

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 734 787 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.12.2006 Bulletin 2006/51

(51) Int Cl.:
H04R 9/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06290744.9**

(22) Date de dépôt: **10.05.2006**

(84) Etats contractants désignés:
**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**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **13.05.2005 FR 0504839**

(71) Demandeur: **Fradin, Bernard**
44350 Guerande (FR)

(72) Inventeur: **Fradin, Bernard**
44350 Guerande (FR)

(74) Mandataire: **Bloch, Gérard et al**
Bloch & Associés
2 Square de l'Avenue du Bois
75116 Paris (FR)

(54) Haut-parleur inertiel sans membrane

(57) Le haut-parleur (100) comporte un boîtier (110), un moteur (111) avec un noyau magnétique (112) et une bobine d'induction (113) solidaire d'une première plaque rigide (114) de transmission de vibrations à un support (300) qui est solidaire du boîtier (110) par une seconde

plaque (115) de suspension et de positionnement radial de la bobine (113) et des patins élastiques (116) qui assurent une suspension élastique de la première plaque rigide (114) au boîtier (110).

Grâce à l'invention, on transforme facilement une pièce en auditorium.

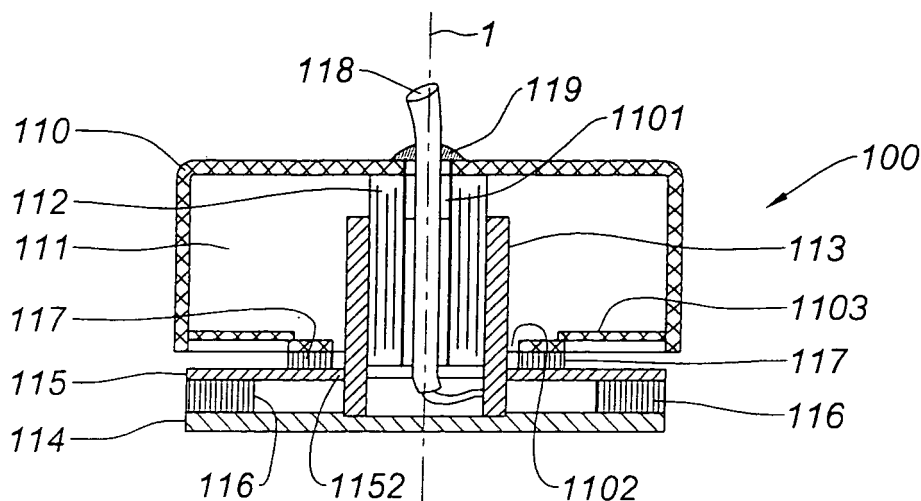


Fig. 1

EP 1 734 787 A2

Description

[0001] L'invention concerne le domaine des haut-parleurs et des enceintes utilisés comme éléments transducteurs sonores.

[0002] L'invention concerne notamment les haut-parleurs équipant chaînes hi fi domestiques ou les chaînes de salles de spectacles. Mais on pourrait envisager de l'appliquer aux chaînes de radio équipant par exemple les véhicules automobiles.

[0003] Le choix des haut-parleurs doit, pour reproduire l'ambiance sonore sur une large bande de fréquences avec suffisamment de fidélité et de puissance, tenir compte des conditions de leur fixation et de leur installation.

[0004] Un haut-parleur comporte généralement un moteur et une membrane commandée par le moteur pour vibrer de façon à reproduire les sons dans une certaine bande située dans le domaine audible, entre 30 et 16000 Hertz. L'ensemble est maintenu assemblé et protégé par un boîtier.

[0005] La membrane est généralement circulaire. Etant fixée par sa périphérie au boîtier et commandée en son centre par la bobine du moteur, elle vibre de préférence à une fréquence F correspondant à une vibration ayant un ventre au centre et un noeud sur sa périphérie, le ventre et le noeud distants étant au moins d'un quart de longueur d'onde λ de la vibration.

[0006] On montre que le diamètre D de la membrane correspondant à la fréquence F de vibration de longueur d'onde λ est tel que :

$$D = c / 2 * F = \lambda / 2$$

c étant la vitesse du son.

[0007] Pour élargir la bande passante de la membrane autour de la fréquence F, d'une part, on prévoit un matériau non résonnant, tel que le papier, et, d'autre part on conforme la membrane pour qu'elle présente à sa périphérie une ondulation pour l'isoler au mieux du pavillon du boîtier et pour rendre floue la position des noeuds.

[0008] Pour couvrir toute une bande de fréquences, on est de plus obligé d'utiliser des haut-parleurs de différents diamètres D1, D2, ... correspondant à des fréquences centrales F1, F2, On définit ainsi des haut-parleurs appelés tweeters ($D < 8$ cm), médiums ($8 \text{ cm} < D < 16$ cm), basses ($16 \text{ cm} < D < 25$ cm), subwoofers ($D > 25$ cm), Pour réduire le volume, ils peuvent être disposés de façon coaxiale.

[0009] De plus, et indépendamment des conditions d'installation, il faut veiller à ce que toute la bande de fréquences, ainsi couverte au moyen d'une pluralité de haut-parleurs, soit diffusée dans l'ensemble du volume d'écoute, par exemple une pièce d'habitation ou un bureau pour servir d'auditorium, éventuellement en stéréo,

ce qui double encore le nombre des haut-parleurs ou d'enceintes nécessaires. C'est ce problème de diffusion qui est résolu par l'invention, comme on le verra plus loin.

[0010] Ce n'est curieusement pas celui-là que l'inventeur cherchait à résoudre, mais un autre problème posé dans le cadre bien différent de la réalisation d'un appareil de thérapie par vibrations corporelles, utilisable dans le domaine médical, à fonctionnement inverse du stéthoscope, pour soigner des organes viscéraux affectés de dysfonctionnements mécaniques (incontinence, constipation, etc.).

[0011] Pour résoudre son problème médical, l'inventeur a eu l'idée de puiser, dans le savoir faire d'il y a vingt-cinq ans au moins, la solution alors avortée du problème de diffusion. Cette solution consistait en ce qu'on peut appeler un haut-parleur sans membrane.

[0012] Ce haut-parleur comportait un moteur électromagnétique avec un noyau magnétique cylindrique et une bobine d'induction entourant le noyau et solidaire d'un ensemble de deux plaques : une plaque de suspension et de centrage souple, assurant le positionnement radial de la bobine, autour du noyau tout en permettant la vibration axiale de la bobine et une plaque rigide destinée à être fixée par exemple à une cloison de l'auditorium. Cette dernière plaque une fois fixée, c'est la cloison qui remplace la membrane. Mais le rendement du moteur et la qualité acoustique du haut-parleur étaient beaucoup trop insuffisants. Pour un moteur de 35 watts, on obtenait un son de médiocre qualité et de niveau très faible, environ 60 dB.

[0013] Cherchant à réaliser un dispositif d'excitation en vibration des tissus corporels pour son application médicale, l'inventeur a incidemment perfectionné le dispositif ci-dessus et a alors compris tout son intérêt dans le domaine acoustique.

[0014] Ainsi, l'invention concerne tout d'abord un haut-parleur sans membrane, comportant un boîtier, un moteur comportant un noyau magnétique et, autour dudit noyau, une bobine d'induction solidaire d'une première plaque rigide de transmission de vibrations à un support, la première plaque étant solidaire du boîtier par l'intermédiaire de moyens de suspension souple, les moyens de suspension étant agencés pour assurer une suspension élastique de la première plaque rigide au boîtier, haut-parleur caractérisé par le fait que les moyens de suspension souple comportent une seconde plaque de suspension et de positionnement radial de la bobine.

[0015] Un matériau est élastique tant que la force appliquée sur le matériau et les déplacements dus aux déformations de ce matériau, qui en résultent, restent proportionnels. Cette propriété de linéarité favorise notamment la résonance acoustique du matériau à une sollicitation en vibration.

[0016] Le dispositif de l'art antérieur comportait donc déjà une seconde plaque souple en bakélite, mais qui est un matériau qui, à l'instar du papier utilisé pour les membranes, ne présente aucune qualité ou résonance acoustique et qui, de surcroît, n'est pas élastique. De

plus, sa mission étant de centrer la bobine tout en laissant les vibrations se propager, pourquoi aurait-elle eu cette qualité, sinon au risque d'introduire au passage une résonance parasite ?

[0017] Grâce à l'élasticité de la suspension de la plaque rigide au boîtier, les vibrations générées par la bobine se propagent plus librement entre le moteur et la plaque ou, plus exactement ici, entre la plaque et le moteur.

[0018] De préférence, les moyens de suspension élastique comprennent des patins élastiques entre les deux plaques.

[0019] Dans la forme de réalisation préférée, la seconde plaque de positionnement radial de la bobine est en matériau élastique.

[0020] Avantagusement, la seconde plaque est en matériau composite, par exemple en résine époxy renforcée de fibre de verre ou en carbone renforcé ou tout autre matériau susceptible de résonance acoustique.

[0021] De préférence toujours, la seconde plaque, comportant une partie centrale et une partie périphérique, est ajourée d'ouïes délimitant lesdites parties centrale et périphérique et qui sont limitées par des ponts « charnières » leur conférant la possibilité de vibrer l'une par rapport à l'autre.

[0022] Dans la forme de réalisation plus que préférée, le noyau de la bobine a une symétrie axiale, les deux plaques de transmission de vibrations et de suspension sont sensiblement perpendiculaires à l'axe du noyau, l'élasticité des moyens de suspension s'exerçant selon cet axe, et la plaque de suspension est rigide dans la direction perpendiculaire à cet axe.

[0023] Le haut-parleur de l'invention, une fois fixé par exemple sur une cloison, avec un moteur de 35 watts, permet d'obtenir un excellent niveau sonore de 90 dB et de grande qualité.

[0024] L'invention concerne également une cloison formant enceinte d'auditorium sur laquelle sont fixés une pluralité de hauts-parleurs selon l'invention définis pour transmettre leurs vibrations dans des bandes de fréquences respectivement différentes.

[0025] Enfin, l'invention concerne aussi un dispositif de thérapie par vibrations corporelles comprenant un haut-parleur selon l'invention.

[0026] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de deux formes de réalisation du haut-parleur sans membrane selon l'invention, en référence au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'une première forme de réalisation du haut-parleur selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe axiale d'une seconde forme de réalisation du haut-parleur selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en perspective éclatée des plaques de transmission et de suspension équipant le moteur du haut-parleur, avec le dispositif de fixation sur une cloison ;

tion sur une cloison ;

- la figure 4 est une vue en coupe du haut-parleur de la figure 2, selon la ligne IV-IV, montrant les plaques vues de dessus, sans le dispositif de fixation et
- la figure 5 est un schéma de montage sur une surface support du moteur de haut-parleur selon l'invention.

[0027] En référence à la figure 1, le haut-parleur 100 comporte un boîtier ici cylindrique 110 d'axe 1 protégeant un moteur 111. Le moteur 111 comporte un noyau magnétique 112 cylindrique d'axe 1 solidaire du boîtier 110 en sa base supérieure. La base supérieure du boîtier et le noyau sont percés d'un alésage 1101 cylindrique coaxial pour laisser passer un câble de raccordement électrique 118. Le câble 118 est solidaire du boîtier grâce à un joint élastique 119 passe câble obturant de ce fait l'alésage 1101.

[0028] La base inférieure 1103 du boîtier 110 est percée d'une ouverture circulaire 1102 centrée sur l'axe 1 de façon à laisser passer une bobine d'induction 113 coulisant librement sans contact selon l'axe 1 le long du noyau 112 et recevant des signaux électriques représentatifs de sons grâce au raccordement 118.

[0029] La bobine 113 est libre en sa partie supérieure et est solidaire d'une première plaque rigide 114 sensiblement carrée et perpendiculaire à l'axe 1. Cette plaque 114 comporte des moyens de fixation sur un support, non représentés sur cette figure, mais qui seront décrits plus loin. La plaque 114 est une plaque de transmission de vibrations.

[0030] La plaque 114 est par ailleurs solidaire du boîtier 110 grâce à des moyens de suspension souples et élastiques qui permettent de maintenir la bobine d'induction 113 en place relativement au noyau 112, tout en la laissant vibrer sous l'action des forces d'induction créées par les signaux électriques évoqués ci-dessus.

[0031] Ces moyens de suspension comprennent une seconde plaque 115 sensiblement parallèle à la première plaque 114, plaque 115 qui est une plaque de suspension et de positionnement radial de la bobine, des patins 116 de fixation élastique de la première plaque 114 à la seconde plaque 115, et des moyens de fixation 117 (120 sur la figure 2), de la seconde plaque 115 au boîtier 110. Ces moyens peuvent être des patins 117 en caoutchouc, comme les patins 116 de fixation des deux plaques entre elles.

[0032] Pour réaliser la seconde plaque 115, on a utilisé une carte en matériau composite, ici en résine époxy renforcée de fibre de verre, mais on aurait pu choisir le carbone renforcé, ou tout autre matériau permettant une rigidité plane et un comportement axial parfaitement élastique favorisant la résonance acoustique.

[0033] Cette carte est agencée pour pouvoir vibrer selon l'axe 1 et cependant rester rigide perpendiculairement à cet axe, comme il va être expliqué plus loin.

[0034] La description ci-dessus correspond à la première forme de réalisation de la figure 1. La figure 2 correspond à une seconde forme de réalisation ne se dis-

tinguant de cette première forme (les éléments homologues portent les mêmes références) que par le choix d'une couronne ici en PVC 120 à la place des patins 117 et par l'adjonction d'une couronne de mousse 121 entre les deux plaques permettant d'isoler le moteur 111 de l'environnement externe et de limiter l'intrusion de poussières entre le noyau 112 et la bobine 113.

[0035] L'ensemble des moyens de suspension va maintenant être décrit plus précisément en référence aux figures 3 et 4.

[0036] La seconde plaque de suspension 115, sensiblement de même forme que la première plaque 114, est ajourée selon quatre ouïes a, b, c, d circulaires selon des quarts de cercle d'un cercle commun d'axe 1 mais qui restent séparés par des ponts, ou zones de liaison, e jouant le rôle de charnières augmentant l'élasticité de la plaque 115. Les ouïes a, b, c, d divisent la plaque 115 en une partie centrale I1 et une partie périphérique P1 qui sont capables grâce aux charnières de vibrer l'une par rapport à l'autre suivant l'axe 1, mais pas dans leur plan.

[0037] Les patins 116 de fixation des deux plaques 114 et 115 entre elles sont cylindriques d'axe parallèle à l'axe 1, en caoutchouc, y sont collés et disposés en leur quatre coins de façon à être le plus éloignés possible des charnières e de façon à en perturber leur élasticité le moins possible.

[0038] Les patins élastiques 117, également cylindriques d'axe parallèle à l'axe 1, sont collés sur la partie centrale II en des zones 1154 régulièrement espacés (figure 3) et en regard de la base inférieure du boîtier 110, ici démontable de ce boîtier. Ils peuvent aussi être en caoutchouc. La couronne en PVC 120 est collée sur la périphérie de cette partie centrale II (figure 4) et sur le boîtier 110.

[0039] La bobine 113 est sertie par des pattes (non représentées) dans des encoches 1143 de la partie centrale 12 de la plaque de transmission 114. Ces encoches permettent un bon centrage de la bobine.

[0040] On peut prévoir des encoches 1142 réparties symétriquement selon une symétrie axiale à la périphérie de la plaque rigide de transmission 114 pour augmenter la bande passante des vibrations sonores.

[0041] On notera que les patins de fixation 116 sont répartis en périphérie P1, P2 des seconde et première plaques 115, 114 selon une disposition de symétrie axiale d'axe 1, et que les patins 117 ou la couronne 120 sont situés entre la partie centrale I1 de la seconde plaque 115 et le boîtier 110 de sorte que seules les charnières e relient mécaniquement le boîtier 110 à la première plaque 114. Cela confère à la première plaque de transmission 114 la possibilité de vibrer par rapport au boîtier 110 selon l'axe 1, si bien que lorsque la plaque 114 est fixée à une cloison et que des signaux électriques sont envoyés dans la bobine 113 fixée à la plaque 114, c'est le noyau 112, donc le moteur 111 et son boîtier 110, qui vibrent par rapport à la cloison qui forme alors une enceinte.

[0042] Un haut-parleur de ce type, doté d'un moteur de 35 watts, permet d'obtenir ainsi un niveau sonore de 90 dB de grande qualité.

[0043] On a décrit des moyens de suspension avec des patins 116 entre les deux plaques 114 et 115. Naturellement, on pourrait également envisager de disposer des ressorts entre ces deux plaques ou autres moyens élastiques.

[0044] La fixation à une cloison 300 va maintenant être expliquée, en référence aux figures 3 et 5.

[0045] On peut fixer la première plaque de transmission 114 sur la cloison 300 en utilisant notamment deux moyens de fixation différents.

[0046] Le premier moyen consiste en une fixation permettant de fixer directement la plaque 114 sur la surface de la cloison 300. Il est alors prévu un jeu de vis 202 (figure 3) traversant les patins 116 et les deux plaques 114 et 115 selon des axes A1, A2, A3, A4.

[0047] Pour cela, les patins 116 sont percés chacun d'un trou 1163 selon leur axe et les plaques 114 et 115 de quatre trous 1141 et 1151 selon les axes A1, A2, A3, A4, pour laisser passer chacun une vis 202, ici à tête hexagonale. Les têtes des vis 202 serrent la plaque 115 par l'intermédiaire d'une rondelle 203 et d'un joint torique élastique 204, comme représentés sur la figure 3.

[0048] Les patins 116 comportent en outre des épaulements 1161 et 1162 aux diamètres des trous 1151 et 1141 des plaques 115 et 114 tous deux inférieurs à leur diamètre externe ce qui permet de maintenir les deux plaques 114 et 115 parallèles et à distance prédéterminée. Ainsi, les patins 116 servent aussi d'entretoises.

[0049] Pour fixer le haut-parleur sur la cloison, on démonte, par un dispositif d'assemblage ordinaire non représenté, la base inférieure 1104 du boîtier 110 qui reste fixée à la plaque élastique de suspension 115. Par un trou 1103, prévu dans cette base 1104 pour donner accès à la tête de la vis 202, on visse la vis 202 correspondant à chacun des axes A1, A2, A3, A4 dans la cloison 300, et on remonte le boîtier 110 sur sa base inférieure 1104 par le même dispositif d'assemblage évoqué ci-dessus.

[0050] Le second moyen, également illustré sur la même figure 5, consiste en une bride 200 vissée, par des vis 201, dans la cloison 300 et plaquant le boîtier 110 contre la cloison 300. Lorsqu'on la visse, elle vient s'appuyer de façon élastique sur le passe câble 119 et maintient le boîtier 110 de façon suffisamment souple pour ne pas l'empêcher de vibrer par rapport à la cloison 300.

[0051] On peut bien sûr user simultanément de ces deux moyens de fixation.

[0052] L'invention permet non seulement de supprimer le volume autrement nécessaire à la mise en place des enceintes de haut-parleur dans un auditorium, mais aussi d'obtenir un effet d'ambiance parfait puisque le son est diffusé par les cloisons même de cet auditorium, formant elles-mêmes enceintes. D'ailleurs, plusieurs hauts-parleurs de bandes de fréquences respectivement différentes peuvent être fixées aux cloisons pour encore améliorer cet effet d'ambiance. De façon générale, l'invention

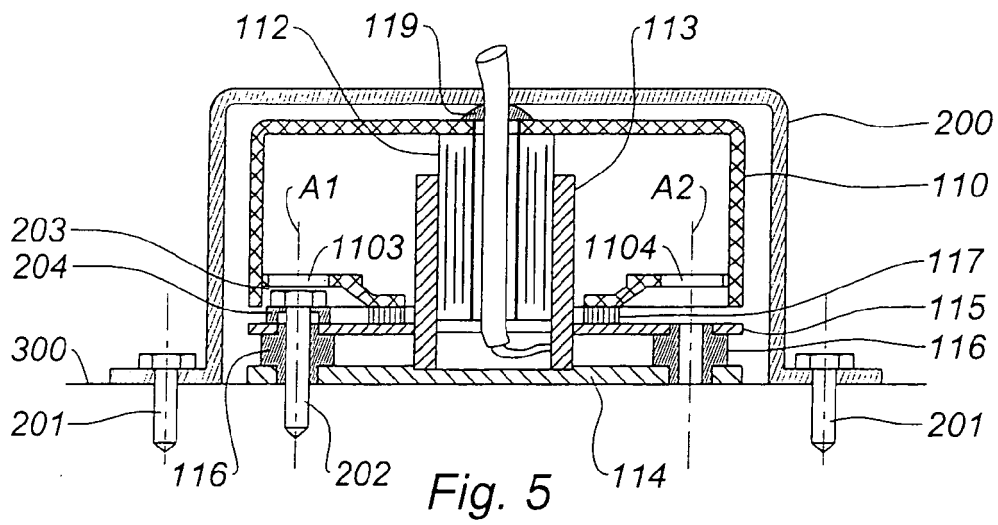
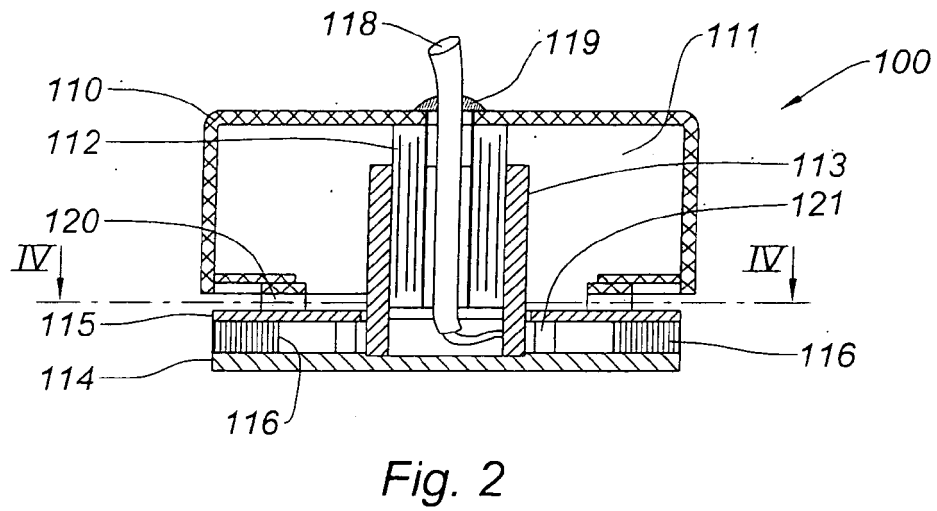
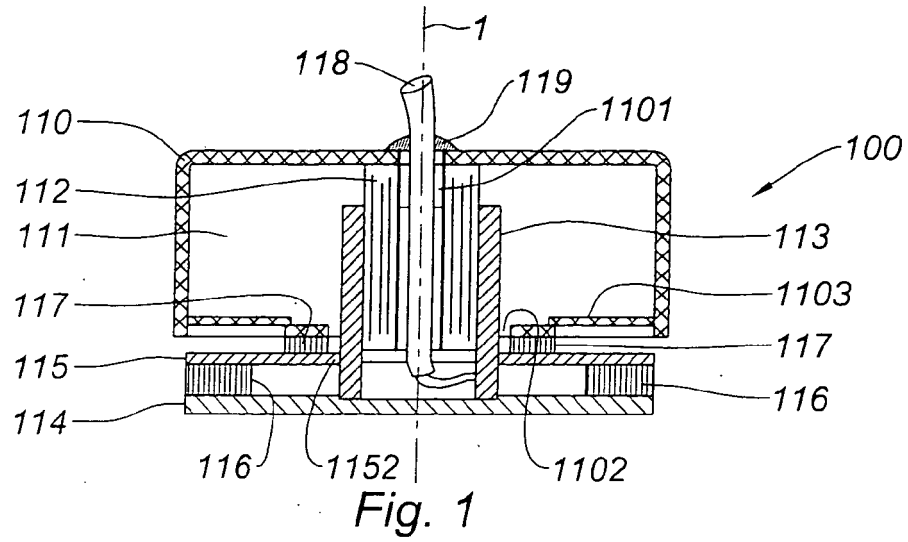
permet de transformer facilement une pièce en auditorium.

Revendications

1. Haut-parleur (100) sans membrane, comportant un boîtier (110), un moteur (111) comportant un noyau magnétique (112) et, autour dudit noyau (112), une bobine d'induction (113) solidaire d'une première plaque rigide (114) de transmission de vibrations à un support (300), la première plaque (114) étant solidaire du boîtier (110) par l'intermédiaire de moyens de suspension souple (115, 116, 117 ; 115, 11.6, 120), les moyens de suspension étant agencés pour assurer une suspension élastique de la première plaque rigide (114) au boîtier (110), haut-parleur **caractérisé par le fait que** les moyens de suspension souple (115, 116, 117 ; 115, 116, 120) comportent une seconde plaque (115) de suspension et de positionnement radial de la bobine (113). 10
2. Haut-parleur selon la revendication 1, dans lequel les moyens de suspension élastique (115, 116, 117 ; 115, 116, 120) comportent des patins élastiques (116) entre la seconde plaque de suspension (115) et la première plaque de transmission (114). 15
3. Haut-parleur selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel la seconde plaque de suspension (115) de positionnement radial de la bobine (113) est en matériau élastique. 20
4. Haut-parleur selon la revendication 3, dans lequel la seconde plaque de suspension (115) est en matériau composite. 25
5. Haut-parleur selon la revendication 4, dans lequel le matériau de la plaque de suspension (115) est choisi dans le groupe comprenant une résine époxy renforcée de fibre de verre et du carbone renforcé. 30
6. Haut-parleur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la seconde plaque de suspension (115), qui comporte une partie centrale (I1) et une partie périphérique (P1), est ajourée d'ouïes (a, b, c, d) délimitant lesdites parties centrale (I1) et périphérique (P1) et qui sont limitées par des ponts charnières (e) leur conférant la possibilité de vibrer l'une par rapport à l'autre. 35
7. Haut-parleur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le noyau (112) de la bobine (113) a une symétrie axiale, les deux plaques de transmission de vibrations (114) et de suspension (115) sont sensiblement perpendiculaires à l'axe (1) du noyau (112), l'élasticité des moyens de suspension s'exerçant selon cet axe (1), et la plaque de suspension 40

(115) est rigide dans la direction perpendiculaire à cet axe (1).

8. Haut-parleur selon la revendication 2, dans lequel les patins élastiques (116) sont fixés en parties périphériques (PI, P2) des plaques (115, 114) et des patins (117) de fixation de la plaque de suspension (115) au boîtier (110) sont fixés en partie centrale (I1) de la plaque de suspension (115). 45
9. Haut-parleur selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la périphérie (P2) de la plaque de transmission (114) comporte des encoches (1142) pour augmenter la bande passante des vibrations sonores. 50
10. Cloison (300) formant enceinte d'auditorium sur laquelle sont fixées une pluralité de hauts-parleurs selon l'une des revendications 1 à 9 et définis pour transmettre leurs vibrations dans des bandes de fréquences respectivement différentes. 55
11. Dispositif de thérapie par vibrations corporelles comprenant un haut-parleur sans membrane selon l'une des revendications 1 à 9.



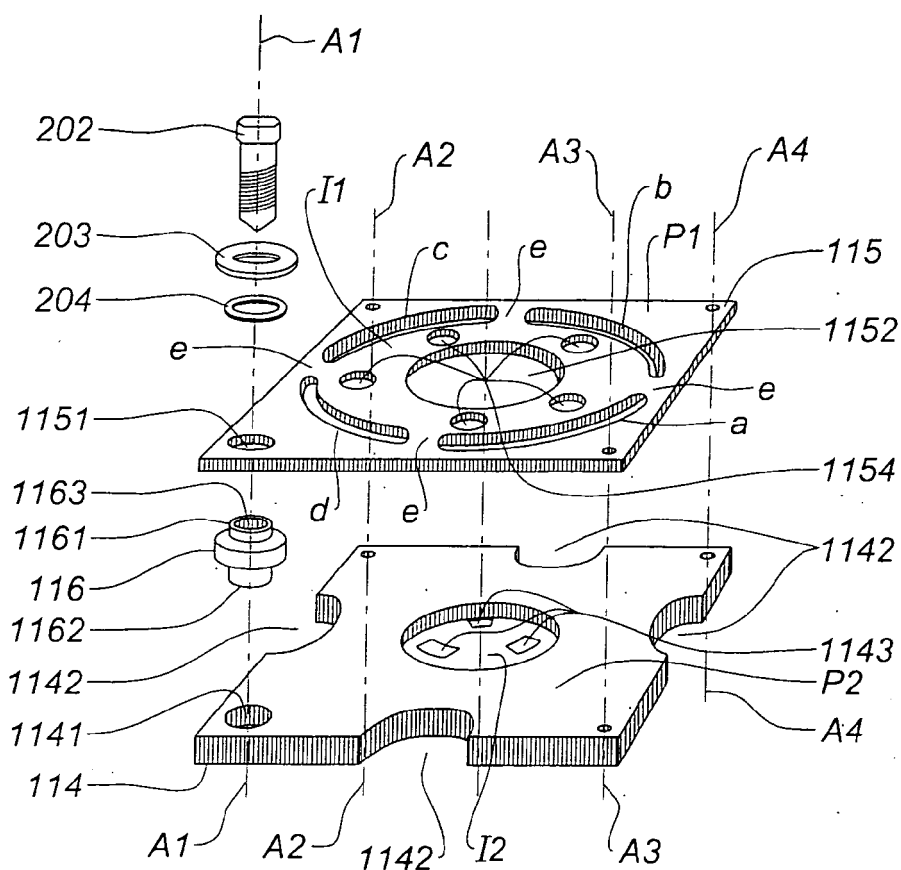


Fig. 3

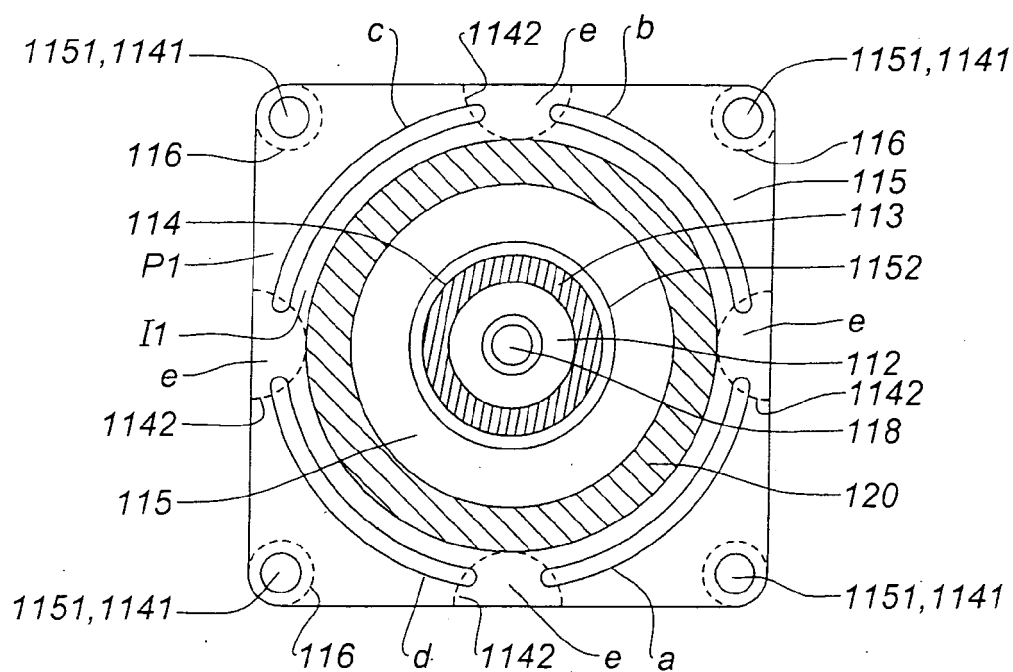


Fig. 4