten und vierten Anschluss 60 - 62 hergestellt, wobei die Anschlüsse 60 - 62 vorzugsweise im Lautsprechergehäuse 43 angeordnet sind.

[0074] Prinzipiell ist es auch bei diesem Ausführungsbeispiel möglich, das vierte, fünfte und sechste elektronische Filter 66 - 68 nach der zweiten, dritten und vierten Audioendstufe 63 - 65 anzuordnen. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind bei diesem Ausführungsbeispiel das vierte, fünfte und sechste elektronische Filter 66 - 68 vor der zweiten, dritten und vierten Audioendstufe 63 - 65 angeordnet. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass das vierte, fünfte und sechste elektronische Filter 66 - 68 jeweils im Kleinsignalbereich liegt, sodass erheblich mehr Möglichkeiten zur Realisierung des vierten, fünften und sechsten elektronischen Filters 66 - 68 gegeben sind. Das vierte, fünfte und sechste elektronische Filter 66 - 68 wird jeweils vom Vorverstärker 69 angesteuert, der beispielsweise eine Auswahlhaltung für die unterschiedlichen Audiosignalquellen 46 - 49 und/oder wenigstens eine Vorverstärkerschaltung und/oder Mittel zur Beeinflussung des Klangs enthält.

[0075] Bei dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die in Figur 2 gezeigten Audioendstufen 63 - 65 sowie die elektronischen Filter 66 - 68 innerhalb des Lautsprechergehäuses 43 angeordnet. Das Ausführungsbeispiel realisiert damit ein aktives Lautsprecherkonzept, bei welchem der erfindungsgemäße Lautsprecher 10 über die fünfte Verbindung 70 angeschlossen wird. Mit der fünften Verbindung 70 kann beispielsweise der in Figur 2 gezeigte Vorverstärker 69 verbunden werden.

[0076] In Figur 3 ist darüber hinaus eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lautsprechers 10 gezeigt, die bei sämtlichen Ausführungsbeispielen vorgesehen sein kann. An der dritten Audioendstufe 65 ist neben dem dritten elektroakustischen Wandler 30 das wenigstens eine Hochtון-Lautsprecherchassis 71 angeschlossen, das insbesondere für die Wiedergabe des Hochtוןbereichs optimiert ist. Besonders vorteilhaft ist die Realisierung des Hochtון-Lautsprecherchassis 71 als Hochtון-Kalotte 90. Insbesondere Hochtון-Kalotten 90 können Beigeräusche verursachen, die im vorliegenden Fall erwünscht sein können. Die Geräusche können beispielsweise einem leichten Wind oder stimmlich leichtem Pusten/Atmen entsprechen. Das wenigstens eine Hochtון-Lautsprecherchassis 71 ist vorzugsweise innerhalb des Lautsprechergehäuses 43 angeordnet.

[0077] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Anordnung des Hochtון-Audiospiegels 91 vor dem Hochtון-Lautsprecherchassis 71 vorgesehen. Der Hochtון-Audiospiegel 91 kann in analoger Weise zum Audiospiegel 81 mit einer nicht näher gezeigten Audiospiegel-Halterung befestigt sein, welche wieder die gezielte Vorgabe des Abstands des Hochtון-Audiospiegels 91 vom Hochtון-Lautsprecherchassis 71, beispielsweise der Hochtון-Kalotte 90, ermöglicht. Der Abstand wird wieder vorzugsweise experimentell ermittelt, wobei der Mindestabstand vorzugsweise 0,5 cm beträgt.

[0078] Die Fläche des Hochtון-Audiospiegels 81 ist vorzugsweise der schallabstrahlenden Fläche des Hochtון-Lautsprecherchassis 71 angepasst. Der Ausgestaltung der Fläche kommt bei dem Hochtון-Audiospiegel 91 eine größere Bedeutung als der Ausgestaltung des Audiospiegels 81 zu, da der Hochtון-Audiospiegel 91 gegebenenfalls sichtbar ist. Die Fläche kann insbesondere kreisförmig sein. Der Hochtון-Audiospiegel 91 kann wieder aus verschiedenen Materialien hergestellt sein. Geeignet sind wieder insbesondere Kunststoff, Holz, Metall oder Porzellan.

[0079] Das wenigstens eine Hochtון-Lautsprecherchassis 71 wird vorzugsweise nur oberhalb einer vorgegebenen Frequenz mit Audiosignalen beaufschlagt, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel die Trennfrequenz durch das dritte elektronische Filter 68 gegeben ist. Die Trennfrequenz liegt beispielsweise bei 6 kHz. Gegebenenfalls ist für das wenigstens eine Hochtון-Lautsprecherchassis 71 wenigstens eine nicht näher gezeigte separate Audioendstufe sowie vorzugsweise wenigstens ein nicht näher gezeigtes elektronisches Fil-

ter vorgesehen.

Patentansprüche

1. Lautsprecher, der wenigstens einen elektroakustischen Wandler enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lautsprecher (10) Resonatoren (15 - 22) zur Abstrahlung der vom elektroakustischen Wandler erzeugten Schallwellen enthält und dass die Resonatoren (15 - 22) auf wenigstens zwei verschiedene Resonatorgruppen (11 - 13) aufgeteilt sind, die sich durch die Bauart der Resonatoren (15 - 22) unterscheiden.
2. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatoren (15 - 22) auf unterschiedliche, im gesamten Audiofrequenzbereich liegenden Resonanzfrequenzen abgestimmt sind.
3. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatoren (15 - 22) als Hohlraumresonatoren ausgestaltet sind.
4. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatoren (15 - 18) der ersten Resonatorgruppe (11) als Röhren ausgebildet sind.
5. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatoren (19 - 22) der wenigstens einen weiteren Resonatorgruppe (12, 13) als Orgelpfeifen realisiert sind, die als Labialpfeifen mit einem für Schallwellen durchgängigen offenen kernlosen Innendurchmesser ausgebildet sind.
6. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Resonatorgruppen (11 - 13) auf unterschiedliche Frequenzbereiche der abzustrahlenden Schallwellen abgestimmt sind.
7. Lautsprecher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die zur Abstrahlung des Tieftonbereichs vorgesehenen Resonatoren (15 - 18) aus Kunststoff hergestellt sind.
8. Lautsprecher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die zur Abstrahlung des oberhalb des Tieftonbereichs liegenden Frequenzspektrums vorgesehenen Resonatoren (19 - 22) aus Metall oder Holz hergestellt sind.
9. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Resonator (15 - 22) oder wenigstens jeder Resonatorgruppe (11 - 13) ein elektroakustischer Wandler (26, 29, 30) zugeordnet ist.
10. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, dass** mehrere elektroakustische Wandler (26, 29, 30) vorgesehen sind und dass jedem elektroakustischen Wandler (26, 29, 30) ein vorgegebener Frequenzbereich zugeordnet ist.
11. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem elektroakustischen Wandler (26, 29, 30) ein Akustikspiegel (81, 91) angeordnet ist.
12. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen wenigstens zwei Resonatoren (15 - 22) ein Trennelement (85a, 85b) zur akustischen Entkopplung angeordnet ist.
13. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektroakustischen Wandler (26, 29, 30) in einem Luftverteilerkasten (25) angeordnet ist und dass zwischen dem Luftverteilerkasten (20) und dem Boden eine Umluftöffnung (84) vorgesehen ist.
14. Lautsprecher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umluftöffnung (84) eine Öffnung von mindestens 1 cm aufweist.
15. Lautsprecher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung der Umluftöffnung (84) in einem Bereich von 1 cm bis 2 cm liegt.
16. Lautsprecher nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden als Bodenplatte (83) ausgebildet ist.
17. Lautsprecher nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Bodenplatte (83) über die gesamte Grundfläche des Luftverteilerkastens (25) erstreckt.
18. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Resonatoren (15 - 22) wenigstens gleich der Anzahl von Ganztonschritten oder Halbtonschritten einer vorgegebenen Anzahl von Oktaven entspricht.
19. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine elektroakustische Wandler (26, 29, 30) sowie die Resonatoren (15 - 22) in einem Lautsprechergehäuse (43) angeordnet sind.
20. Lautsprecher nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine elektroakustische Wandler (26, 29, 30) jeder Resonatorgruppe (11 - 13) mit einem elektronischen Filter (40 - 42; 66 - 68) verbindbar ist, dessen Durchlassfrequenzbereich auf den von der Resonatorgruppe (11 - 13) abzustrahlenden Frequenzbereich abgestimmt ist.
21. Lautsprecher nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronischen Filter (40 - 42) im Lautsprechergehäuse (43) angeordnet sind.
22. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Resonatorgruppen (11 - 13) zum Verbinden mit mehreren Audioendstufen (63 - 65) verdrahtet sind.
23. Lautsprecher nach Anspruch 20 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronischen Filter (66 - 68) jeweils vor den Audioendstufen (63 - 65) angeordnet sind.
24. Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Hochtון-Lautsprecherchassis (71) zur Hochtוןwiedergabe vorgesehen ist.
25. Lautsprecher nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtון-Lautsprecherchassis (71) als Hochtון-Kalotte (90) ausgebildet ist.
26. Lautsprecher nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Hochtון-Lautsprecherchassis (71) ein Hochtון-Akustikspiegel (91) angeordnet ist.
27. Lautsprecher nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand des Hochtון-Akustikspiegels (91) vom Hochtון-Lautsprecherchassis (71) mindestens 0,5 cm beträgt.
28. Lautsprecher nach Anspruch 11 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Audiospiegel (81)/Hochtון-Audiospiegel (91) kreisförmig ist.
29. Lautsprecher nach Anspruch 11 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Audiospiegel (81)/Hochtון-Audiospiegel (91) aus Kunststoff hergestellt ist.

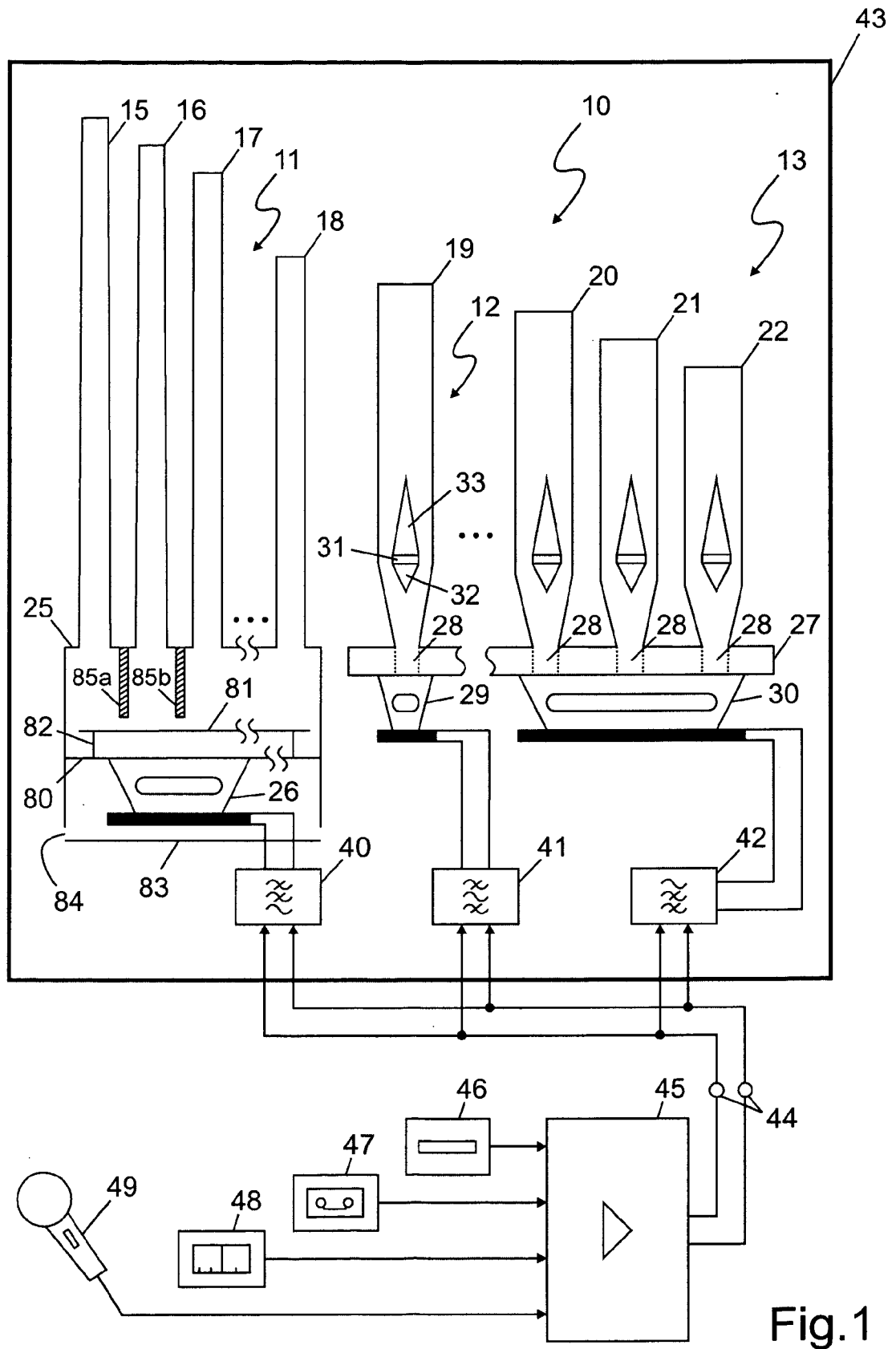


Fig.1

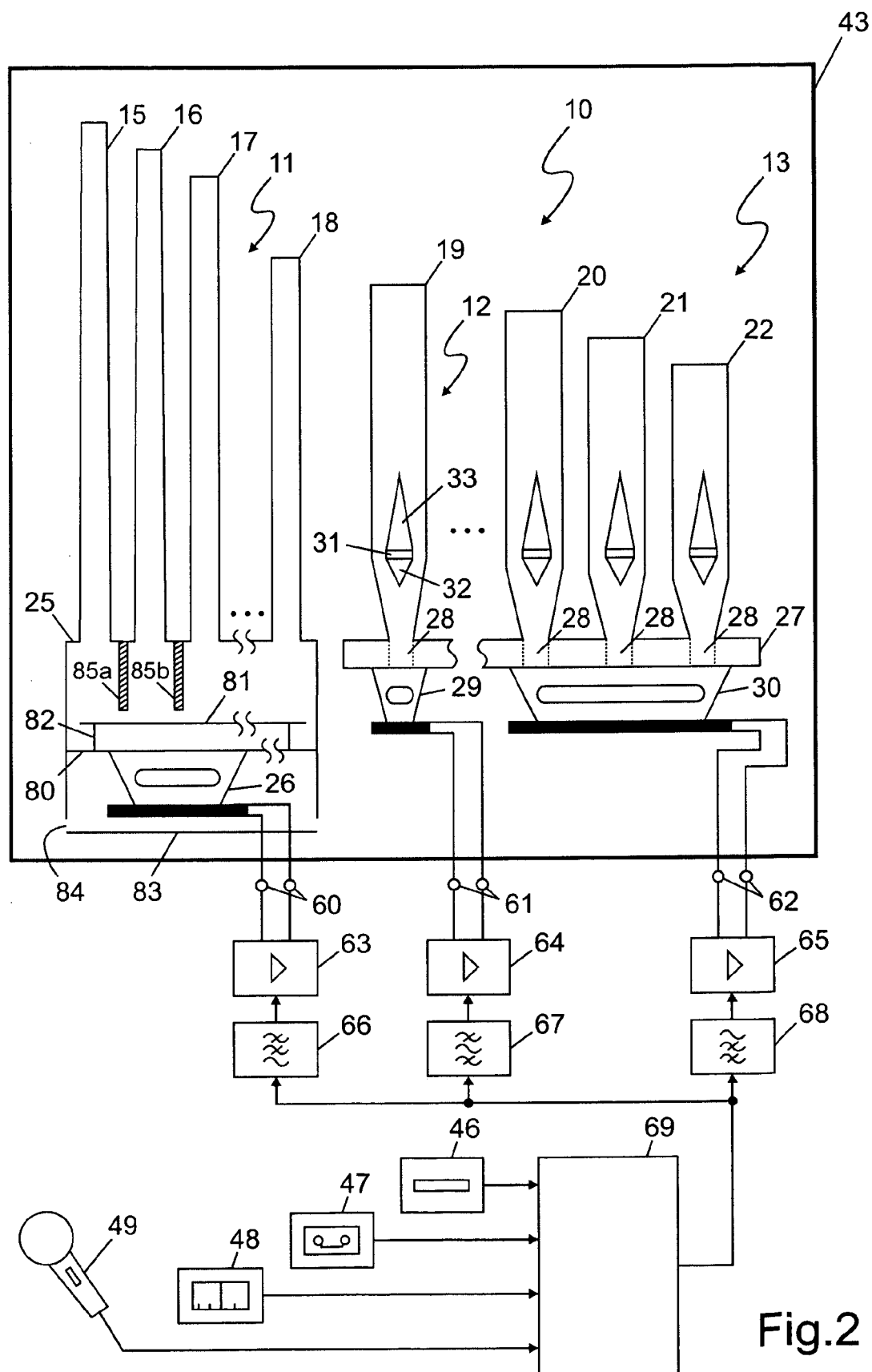


Fig.2

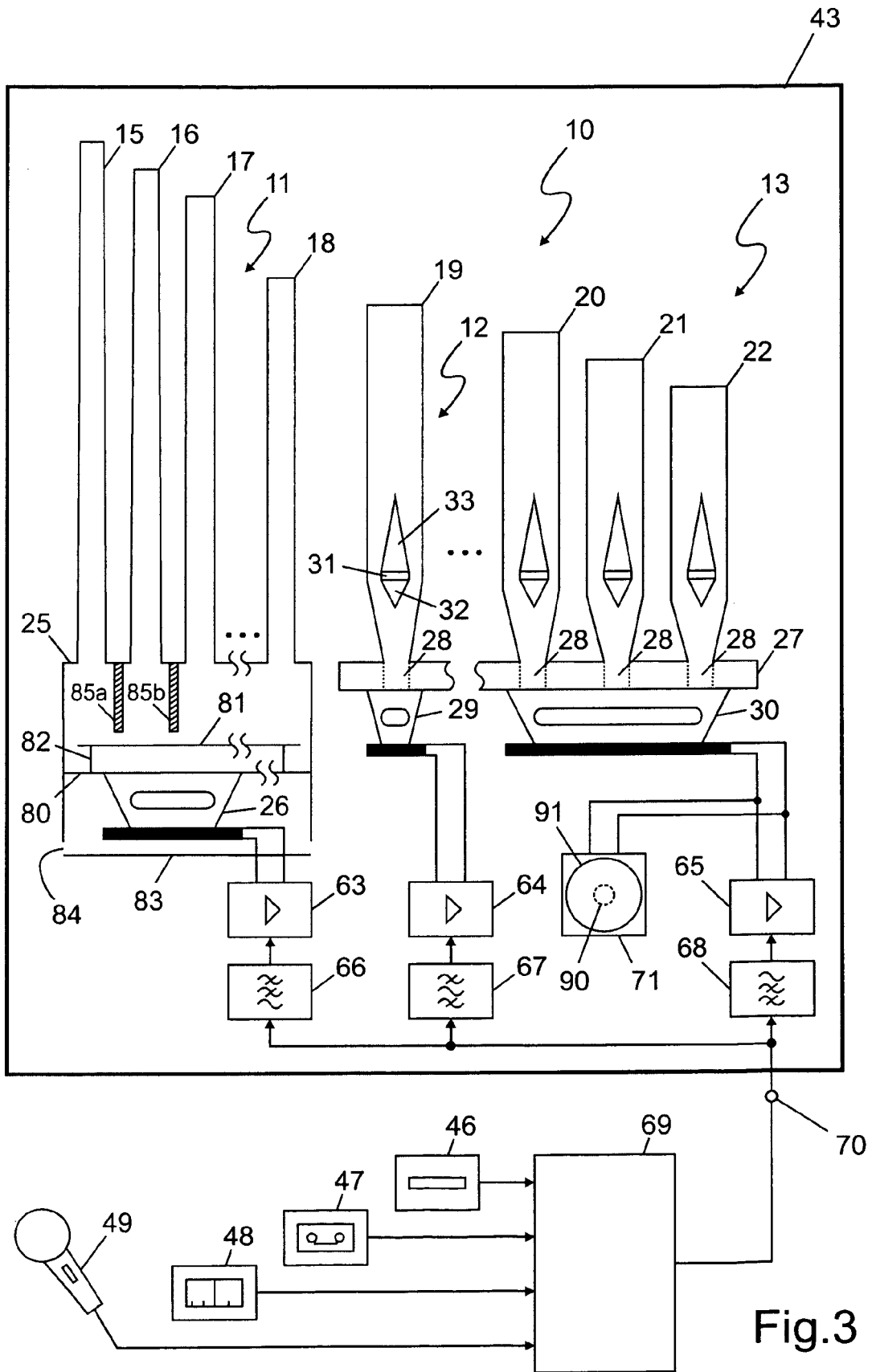


Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 7917378 U [0002] [0003]
- DE 19506909 C2 [0003] [0021] [0067] [0069]
- DE 9005642 [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **BERND STARK.** Lautsprecher Handbuch. Richard Pflaum Verlag, 1988 [0005]