



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 120 994 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.08.2001 Patentblatt 2001/31

(51) Int Cl.7: **H04R 1/40, H04R 7/06**

(21) Anmeldenummer: **00124962.2**

(22) Anmeldetag: **16.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Krump, Gerhard, Dr.**
94374 Schwarzach (DE)
- **Regl, Hans-Jürgen**
93049 Regensburg (DE)
- **Ziganki, Andreas**
40822 Mettmann (DE)

(30) Priorität: **14.01.2000 DE 10001410**

(71) Anmelder: **Harman Audio Electronic Systems
GmbH**
94315 Straubing (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner**
Mozartstrasse 8
80336 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Bachmann, Wolfgang, Dr.**
41516 Grevenbroich (DE)

(54) Flachlautsprecheranordnung

(57) Es wird eine Flachlautsprecheranordnung mit mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern vorgestellt, die nahtlos aneinandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlautsprecher eine starre, scherfeste Kantenverbindung zu den jeweils benachbarten Plattenlautsprechern haben und die von einer gegebenen tragfähigen Wand gehalten werden.

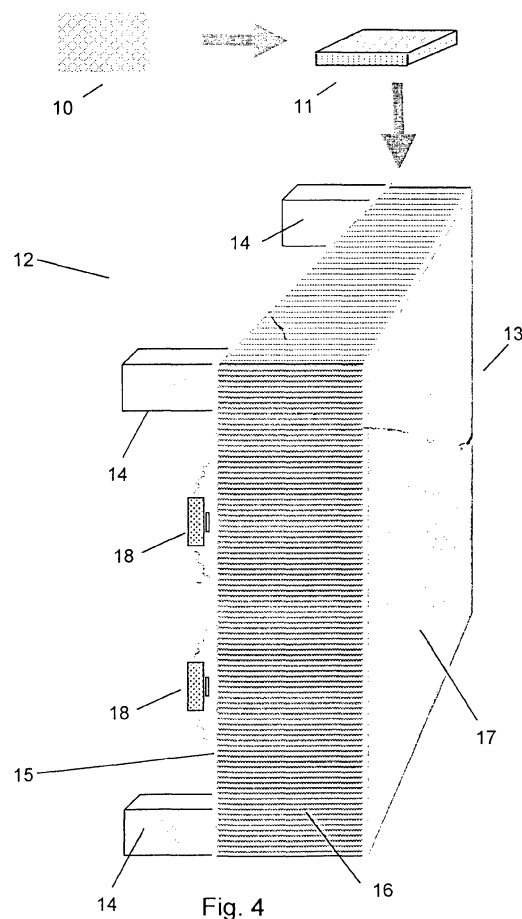


Fig. 4

EP 1 120 994 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Flachlautsprecheranordnung.

[0002] Plattenlautsprecher bestehen im Wesentlichen aus einer plattenförmigen Membrane (Klangplatte), einem Antriebssystem (Treiber) und einer Halterung. Die plattenförmige Membran sollte dabei besonders leicht und besonders biegesteif sein. Das Antriebssystem des Plattenlautsprechers besteht in der Regel aus einem oder mehreren elektromechanischen (piezoelektrischen oder vorzugsweise elektrodynamischen) Wandlern. Die Halterung dient dazu, das Gewicht der plattenförmigen Membran und des Antriebssystems an eine feste Stütze zu übertragen, ohne dabei die gewünschte Membranbewegung zu behindern.

[0003] Plattenlautsprecher konventioneller Bauart (Planare) werden unterresonant betrieben, das heißt, durch konstruktive Maßnahmen wird versucht, die Platte im Frequenzbereich unterhalb der ersten Biegeschwingungsresonanz zu betreiben. Dieses vom konventionellen Konuslautsprecher her bekannte Prinzip wird als Kolbenlautsprecher bezeichnet. Im Falle eines Planars (Starrplattenlautsprecher) werden also wie beim Kolbenlautsprecher Biegeschwingungen (mit hohem konstruktiven Aufwand) verhindert.

[0004] Plattenlautsprecher neuester Bauart werden dagegen resonant betrieben, das heißt, durch konstruktive Maßnahmen wird ausdrücklich gefördert, dass die Platte im Betriebsfrequenzbereich in Biegeschwingungsresonanzen gerät. Dieses Lautsprecherprinzip wird als Multiresonanz-Plattenlautsprecher bezeichnet. Die manchmal in diesem Zusammenhang benutzte Bezeichnung "Biegewellenlautsprecher" ist vieldeutig insofern, als sie sich sowohl auf Multiresonanz-Plattenlautsprecher als auch auf die mit Biegewellen arbeitenden, nicht-resonanten Absorberplatten beziehen könnte. Die bekannten Multiresonanz-Lautsprecher sind durchweg plattenförmige, direktstrahlende, auch ohne Gehäuse verwendbare Lautsprecher, die beispielsweise als Deckenlautsprecher in untergehängte Gebäudedecken eingebaut werden oder nach Art eines Plakatständers mit Fußteil freistehend betrieben werden.

[0005] Wird ein gehäuseloser Multiresonanz-Plattenlautsprecher in die Nähe einer schallreflektierenden Wand (Abstand geringer als Plattendiagonale, Ausrichtung planparallel) gebracht, so beobachtet man einen generellen Leistungsabfall bei tiefen Tönen (Wand-Effekt). Ein Lösungsansatz für den "Wand-Effekt" besteht darin, den Multiresonanz-Plattenlautsprecher mit einem rückwärtig angeordneten Flachgehäuse abzuschirmen. Der Lösungsansatz eignet sich jedoch nur für kleine, handliche Platten, wobei eine eingeschränkte Bandbreite auftritt.

[0006] Große Flachlautsprecher haben theoretisch folgende Vorteile: Es wird eine sehr tiefe untere Grenzfrequenz durch Selbstabschattung erreicht, wobei als zusätzlicher Vorteil auch die untersten Plattenresonanzen

verhältnismäßig tief liegen. Des Weiteren haben große Flachlautsprecher eine hohe Empfindlichkeit durch die große Membranfläche, da die abgestrahlte Leistung proportional zur Membranfläche und proportional zum Quadrat der mittleren, effektiven Schnelle auf der Membran ist. Weiterhin treten relativ geringe nicht-lineare Verzerrungen aufgrund der geringen Auslenkung der Treiber auf. Aufgrund der großen Fläche kann bei gleicher abgegebener akustischer Leistung das Schnelle-Quadrat entsprechen geringer ausfallen. Schließlich kann eine relativ hohe Maximalleistung aufgrund der großen Fläche abgegeben werden.

[0007] Dem gegenüber haben die anderen großen Flachlautsprecher (Planare, Elektrostaten und Magnetostaten) alle das gravierende Bündelungsproblem: Der Raumwinkel verengt sich im Hochtongbereich auf das Quadrat des Verhältnisses von Wellenlänge und Membrandiagonale. So müsste beispielsweise bei fünf Meter Hörabstand das Ohr des Zuhörers auf fünf Zentimeter genau auf der Mittelsenkrechten der Platten positioniert werden. Dies ist in der Praxis jedoch nur selten einzuhalten. Bei großen Elektrostaten (Flachlautsprecher mit weicher Membran) kommt der große Aufwand für leistungsstarke Hochspannungselektronik hinzu. Bei großen Magnetostaten (ebenfalls Flachlautsprecher mit weicher Membran) wirken sich zusätzlich der Aufwand für teure große Fachmagnet-Treiber und deren großes Gewicht nachteilig aus. Bei großen Planaren (Flachlautsprecher mit starrer Membran) besteht das Problem der radikalen Einschränkung des Betriebsfrequenzbandes: Die erste Biegewellenresonanzfrequenz als maßgebliche Frequenzgrenze fällt quadratisch mit der Plattendiagonalen ab.

[0008] Von den vier in Frage kommenden Prinzipien für große Flachlautsprecher (Planar, Elektrost, Magnetostat, Multiresonanz-Plattenlautsprecher) bieten die Multiresonanz-Plattenlautsprecher alle genannten Vorteile der großen Flachlautsprecher (Grenzfrequenz, Empfindlichkeit, Verzerrung, Leistungsreserve) ohne die genannten Nachteile (Bündelungseffekt, Hochspannungsbedarf, teure Flachmagnettreiber, eingeschränktes Betriebsfrequenzband) aufzuweisen. Jedoch haben Multiresonanz-Plattenlautsprecher, wie generell alle großen Flachlautsprecher, das Problem einer geeigneten Halterung. Frei aufgestellte große Wände jeglicher Art, benötigen aufwendige Stütz- und Sicherungskonstruktionen. Das führt dazu, dass bisher nur kleine bis mittlere Multiresonanz-Flachlautsprecher realisiert werden, die dann jedoch nicht mehr alle Vorteile bzw. die Vorteile nur in eingeschränktem Umfang bieten.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flachlautsprecheranordnung anzugeben, die diese Nachteile nicht aufweist.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Flachlautsprecheranordnung gemäß Patentanspruch 1. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0011] Die erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung nutzt die beim Anwender schon vorhandenen, tragfähigen Stützstrukturen (beispielsweise Gebäudewände) als Halterung, so dass auch mit geringem Materialaufwand Großlautsprecher verwirklicht werden können. Dabei wird vorteilhafterweise keine schwer zu beherrschende, einzelne und daher großflächige Klangplatte verwendet, sondern einzelne Plattenlautsprecher, die etwa wie "Fliesen" einfach auf die Gebäudewand aufgebracht werden. Das angenehme Klangbild der Multiresonanzlautsprecher beruht dabei hauptsächlich auf einem Biegewellenbetrieb oberhalb der Koezidenzfrequenz. Dies wird beispielsweise mit einer nur am Rand fixierten, freitragenden Klangplatte (zum Beispiel Sandwichplatte) erreicht. Die erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, dass kein "Wand-Effekt" auftritt, dass sie wenig Aufwand erfordert und dass sie über die gesamte HiFi-Bandbreite betrieben werden kann, also sowohl im tieffrequenten Kolbenbetrieb als auch im hochfrequenten echten Biegewellenabstrahlbetrieb.

[0012] Erreicht wird dies durch eine Flachlautsprecheranordnung mit mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern, die nahtlos aneinandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlautsprecher (nach der Installation an einer vorgegebenen, tragfähigen Montagefläche) eine starre, scherfeste Kanten-Verbindung zu den jeweils benachbarten Plattenlautsprechern haben.

[0013] Bevorzugt weisen diese Plattenlautsprecher jeweils einen Treiber zur Schwingungserzeugung, eine Klangplatte und eine Halterung auf und arbeiten hochfrequent im Multiresonanz-Biegewellenbetrieb.

[0014] Besonders günstig sind Klangplatten, die als freitragende, dämpfungsarme Sandwichplatte mit leichtem, scherfesten Kern und einem damit vollflächig verbundenen vorderen und/oder hinterem Deckblatt ausgeführt sind. Sowohl die einzelnen Plattenlautsprecher als auch der ganze, aus den einzelnen Plattenlautsprechern zusammengefügte "Wandbelag" erreichen vor allem durch die Verlegung (Montage) die notwendige mechanische Stabilität.

[0015] Weiterhin kann vorgesehen werden, dass die Rückseiten der Treiber zur Befestigung der Plattenlautsprecher mit der Rückseite der Klangplatte verbunden sind, wobei die Rückseite der Treiber zur Befestigung der Plattenlautsprecher an einer dafür vorgesehenen Fläche, wie zum Beispiel einer Wand, ausgebildet sind. Die Treiber können dabei sowohl elektrodynamisch als auch piezoelektrisch sein und können weiterhin durch Einlassen oder Aufsetzen mit der Klangplattenrückseite verbunden sein.

[0016] Bevorzugt weist die Klangplatte rückseitig eine profilierte, abstandshaltende Struktur (Distanzprofil) auf, welche die Klangplatte freitragend halten kann. Die Rückseite des Distanzprofils kann zur Befestigung an einer dafür vorgesehenen Fläche (zum Beispiel Zimmerwand) ausgebildet sein. Als Distanzprofil können mehrere einzelne Abstandselemente vorgesehen wer-

den oder aber eine vollflächig an der Rückseite der Klangplatte fixierte Matte aus weichem Material (zum Beispiel Schaumstoff) angebracht werden. Bei Verwendung einer Matte als Distanzprofil werden in dieser bevorzugt Aussparungen für den/die Treiber eingebracht. Damit lassen sich auf sehr einfache Weise die einzelnen Plattenlautsprecher an einer dafür vorgesehenen Fläche (zum Beispiel Wand) montieren.

[0017] Des Weiteren kann das Distanzprofil eine umlaufende, hermetisch dichte, an der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anliegende Wulst aufweisen, so dass eine bessere Tieftonwiedergabe erzielt wird.

[0018] Das so erhaltene Resonanzvolumen kann mit einer Ventilationsöffnung versehen werden, wodurch eine noch bessere Tieftonwiedergabe erzielt wird. Bevorzugt wird die Ventilationsöffnung dabei als Bassreflex-Tubus ausgeführt. Der Bassreflex-Tubus kann auch als schwimmender Tubus in der Klangplatte selbst angeordnet werden, so dass der Bassreflex-Tubus nicht durch die seitliche Kante des Distanzprofils geführt werden muss, sondern eine frontale Ventilation erzielt wird. Bevorzugt wird dabei ein schwimmender Tubus in einem Durchbruch der Klangplatte fest verankert, wobei beispielsweise der Durchbruch in der Klangplatte zwar vorgestanzt, aber noch verschlossen präpariert ist. Damit hat der Anwender die Möglichkeit, zwischen einem Betrieb mit oder ohne Tubus zu wählen.

[0019] Eine alternative Befestigung des Bassreflex-Tubus sieht vor, diesen mittels eines rückseitigen Montageflansches an der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anzubringen, wobei eine oder mehrere Öffnungen die Verbindung zum eingeschlossenen Luftvolumen sicherstellen. Der Durchbruch der Klangplatte muss größer sein als der Tubusdurchmesser, so dass bei eingestecktem Tubus ein Ringspalt frei bleibt. Dieser muss vorzugsweise luftdicht aber schwingungsentkoppelt abgedichtet werden, beispielsweise durch eine dünne Folie, so dass die Biegeschwingungen der Klangplatte nicht behindert werden. Auch hier kann der Durchbruch der Klangplatte vorgestanzt, aber nicht verschlossen werden, so dass der Anwender den Tubus nach Belieben einstecken kann oder nicht.

[0020] Vorzugsweise sind die Plattenlautsprecher als Brückennetzwerk verschaltet. Dabei haben beispielsweise die Plattenlautsprecher die gleiche Impedanz. Das Brückennetzwerk ist nun derart aufgebaut, dass die elektrische Impedanz des Gesamtsystems möglichst im Bereich der handelsüblichen Lautsprecherimpedanzen liegt (beispielsweise 4 bis 8 Ohm).

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung bei einer typischen Anwendung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfin-

- dingungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung bei einer typischen Anwendung,
- Fig. 3 die erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung bei einer Transportanwendung,
- Fig. 4 einen einzelnen Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung,
- Fig. 5 verschiedene Distanzprofile für einen Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung,
- Fig. 6 einen schwimmenden Bassreflex-Tubus bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung und
- Fig. 7 die Verdrahtung einzelner Plattenlautsprecher bei einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung.

[0022] Ein Aspekt erfindungsgemäßer Flachlautsprecher behandelt die Halterung der Plattenlautsprecher durch Ausnutzung der Stabilität vorhandener Flächen wie beispielsweise Gebäudewänden, Zimmerwänden und ähnlichem. Ein anderer Aspekt betrifft jedoch ein logistisches Problem, nämlich wie ein wandgroßer Lautsprecher aus bruchempfindlichem Material bei Produktion, Transport und Montage angemessen gehandhabt werden kann. Die Fig. 1 und 2 zeigen typische Anwendungsfälle bei einem vereinfachten Hörraum 1, wie beispielsweise einem Wohnzimmer, einem Studio, einem Büro, einem Saal oder ähnlichem. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird eine Wand des Hörraums 1 vollständig von einer als Wandstrahlersystem 2 dienenden Flachlautsprecheranordnung bedeckt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 bedeckt ein Wandstrahlersystem 4 nur einen Teil einer Wand. Bei beiden Ausführungsbeispielen sind die Wandstrahlersysteme 2 bzw. 4 in einzelne Wandstrahlerelemente 3 unterteilt, wobei das Wandstrahlersystem 2 aus sechzehn Wandstrahlerelementen 3 und das Wandstrahlersystem 4 aus vier einzelnen Wandstrahlerelementen 3 aufgebaut ist. Nach fertiggestellter Montage der Wandstrahlersysteme 2 und 4 können die Nahtstellen zwischen den einzelnen Wandstrahlerelementen 3 so beschaffen sein, dass sie nicht mehr sichtbar sind.

[0023] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung im Hinblick auf logistische Probleme. Ein komplettes Wandstrahlersystem 5 ist nur schwer transportierbar und auch schwer montierbar. Eine erfindungsgemäße Flachlautsprecheranordnung ist in einzelne Wandstrahlerelemente 3 unterteilt, die beispielsweise zu einem Stapel 8 zusammengestellt werden können 6 oder aneinandergereiht als Wandstrahlerbahnen 9 hergestellt und transportiert werden können 7.

[0024] Fig. 4 zeigt ein Wandstrahlerelement (einer "Fliese" ähnlich) in Draufsicht 10 und perspektivisch 11 ohne nähere Einzelheiten. Detaillierter und perspektivisch vergrößert wird bei Darstellung 12 ein Wandstrahlerelement gezeigt, dass unter anderem aus einer Multiresonanz-Klangplatte 13 und einer Stützvorrichtung 14 (Distanzprofil) besteht. Die Multiresonanz-Klangplatte ist freitragend und dämpfungssarm gehalten (beispielsweise durch eine als Stützfüße ausgebildete Stützvorrichtung 14 an den Ecken der Multiresonanz-Klangplatte 13). Die Multiresonanz-Klangplatte 13 ist aus hartem, fast sprödem Material gefertigt derart, dass insgesamt eine möglichst hohe Biegesteifigkeit bei möglichst geringem Massenbelag erreicht wird. Beim Ausführungsbeispiel sind dazu Hartschaumplatten (mit oder ohne Deckschichten) oder aber Waben-Sandwich-Platten vorgesehen. Bei Waben-Sandwich-Platten mit hinterer Deckschicht 15, Kern 16 und vorderer Deckschicht 17 lassen sich die Materialanforderungen unterteilen in eine möglichst hohe Dehnwellengeschwindigkeit möglichst hohe Dehnwellengeschwindigkeit des Deckschichtmaterials und eine möglichst geringe mittlere Dichte des Kernmaterials in Kombination mit im Mittel möglichst hohem Schubmodul. Zusammen mit dem auf der hinteren Fläche der Multiresonanz-Klangplatte 13 aufgesetzten oder eingelassenen Treibern 18 stellt die gezeigte Anordnung einen kompletten Multiresonanzlautsprecher dar.

[0025] Durch konsequente Ausnutzung der Festigkeit und des ausgeglichenen Raumklimas, das durch die massereichen Montageflächen gefördert wird (beispielsweise Gebäudewand in einem Gebäudeinnenraum) kann der Multiresonanz-Plattenlautsprecher schon mit einfachsten Mitteln und daher kostengünstig hergestellt werden. Dabei können beispielsweise die Deckschichten aus Papier und der Sandwichkern aus offenporigem Hartschaum hergestellt werden. Wesentlich für die Eigenschaften eines derartigen Multiresonanz-Plattenlautsprechers ist dabei das Distanzprofil 14, das zwischen der freitragenden Multiresonanz-Klangplatte 13 und einer in Figur 4 nicht näher dargestellten Wand angeordnet ist. Dieses Bauelement dient als Halterung der freitragenden in Sandwichtechnik ausgeführten Multiresonanz-Klangplatte 13. Die Halterung muss die gewichtsbedingte statische Scherkraft aufnehmen können, ohne die normal zur Wand gerichtete Schwingung der Multiresonanzplatte 13 zu behindern. Das Distanzprofil 14 kann seine so definierte Funktion in vielerlei Gestalt erfüllen. Fig. 5 zeigt dabei einige bevorzugte Ausführungsformen.

[0026] Bei der in Fig. 5a gezeigten Ausführungsform werden feste oder weichelastische Stützen als Abstandshalter verwendet, die an freien Stellen der Multiresonanz-Klangplatte 13 fixiert sind und deren Unterseite zur planparallelen Wandfixierung ausgebildet sind. Dadurch entsteht hinter der angereiht platzierten "Fliesenschicht" aus Multiresonanzklangplatten ein flacher Hohlraum, der am gemeinsamen Rand offen ist und ei-

gene tieffrequente Resonanzen aufweist.

[0027] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5b ist als Distanzprofil 14 eine weiche Schaumstoffmatte 19 mit Ausschnitten für aus der Multiresonanz-Klangplatte 13 rückseitig herausragende Strukturen wie beispielsweise den Treibern 18 vorgesehen. Die Schaumstoffmatte 19 ist mit der Multiresonanz-Klangplatte 13 verklebt und wandseitig für eine Fixierung an einer nicht-gezeigten, zur Befestigung vorgesehenen Wand ausgebildet. Dadurch entsteht hinter der angereicht platzierten "Fliesenschicht" aus Multiresonanz-Klangplatten ein flacher Hohlraum der am gemeinsamen Rand offen ist und der eigene tieffrequente Resonanzen aufweist.

[0028] Bei dem in Fig. 5c gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine Art "Box" vorgesehen. Ein umlaufender Randwulst 20 dient einerseits als Halterung der Multiresonanz-Klangplatte 13 und erzeugt andererseits bei Befestigung des Wandstrahlerelements an einer (in Figur 5 nichtgezeigten Wand) unabhängig vom Vorhandensein weiterer Wandstrahlerelemente einen geschlossenen Resonanzhohlraum.

[0029] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5d geht aus dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5c dadurch hervor, dass in den umlaufenden Randwulst 20 ein seitlicher Bassreflex-Tubus 21 eingebracht ist. Der umlaufende Randwulst 20 dient dabei wiederum einerseits als Halterung der Multiresonanzklangplatte 13 und zum anderen erzeugt er bei Befestigung des Wandstrahlerelements an der Wand einen geschlossenen Resonanzhohlraum, der aber über eine akustisch wirksame Öffnung ventiliert ist. Bei tiefen Frequenzen wird sich jede der Multiresonanz-Klangplatten wie ein Kolbenlautsprecher verhalten, das heißt, alle Oberflächengebiete werden sich gleichphasig bewegen. In diesem Betriebsfall würde ein eingeschlossenes, nicht ventiliertes Luftvolumen eine erhebliche Erhöhung der Rückstellkraft bewirken und damit die Impedanz erhöhen, wodurch die Schall-Leistungsabgabe im Tieftonbereich behindert wird. Zur Ventilation kommen außer einem Bassreflex-Tubus auch ein entsprechend ausgebildetes Horn oder eine Transmission-Line in Frage. Eine seitliche Ventilation kommt allerdings nur bei Anordnungen mit geringer Anzahl von Wandstrahlerelementen in Betracht.

[0030] Wird ein Wandstrahler aus einer dem gegenüber höheren Anzahl von Wandstrahlerelementen aufgebaut, so wird eine Ventilation nach vorne bevorzugt. Eine Ventilation nach vorne erfolgt beispielsweise mittels Durchbrüchen in der Multiresonanz-Klangplatte. Fig. 6 zeigt eine derartige Realisierung im Schnitt. Dargestellt ist ein Teil eines Wandstrahlerelements mit einem Distanzprofil 20 in Form eines umlaufenden Wulstes. Das eingeschlossene Luftvolumen wird durch einen oder mehrere Bassreflex-Tuben 23, 25 ventiliert. Bevorzugt kommen dabei zwei Ausführungsformen zur Anwendung, nämlich schwimmender Tubus und feststehender Tubus.

[0031] Beim schwimmenden Tubus wird im einfachsten Fall nach erfolgter Wandfixierung der einzelnen,

angereichten Wandstrahlerelemente ein in einer passenden Aussparung der Klangplatte zu verankernder Bassreflex-Tubus 23 eingesteckt, der intern zur Gebäudewand 28 hin offen an das eingeschlossene Luftvolumen 31 angekoppelt ist. Die Bassreflex-Tuben in verschiedenen Wandstrahlerelementen können verschieden abgestimmt sein, um eine breitbandige Bassanhebung zu gewährleisten. Das Öffnen der Plattenoberfläche durch den Anwender kann durch produktionstechnische Vorkehrung stark vereinfacht werden.

[0032] Beim feststehenden Tubus kann zur Entkopplung des Reflertubus von der schwimmenden Klangplatte in jedem Wandstrahlerelement ein hermetisch dichter, schwingungsisolierter Ringspalt 26 vorgesehen werden. Nach der Montage der Wandstrahlerelemente wird in alle oder nur in ausgewählte Wandstrahlerelemente ein Tubus 25 eingesteckt. Beim Ausführungsbeispiel wird ein Tubus mit Fußflansch 29 verwendet, der intern zur Gebäudewand 28 hin über ein Fenster 30 an das Luftvolumen 31 angekoppelt ist. Ein Blendenring 24 sorgt für Zentrierung und Folienanschluss des jeweiligen Bassreflex-Tubus. Die Bassreflex-Tuben 25 in unterschiedlichen Wandstrahlerelementen können dabei wieder verschieden abgestimmt sein, um eine breitbandige Bassanhebung zu gewährleisten.

[0033] Die ersten Resonanzen des Luftvolumens zwischen Klangplatte und Gebäudewand zeigen eine Schnelle-Polarisation parallel zur Wand. Die zugehörige skalare Druckverteilung ist mit einer Membranauslenkung gekoppelt, die normal zur Wand polarisiert ist. Die Ausnutzung der großen, von der Gebäudewand vorgegebenen Kantenlängen setzt voraus, dass die ursprünglich gegeneinander isolierten Wandstrahlerelemente verlustarm miteinander gekoppelt sind.

[0034] Wenn die klanglichen Möglichkeiten des Wandlautsprechers voll genutzt werden sollen, sind viele Wandstrahlerelemente so zu koppeln, dass ein reibungsarmer tieffrequenter Druckausgleich möglich wird. Dazu wird die luftdichte umlaufende Trennwand 20 zwischen den zu koppelnden Fliesen bei der Montage mit großen Öffnungen versehen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die umlaufende Fliesentrennwand (Wulst 20) aus Wabenmaterial herzustellen, wobei die Wabenzellachsen parallel zur Klangplattenebene verlaufen. Dann muss lediglich ein zum Zwecke der Luftdichtigkeit schon während der Produktion aufgebrachter Isolierstreifen (beispielsweise biegesteifes, luftdichtes Kontaktklebeband passender Breite) an der Stoßfuge zwischen den zu koppelnden Wandstrahlerelementen entfernt werden.

[0035] Da der Wandlautsprecher in mehrere einzelne Wandstrahlerelemente unterteilt ist und alle Wandstrahlerelemente vorzugsweise gleichartig aufgebaut sind, erhält das an einer Wand befestigte Lautsprechersystem vorzugsweise eine periodische Struktur. Diese Struktur wird bevorzugt auch bei der Verdrahtung der einzelnen Wandstrahlerelemente beibehalten.

[0036] In Fig. 7a ist die elektrische Verknüpfung von

Wandstrahlerelementen am Beispiel eines Lautsprechersystems mit $4 \times 4 = 16$ Wandstrahlerelementen dargestellt. Durch eine matrixartige Verknüpfung (Reihen- und Parallelschaltung) ergibt sich hier eine Gesamtimpedanz, die gleich der Impedanz eines einzelnen Systems ist. Weicht die Anordnung von einem quadratischen Schema ab, so ergeben sich entsprechend leichte Veränderungen der Gesamtimpedanz gegenüber der Einzelimpedanz.

[0037] In Fig. 7b ist detaillierter dargestellt, wie ein Wandstrahlerelement 35 intern elektrisch gruppiert werden kann. Das Treibersystem in einem Wandstrahlerelement besteht im einfachsten Fall aus einem einzigen Treiber, bei höherwertigen Systemen aber (wie in Fig. 7b gezeigt) aus einer Anordnung von Hochtontreiber 41, Mitteltontreiber 40 und Tieftontreiber 39 zusammen mit den zugehörigen Weichen 36. Auf jeden Fall sind die Antriebskomponenten innerhalb eines Wandstrahlerelementes fest miteinander verdrahtet, wobei sich eine resultierende Elementeimpedanz Z ergibt (32), so dass jedes Wandstrahlerelement nach Wandmontage auch für sich als Lautsprecher funktionsfähig ist und eine handelsübliche elektrische Impedanz aufweist. Das entsprechende Ansteuersignal müsste nur jeweils an die Kontakte 37 des jeweiligen Wandstrahlerelements angelegt werden.

[0038] Fig. 7c zeigt schließlich einen Ausschnitt aus dem Netzwerk gemäß Fig. 7a. Dabei ist dargestellt, wie die Wandstrahlerelemente einzeln miteinander verbunden werden können. Herauszustellen sind dabei die beispielsweise horizontal verlaufenden einpoligen Busverbinder 42. Im Regelfall führen diese Busverbinder 42 beim Ausführungsbeispiel wegen der elektrischen Schaltungssymmetrie keinen Strom. Fällt aber ein Wandstrahlerelement aus, so wird die Symmetrie gestört. Die horizontalen Busverbinder 42 führen jetzt Strom und das Netzwerk funktioniert - geringfügig eingeschränkt - durch Redundanz. Es handelt sich somit um ein Lautsprechersystem mit statischer Ausfallsicherheit. Die Verkabelung erfolgt neben den horizontalen Busverbindern 42 darüber hinaus mit vertikalen Busverbindern 44, wobei die Anbindung der Busverbinder 42 und 44 jeweils zwischen horizontalen und vertikalen Elementverbindern 42 und 45 ausgehend von einem Hauptanschluss 46 für den gesamten Wandlautsprecher erfolgt. Zum Anschluss des vertikalen Busses ist schließlich eine Vertikalbusbrücke 43 vorgesehen.

Patentansprüche

1. Flachlautsprecheranordnung mit mehreren gleichartigen Plattenlautsprechern, die nahtlos aneinandergereiht sind derart, dass die einzelnen Plattenlautsprecher eine starre, scherfeste Kantenverbindung zu den jeweils benachbarten Plattenlautsprechern haben.

2. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Plattenlautsprecher jeweils einen Treiber zur Schwingungserzeugung, eine Klangplatte und eine Halterung aufweisen und nach dem Multiresonanz-Biegewellenprinzip arbeiten.

3. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Klangplatte eine freitragende, dämpfungsarme Sandwichplatte mit leichtem, scherfestem Kern und einem damit vollständig verbundenen, vorderen und/oder hinterem Deckblatt vorgesehen ist.

4. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Treiber mit der Rückseite der Klangplatte verbunden sind, wobei die Rückseite der Treiber zur Befestigung der Plattenlautsprecher an einer dafür geeigneten Fläche ausgebildet ist.

5. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klangplatte auf der Rückseite mit einem Distanzprofil versehen ist, welches die Klangplatte freitragend halten kann.

6. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rückseite des Distanzprofils zur Befestigung an einer dafür vorgesehenen Fläche ausgebildet ist.

7. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Distanzprofil mehrere einzelne Abstandselemente vorgesehen sind.

8. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Distanzprofil eine vollflächig an der Rückseite der Klangplatte fixierte Matte aus weichem Material angebracht ist.

9. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Matte Aussparungen für den/die Treiber eingebracht sind.

10. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Distanzprofil einen umlaufenden, hermetisch dichten, an der zur Befestigung vorgesehenen Fläche anliegenden Wulst aufweist, so dass ein isoliertes Resonanzvolumen bereitgestellt wird.

11. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Resonanzvolumen eine Ventilationsöffnung aufweist.

12. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass als Ventilations-
öffnung ein Bassreflex-Tubus vorgesehen ist.
13. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 12, ⁵
dadurch gekennzeichnet, dass der Bassreflex-
Tubus als mitschwimmender Tubus in der Klang-
platte angeordnet ist.
14. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 11, ¹⁰
dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilations-
öffnung mittels eines rückseitigen Montageflan-
sches an der zur Befestigung vorgesehen Fläche
angebracht ist, wobei ein oder mehrere Öffnungen
die Verbindung zum eingeschlossenen Luftvolu- ¹⁵
men sicherstellen.
15. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 14,
dass ein hermetisch und schwingungsisolierend ²⁰
abgedichteter Luftspalt in der Klangplatte vorgese-
hen ist derart, dass die Biegeschwingung der
Klangplatte nicht behindert wird.
16. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 bis
6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Plattenlaut- ²⁵
sprecher als Brückennetzwerk verschaltet sind.

30

35

40

45

50

55

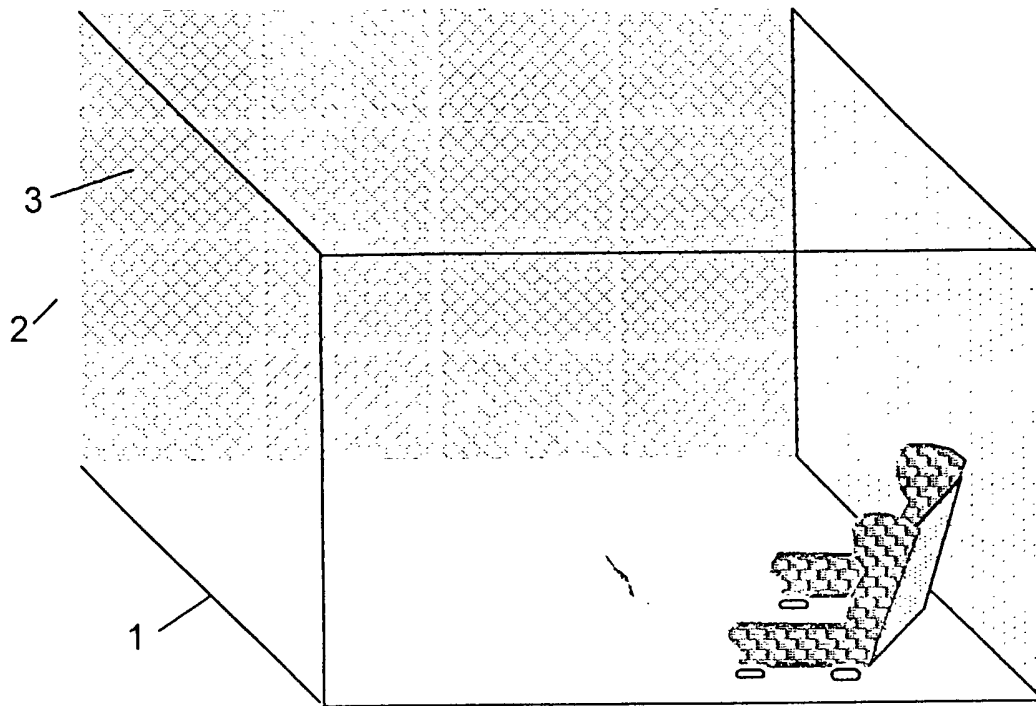


Fig. 1

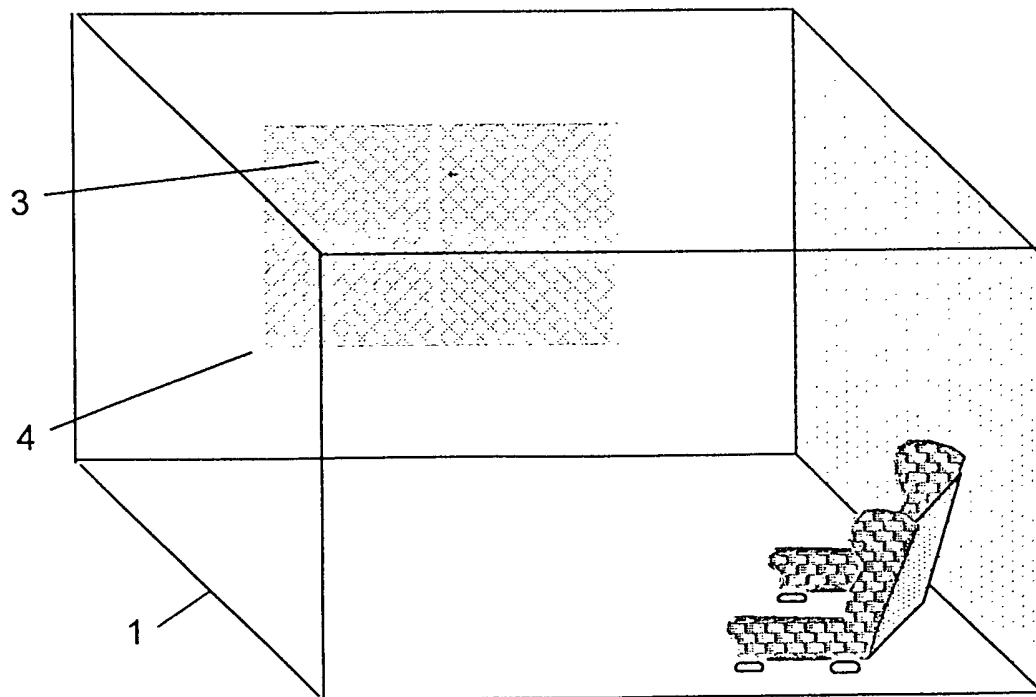


Fig. 2

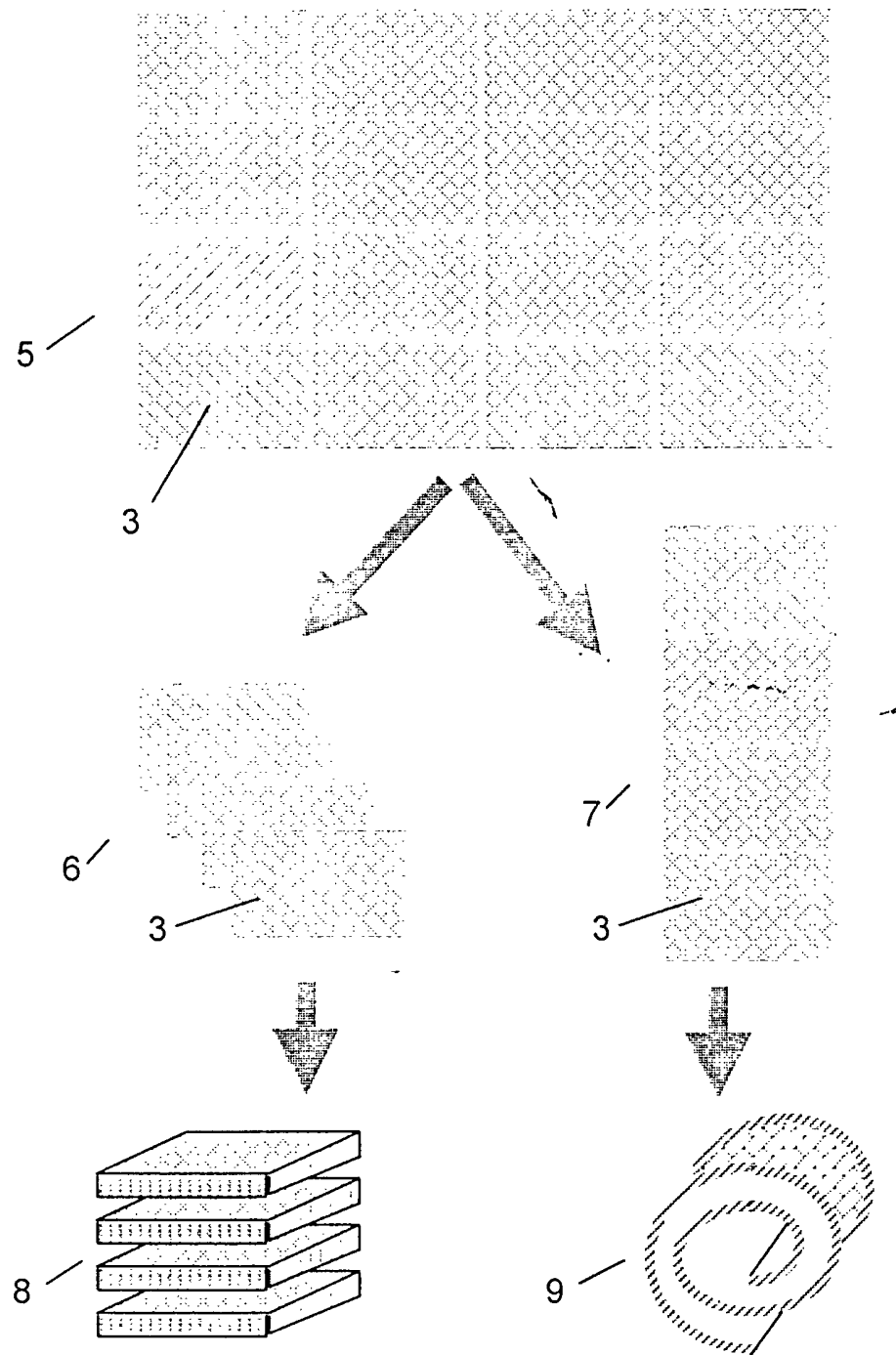


Fig. 3

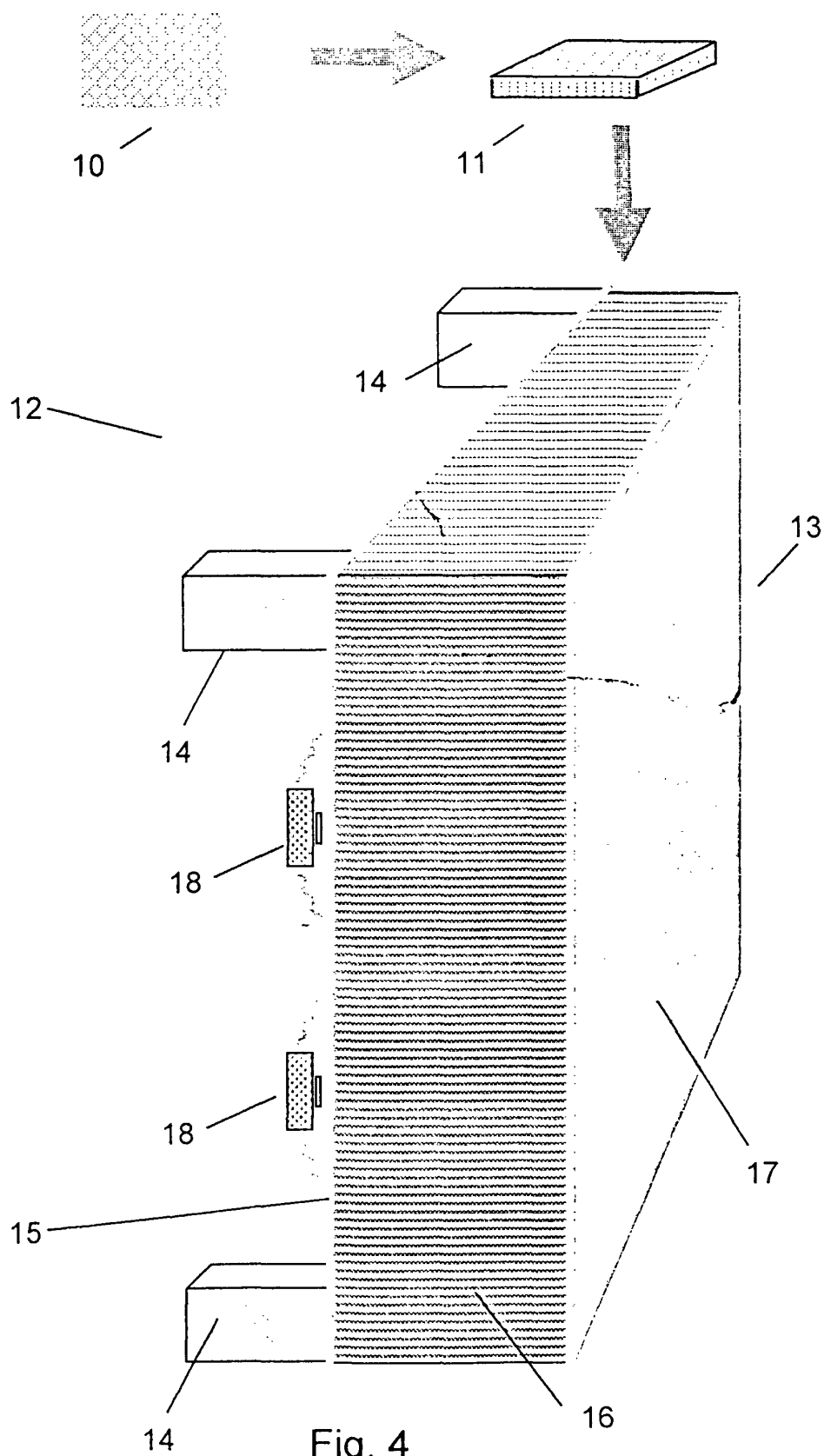


Fig. 4

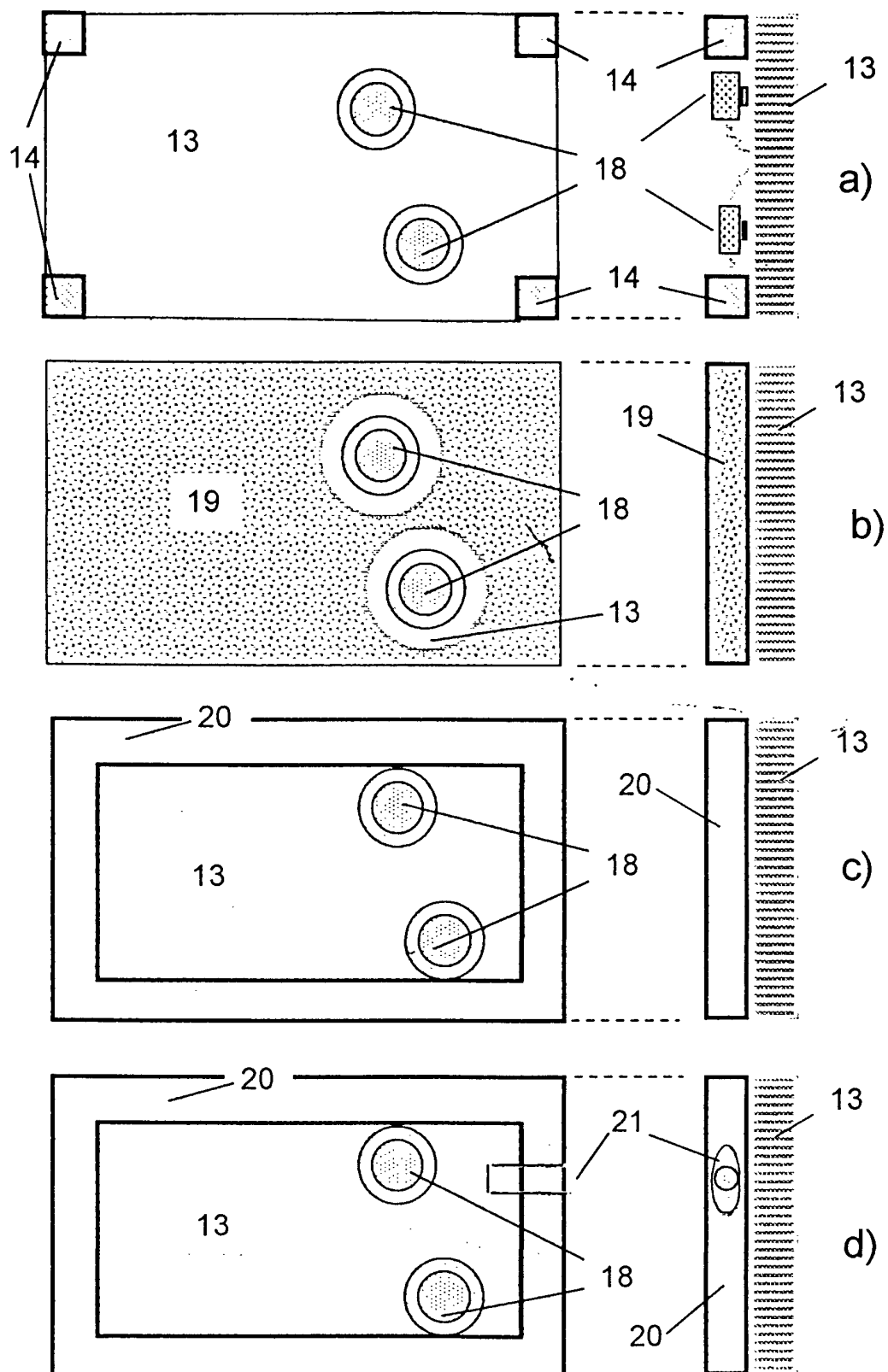


Fig. 5

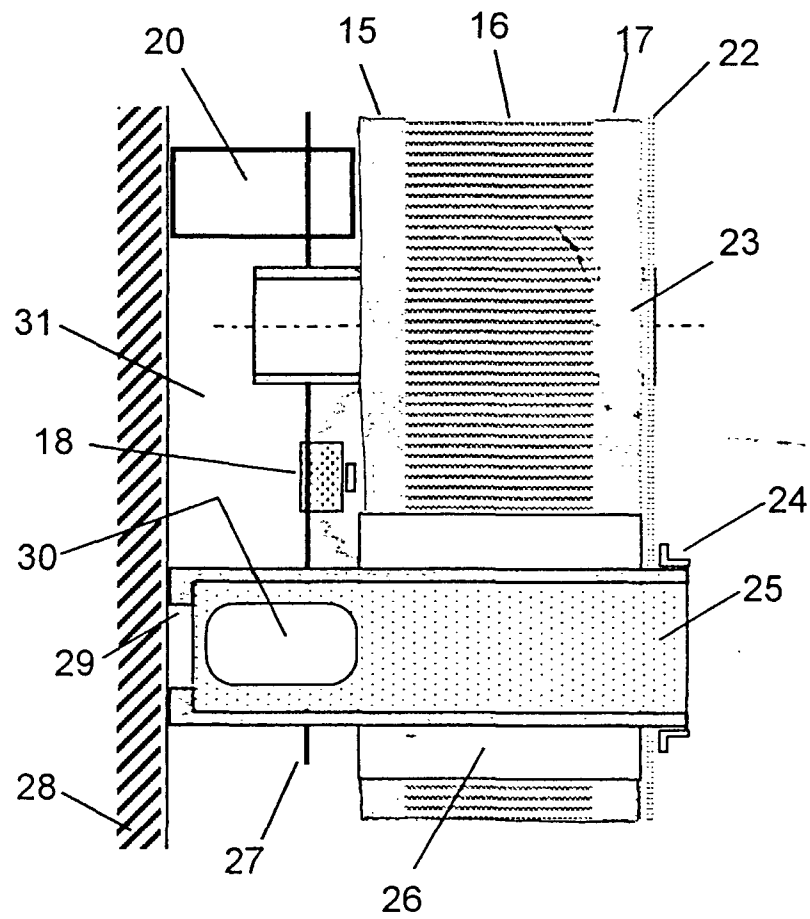


Fig. 6

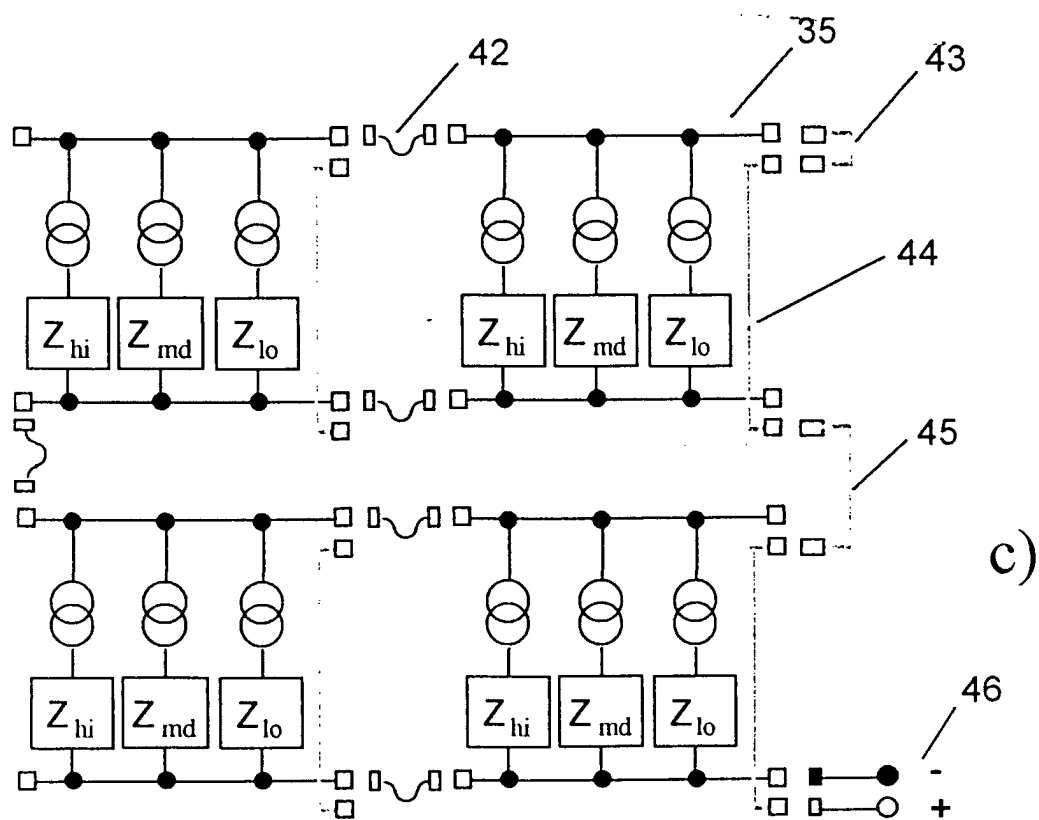
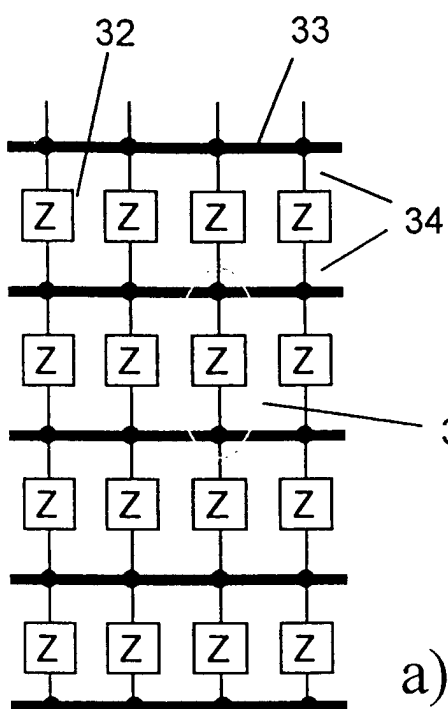


Fig. 7