

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Mai 2001 (31.05.2001)

PCT

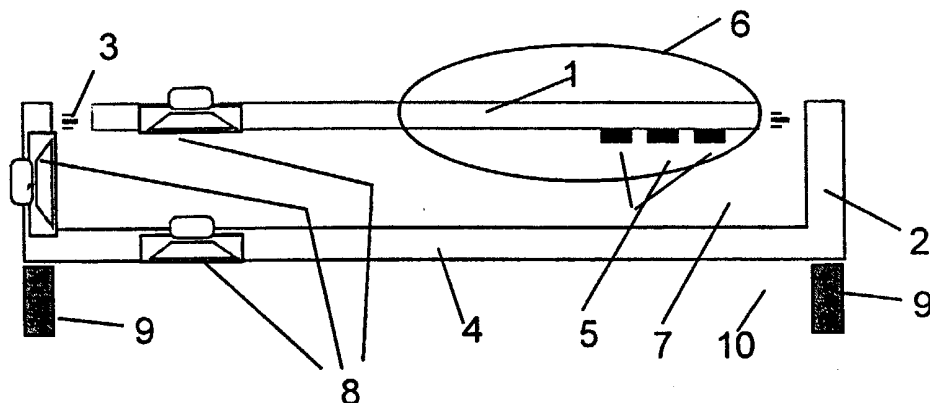
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/39541 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04R 1/00** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BACHMANN, Wolfgang** [DE/DE]; Kästnerstrasse 10, 41516 Grevenbroich (DE). **KRUMP, Gerhard** [DE/DE]; Rosengasse 18, 94374 Schwarzach (DE). **REGL, Hans-Jürgen** [DE/DE]; Nordstrasse 88, 40477 Düsseldorf (DE). **ZIGANKI, Andreas** [DE/DE]; Leyer Strasse 20, 40822 Mettmann (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP00/11259**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2000 (14.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch** (74) **Anwalt: WESTPHAL, MUSSGNUMG & PARTNER;**
Mozartstrasse 8, 80336 München (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (81) **Bestimmungsstaat (national):** US.
- (30) Angaben zur Priorität:
199 55 867.1 22. November 1999 (22.11.1999) **DE** (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **HARMAN AUDIO ELECTRONIC SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Schlesische Strasse 135, 94315 Straubing (DE). **Veröffentlicht:**
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **FLAT LOUDSPEAKER SYSTEM FOR BASS REPRODUCTION**

(54) Bezeichnung: **FLACHLAUTSPRECHERANORDNUNG FÜR TIEFTONWIEDERGABE**



(57) Abstract: The invention relates to a flat loudspeaker system comprising a flat, non-radiative housing (2, 4), which encloses a housing volume, and comprising a plate membrane (1), which is arranged inside a front opening of the housing (2, 4), as well as a support (3), which is arranged between the housing (2, 4) and plate membrane (1) and which is provided for holding and insulating the plate membrane (1) from the housing (2, 4). According to the invention, at least one acoustic transducer (8, 26, 11, 39, 40) for bass tones is mounted on the housing (2, 4) and/or on the plate membrane (1) in such a manner that the acoustic transducer membrane forms a portion of the outer wall of the housing (2, 4).

(57) Zusammenfassung: Flachlautsprecheranordnung mit einem flachen, nichtabstrahlenden, ein Gehäusevolumen umschließenden Gehäuse (2, 4), einer innerhalb einer Frontöffnung des Gehäuses (2, 4) angeordneten Plattenmembran (1) und einer zwischen Gehäuse (2, 4) und Plattenmembran (1) angeordneten Lagerung (3) zum Halten und Abdichten der Plattenmembran (1) gegenüber dem Gehäuse (2, 4), bei der mindestens ein Schallwandler (8, 26, 11, 39, 40) für tiefe Töne an dem Gehäuse (2, 4) und/oder der Plattenmembran (1) angebracht ist derart, daß die Schallwandlerrmembran einen Teil der Außenwand des Gehäuses (2, 4) bildet.



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Flachlautsprecheranordnung für Tieftonwiedergabe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Flachlautsprecheranordnung für Tieftonwiedergabe mit einer Frontöffnung aufweisenden, flachen, nichtabstrahlenden, ein Gehäusevolumen umschließenden Gehäuse, einer innerhalb der Frontöffnung des Gehäuses angeordneten Plattenmembran sowie einer zwischen Gehäuse und Plattenmembran angeordneten Spannmembran zum Halten und Abdichten der Plattenmembran gegenüber dem Gehäuse.

Das derzeit modernste Plattenlautsprecher-Prinzip, der Multi-resonanz-Plattenlautsprecher (engl.: Distributed Mode Loudspeaker, DML), bietet eine hohe Wiedergabequalität bei sehr geringer Bautiefe ("Tönendes Bild an der Wand") und relativ geringem Herstellungsaufwand. Es handelt sich dabei um leichte, freitragende, gerahmte, schwachgedämpfte homogene Hart-schaumplatten oder um leichte Sandwichplatten, deren Deckschichten große Dehnwellengeschwindigkeiten haben.

Derartige Plattenlautsprecher haben jedoch eine prinzipbedingte Schwachstelle: die geringe Lautstärke bei tiefen Tönen. Verantwortlich dafür sind der "Dipoleffekt", der "Wand-Effekt" und/oder der "Anschlageffekt".

Bei der offenen, gehäuselosen Bauart wird Schall sowohl nach "vorne", d.h. im wesentlichen senkrecht von der dem Zuhörer zugewandten Fläche weg, als auch dem entgegengesetzt nach "hinten" abgestrahlt. Bei großen Wellenlängen im Meter-

-2-

Bereich versagt die Abschirmung durch die Platte: Vorderseitig und rückseitig abgestrahlter Schall löschen sich weitgehend aus und der Plattenlautsprecher strahlt als Dipol. Dieser "Dipoleffekt" des offenen Plattenlautsprechers kann nur durch eine unverhältnismäßig große Plattenfläche bekämpft werden.

Bei Aufstellung des Plattenlautsprechers in der Nähe einer massiven Wand wirkt darüber hinaus das Luftpolster zwischen der Wand und dem Plattenlautsprecher mit geringer werdendem Abstand als immer härter werdende Feder, die in Kombination mit dem Wandreflex und auch mit zunehmenden Reibungsverlusten die Tiefton-Auslenkung des Plattenlautsprechers wesentlich behindert - der "Wandeffekt".

Schließlich führt bei der großen, akustisch erforderlichen Treiberauslenkung die konstruktiv gegebene Begrenzung des Federweges und die Begrenzung der Wickelhöhe bei einem Plattenlautsprecher mit steigendem Treiberstrom zu erheblichen Verzerrungen, wobei letztlich die Auslenkung durch diesen "Anschlageffekt" begrenzt ist.

Aus der WO 97/09849 ist eine Anordnung bekannt, bei der zur Verbesserung der Tieftonwiedergabe die Rückseite einer Multi-Resonanzplatte durch ein Gehäuse (Box) abgeschirmt wird. Durch eine elektropneumatische Kopplung einer Anordnung zur Luftdruckvariation (Pumpe) mit einer Multi-Resonanzplatte wird eine tieffrequente, monophasige Plattenbewegung hervorgerufen. Das Tieftonlautsprechersystem ist jedoch aufgrund seiner Größe in einem zusätzlichen Gehäuse untergebracht, das seinerseits aufgrund seiner Größe von der Multi-Resonanzplatte und dessen Gehäuse abgesetzt platziert werden muß. Da-

mit wird zwar die Tieftonwiedergabe verbessert, jedoch wird im Gegenzug die räumliche Kompaktheit eingebüßt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Flachlautsprecheranordnung bereitzustellen, die ohne gesondert zu platzierende elektroakustische Einheiten eine verbesserte Tieftonwiedergabe bietet.

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

Bei der erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung wird das flache Gehäuse sowohl bei der Schallerzeugung miteingesetzt als auch zur Abschirmung der Plattenmembran genutzt. So dient das Gehäuse beispielsweise nicht nur als rückseitiger Abschluß der Plattenmembran (Verhinderung des "Dipoleffekts"), sondern bei Verwendung einer Tieftonlautsprecheranordnung beispielsweise auch als Druckkammer für die Tieftonlautsprecheranordnung. Demgegenüber kann es bei Verwendung eines Inertialschwingers zusätzlich als Resonanzkörper dienen. Durch diese zumindest doppelte Nutzung wird vorteilhafterweise der Raumbedarf derart verringert, daß eine Integration in ein einziges, flaches Gehäuse möglich wird.

Erfindungsgemäß wird zur Doppelnutzung insbesondere ein oder mehrere Schallwandler (zum Beispiel Tieftonlautsprecher, Tieftonlautsprecheranordnung oder Inertialschwinger) am Gehäuse und/oder der Plattenmembran angebracht derart, daß die Schallwandlermembran einen Teil der Außenwand des Gehäuses bildet, wobei die Plattenmembran (1) freitragend aufgebaut und gedämpft ist und eine geeignete Kopplung zwischen Schallwandler einerseits und Plattenmembran und Gehäuse anderer-

seits vorgesehen wird. Darüber hinaus wird durch die Verwendung eines Gehäuses ein definiertes Luftvolumen vorgegeben, das die Plattenmembran rückwärtig abschließt und auf das die Plattenmembran abgestimmt wird, so daß der sogenannte "Wandeffekt" praktisch eliminiert wird. Schließlich wird durch die Verwendung eines gesonderten Schallwandlers und einer Plattenmembran der "Anschlageffekt" weitgehend vermieden, da der gesonderte Schallwandler für eine wesentlich größeren Hub ausgelegt werden kann als ein Plattenlautsprecher. Die erfindungsgemäße Anordnung kann auch derart verwendet werden, daß ein zusätzlicher erfindungsgemäßer Schallwandler zur Unterstützung und Verbesserung eines bereits bestehenden Plattenlautsprechers dient. Bevorzugt wird eine Wand des Gehäuses gänzlich durch die Plattenmembran gebildet.

Bei einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung ist vorgesehen, daß die Plattenmembran einen plattenförmigen leichten schubsteifen Kern aufweist, der zu beiden flächigen Seiten mit jeweils einem sehr harten, dünnen Deckblatt vollflächig verbunden ist. Auf diese Weise kann mit geringem Aufwand eine freitragende und dämpfungsarme Leichtbausandwichmembran realisiert werden. Der Sandwich-Kern besteht dabei beispielsweise aus faserverstärktem, harzgetränktem Papier (wie z.B. Nomex-Papier) mit Wabenstruktur oder aus einer Hartschaumstruktur (wie z.B. Polymid) und ist auf Vorder- und Rückseite jeweils mit einem möglichst harten, dünnen Sandwich-Deckblatt (vorzugsweise eine mit Carbon oder Glasfaser verstärkte Epoxidharzfolie, eine aus Leichtmetall-Legierung hergestellte Folie, Dünnglas oder Spezialpapier) verklebt oder verschweißt. Die Plattenmembran kann dabei eben oder auch leicht gekrümmt sein. Die Plattenmembran kann nur zur Tieftonwiedergabe vorgesehen sein oder aber auch zur Wiedergabe mittlerer und hoher Töne verwendet werden. Dazu kön-

nen beispielsweise auch Mittel- und/oder Hochton-Biegewellen-Treiber im Frequenzbereich hauptsächlich oberhalb der Grundfrequenz der Plattenmembran mit dieser mechanisch gekoppelt sein. Die Plattenmembran kann beispielsweise durch eine geeignete Lagerung (z.B. eine umlaufende, dichte Spannmembran, die ganz oder teilweise die Plattenmembran einseitig oder beidseitig umziehen kann) am Gehäuse unter oder ohne Zuhilfenahme eines starren Rahmens gehalten werden. Die Plattenmembran wird in dem Fall mittels der Spannmembran an einem biegesteifen Rahmen befestigt, der seinerseits an dem Gehäuse befestigt ist.

Die Kopplung von Schallwandler (wie beispielsweise Konuslautsprecher oder Inertialschwinger) und Plattenmembran kann dabei auf unterschiedliche Weisen erfolgen, wobei sowohl die Art der Kopplung selbst als auch Hilfsmittel wie Resonanzkörper, Hornanordnungen, Trichteranordnungen etc. dem jeweiligen Anwendungszweck und den jeweiligen akustischen Erfordernissen entsprechend angepaßt werden können. Die nachfolgend erläuterten bevorzugten Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung betreffen unter anderem einige besonders geeignete Kopplungen und Hilfsmittel.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse durch eine in seinem Inneren befindliche hermetisch dichte Zwischenwand in zwei jeweils ein Teilvolumen umschließende Kammern unterteilt und die Zwischenwand weist einen Durchbruch auf, in den hermetisch dicht eine Tiefton-Lautsprecheranordnung mit einem oder mehreren Tiefton-Konuslautsprechern eingebracht ist derart, daß dessen Membran(en) zu beiden Seiten mit jeweils einem der Teilvolumen in Verbindung steht/stehen.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform hat die Plattenmembran einen Durchbruch, in den hermetisch dicht und schwingungs isoliert eine Tiefton-Lautsprecheranordnung eingebracht ist derart, daß dessen Membran(en) auf einer Seite mit jeweils dem Gehäusevolumen und auf der anderen Seite mit der Außenluft in Verbindung steht/stehen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Gehäuse einen Durchbruch auf, in den hermetisch dicht eine Tiefton-Lautsprecheranordnung eingebracht ist derart, daß dessen Membran(en) auf einer Seiten mit jeweils dem Gehäusevolumen und auf der anderen Seite mit der Außenluft in Verbindung steht/stehen.

Es kann auch vorgesehen werden, daß ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Dukt (beispielsweise Transmission-Line) mit einer Membran der Tiefton-Lautsprecheranordnung einen Trichter für den/die Tiefton-Konuslautsprecher, einen Hornlautsprecher bildend gekoppelt ist, wobei Länge und Querschnittsverlauf des Dukts den jeweiligen Bedingungen angepaßt sind.

Anstelle der Verwendung von Konuslautsprechern können auch ein oder mehrere Tiefton-Inertialschwinger (Shaker) vorgesehen werden, der/die an der Plattenmembran befestigt und mit dieser akustisch gekoppelt ist/sind.

Sowohl bei Konuslautsprechern als auch bei Inertialschwingern kann unterstützend zur Ventilation des Gehäuses ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Baßreflextubus und/oder ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Dukt (z.B. Transmission-Line) vorgesehen ist. Der Baßreflextubus dient insbesondere dazu, durch (Helmholtz-) Resonanz den Wirkungs-

grad der Flachlautsprecheranordnung bei tiefen Tönen zu verbessern. Bei Gehäusen mit zwei Kammern können entsprechend eine oder beide Kammern ventiliert werden.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung weist das Gehäuse einen der Plattenmembran gegenüberliegenden Durchbruch auf, der bevorzugt die Größe einer Wand hat. In diesen Fall wird das Gehäuse beispielsweise durch hermetisch dicht gefügten, tiefen Rahmen umgeben, der dann ein nach hinten offenes Flachgehäuse bildet.

Bei Verwendung einer Tiefton-Lautsprecheranordnung ist dieses mit der Plattenmembran derart abgestimmt, daß die Tieftonanregung der Plattenmembran unterhalb der Grundfrequenz der Plattenmembran erfolgt. Bei einer Flachlautsprecheranordnung für Breitbandbetrieb könnte dementsprechend eine Anregung für mittlere und hohe Töne oberhalb der Grundfrequenz erfolgen.

Bevorzugt hat/haben dabei die Membran(en) der Tiefton-Lautsprecheranordnung über eine Oberfläche nichtstrahlenden Kontakt zum Gehäusevolumen und die Plattenmembran hat mindestens ein Fenster, durch das nach außen (bevorzugt zur Hörerseite hin) ventiliert wird. Alternativ hat/haben die Membran(en) der Tiefton-Lautsprecheranordnung mit einer Oberfläche nichtstrahlenden Kontakt zum Gehäusevolumen und die Plattenmembran hat mindestens ein Fenster, durch das Schall in ein weiteres Gehäuse (oder einer anderen Kammer eines Gehäuses mit zwei Kammern) ventiliert wird. Dabei kann das Tiefton-Lautsprechersystem rückseitig zumindest teilweise durch das/die Fenster ragen und es kann eine Manschette zur Durchbruchrandversteifung und nichtstrahlenden Abdichtung an der Plattenmembran befestigt sein.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Federelement zugfest, biegemomentübertragend, reibungsarm und unter Zugspannung stehend mit Plattenmembran und Gehäuse verbunden. Das Federelement kann dabei aus Federstahl, Messing, Aluminium oder Kunststoff gefertigt sein. Alternativ können Plattenmembran und Gehäuse mittels einer umlaufenden Schaumstoffwulst reibungsarm miteinander verbunden sein. Die weiche Schaumstoffwulst wirkt dann als reibungsarmes gelenkiges Lager, das Zugspannung aufnehmen kann.

Zur Steuerung der Tiefton-Lautsprecheranordnung oder des Inertialschwingers kann im Falle ausreichend großen Gehäusevolumens ein üblicher Lautsprecher-Endverstärker eingesetzt werden und im Falle eines kleinen Gehäusevolumens eine negative Impedanz oder ein Negativimpedanzkonverter, der die elektrische Impedanz der Lautsprecheranordnung oder des Inertialschwingers ganz oder teilweise kompensiert.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei gleiche Elemente mit den selben Bezugszeichen versehen sind. Es zeigt:

- Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit drei Tiefton-Konuslautsprechern in einer geschlossenen Box;
- Figur 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit fünf Tiefton-Konuslautsprechern in einer geschlossenen Box;
- Figur 3 eine erste Ausführungsform einer Lagerung für eine Plattenmembran;
- Figur 4 eine zweite Ausführungsform einer Lagerung für eine Plattenmembran;

- Figur 5 eine dritte Ausführungsform einer Lagerung für eine Plattenmembran;
- Figur 6 eine vierte Ausführungsform einer Lagerung für eine Plattenmembran;
- Figur 7 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem rückwärtig angeordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer geschlossenen Box;
- Figur 8 eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem seitlich angeordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer geschlossenen Box;
- Figur 9 eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem rückwärtig angeordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer geschlossenen Box mit zusätzlichem Horn;
- Figur 10 eine sechste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer zwei Kammern aufweisenden Box mit Baßreflextubus;
- Figur 11 eine siebte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit Baßreflextubus;
- Figur 12 eine achte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit mehreren Tiefton-Konuslautsprechern in einer Box mit doppeltem Baßreflextubus;
- Figur 13 eine neunte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem seitlich angeordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit Baßreflextubus;
- Figur 14 eine zehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem rückwärtig an-

geordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit Baßreflex tubing;

- Figur 15 eine elfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem rückwärtig angeordneten Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit Baßreflex tubing und Dukt;
- Figur 16 eine zwölfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer zwei Kammern aufweisenden Box mit Baßreflex tubing;
- Figur 17 eine dreizehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit einem Dukt;
- Figur 18 eine vierzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit einem Dukt;
- Figur 19 eine fünfzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit Baßreflex tubing und Dukt;
- Figur 20 eine sechzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer Box mit einem Dukt;
- Figur 21 eine siebzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer zwei Kammern aufweisenden Box;
- Figur 22 eine achtzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher in einer zwei Kammern aufweisenden Box mit Baßreflex tubing;

- Figur 23 eine neunzehnte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Inertialschwinger in einer geschlossenen Box;
- Figur 24 eine zwanzigste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Inertialschwinger in einer geschlossenen Box mit Baßreflex tubing;
- Figur 25 eine einundzwanzigste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Inertialschwinger in einer geschlossenen Box mit Dukt;
- Figur 26 eine zweiundzwanzigste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flachlautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Inertialschwinger in einer rückseitig offenen Box;

Bei den nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispielen wird davon ausgegangen, daß eine Plattenmembran 1 einen längeren und einen kürzeren Durchmesser in der Plattenebene aufweist ("Langsrichtung", "Querrichtung"), daß sie in einem Rahmen 2 gehalten wird durch eine hermetisch dichte Spannmembran 3 und daß der Rahmen 2 die Seitenwand einer (Flach-) Box (Gehäuse) bildet. Die (Flach-) Box kann je nach Ausführungsbeispiel durch eine interne Zwischenwand 4 in zwei Kammern aufgeteilt sein, wobei nur eine Kammer (Hauptkammer) einseitig von der Plattenmembran 1 begrenzt wird. Zusätzlich zu auf der Plattenmembran 1 befindlichen Mittel-Hochton-Treibern 5 ist noch ein separater Tieftonantrieb vorgesehen, der im Tieftonbereich die Plattenmembran durch "Pumpbewegung" aktiviert. Dieser kann elektropneumatisch als "Pumplautsprecher" wirken oder direkt als "Pumpentreiber".

Die Ausführungsbeispiele betreffen somit einen breitbandigen Multiresonanzplattenlautsprecher, der eine Multiresonanzklangplatte mit optionalen Resonanzkammern und mindestens einem tieftönigen elektromechanischen Schallwandler (zum Beispiel "Pumplautsprecher", "Shaker" etc.) sowie eine Resonanzkammer, deren eine Wand durch die Klangplatte gebildet wird, aufweist. Diese Kammer soll unabhängig von der Gesamtanzahl von Kammern im weiteren als "Hauptkammer" bezeichnet werden. Die Membran des Schallwandlers für tiefe Töne stellt also einen Teil der Wand der Hauptkammer dar. Die von der Hauptkammer nach außen weisende, andere Seite der Schallwandlarmembran kann Teil einer weiteren Kammer ("Nebenkammer") sein. Einige Ausführungsbeispiele kombinieren dabei unter anderem das Prinzip der Ventilation mit dem Pumpenprinzip.

Durch Ventilation wird die Härte der Luftfeder hinter einer Lautsprechermembran vermindert mit folgenden Maßnahmen: Entlüftung der Hauptkammer oder eventuell Entlüftung der Nebenkammer. Je nach Gestaltung des Entlüftungskanals im Vergleich zur Gestalt der entlüfteten Kammer wird man eine Resonanzfrequenz nach dem Baßreflexprinzip oder nach dem "Transmission-Line"-Prinzip erhalten. Durch Wahl des Querschnittsprofils kann dabei noch die Dämpfung eingestellt werden.

Bei den Ausführungsbeispielen kommen die folgenden Varianten einer Ventilation zur Anwendung:

- a) "Geschlossenes Gehäuse": keinerlei Ventilation;
- b) "Hauptkammer-Baßreflex": Baßreflexrohr in Gehäusewand der Hauptkammer;
- c) "Hauptkammer-Transmission-Line": Transmissionline-Dukt in Gehäusewand der Hauptkammer);
- d) "Nebenkammer-Baßreflex": Baßreflex-Tubus in Gehäusewand der Nebenkammer;

- e) "Nebenkammer- Transmission-Line": Transmission-Line-Dukt in Gehäusewand der Nebenkammer);
- f) "Tamburin": Keine Nebenkammer; offener, tiefer Rahmen als Hauptkammer.

Die "Pumpe" besteht entweder aus einem konventionellen Konuslautsprecherchassis, das hermetisch dicht in eine (aktive oder passive) Wand der Hauptkammer eingefügt wird ("elektropneumatische Pumpe", "Konuspumpe") oder aber aus einem "Shaker" (=elektrodynamischer Langhub-Tiefton-Treiber ohne eigene Membran), der direkt auf die Platte wirkt und dessen Membran somit durch die Plattenmembran gebildet wird. Der Shaker (einer oder mehrere) wird anders positioniert als die Mittel-Hochtontreiber: Entweder in Zentrumsnähe zur Betonung des Balkenmodus oder aber in Balkenknotenbereichen zur nichtresonanten Förderung der Kolbenbewegung. Die Konus-Pumpe erzeugt tieftönige Luftdruckschwankungen in der Hauptkammer. Dabei findet eine Krafttransformation im Verhältnis der Flächen von Plattenmembran und Pumpenmembran statt. Als Nebeneffekt ist dabei die Möglichkeit der Schallabstrahlung der Rückseite (Hauptkammeraußenhülle) der Pumpenmembran zu beachten ("Pumpstrahlung").

Bei den Ausführungsbeispielen kommen die folgenden Varianten von Pumpen zur Anwendung:

- a) "Absorberkonus": die Strahlungsleistung der Konuspumpe wird im Lautsprechergehäuse absorbiert;
- b) "Platten-Konus": Konuspumpe direkt in der "Hauptkammer-Platte"; das elektro-pneumatische Pumpenchassis sitzt elastisch gelagert in einem hermetisch dichten Rahmen, der in einem Durchbruch der Klangplatte angeordnet ist, und strahlt direkt nach vorne;

- c) "Konuspumpe sitzt direkt in der Hauptkammer": Das elektro-pneumatische Pumpenchassis sitzt elastisch gelagert in einem hermetisch dichten Rahmen in einem Durchbruch der Hauptkammerwand - aber nicht der Klangplatte - und strahlt direkt nach außen;
- d) "Hauptkammer-Horn" : (Die Außenseite der Konuspumpenmembran bildet den inneren Abschluß und Antrieb eines akustischen "Horntrichters";
- e) Shaker als Pumpe.

Die das Grundkonzept der Erfindung veranschaulichende Ausführungsform nach Figur 1 umfaßt unter anderem eine Klangplatte 6, die aus einer Plattenmembran 1 (Sandwichpaneel) und Mittel-Hochton-Treibern 5 besteht und die mit einer geschlossenen, flachen Box 1, 2, 4, 9 so kombiniert wird, daß sie die vordere ebene Wand dieser Box 1, 2, 4, 9 darstellt. Die an die Klangplatte 6 angrenzende Hauptkammer 7 der Box 1, 2, 4, 9 wirkt als tieffrequenter Krafttransformator, indem die mit kleiner Membranfläche von einer Tiefton-Lautsprecheranordnung 8 erzeugten Druckschwankungen mit der elastischen Plattenmembran 1 reagieren. Die Tiefton-Lautsprecheranordnung 8 besteht beispielsweise aus drei Tiefton-Konuslautsprechern, von denen einer an der Plattenmembran 1, einer an dem Rahmen 2 und einer an der Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 4, 9 befestigt ist derart, daß die Membranen der Tiefton-Lautsprecheranordnung 8 Teile der Wände bilden. Die Plattenmembran 1 ist durch eine Spannmembran 3 am Rahmen 2 befestigt und wird durch diese elastisch gehalten. Zur Befestigung der Box 1, 2, 4, 9 an einer in der Zeichnung nicht dargestellten Zimmerwand kann zudem - wie beim Ausführungsbeispiel - ein Seitenwand 9 zwischen Zimmerwand und Rückseite der Box 1, 2, 4, 9 vorgesehen werden, wobei durch Seitenwand 9, Zwischenwand 4 der Box 1,

2, 4, 9 und Zimmerwand eine ein bestimmtes Luftvolumen umfassende Nebenkammer 10 der Box 1, 2, 4, 9 definiert wird.

Der tieffrequente akustische Kurzschluß ("Dipoleffekt") wird durch die abschirmende Wirkung der Box 1, 2, 4, 9 weitgehend herabgesetzt und die Tieftonwirkung des Flachlautsprechers wird durch die Pumpwirkung gesteigert. Die so realisierte Multiresonanzklangplatte als eigentlicher Hauptstrahler bietet eine ausgedehnte Breitbandigkeit vom Baß- bis zum Hochton-Bereich.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist gegenüber dem in Figur 1 gezeigten dahingehend abgeändert, daß anstelle der Tiefton-Lautsprecheranordnung 8 eine Tiefton-Lautsprecheranordnung 11 vorgesehen ist, welche fünf Tiefton-Konuslautsprecher umfaßt. Zwei der Tiefton-Konuslautsprecher sind dabei in Durchbrüche der Plattenmembran 1, zwei in Durchbrüche der Zwischenwand 4 und einer in einen Durchbruch des Rahmens 2 eingebracht und entsprechend befestigt. Von den in Plattenmembran 1 und Zwischenwand 4 befindlichen Tiefton-Konuslautsprechern ist jeweils einer nach innen und einer nach außen gerichtet. Der im Rahmen 2 untergebrachte Tiefton-Konuslautsprecher ist nach außen gerichtet. Jedoch können in gleicher Weise auch andere Konfigurationen entsprechend angewandt werden. Schließlich weisen Rahmen 2 und Seitenwand 9 Entlüftungsvorrichtung 12 auf.

Die Figuren 3 bis 6 zeigen bevorzugte Realisierungen luftdichter, elastischer Halterungen der Plattenmembran 1 als Vorderwand der Box 1, 2, 4, 9.

Bei der Ausführungsform nach Figur 3 wird die luftdichte federnde Abdichtung durch eine umlaufende Weichschaumdichtung

13 erzielt, die in einer Rahmennut 14 eingefügt (z.B. geklebt) ist. Eine dünne Lochblende 15 (akustisch transparente, perforierte Hartfolie aus Metall oder Kunststoff) kann dabei die Vorderansicht der Flachlautsprecheranordnung optisch aufwerten.

Demgegenüber wird bei der Ausführungsform nach Figur 4 die luftdichte federnde Abdichtung durch eine umlaufende Spannfolie 16 erzielt, die an einem umlaufenden Flansch 17 der Box 1, 2, 4, 9 befestigt (z.B. geklebt) ist. Auch kann optional wiederum die Lochblende 15 vorgesehen werden. Eine Besonderheit ist der reibungsfreie Schwingspalt 18, durch den einerseits der Rand der Plattenmembran 1 nur durch einen kaum sichtbaren, engen Zwischenraum 19 vom Flansch 17 getrennt ist und der andererseits doch eine ausreichende Breite 20 der federnden Spannfolie 16 gewährt, so daß die Randschwingung nicht behindert wird. Eine weitere Besonderheit ist, daß bei dieser Ausgestaltung die Vorderflächen von Plattenmembran 1 und Flansch 17 in einer Ebene justiert werden können, so daß hier die Lochblende 15 mit zugehörigem Abstandsprofil 21 auch entfallen könnte.

Figur 5 zeigt eine stark vereinfachte, kostengünstige Ausführungsform. Die luftdichte federnde Abdichtung wird durch eine umlaufende Spannfolie 22 erzielt, die an einem umlaufenden Flansch 23 der Box 1, 2, 4, 9 befestigt (z.B. geklebt) ist. Die Spannfolie 22 wird plan aufliegend auf den vereinfacht profilierten Flansch 23 aufgeklebt.

Figur 6 zeigt schließlich eine stark eingeprägte, umlaufende Spannmembran 24 aus einem Material mit elastischer Formstabilität wie zum Beispiel Folien aus Aluminium, Polyimid oder Faserverbundstoff, die an einem Flansch 25 des Rahmens 2 ei-

nerseits und der Plattenmembran 1 andererseits beispielsweise durch Kleben oder Schweißen befestigt ist.

Bei den Ausführungsformen nach Figur 7 und 8 wird die Plattenmembran 1 wiederum gehalten von einer umlaufenden, dichten Spannmembran 3 als äußere Wand einer flachen, hermetisch dichten Box 1, 2, 29. In einem hermetisch dichten Durchbruch des passiven Boxengehäuses ist eine aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit nur einem Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt, dessen Membran auf der einen Seite mit der Außenluft in Verbindung steht und auf der anderen Seite mit dem Kammervolumen 27, wobei in verschiedenen Ausführungsformen der Konuslautsprecher 26 entweder in der großflächigen Rückwand 29 (Figur 7) oder in den die Seitenwand bildenden Rahmen 2 (Figur 8) eingesetzt sein kann.

Die in Figur 9 gezeigte Ausführungsform ist gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 7 derart weitergebildet, daß in einem hermetisch dichten Durchbruch des passiven Boxengehäuses eine aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt ist, dessen Membran auf der einen Seite mit dem Kammervolumen 27 und auf der anderen Seite über einen Dukt mit der Außenluft in Verbindung steht, wobei Konuslautsprecher 26 und Dukt 28 zusammen einen Horn-Lautsprecher bilden. Der Dukt wird mittels planparallelen Wänden (Zwischenwand 4 und Rückwand 29) sowie Duktseitenwänden 30 realisiert. Die Verbindung von Dukt 28 und Membran des Tiefton-Konuslautsprechers 26 wird dabei durch Öffnungen 32 im Lautsprecherchassis hergestellt. Bei kleinem Kammervolumen kann - wie beim Ausführungsbeispiel gezeigt - die Zwischenwand 4 im Bereich der Mittel-Hochton-Treiber 5 eine Verjüngung 33 aufweisen.

Bei der Ausführungsform nach Figur 10 ist eine Box 1, 2, 34, 29 durch eine interne hermetisch dichte Zwischenwand 34 in zwei Kammern 35, 36 eingeteilt dergestalt, daß eine an die Plattenmembran 1 angrenzende Hauptkammer 35 von einer nicht an die Plattenmembran 1 angrenzenden Nebenkammer 36 unterschieden werden kann. In einen hermetisch dichten Durchbruch der Zwischenwand 34 ist die aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt, dessen Membran auf beiden Seiten mit je einem der beiden Kammervolumen in Verbindung steht. Die Hauptkammer 35 wird dabei über einen Baßreflex tubing 37 nach außen ventiliert.

Die in den Figuren 11 und 12 gezeigten Ausführungsbeispiele weisen einen hermetisch dichten, schwingungsisolierten Durchbruch in der Plattenmembran 1 auf, in den eine aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit einem Tiefton-Konuslautsprecher 26 (Figur 11) beziehungsweise mehreren Tiefton-Konuslautsprechern 39, 40 (Figur 12) auf, dessen Membran beziehungsweise deren Membranen auf der einen Seite mit der Außenluft und auf der anderen mit dem Kammervolumen in Verbindung steht/steht, wobei die Kammer über einen Baßreflex tubing 37 nach außen ventiliert wird. Bei der Ausführungsform nach Figur 12 ist darüber hinaus ein weiterer Baßreflex tubing 38 vorgesehen und die Mittel-Hochton-Treiber 5 aus Figur 11 sind durch einzelne Mittel- und Hochton-Treiber 41, 42, 43 ersetzt worden, die ebenfalls in hermetisch dichten Durchbrüchen der Plattenmembran 1 untergebracht sind. Die Aufhängung der Plattenmembran 1 und deren luftdichte federnde Abdichtung erfolgt schließlich bei der Ausführungsform nach Figur 12 durch eine umlaufende Spannfolie 44, die an einem umlaufenden Flansch 45 am Rahmen 2 der Box 1, 2, 29 befestigt (z.B. geklebt) ist.

Die Ausführungsformen gemäß den Figuren 13 und 14 sind gegenüber den in den Figuren 8 und 7 dahingehend abgeändert, daß jeweils ein Baßreflextubus 37 von bestimmter Länge 46 durch einen Durchbruch des Rahmens 2 in das Kammervolumen ragt. Die Ausführungsform gemäß Figur 15 geht aus der von Figur 5 hervor, wobei in Figur 15 der Dukt 28 eine Transmission-Line bildet und die Kammer 27 durch einen Baßreflextubus 37 ventiliert wird. Schließlich kann gemäß Figur 16 bei der Ausführungsform nach Figur 10 der Baßreflextubus 37 anstelle der Hauptkammer 35 alternativ auch die Nebenkammer 36 ventilieren.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 17 wird die Plattenmembran 1 von einer umlaufenden, dichten Spannmembran 3 gehalten und wird als äußere Wand einer flachen, hermetisch dichtgefügt Box 1, 2, 4, 50 eingesetzt. In einem hermetisch dichten, schwingungs isolierten Durchbruch der Plattenmembran 1 ist eine aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt, dessen Membran auf der einen Seite mit der Außenluft und auf der anderen mit dem Kammervolumen in Verbindung steht, wobei die Box 1, 2, 4, 50 ihrerseits über einen eine Transmission-Line bildenden Dukt 47 mit der Außenluft in Verbindung steht. Die Ankopplung des Dukts 47 an das Kammervolumen erfolgt dabei über eine Öffnung 48, wobei der Dukt 47 über eine weitere Öffnung 49 zur Außenluft Kontakt hat und durch Rahmen 2 und Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 4, 50 sowie eine Rückwand 50 gebildet wird.

In Figur 18 ist eine Anordnung dargestellt, bei der ausgehend von der Anordnung nach Figur 8 ein Dukt 47 angekoppelt ist. Die Ankopplung des Dukts 47 an das Kammervolumen erfolgt dabei wiederum über eine Öffnung 48, wobei der Dukt 47 über eine weitere Öffnung 49 zur Außenluft Kontakt hat und durch

Rahmen 2 und Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 4, 50 sowie eine weitere Rückwand 50 gebildet wird.

Die Ausführungsform nach Figur 19 ist ausgehend von einer geschlossenen passiven Box 1, 2, 4, 50 in einem hermetisch dichten Durchbruch der Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 4, 50 eine aktive Tiefton-Lautsprecheranordnung mit Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt, dessen Membran auf der einen Seite mit dem Kammervolumen und auf der anderen über einen Dukt 51 mit der Außenluft in Verbindung steht, wobei Tiefton-Konuslautsprecher 26 und Dukt 51 zusammen einen Horn-Lautsprecher bilden und die Box 1, 2, 4, 50 zusätzlich über einen eine Transmission-Line bildenden weiteren Dukt 53 mit der Außenluft in Verbindung steht. Die Dukte 51 und 53 werden dabei durch Rahmen 2 und Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 4, 50, eine weitere Rückwand 50 sowie ein Duktwand 52 gebildet.

Bei der Anordnung nach Figur 20 wird die von einer umlaufenden, dichten Spannmembran 3 gehaltene Plattenmembran 1 als äußere Wand einer flachen, hermetisch dichtgefügt Box 1, 2, 34, 50 eingesetzt, die durch eine interne hermetisch dichte Zwischenwand 54 in zwei Kammern 55, 56 unterteilt ist dergestalt, daß eine an die Plattenmembran 1 angrenzende Hauptkammer 55 von einer nicht an die Plattenmembran 1 angrenzenden Nebenkammer 56 unterschieden werden kann. In einem hermetisch dichten Durchbruch der Zwischenwand 54 ist ein Tiefton-Konuslautsprecher 26 eingesetzt, dessen Membran auf beiden Seiten jeweils an eines der beiden Kammervolumen grenzt, wobei die Nebenkammer 56 über einen Dukt 57 eine Transmission-Line bildend mit der Außenluft in Verbindung steht.

In den Figuren 21 und 22 sind zwei grundlegende Formen geschlossener Boxen 1, 2, 34, 29 dargestellt, wobei die eine

(Figur 22) nur eine Kammer 27 und die andere (Figur 21) zwei durch eine Zwischenwand 34 hermetisch dichte, von einander getrennte Kammern 35, 36 aufweist. Bei der Ausführungsform nach Figur 21 ist der Tiefton-Konuslautsprecher 26 in einem Durchbruch der Zwischenwand 34 untergebracht und steht über jeweils eine Seite seiner Membran mit beiden Kammervolumen in Kontakt. Bei der Ausführungsform nach Figur 22 ist der Tiefton-Konuslautsprecher 26 in einem Durchbruch der Plattenmembran 1 eingesetzt.

Eine grundlegende Form einer hermetisch dichten, geschlossenen Box 1, 2, 29 mit einem Tiefton-Shaker 58 (Tiefton-Inertialschwinger) als Schallwandler für tiefe Töne ist in Figur 23 dargestellt. Der Tiefton-Shaker 58 ist an der Plattenmembran 1 von innen befestigt und zwar derart, daß er als tieftöniger Hilfsantrieb der Plattenmembran 1 wirken kann, d.h. im Zentralgebiet zur Stützung der Balkenmodalresonanz oder in einer Knotenzone des ersten Balkenmodus positioniert ist. Eine Weiterbildung der Anordnung nach Figur 23 zeigt Figur 24 dahingehend, daß in den Rahmen 2 ein Baßreflexrohr 37 zur Ventilation der Box 1, 2, 29 eingebracht ist. Bei einer anderen Weiterbildung der Anordnung nach Figur 23 ist gemäß Figur 25 an der Zwischenwand 4 der Box 1, 2, 29 ein eine Transmission-Line bildender Dukt 59 über eine Öffnung 60 an das Kammervolumen angekoppelt, wobei der Dukt 59 durch den Rahmen 2 und eine Rückwand 61 in Verbindung mit der Zwischenwand 4 realisiert wird.

Bei der Anordnung nach Figur 26 wird wiederum die Plattenmembran 1 von einer umlaufenden dichten Spannmembran 3 gehalten, die ihrerseits von einem hermetisch dicht gefügten, tiefen Rahmen 2 umgeben ist. Dadurch wird eine nach hinten offene Flachbox realisiert, bei der der Tiefton-Shaker 58 wieder-

um auf der Plattenmembran 1 so montiert wird, daß er als tieftöniger Hilfsantrieb für die Plattenmembran wirkt (Positionierung im Zentralgebiet zur Stützung der Balkenmodalresonanz oder in einer Knotenzone des ersten Balkenmodus). Die Rückwand der Box 1, 2, 29 wird dabei durch die Wand gebildet, an der die Box 1, 2, 29 angebracht ist.

Patentansprüche

1. Flachlautsprecheranordnung für Tieftonwiedergabe mit einem eine Frontöffnung aufweisenden, flachen, nichtabstrahlenden, ein Gehäusevolumen umschließenden Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61)

einer innerhalb der Frontöffnung des Gehäuses (2, 4, 29, 50, 61) angeordneten Plattenmembran (1), und

einer zwischen Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) und Plattenmembran (1) angeordneten Lagerung (3) zum Halten und Abdichten der Plattenmembran (1) gegenüber dem Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Plattenmembran (1) freitragend aufgebaut und gedämpft ist und

daß mindestens ein Schallwandler (8, 26, 11, 39, 40) für tiefe Töne an dem Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) und/oder der Plattenmembran (1) angebracht ist derart,

daß die Schallwandlermembran einen Teil der Außenwand des Gehäuses (2, 4, 29, 50, 61) bildet.

2. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattenmembran (1) einen plattenförmigen leichten schubsteifen Kern aufweist, der zu beiden flächigen Seiten mit jeweils einem sehr harten, dünnen Deckblatt vollflächig verbunden ist.

3. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß das Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) durch eine in seinem Inneren befindliche hermetisch dichte Zwischenwand (34, 54)

in zwei jeweils ein Teilvolumen umschließende Kammern (35, 36, 55, 56) unterteilt ist und

daß die Zwischenwand einen Durchbruch aufweist, in den hermetisch dicht eine Tiefton-Lautsprecheranordnung (26) eingebracht ist derart,

daß dessen Membran(en) zu beiden Seiten mit jeweils einem der Teilvolumen in Verbindung steht/stehen.

4. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß die Plattenmembran (1) einen Durchbruch aufweist, in den hermetisch dicht und schwingungsisoliert eine Tiefton-Lautsprecheranordnung (8, 11, 26, 39, 40) eingebracht ist derart,

daß dessen Membran(en) auf einer Seiten mit jeweils dem Gehäusevolumen und auf der anderen Seite mit der Außenluft in Verbindung steht/stehen.

5. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß das Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) einen Durchbruch aufweist, in den hermetisch dicht eine Tiefton-Lautsprecheranordnung (8, 11, 26) eingebracht ist derart,

daß dessen Membran(en) auf einer Seiten mit jeweils dem Gehäusevolumen und auf der anderen Seite mit der Außenluft in Verbindung steht/stehen.

6. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Dukt (28, 47, 51, 57) mit einer Membran der Tiefton-Lautsprecheranordnung (26) gekoppelt ist.

7. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tiefton-Inertialschwinger (58) an der Plattenmembran (1) befestigt.

8. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Baßreflextubus (37, 38) vorgesehen ist.

9. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein vom Gehäusevolumen zur Außenluft führender Dukt (28, 47, 51, 53, 57, 59) vorgesehen ist.

10. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) einen der Plattenmembran (1) gegenüberliegenden Durchbruch aufweist.

11. Flachlautsprecheranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Tiefton-Lautsprecheranordnung (8, 11, 26, 39, 40) und Plattenmembran (1) derart aufeinander abgestimmt sind, daß die Tieftonanregung der Plattenmembran (1) unterhalb der Grundfrequenz der Plattenmembran (1) erfolgt.

12. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

daß die Membran(en) der Tiefton-Lautsprecheranordnung (8, 11, 26, 39, 40) mit einer Oberfläche nichtstrahlenden Kontakt zum Gehäusevolumen hat/haben und

daß die Plattenmembran (1) mindestens ein Fenster aufweist, durch das nach außen ventiliert wird.

13. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

daß die Membran(en) der Tiefton-Lautsprecheranordnung (8, 11, 26, 39, 40) mit einer Oberfläche nichtstrahlenden Kontakt zum Gehäusevolumen hat/haben, und

daß das Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) mindestens ein Fenster aufweist, durch das in ein weiteres Gehäuse ventiliert wird.

14. Flachlautsprecheranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

daß die Tiefton-Lautsprecheranordnung rückseitig zumindest teilweise durch das/die Fenster ragt und

daß eine Manschette zur Durchbruchrandversteifung und nichtstrahlenden Abdichtung an der Plattenmembran befestigt ist.

15. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Federelement (24) zugfest und biegemomentübertragend mit Plattenmembran (1) und Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) reibungsarm und unter Zugspannung stehend verbunden ist.

16. Flachlautsprecheranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß Plattenmembran (1) und Gehäuse (2, 4, 29, 50, 61) mittels einer umlaufenden Schaumstoffwulst (13) reibungsarm verbunden sind.

17. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Plattenmembran (1) mittels der Spannmembran (3) an einem biegesteifen Rahmen (2) befestigt ist, der seinerseits an dem Gehäuse (4) befestigt ist.

18. Flachlautsprecheranordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine negative Impedanz oder ein Negativimpedanzkonverter zur Ansteuerung der Tiefton-Lautsprecheranordnung vorgesehen sind, die/der die elektrische Impedanz der Lautsprecheranordnung oder des Inertialschwingers ganz oder teilweise kompensiert.

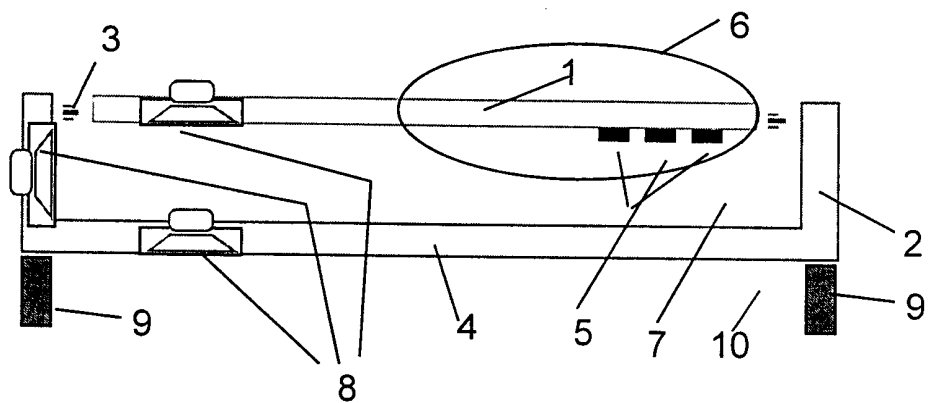


Fig. 1

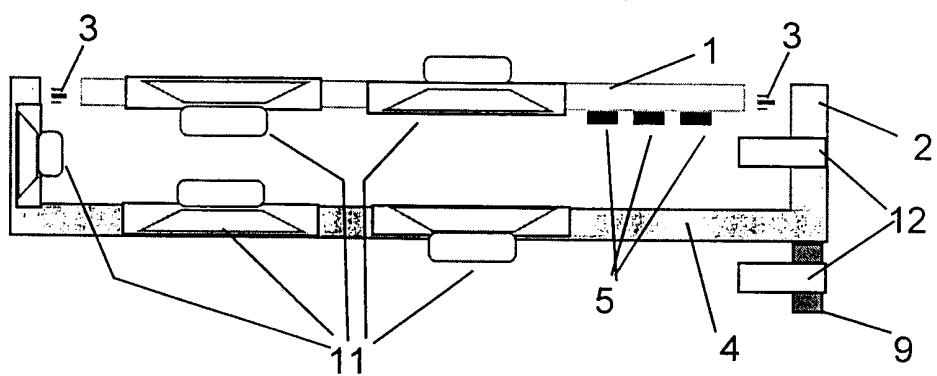


Fig. 2

2/14

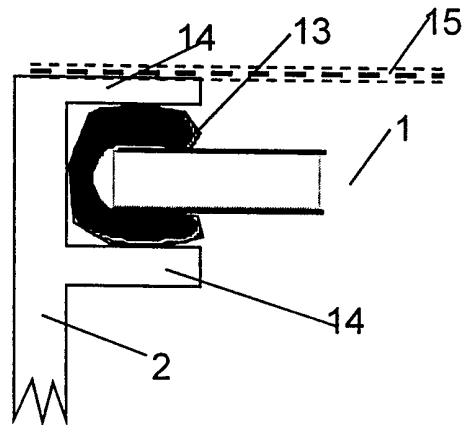


Fig. 3

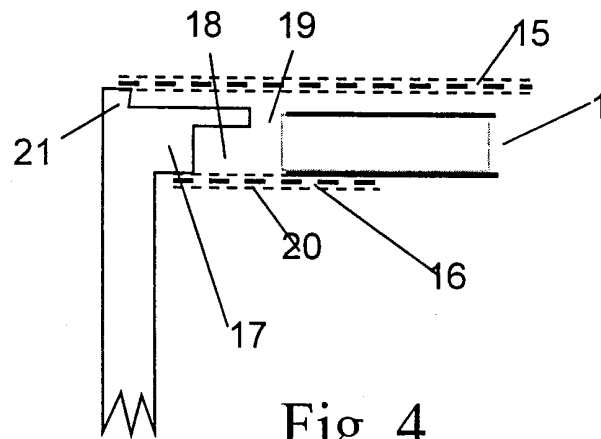
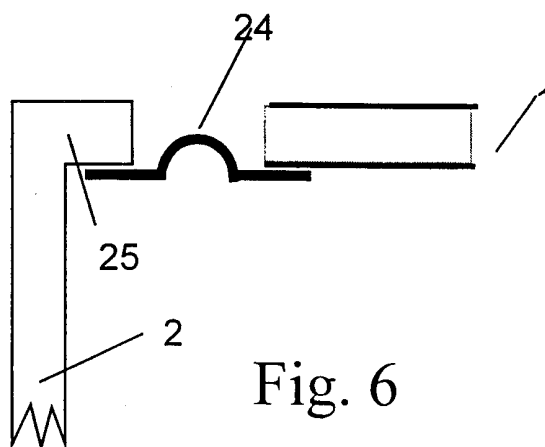
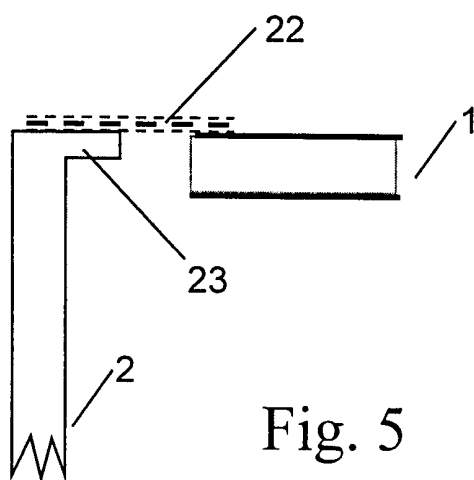


Fig. 4

3/14



4/14

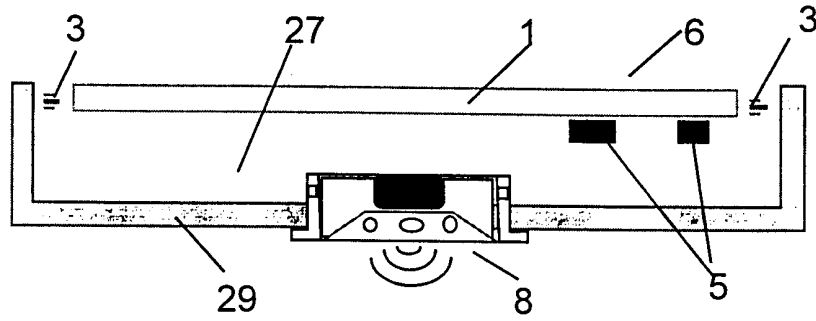


Fig. 7

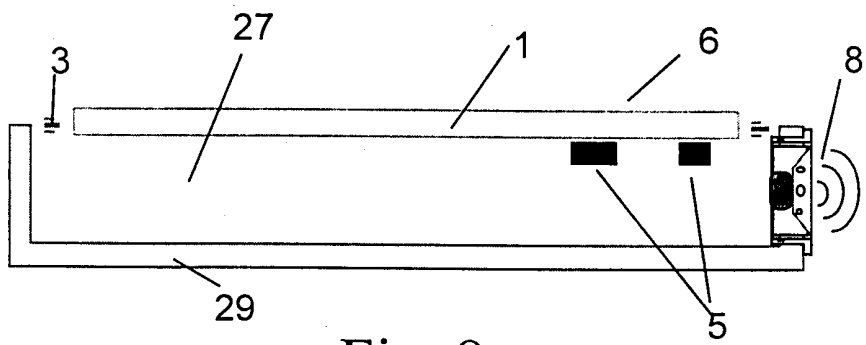


Fig. 8

5/14

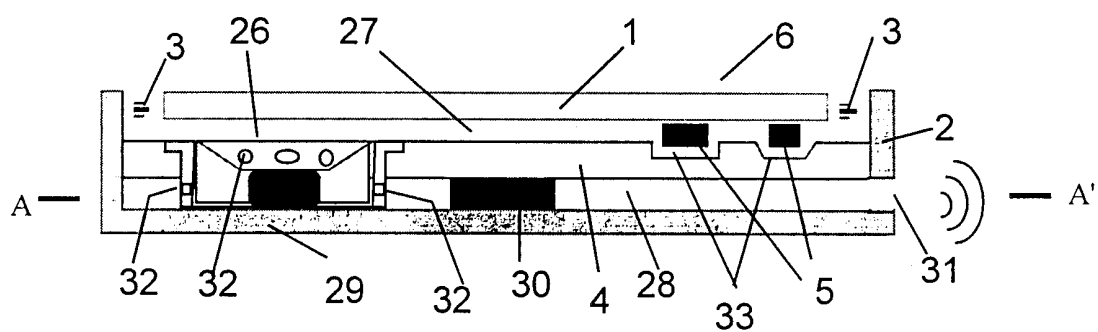
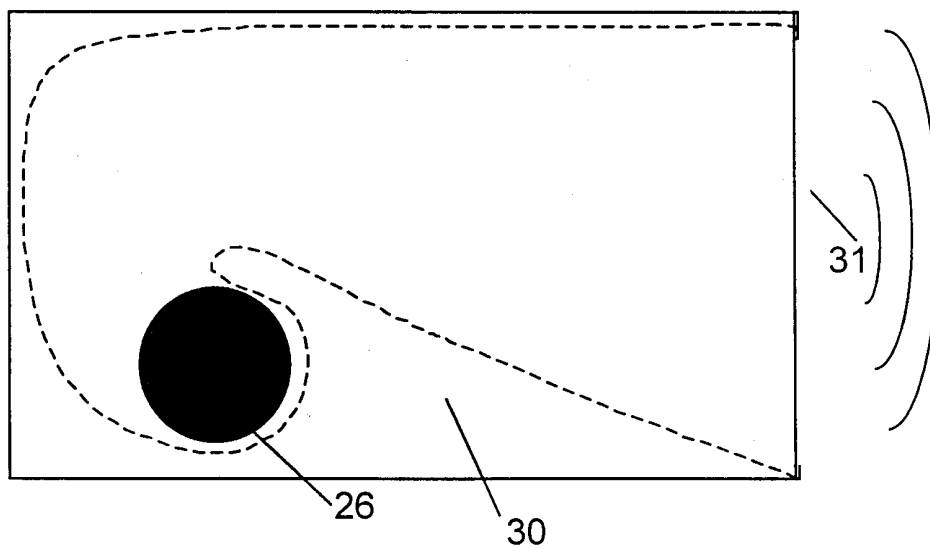


Fig. 9

Schnitt A-A'



6/14

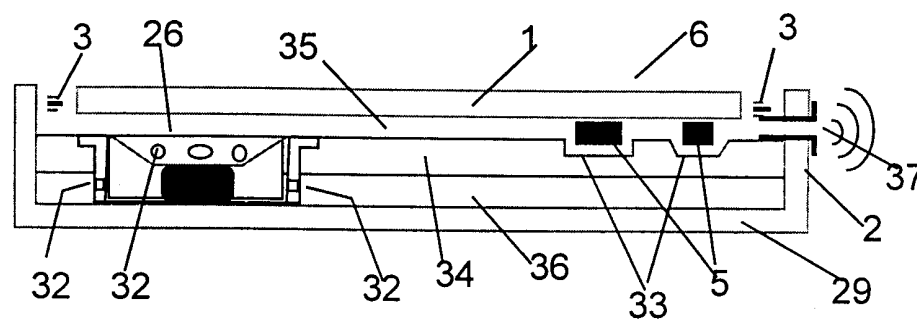


Fig. 10

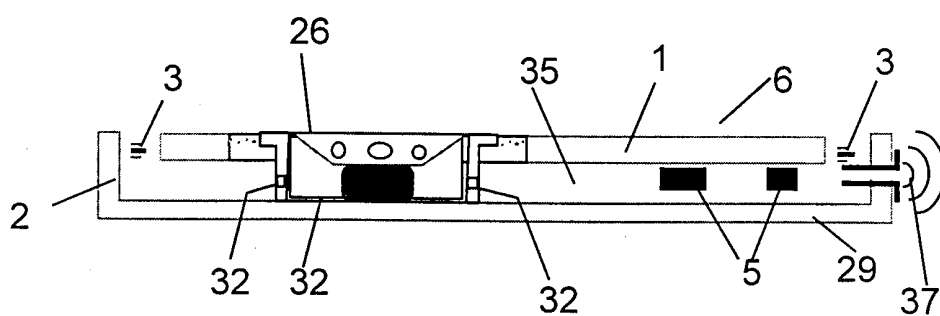


Fig. 11

7/14

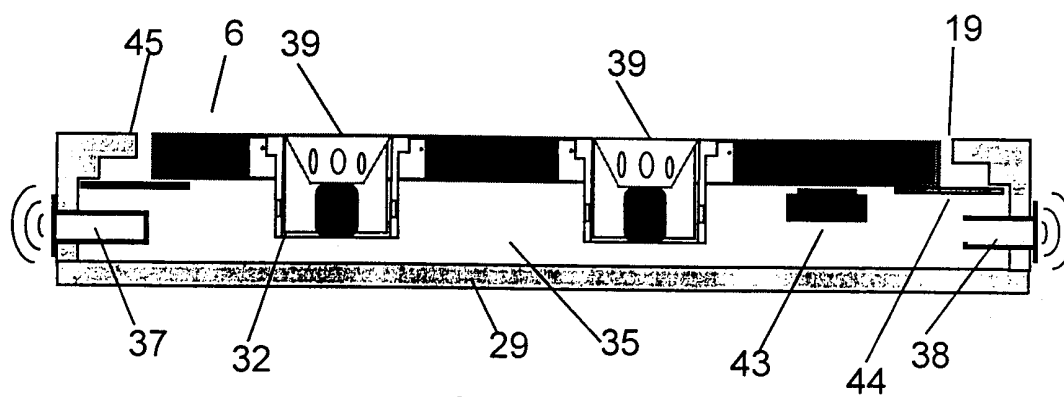


Fig. 12

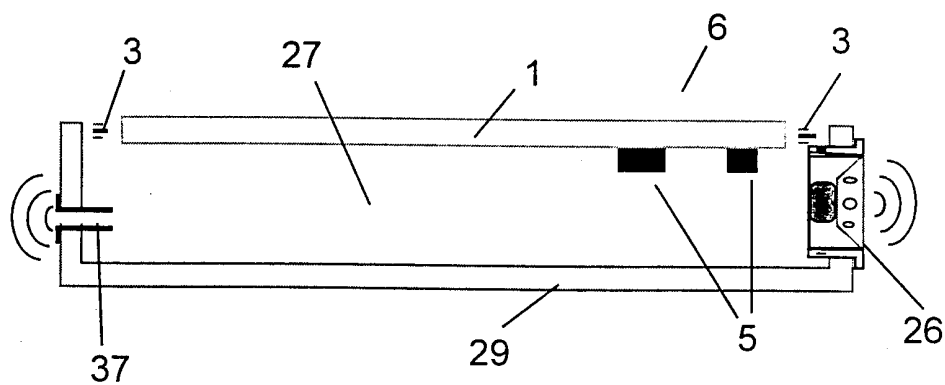


Fig. 13

8/14

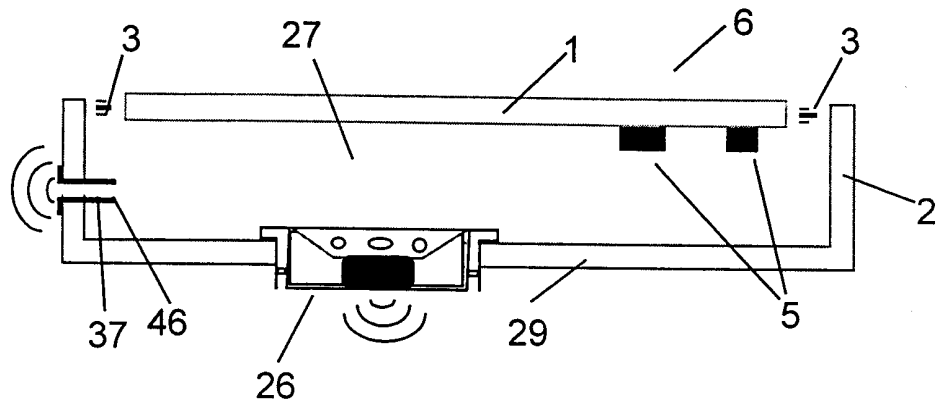


Fig. 14

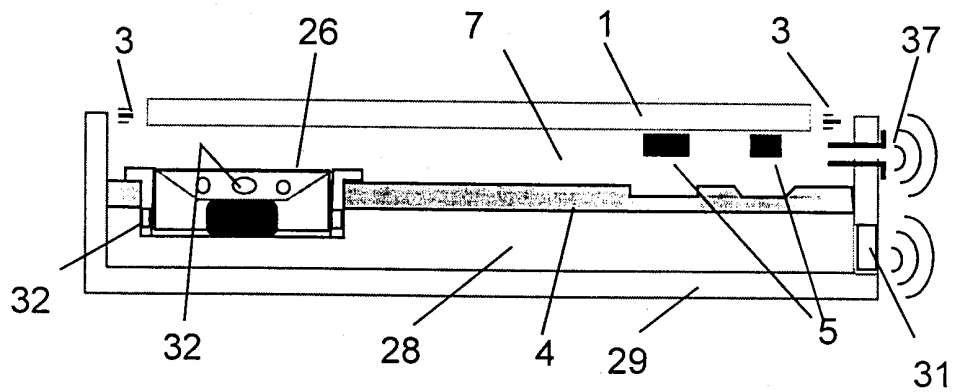


Fig. 15

9/14

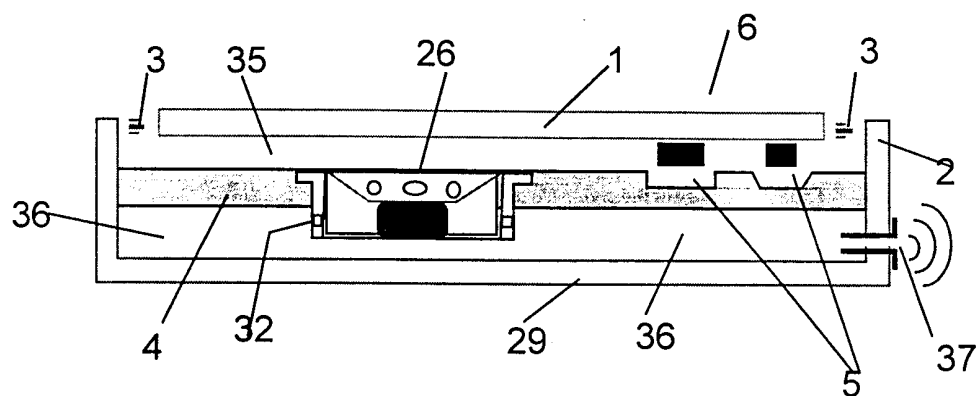


Fig. 16

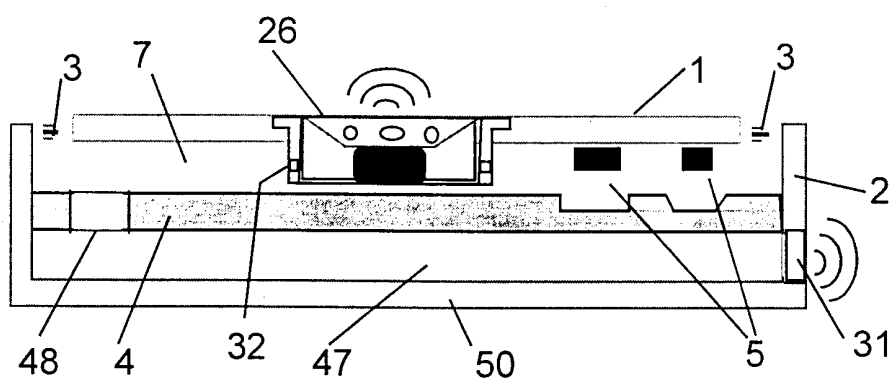


Fig. 17

10/14

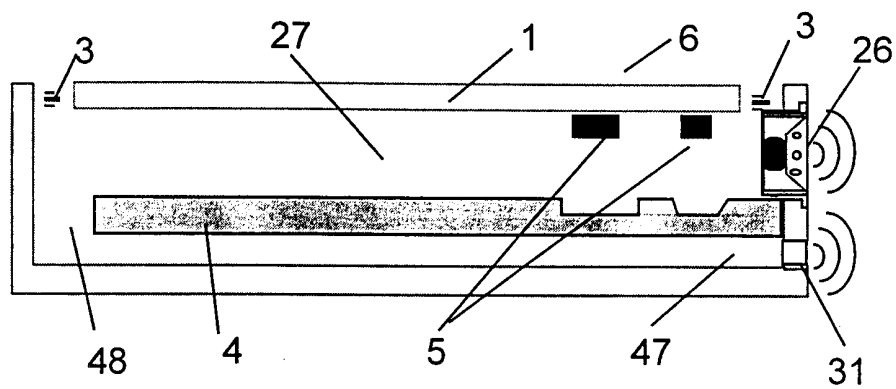


Fig. 18

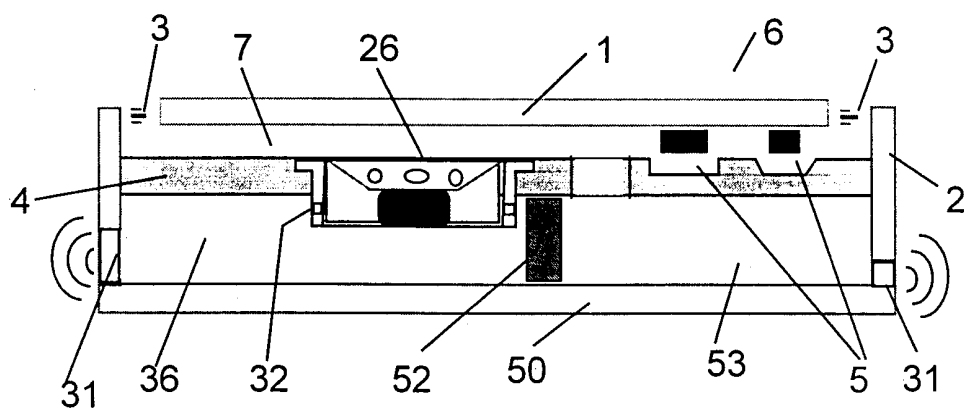


Fig. 19

11/14

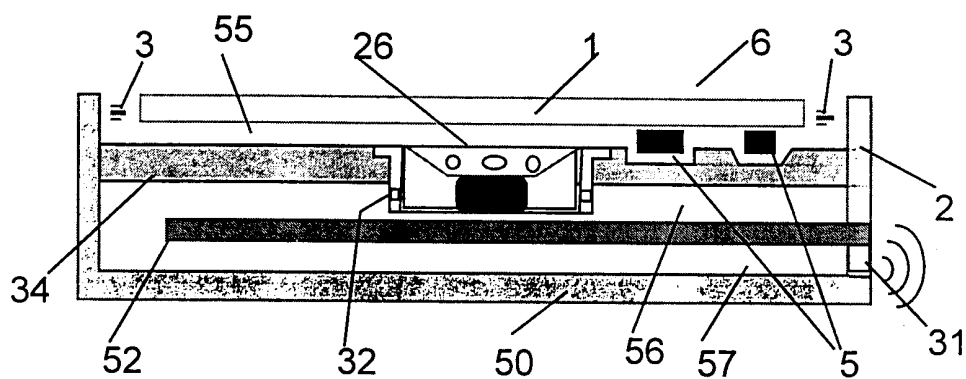


Fig. 20

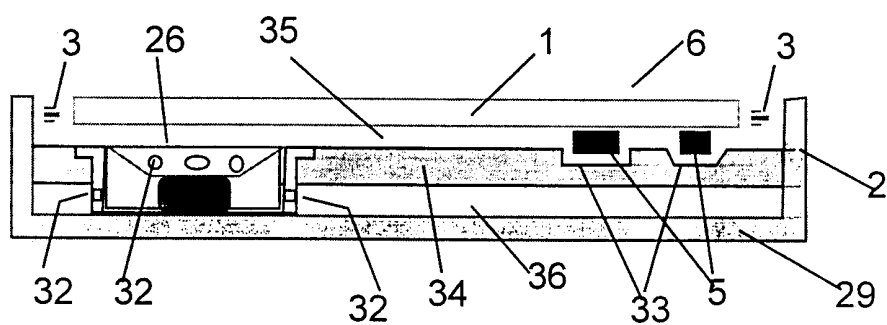


Fig. 21

12/14

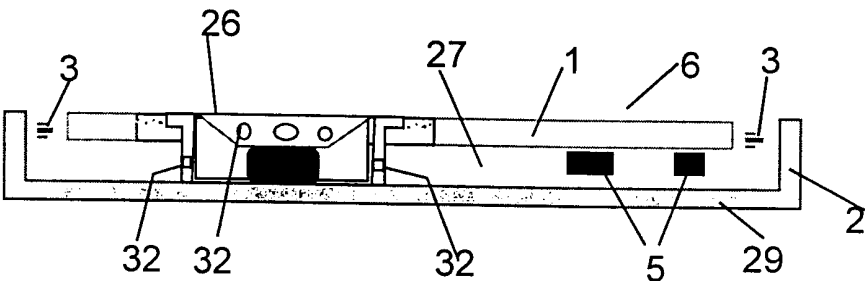


Fig. 22

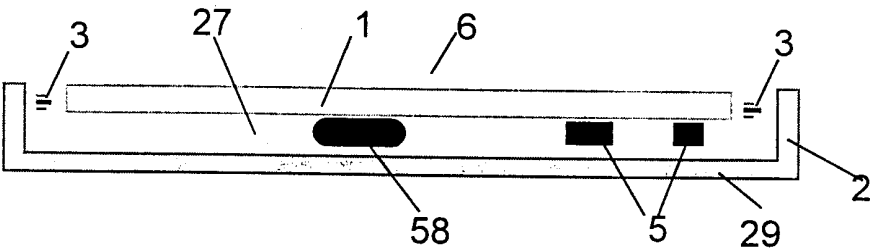


Fig. 23

13/14

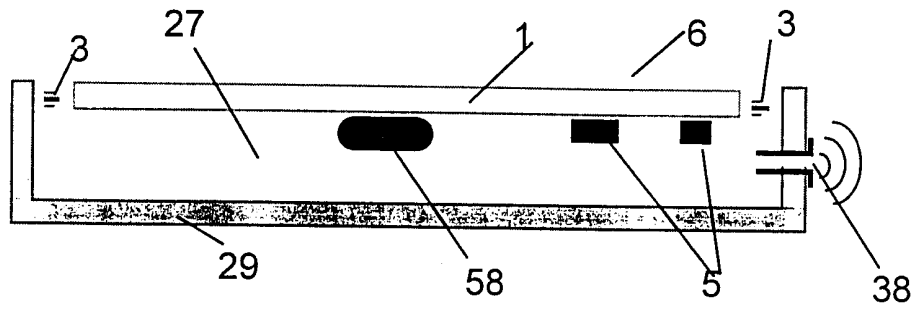


Fig. 24

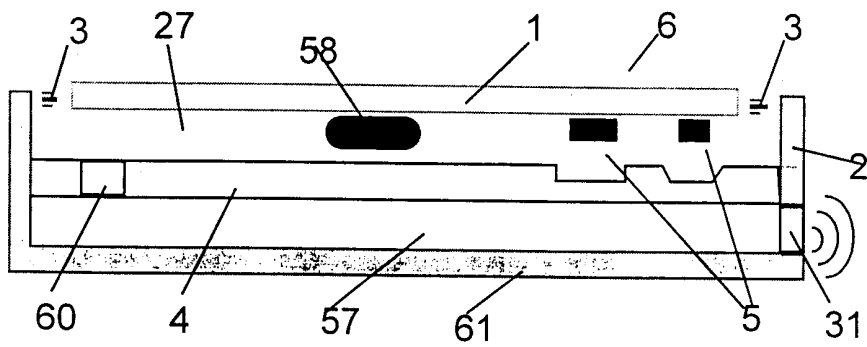


Fig. 25

14/14

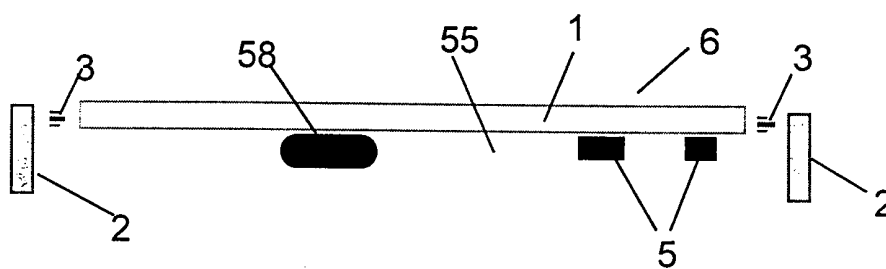


Fig. 26