

(19)



(11)

EP 2 524 520 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
06.03.2019 Bulletin 2019/10

(51) Int Cl.:
H04R 7/16 (2006.01) **H04R 9/04** (2006.01)
H04R 7/12 (2006.01) **H04R 9/06** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11707442.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2011/000024

(22) Date de dépôt: **14.01.2011**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/086301 (21.07.2011 Gazette 2011/29)

(54) TRANSDUCTEUR ÉLECTRODYNAMIQUE À DÔME ET SUSPENSION INTERNE

ELEKTRODYNAMISCHER WANDLER MIT EINER KUPPEL UND EINEM INNEREN HÄNGETEIL
ELECTRODYNAMIC TRANSDUCER HAVING A DOME AND AN INNER HANGING PART

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **15.01.2010 FR 1000155**

(43) Date de publication de la demande:
21.11.2012 Bulletin 2012/47

(73) Titulaire: **PHL Audio**
77590 Chartrettes (FR)

(72) Inventeurs:
• **FLAVIGNARD, Yoann**
F-77590 Chartrettes (FR)

• **LESAGE, Philippe**
F-77590 Chartrettes (FR)

(74) Mandataire: **Louiset, Raphaël et al**
Dejade & Biset
35, rue de Châteaudun
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 341 926 DE-A1- 10 211 086
DE-C1- 10 207 561 US-A1- 2004 086 143
US-A1- 2007 009 133 US-B1- 6 208 743
US-B1- 6 922 477 US-B1- 7 035 424

EP 2 524 520 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention a trait au domaine de la reproduction sonore au moyen de haut-parleurs, également dénommés transducteurs électrodynamiques ou électroacoustiques, qui assurent une fonction de conversion d'une énergie électrique, généralement fournie par un amplificateur de puissance, en énergie acoustique.

[0002] L'énergie acoustique est rayonnée par une membrane, dont les déplacements entraînent des variations de pression de l'air environnant, qui se propagent dans l'espace sous forme d'une onde acoustique.

[0003] Dans le transducteur électrodynamique du type Rice-Kellog, le plus courant, la membrane est mue par une bobine mobile comprenant un solénoïde parcouru par un courant électrique (issu de l'amplificateur) et plongé dans un entrefer où règne un champ magnétique produit par un aimant permanent. L'interaction entre le courant électrique et le champ magnétique produit une force connue sous le nom de « Force de LAPLACE », qui produit un déplacement de la bobine mobile, laquelle entraîne avec elle la membrane dont les vibrations sont la source du rayonnement acoustique.

[0004] De nombreuses formes ont été imaginées pour la réalisation des membranes ; les plus courantes sont le cône (dont la génératrice peut être droite ou curviligne) et le dôme, ou une combinaison des deux.

[0005] Dans le cas du cône, la bobine mobile est généralement fixée sur le pourtour d'une ouverture pratiquée au centre de la membrane. L'encombrement et la masse de l'équipage mobile sont relativement importants, ce qui rend ce type d'architecture particulièrement adapté à la réalisation des transducteurs conçus pour la reproduction du grave et du médium, nécessitant des vibrations de membrane de fréquence relativement basse mais de grande amplitude.

[0006] Dans le cas du dôme, la bobine mobile est généralement fixée sur un bord périphérique de la membrane. L'encombrement et la masse de l'équipage mobile peuvent être minimisés, ce qui rend ce type d'architecture particulièrement adapté à la réalisation des transducteurs conçus pour la reproduction de l'aigu, nécessitant des vibrations de membrane de fréquence élevée et de faible amplitude.

[0007] Quelle que soit sa forme, la membrane est généralement fixée à un châssis du transducteur, par l'intermédiaire d'une suspension périphérique qui, outre sa fonction primaire de maintien de la membrane, remplit généralement trois fonctions :

- centrage et guidage axial de l'équipage mobile (comprenant la membrane et la bobine mobile) par rapport à l'entrefer,
- rappel de la membrane vers une position de repos,
- production d'un rayonnement acoustique secondaire, qui s'ajoute à celui de la membrane.

[0008] Le centrage de la membrane et son guidage

axial représentent une fonction importante de la suspension. En effet, il est indispensable d'exclure, ou tout du moins de minimiser, les mouvements transversaux (balancement, tangage) de la membrane, générateurs de distorsions dans le signal sonore émis par celle-ci.

[0009] La fonction de rappel de la suspension, qui agit sur la membrane à la manière d'un ressort, doit être calibrée pour que la fréquence de résonance soit située dans le début de la gamme fréquentielle à reproduire. On comprend aisément que, pour la reproduction des fréquences aiguës, l'excursion de la membrane doit être faible, et la suspension relativement raide.

[0010] Dans les transducteurs à membrane conique, en raison des grands débattements de celle-ci, la suspension périphérique n'est généralement pas suffisante pour assurer le guidage de la membrane par rapport à l'entrefer. On a donc couramment recours à des dispositifs de centrage complémentaire, notamment de type spider (cf. par exemple la demande de brevet français FR 2 667 212 au nom de la demanderesse).

[0011] Dans le cas des membranes à dôme, dont les déplacements sont plus faibles, la suspension périphérique est en générale suffisante pour assurer de manière efficace les trois fonctions évoquées ci-dessus. Cette topologie est connue de longue date, cf. par exemple le brevet américain US 2 442 791 (Edward C. Wente / Bell Laboratories) datant de juin 1948. Un exemple plus récent est exposé dans la demande de brevet américain US 2008/0166010 (Stiles et al).

[0012] Toutefois, la suspension périphérique a, dans le cas d'une membrane en forme de dôme, plusieurs inconvénients.

[0013] Un premier inconvénient est la création d'interférences par la suspension périphérique (en partie rayonnante, puisqu'entraînée en mouvement par le déplacement de la bobine mobile) avec le rayonnement de la partie principale en forme de dôme de la membrane. Ce phénomène est particulièrement critique aux fréquences élevées, où l'on observe pour certaines bandes de fréquences des oppositions de phase, destructives pour le niveau de sensibilité. Concrètement, la courbe de réponse du transducteur montre des creux et des bosses.

[0014] Un deuxième inconvénient est qu'une partie de la suspension périphérique n'est pas rayonnante, puisqu'elle est assujettie au châssis du transducteur par son pourtour extérieur. Plus précisément, la surface rayonnante de la suspension périphérique ne représente que 50% de sa surface apparente, ce qui réduit la surface émissive totale du diaphragme d'environ un sixième (soit 17% environ), par rapport à sa surface physique.

[0015] Un troisième inconvénient est l'encombrement radial important du transducteur, résultant du grand diamètre de la membrane, cependant qu'une partie seulement de celle-ci est rayonnante. L'encombrement radial du transducteur est d'autant plus grand que :

- la partie non rayonnante de la suspension périphérique, nécessaire à la fixation du dôme, s'étend ra-

dialement à l'extérieur de celui-ci et occupe par conséquent un espace périphérique non exploitable du point de vue de la genèse sonore ;

- la fixation de la suspension nécessite une pièce périphérique (exosquelette) qui accroît encore l'encombrement radial ;
- l'alimentation électrique de la bobine mobile est réalisée au moyen de fils, qui s'étendent à l'extérieur de la membrane, et nécessitent que l'exosquelette ménage un espace périphérique suffisant pour monter les cosses de raccordement des fils.

[0016] Un quatrième inconvénient est que l'architecture de la membrane est peu propice à l'évacuation des calories produites par effet Joule, au sein de la bobine mobile. De fait, pour permettre le montage des cosses de raccordement des fils électriques d'alimentation de la bobine mobile, l'exosquelette est généralement réalisé dans un matériau isolant électriquement et thermiquement.

[0017] Des solutions ont été proposées pour tenter de remédier aux défauts de performance des transducteurs d'aigu, induits par la suspension périphérique. Le brevet américain US 5 471 437, par exemple, décrit un transducteur à dôme dans lequel une partie annulaire de la membrane vibrante est reçue à l'intérieur du dôme et fait aussi office de suspension interne du dôme.

[0018] Cette solution semble de prime abord intéressante mais, si elle permet effectivement d'accroître, à encombrement égal, la surface rayonnante du transducteur, elle est toutefois susceptible de générer des interférences au même titre que l'architecture à suspension périphérique décrite ci-dessus. En outre, l'architecture décrite dans le brevet US 5 471 437 est propice au basculement de la membrane (effet de tangage), néfaste au bon fonctionnement du transducteur.

[0019] Le document DE 102 11 086 A1, publié le 16 octobre 2003, montre un haut-parleur à dôme comprenant un système magnétique, une bobine mobile interagissant avec le système magnétique et une membrane isolant partiellement une partie de l'espace intérieur de l'air extérieur. Pour permettre une déflexion plus importante de la membrane, il est prévu que l'ensemble bobine acoustique présente au moins une ouverture débouchant vers l'air extérieur. En outre, l'équipage mobile est suspendu par rapport au système magnétique par le biais d'une suspension interne. Le haut-parleur est dépourvu de suspension externe.

[0020] Le document US 6 208 743, publié le 27 mars 2001, montre un convertisseur acoustique électrodynamique comportant une bobine qui plonge dans un entrefer traversé par un champ électromagnétique, l'entrefer étant rendu étanche à l'aide d'un milieu visqueux ou solide, par exemple, un ferrofluide. Ainsi, les courts-circuits sont évités. L'équipage mobile est suspendu au circuit magnétique du convertisseur par le biais d'une suspension interne. Le convertisseur est dépourvu de suspension externe.

[0021] L'invention vise à apporter une contribution à la résolution des problèmes évoqués ci-dessus, en apportant des perfectionnements aux transducteurs à dôme.

[0022] A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un transducteur électrodynamique selon la revendication 1.

[0023] L'utilisation d'un matériau non émissif acoustiquement pour la réalisation de la suspension permet de supprimer les interférences acoustiques entre la suspension et le diaphragme en forme de dôme.

[0024] Le fait que la suspension du diaphragme s'étende à l'intérieur de celui-ci et non à l'extérieur permet à la surface émissive d'atteindre 100% du diamètre hors tout du diaphragme.

[0025] La suspension est, de préférence, écartée d'un bord extérieur périphérique du diaphragme, en étant décalé vers l'intérieur de celui-ci.

[0026] La suspension comprend une portion interne plane fixée à la platine, et une portion périphérique entourant la portion interne et qui s'étend librement par rapport à la platine et est fixée à l'équipage mobile par un bord périphérique externe.

[0027] Le transducteur peut, en outre, inclure un circuit électrique d'alimentation de la bobine mobile, qui comprend deux conducteurs électriques traversant le circuit magnétique et débouchant dans le volume interne au diaphragme.

[0028] La platine comprend, par exemple, une jante et un disque central percé de trous de ventilation, une extrémité dénudée de chaque conducteur électrique étant raccordée à un oeillet serti dans l'un des trous.

[0029] Le circuit électrique peut, en outre, comprendre deux conducteurs souples qui s'étendent dans le volume interne du diaphragme et raccordent chaque oeillet à une extrémité de la bobine mobile.

[0030] Selon un mode de réalisation, le transducteur comprend par ailleurs un guide d'onde monté au voisinage du diaphragme, et présentant une face située en regard et au voisinage de celui-ci et délimitant une chambre de compression.

[0031] La suspension est de préférence réalisée dans une mousse de polymère réticulé, telle que mousse de mélamine.

[0032] L'invention propose, selon un deuxième aspect, un système de haut-parleur coaxial à au moins deux voies comprenant un transducteur de grave conçu pour la reproduction du grave et/ou du médium, et un transducteur électrodynamique tel que décrit ci-dessus, conçu pour la reproduction de l'aigu, et monté de manière coaxiale et frontale par rapport au transducteur de grave.

[0033] L'invention propose, selon un troisième aspect, une enceinte acoustique comprenant un transducteur ou un système de haut-parleur coaxial tel que décrits ci-dessus.

[0034] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe montrant un transducteur d'aigu à dôme, selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en section d'un détail de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue similaire à la figure 2, selon un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 4 est une vue de dessus du transducteur d'aigu ;
- la figure 5 est une vue en coupe montrant un système de haut-parleur coaxial comprenant un transducteur principal de grave, et le transducteur d'aigu de la figure 1, monté de manière coaxiale et frontale ;
- la figure 6 est une vue similaire à la figure 5, montrant un système de haut-parleur coaxial comprenant un transducteur principal de grave et un transducteur d'aigu selon une variante de réalisation, dans laquelle le transducteur d'aigu comprend un pavillon ;
- la figure 7 est une vue en perspective montrant une enceinte incluant un système de haut-parleur coaxial tel que représenté sur la figure 5.

[0035] On a représenté sur les figures 1 à 6, et plus en détail sur les figures 1 à 4, un transducteur électrodynamique **1** adapté à la reproduction des fréquences aiguës, c'est-à-dire des environs de 1 kHz à environ 20 kHz.

[0036] Le transducteur **1** comprend un circuit magnétique **2**, qui inclut un aimant permanent **3** annulaire central, pris en sandwich entre deux pièces polaires formant des plaques de champ, à savoir une pièce polaire arrière **4** et une pièce polaire avant **5**, fixées sur deux faces opposées de l'aimant **3** par collage.

[0037] L'aimant **3** et les pièces polaires **4,5** sont symétriques de révolution autour d'un axe **A2** commun, formant l'axe général du transducteur **1**.

[0038] L'aimant **3** est de préférence réalisé dans un alliage de terre rare néodyme-fer-bore, qui présente l'avantage d'offrir une densité énergétique élevée (jusqu'à 12 fois plus importante que celle d'un aimant permanent de ferrite de baryum).

[0039] Comme cela est bien visible sur la figure 1, la pièce polaire arrière **4**, dénommée culasse, est en l'occurrence monobloc, et réalisée en acier doux. Elle présente une forme de coupe à section diamétrale en U, et comprend un fond **6** fixé à une face arrière **7** de l'aimant **3**, et une paroi latérale **8** périphérique s'étendant axialement à partir du fond **6**. La paroi latérale **8** se termine, à une extrémité avant opposée au fond **6**, par une face avant **9** annulaire. Le fond **6** présente une face arrière **10**.

[0040] La pièce polaire avant **5**, dénommée noyau, est également réalisée en acier doux. Elle est de forme annulaire et présente une face arrière **12**, par laquelle elle est fixée à une face avant **13** de l'aimant **3**, et une face avant **14** opposée, qui s'étend dans le même plan que la face avant **9** de la paroi latérale **8** de la culasse **4**.

[0041] Comme cela est visible sur la figure 1, le circuit magnétique **2** est extra-plat, c'est-à-dire que son épaisseur est faible comparée à son diamètre hors tout. Par

ailleurs, le circuit magnétique **2** s'étend jusqu'au diamètre extérieur du transducteur **1**. En d'autres termes, la taille du circuit magnétique **2** est maximisée par rapport au diamètre hors tout du transducteur **1**, ce qui augmente sa tenue en puissance ainsi que la valeur du champ magnétique, et donc la sensibilité du transducteur **1**.

[0042] Le noyau **5** présente un diamètre hors tout inférieur au diamètre interne de la paroi latérale **8** de la culasse **4**, de sorte qu'entre le noyau **5** et la paroi latérale **8** de la culasse **4** est défini un entrefer **15** dans lequel est concentrée la majeure partie du champ magnétique généré par l'aimant **3**.

[0043] Au niveau de l'entrefer **15**, les arêtes du noyau **5** et de la culasse **4** peuvent être chanfreinées, ou de préférence et comme cela est illustré sur la figure 1, arrondies, de manière à éviter les bavures néfastes.

[0044] Le transducteur **1** comprend en outre un équipement mobile **16** incluant un diaphragme **17** en forme de dôme et une bobine mobile **18** solidaire du diaphragme **17**.

[0045] Le diaphragme **17** est réalisé dans un matériau rigide et léger, en polymère thermoplastique ou encore dans un alliage léger à base d'aluminium, en magnésium ou en titane. Il est positionné de sorte à recouvrir le circuit magnétique **2** du côté du noyau **5**, et de manière que son axe de symétrie de révolution soit confondu avec l'axe **A2**.

[0046] Dans ces conditions, le sommet du diaphragme **17**, situé sur l'axe **A2**, peut être considéré comme le centre acoustique **C2** de celui-ci, c'est-à-dire la source ponctuelle équivalente à partir de laquelle est émis le rayonnement acoustique du transducteur **1**.

[0047] Le diaphragme **17** présente un bord périphérique **19** circulaire légèrement relevé, pour faciliter la fixation de la bobine mobile **18**.

[0048] La bobine mobile **18** comprend un solénoïde en fil métallique, conducteur (par exemple en cuivre ou en aluminium), enroulé en spirale pour former un cylindre dont une extrémité supérieure est fixée par collage au bord périphérique **19** relevé du diaphragme **17**. La bobine mobile **18** est ici dépourvue de support, mais elle pourrait en comporter un.

[0049] La bobine mobile **18** est plongée dans l'entrefer **15**, que l'on peut avoir avantage à garnir d'une huile minérale chargée de particules magnétiques, par exemple du type commercialisé par la société FERROTEC sous la dénomination commerciale Ferrofluid (marque déposée). Une telle garniture a les avantages suivants :

- elle favorise le centrage de la bobine mobile **18** dans l'entrefer **15**,
- elle a une fonction de lubrification dynamique, au bénéfice du silence de fonctionnement du transducteur **1**,
- grâce à sa conductivité thermique très supérieure à celle de l'air, elle favorise l'évacuation vers le circuit magnétique **2**, et en particulier vers la culasse **4**, de la chaleur produite par effet Joule dans la bobine

mobile 18.

[0050] Le transducteur 1 comprend en outre un support 20 fixé au circuit magnétique 2, et auquel est suspendu l'équipage mobile 16. Ce support 20, réalisé dans un matériau diamagnétique et électriquement isolant, par exemple un matériau thermoplastique tel que polyamide ou polyoxyméthylène (chargé de verre ou non), présente une forme générale symétrique de révolution autour d'un axe confondu avec l'axe A2, à section en forme de T.

[0051] Le support 20, monobloc, forme un endosquelette pour le transducteur 1 et comprend une platine 21 annulaire appliquée contre la face avant 14 du noyau 5, et une tige 22 cylindrique qui s'étend en saillie vers l'arrière à partir du centre de la platine 21, et qui vient se loger dans un emplacement 23 cylindrique complémentaire pratiqué dans le circuit magnétique 2 et formé par une succession de perçages coaxiaux pratiqués dans la culasse 4, l'aimant 3 et le noyau 5, qui assurent le centrage du support 20 par rapport au circuit magnétique 2.

[0052] Comme illustré sur la figure 1, l'endosquelette 20 est rigidement fixé au circuit magnétique 2 au moyen d'un écrou 24 vissé sur une portion filetée de la tige 22 et serré contre la culasse 4, à l'intérieur d'un lamage 25 pratiqué sur la face arrière 10, en son centre. De la sorte, la platine 21 est fermement plaquée contre la face avant 14 du noyau 5, sans possibilité de rotation. Cette fixation peut éventuellement être complétée par l'application d'un film de colle entre la platine 21 et le noyau 5.

[0053] Compte tenu de sa localisation frontale par rapport au circuit magnétique 2, la platine 21 s'étend dans le volume interne lenticulaire délimité par le diaphragme 17.

[0054] L'équipage mobile 16 est monté sur l'endosquelette 20 au moyen d'une suspension 26 intérieure qui assure la liaison entre le diaphragme 17 et la platine 21. Cette suspension 26 se présente sous forme d'une pièce de révolution réalisée dans un matériau léger, élastique, et non émissif acoustiquement (on peut à cet effet choisir un matériau poreux). Ce matériau est de préférence résistant à la chaleur régnant dans le transducteur, et son élasticité est choisie pour que la fréquence de résonance de l'équipage mobile 16 soit inférieure à la fréquence la plus basse reproduite par le transducteur 1 (en l'espèce 500 Hz à 2 kHz).

[0055] Selon un premier mode de réalisation illustré sur les figures 1 et 2, la suspension 26 est de type "spider" et réalisée dans un tissu de fibres naturelles (par exemple coton) ou synthétiques (par exemple polyester, polyacrylique, nylon, et plus particulièrement les aramides, dont le Kevlar, marque déposée) ou dans un mélange de fibres naturelles et synthétiques (par exemple coton-polyester), ces fibres étant imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, qui confère tenue, raideur et élasticité à la suspension 26.

[0056] La suspension comprend une portion interne 27 annulaire, plane, fixée par collage sur une face supérieure 28 de la platine 21, et une portion périphérique 29

qui s'étend autour de la portion interne 27. La portion périphérique 29 s'étend radialement librement au-delà de la platine 21 et comprend des ondulations 30 qui peuvent être obtenues par thermoformage.

5 [0057] Par un bord externe 31, la suspension 26 est fixée, par collage, sur la surface intérieure du diaphragme 17, à proximité du bord périphérique 19 de celui-ci. En variante, dans l'hypothèse où la bobine mobile 18 comprendrait un support cylindrique solidaire du diaphragme 17 et sur lequel serait monté le solénoïde, la suspension 26 pourrait être fixée, par son bord externe, sur la surface intérieure de ce support.

10 [0058] Il est à noter que l'équipage mobile 16 doit être parfaitement centré par rapport au circuit magnétique 2, et plus précisément par rapport à l'entrefer 15 dans lequel la bobine mobile 18 est logée. A cet effet, on utilise un montage de centrage (ou fausse culasse) dans lequel on positionne l'endosquelette 20. Le montage de centrage comprend un alésage (d'un diamètre égal à celui du logement 23) dans lequel est introduite la tige 22 de l'endosquelette 20. Le collage de la suspension 26 sur la platine 21 est réalisé ensuite. Avant que la colle n'ait pris, on assure le centrage du diamètre intérieur de la bobine mobile 18 par rapport à l'alésage du montage de centrage, ce qui assure le centrage de l'équipage mobile 16 par rapport à l'endosquelette 20. Après séchage de la colle, l'ensemble comprenant l'équipage mobile 16 et l'endosquelette 20 peut alors être monté en étant parfaitement centré dans le circuit magnétique 2.

20 [0059] La suspension 26 assure une fonction de rappel de l'équipage mobile 16 vers une position médiane de repos, adoptée en l'absence de contrainte axiale s'exerçant sur la bobine mobile 18 (c'est-à-dire, en pratique, en l'absence de courant parcourant celle-ci). C'est dans cette position médiane que l'on a représenté le transducteur 1 sur les figures.

25 [0060] La suspension 26 assure également une fonction de maintien de l'assiette du diaphragme 17, c'est-à-dire de maintien du bord périphérique 19 du diaphragme 17 dans un plan perpendiculaire à l'axe A2, afin d'éviter tout basculement ou tangage du diaphragme 17 qui grèverait son fonctionnement.

30 [0061] Le courant électrique est amené à la bobine mobile 18 par deux circuits électriques 32 qui relient les extrémités de la bobine mobile 18 à deux bornes électriques (non représentées) d'alimentation du transducteur 1.

35 [0062] Comme cela est illustré sur la figure 1, chaque circuit électrique 32 comprend :

- 40 - un conducteur 33 de forte section, comprenant un fil de cuivre isolé par une gaine plastique, traversant le circuit magnétique 2 en étant logé dans une rainure pratiquée longitudinalement dans la tige 22 de l'endosquelette 20, et dont une extrémité avant dénudée 34 débouche dans le volume interne au diaphragme 17 en faisant saillie du circuit magnétique 2 dans un trou 35 pratiqué dans la platine 21 ;
- 45 - un élément de jonction électrique, sous forme par

exemple d'un oeillet **36** métallique (en cuivre ou en laiton) serti dans le trou **35** et auquel l'extrémité dénudée **34** du conducteur **33** est raccordée électriquement (par exemple par l'intermédiaire d'un point de soudure, non représenté) ;

- un conducteur **37** de faible section, sous forme d'une tresse métallique très souple et convenablement conformée qui s'étend dans le volume interne du diaphragme **17** en enjambant la platine **21** et la suspension **26**, et dont une extrémité interne **38** est raccordée électriquement à l'oeillet **36** (par exemple par l'intermédiaire d'une soudure, non représentée), et dont une extrémité externe opposée est raccordée électriquement à une extrémité de la bobine mobile **18**.

[0063] Un seul conducteur **37** de faible section est visible sur la figure 1, le deuxième conducteur de faible section, diamétralement opposé au premier, étant situé en avant du plan de coupe de la figure.

[0064] La forme arquée (en U), ajoutée à la grande souplesse de ces conducteurs **37**, leur permet de se déformer sans difficulté et de suivre les mouvements de débattement du diaphragme **17** accompagnant les vibrations de la bobine mobile **18**, sans appliquer de contrainte mécanique radiale ou axiale pouvant compromettre le positionnement de l'équipage mobile **16** par rapport à l'entrefer **15**.

[0065] Le transducteur **1** comprend enfin un guide **39** d'onde acoustique, solidaire du circuit magnétique **2**.

[0066] Le guide d'onde **39** se présente sous forme d'une pièce monobloc réalisée dans un matériau ayant une conductivité thermique élevée, supérieure à 50 W.m⁻¹.K⁻¹, par exemple en aluminium (ou dans un alliage d'aluminium).

[0067] Le guide d'onde **39**, de forme de révolution, est fixé directement sur la culasse **4** et comprend une paroi latérale **40** externe sensiblement cylindrique qui s'étend dans le prolongement de la paroi latérale **8** de la culasse **4**. La fixation est de préférence effectuée par vissage, au moyen d'un nombre de vis égal ou supérieur à 3. Afin de maximiser le contact thermique entre les deux pièces, il est avantageux de compléter ce vissage par une induction de pâte thermoconductrice.

[0068] Comme cela est visible notamment sur les figures 1 et 2, le guide d'onde **39** présente, sur un bord périphérique arrière, une jupe **41** qui vient s'ajuster sur un décrochement **42** pratiqué dans la culasse **4**, de profil complémentaire. Il en résulte un centrage précis du guide d'onde **39** par rapport à la culasse **4** et, plus généralement, par rapport au circuit magnétique **2** et au diaphragme **17**. De plus, la conductivité thermique entre les deux pièces **4,39** s'en trouve améliorée.

[0069] Le guide d'onde **39** présente une face arrière **43** ayant une forme en calotte sensiblement sphérique, qui s'étend de manière concentrique au diaphragme **17**, en regard et au voisinage d'une face externe de celui-ci qu'elle couvre partiellement.

[0070] Selon un mode de réalisation illustré sur la figure 1, la face arrière **43** est ajourée et comprend une portion périphérique **44** continue qui s'étend au voisinage du bord arrière du guide d'onde **39**, et une portion centrale **45** discontinue portée par une série d'ailettes **46** faisant saillie radialement depuis la paroi latérale **40** vers l'intérieur (c'est-à-dire vers l'axe **A2** du transducteur **1**). La face arrière **43** est délimitée intérieurement - c'est-à-dire du côté du diaphragme **17** - par une arête **47** de forme pétaloïde (bien visible sur la figure 4).

[0071] Comme cela est visible sur la figure 1, les ailettes **46** ne se rejoignent pas sur l'axe **A2** mais s'interrompent à une extrémité interne située à distance de l'axe **A2**. A leur sommet, les ailettes **46** présentent chacune une arête **48** curviligne.

[0072] La paroi latérale **40** du guide d'onde **39** est délimitée intérieurement par une face avant **49** tronconique discontinue répartie sur une pluralité de secteurs angulaires **50** qui s'étendent entre les ailettes **46**. Cette face avant **49** forme une amorce de pavillon s'étendant de l'intérieur vers l'extérieur et depuis un bord arrière, formé par l'arête pétaloïde **47** constituant une gorge de l'amorce de pavillon **49**, jusqu'à un bord avant **51** qui constitue une bouche de l'amorce de pavillon **49**. Les secteurs angulaires **50** de l'amorce de pavillon **49** sont des portions d'un cône de révolution dont l'axe de symétrie est confondu avec l'axe **A2**, et dont la génératrice est curviligne (par exemple suivant une loi circulaire, exponentielle ou hyperbolique). L'amorce de pavillon **49** assure une adaptation continue d'impédance acoustique entre le milieu aérien délimité par la gorge **47** et le milieu aérien délimité par la bouche **51**.

[0073] Selon un mode de réalisation, la tangente à l'amorce de pavillon **49** sur la bouche **51** forme avec un plan perpendiculaire à l'axe **A2** du transducteur **1** un angle compris entre 30° et 70°. Dans l'exemple illustré sur les dessins, cet angle est de 50° environ.

[0074] Les ailettes **46**, qui ont notamment pour fonction d'augmenter la surface d'échange du guide d'onde **39** pour favoriser la dissipation par radiation et convection de la chaleur produite au niveau de la bobine mobile **18**, présentent chacune latéralement deux joues **52** qui se raccordent extérieurement aux secteurs angulaires **50** de l'amorce de pavillon **49** par l'intermédiaire de congés **53**. Les joues **52** contribuent au guidage de l'onde générée par le diaphragme **17**.

[0075] Dans la variante de réalisation illustrée sur la figure 6, le guide d'onde **39** forme non une amorce de pavillon mais un pavillon complet (par exemple symétrique de révolution autour de l'axe **A2**), dont la gorge **47** est de contour circulaire et dont la bouche **51** présente un diamètre très supérieur à celui de la gorge **47**.

[0076] Le guide d'onde **39** délimite sur le diaphragme **17** deux zones distinctes et complémentaires, à savoir :

- une zone interne **54** découverte, de forme pétaloïde, délimitée extérieurement par la gorge **47**,
- une zone externe **55** couverte, de forme complémen-

taire de la zone couverte **54**, délimitée intérieurement par la gorge **47**.

[0077] La face arrière **43** du guide d'onde **39** et la zone externe **55** couverte correspondante du diaphragme **17** définissent entre elles un volume d'air **56** appelé chambre de compression, dans laquelle le rayonnement acoustique du diaphragme **17** vibrant entraîné par la bobine mobile **18** se déplaçant dans l'entrefer **15** n'est pas libre, mais comprimé. La zone interne **54** découverte communique directement avec la gorge **47** en regard, qui concentre le rayonnement acoustique de la totalité du diaphragme **17**.

[0078] Le taux de compression du transducteur **1** est défini par le quotient de la surface émissive, correspondant à la surface plane délimitée par le diamètre hors tout de la membrane **17** (mesurée sur le bord **19**), par la surface délimitée par la projection, dans un plan perpendiculaire à l'axe **A2**, de la gorge **47**. Ce taux de compression est de préférence supérieur à 1,2:1, et par exemple supérieur ou égal à 1,4:1. Des taux de compression supérieurs, par exemple jusqu'à 4:1, sont envisageables.

[0079] On a représenté sur la figure 3 un deuxième mode de réalisation du transducteur **1**, qui se distingue du premier qui vient d'être décrit par la conception de la suspension **26** et la forme de l'endosquelette **20**.

[0080] En effet, la suspension **26** présente en section une forme sensiblement polygonale et comprend un bord interne **67** droit, c'est-à-dire cylindrique de révolution autour de l'axe **A2**, et un bord externe **68** périphérique sensiblement tronconique.

[0081] La platine **21** présente quant à elle sensiblement le profil d'une poulie et comprend une gorge **69** annulaire périphérique qui débouche radialement vers l'extérieur, en regard de la surface interne du diaphragme **17**, à proximité du bord **19** de celui-ci.

[0082] La gorge **69** sépare la platine **21** en deux flasques **70,71** en vis-à-vis, formant les parois latérales de la gorge **69**, à savoir un flasque arrière **70** en appui contre la face avant **14** du noyau **5**, et un flasque avant **71**. Les flasques **70,71** sont reliés par une âme **72** cylindrique formant le fond de la gorge **69**.

[0083] Du côté de son bord interne **67**, la suspension **26** est logée dans la gorge **69** (avec une éventuelle légère précontrainte) en étant fixée par collage aux flasques **70,71**, lors de l'assemblage de l'équipage mobile **16** de la manière décrite ci-dessus dans le cadre du premier mode de réalisation. A cet effet, un jeu **73** radial est ménagé entre le bord interne **67** de la suspension **26** et le fond de la gorge **69**.

[0084] Par son bord externe **68** tronconique, la suspension **26** est fixée à la surface interne du diaphragme **17**, à proximité du bord extérieur **19** de celui-ci.

[0085] La suspension **26** peut être réalisée dans l'un des matériaux non émissifs déjà décrits, ou dans une mousse de polymère réticulée (par exemple de polyester ou de mélamine) qui a l'avantage d'être non émissive et de présenter une porosité élevée tout en ayant une bonne

résistance à la chaleur.

[0086] Le transducteur d'aigu **1** qui vient d'être décrit peut être utilisé de manière individuelle, ou, comme cela est illustré sur les figures 5 et 6, couplé à un transducteur de grave **57** pour former un système **58** de haut-parleur coaxial à plusieurs voies, conçu pour couvrir un spectre acoustique étendu, dans l'idéal la totalité de la bande audible.

[0087] En pratique, le transducteur de grave **57** peut être conçu pour reproduire le grave et/ou le médium, et éventuellement une partie de l'aigu. A cet effet son diamètre sera de préférence compris entre 10 et 38 cm. Bien que l'objet principal de la présente invention ne soit pas de définir des préconisations concernant le spectre couvert par les différents transducteurs du système **58**, précisons toutefois que le spectre couvert par le transducteur de grave **57** peut couvrir le grave, c'est-à-dire la bande de 20 Hz à 200 Hz, ou bien le médium, c'est-à-dire la bande de 200 Hz à 2 kHz, ou bien encore une partie au moins du grave et du médium (et par exemple la totalité du grave et du médium), et éventuellement une partie de l'aigu. A titre d'exemple, le transducteur de grave peut être conçu pour couvrir une bande de 20 Hz à 1 kHz ou de 20 Hz à 2 kHz, ou encore de 20 Hz à 5 kHz.

[0088] Le transducteur d'aigu **1** est préférentiellement conçu pour que sa bande passante soit au moins complémentaire dans l'aigu de celle du transducteur de grave **57**. Ainsi, on pourra veiller à ce que la bande passante du transducteur d'aigu **1** couvre au moins en partie le médium et la totalité de l'aigu, jusqu'à 20 kHz.

[0089] Il est préférable que les parties linéaires des réponses des transducteurs **1,57** se chevauchent en partie et que le niveau de sensibilité du transducteur d'aigu **1** soit au moins égal à celui du transducteur de grave **57**, afin d'éviter une chute de la réponse globale du système **58** à certaines fréquences correspondant à la partie haute du spectre du transducteur de grave **57** et à la partie basse du spectre du transducteur d'aigu **1**.

[0090] Le transducteur de grave **57** est d'architecture classique et nous ne le décrivons pas en détail. Précisons toutefois qu'il comprend un circuit magnétique **59** présentant une symétrie de révolution autour d'un axe **A1** formant l'axe général du transducteur de grave **57**.

[0091] Le transducteur de grave **57** comprend également un équipage mobile **60** incluant une membrane **61** conique de révolution autour de l'axe **A1** (à génératrice curviligne, par exemple selon une loi circulaire, exponentielle ou hyperbolique) et une bobine mobile **62** comprenant un solénoïde **63** enroulé sur un support **64** cylindrique solidaire de la membrane **61**.

[0092] En son centre, la membrane **61** définit une ouverture **65** sur le bord interne de laquelle le support **64** est fixé par une extrémité avant, par collage. Le centre géométrique de l'ouverture **65** est considéré, en première approximation, comme étant le centre acoustique **C1** du transducteur de grave **57**, c'est-à-dire la source ponctuelle virtuelle à partir de laquelle est émis le rayonnement acoustique du transducteur **57** principal.

[0093] Comme cela est illustré sur les figures 5 et 6, le transducteur d'aigu **1** est logé dans le transducteur de grave **57** en étant reçu dans un espace central frontal (c'est-à-dire du côté avant du circuit magnétique **59**) délimité vers l'arrière par le circuit magnétique **59**, et latéralement par la paroi interne du support **64**.

[0094] Comme cela est représenté sur les figures 5 et 6, le transducteur d'aigu **1** peut être monté dans le transducteur de grave **57** à la fois :

- de manière coaxiale, c'est-à-dire que l'axe **A1** du transducteur de grave **57** et l'axe **A2** du transducteur d'aigu **1** sont confondus,
- de manière frontale, c'est-à-dire que le transducteur **1** est placé à l'avant du circuit magnétique **59** (autrement dit du côté du circuit magnétique **59** où s'étend la membrane **61**).

[0095] Ce montage, qualifié de « frontal » par opposition au montage à l'arrière dans lequel le transducteur est monté sur la face arrière de la culasse (cf. par exemple le brevet Tannoy US 4,164,321), est rendu possible grâce à l'architecture particulière du transducteur **1** d'aigus.

[0096] Outre le positionnement coaxial frontal du transducteur **1** par rapport au transducteur de grave **57**, leurs géométries respectives, en particulier (mais non seulement) les épaisseurs des circuits magnétiques **2,59** et la courbure (et par conséquent la profondeur) de la membrane **61**, sont de préférence adaptées pour permettre une coïncidence au moins approximative des centres acoustiques **C1** et **C2** des transducteurs **1,57**, telle que le décalage temporel entre les rayonnement acoustique des transducteurs **1,57** soit imperceptible (on parle alors d'alignement temporel des transducteurs **1,57**). Le système **58** peut alors être considéré comme parfaitement cohérent malgré la dualité des sources sonores.

[0097] En outre, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, le positionnement axial du transducteur d'aigu **1** par rapport au transducteur de grave **57**, et la géométrie du guide d'onde **39**, sont tels que la membrane **61** s'étend dans le prolongement de l'amorce de pavillon **49**. En d'autres termes, la tangente à l'amorce de pavillon **49** sur la bouche **51** est confondue avec la tangente à la membrane **61** sur son ouverture centrale **65**. Dans cette configuration, le guide d'onde **39** et la membrane **61** du transducteur de grave **57** forment conjointement un pavillon complet pour le transducteur **1**, et permettant aux deux transducteurs **1,57** de présenter des caractéristiques de directivité homogènes.

[0098] Dans la variante de réalisation de la figure 6, le guide d'onde **39** formant un pavillon complet est indépendant de la membrane **61** du transducteur de grave **57**. Dans cette configuration, les caractéristiques de directivité des deux transducteurs **1,57** sont distinctes et peuvent être optimisées séparément, ce qui est avantageux dans certaines applications telles que les haut-parleurs de retour de scène.

[0099] Le système **58** peut être monté sur tout type d'enceinte acoustique, par exemple une enceinte **66** de retour de scène, à face frontale inclinée, comme cela est illustré à titre d'exemple sur la figure 7.

[0100] L'architecture du transducteur **1** décrit ci-dessus, associée aux propriétés acoustiques de la suspension **26**, procure les avantages suivants.

[0101] Premièrement, la localisation de la suspension **26** à l'intérieur du diaphragme **17** en forme de dôme et la réalisation de la suspension **26** dans un matériau non émissif acoustiquement supprime les interférences acoustiques entre la suspension **26** et le diaphragme **17**.

[0102] Deuxièmement, le fait que la suspension **26** s'étende à l'intérieur du diaphragme **17** et non à l'extérieur de celui-ci permet d'augmenter la surface émissive à 100% du diamètre hors tout du diaphragme **17**.

[0103] Cette augmentation de la surface émissive du diaphragme **17** permet un gain substantiel en sensibilité du transducteur **1**, puisque celle-ci est proportionnelle au carré de la surface émissive. En pratique, l'architecture du transducteur **1** permet, à diamètre hors tout du transducteur égal, une augmentation de la surface émissive pouvant s'élever à 17%. Il en résulte pour cette valeur un gain en sensibilité de 1,4 dB environ.

[0104] Troisièmement, grâce à l'absence de suspension externe au diaphragme, le diamètre de la bobine mobile **18** peut être augmenté, en étant rendu égal au diamètre du diaphragme **17**. Il en résulte une augmentation de la puissance admissible de la bobine mobile **18**, proportionnelle à l'augmentation de son diamètre. Plus précisément, une augmentation du diamètre de la bobine mobile de 20% induit un gain équivalent de la tenue en puissance.

[0105] Quatrièmement, la fixation de l'équipage mobile **16** étant réalisée à l'intérieur du diaphragme **17**, via la suspension **26** et l'endosquelette **20**, le transducteur **1** est délivré de l'encombrement radial d'un support externe au diaphragme **17**. Compte tenu du caractère émissif à 100% du diaphragme **17**, on accroît ainsi significativement le ratio Surface émissive / Encombrement radial hors tout (égal au quotient des carrés des rayons du diaphragme et du transducteur), qui peut s'élever à 70% environ.

[0106] Ce ratio permet de réaliser une amorce de pavillon **49** courte axialement, ce qui autorise le montage du transducteur **1** de manière axiale et frontale dans un transducteur de grave **57**, avec raccordement tangentiel de l'amorce de pavillon **49** au profil de la membrane **61** du transducteur de grave **57**.

[0107] En outre, l'absence d'exosquelette évite le confinement thermique du circuit magnétique **2**. Cet aspect, combiné au contact thermique direct entre la culasse **4** et le guide d'onde **39**, réalisé dans un matériau bon conducteur de la chaleur, permet d'améliorer significativement la capacité de dissipation thermique du transducteur **1**, et donc sa tenue en puissance.

[0108] Comme nous l'avons déjà indiqué, le transducteur **1** est délivré de l'encombrement radial d'un support

externe au diaphragme **17** puisque ce support est réalisé au moyen d'un endosquelette **20**. Cet aspect, combiné à l'augmentation du diamètre de la bobine mobile **18**, égal à celui du diaphragme **17**, permet d'augmenter le diamètre du circuit magnétique **2**, qui peut égaler le diamètre hors tout du transducteur **1**, comme cela apparaît sur la figure 1.

[0109] Il en résulte un gain en produit BL (produit du champ magnétique dans l'entrefer **15** par la longueur de fil du solénoïde **18**, auquel est proportionnelle la force de Laplace générant les déplacements de l'équipage mobile **16**), d'où un gain en sensibilité du transducteur (proportionnel au carré de l'augmentation du produit BL). En pratique, on peut obtenir avec l'architecture du transducteur **1** une augmentation du produit BL supérieure à 40% environ, et donc un gain en sensibilité pouvant s'élever à 3 dB environ.

Revendications

1. Transducteur électrodynamique (**1**) comprenant :

- un circuit magnétique (**2**), définissant un entrefer (**15**) ;
- un équipage mobile (**16**), comprenant un diaphragme (**17**) en forme de dôme, solidaire d'une bobine (**18**) mobile plongée dans l'entrefer (**15**) ;
- un support (**20**), auquel est suspendu l'équipage mobile (**16**) ;
- une suspension (**26**), assurant la liaison entre l'équipage mobile (**16**) et le support (**20**) ;
- le support (**20**) s'étend au moins en partie dans un volume interne à l'équipage mobile (**16**), ce support (**20**) comprend une platine (**21**), sur laquelle est fixée la suspension (**26**), et une tige (**22**) solidaire de la platine (**21**) et par laquelle le support (**20**) est fixé sur le circuit magnétique (**2**)
- la suspension (**26**) comprend une portion interne (**27**) plane fixée à la platine (**21**) et une portion périphérique (**29**) entourant la portion interne (**27**) et qui s'étend librement par rapport à la platine (**21**), ce transducteur électrodynamique (**1**) étant **caractérisé en ce que** :

- la suspension (**26**) est réalisée dans un matériau non émissif acoustiquement,
- la portion périphérique (**29**) comprend des ondulations (**30**), la portion périphérique (**29**) étant fixée à une face interne du diaphragme (**17**) par un bord périphérique externe (**31**) desdites ondulations (**30**).

2. Transducteur (**1**) électrodynamique selon la revendication précédente, dans lequel l'équipage mobile (**16**) est dépourvu de suspension externe au diaphragme (**17**).

3. Transducteur (**1**) électrodynamique selon la revendication 1, qui comprend un circuit électrique (**32**) d'alimentation de la bobine (**18**) mobile comprenant deux conducteurs électriques (**33**) traversant le circuit magnétique (**2**) et débouchant dans le volume interne au diaphragme (**17**).

4. Transducteur (**1**) électrodynamique selon la revendication 3, dans lequel la platine (**21**) est percée de trous (**35**), et dans lequel des extrémités (**34**) dénudées des conducteurs électriques (**33**) sont raccordées à deux oeilletons (**36**) sertis dans lesdits trous (**35**).

5. Transducteur (**1**) électrodynamique selon la revendication 4, dans lequel le circuit électrique (**32**) comprend deux conducteurs (**37**) souples qui s'étendent dans le volume interne du diaphragme (**17**) et raccordent les oeilletons (**36**) à une extrémité de la bobine (**18**) mobile.

6. Transducteur (**1**) électrodynamique selon l'une des revendications précédentes, qui comprend un guide d'onde (**39**) monté au voisinage du diaphragme (**17**), et présentant une face (**43**) située en regard et au voisinage de celui-ci et délimitant une chambre de compression (**56**).

7. Système (**58**) de haut-parleur coaxial à au moins deux voies, comprenant un transducteur (**57**) de grave conçu pour la reproduction du grave et/ou du médium, et un transducteur électrodynamique (**1**) selon l'une des revendications précédentes, conçu pour la reproduction de l'aigu, et éventuellement au moins une partie du médium.

8. Système (**58**) de haut-parleur coaxial à au moins deux voies selon la revendication 7, dans lequel le transducteur (**1**) d'aigu est monté de manière coaxiale et frontale par rapport au transducteur (**57**) de grave.

9. Enceinte acoustique (**66**) comprenant un transducteur (**1**) électrodynamique selon l'une des revendications 1 à 6, ou un système (**58**) de haut-parleur coaxial à au moins deux voies selon l'une des revendications 7 ou 8.

Patentansprüche

1. Elektrodynamischer Transduktor (**1**), umfassend:

- einen magnetischen Schaltkreis (**2**), der einen Luftspalt (**15**) definiert;
- eine mobile Ausrüstung (**16**), die eine Membran (**17**) in Kuppelform umfasst, die fest mit einer mobilen, in den Luftspalt (**15**) eingetauchten

Spule (18) verbunden ist;

- einen Träger (20), an dem die mobile Ausrüstung (16) (16) aufgehängt ist,
- eine Aufhängung (26), die die Verbindung zwischen der mobilen Ausrüstung (16) und dem Träger (20) gewährleistet;
- der Träger (20) erstreckt sich wenigstens teilweise in einem internen Volumen in der mobilen Ausrüstung (16), dieser Träger (20) umfasst eine Platte (21), auf der die Aufhängung (26) befestigt ist, und einen Stift (22), der fest mit der Platte (21) befestigt ist und durch den der Träger (20) auf dem magnetischen Schaltkreis (2) befestigt ist,
- die Aufhängung (26) umfasst einen ebenen internen Abschnitt (27), der an der Platte (21) befestigt ist, und einen umlaufenden Abschnitt (29), der den internen Abschnitt (27) umgibt und der sich frei im Verhältnis zur Platte (21) erstreckt,

wobei dieser elektrodynamische Transduktor (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass:**

- die Aufhängung (26) aus einem akustisch nicht emittierenden Material realisiert ist,
- der umlaufende Abschnitt (29) Wellen (30) umfasst, wobei der umlaufende Abschnitt (29) an einer internen Seite der Membran (17) durch einen externen umlaufenden Rand (31) der genannten Wellen (30) befestigt ist.

2. Elektrodynamischer Transduktor (1) gemäß dem voranstehenden Anspruch, bei dem die mobile Ausrüstung (16) nicht mit einer externen Aufhängung an der Membran (17) versehen ist.
3. Elektrodynamischer Transduktor (1) gemäß Anspruch 1, der einen elektrischen Versorgungsschaltkreis (32) der mobilen Spule (18) umfasst, umfassend zwei elektrische Leiter (33), die den elektrischen Schaltkreis (2) durchqueren und in dem internen Volumen an der Membran (17) einmünden.
4. Elektrodynamischer Transduktor (1) gemäß Anspruch 3, bei dem die Platte (21) mit Löchern (35) durchbohrt ist und bei dem die freigelegten Enden (34) der elektrischen Leiter (33) an zwei in den genannten Löchern (35) eingespannten Ösen (36) angeschlossen sind.
5. Elektrodynamischer Transduktor (1) gemäß Anspruch 4, bei dem der elektrische Schaltkreis (32) zwei bewegliche Leiter (37) umfasst, die sich in demselben internen Volumen der Membran (17) erstrecken und die Ösen (36) an ein Ende der mobilen Spule (18) anschließen.

6. Elektrodynamischer Transduktor (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, der eine Wellenführung (39) umfasst, die in der Nachbarschaft der Membran (17) montiert ist und eine Seite (43) aufweist, die gegenüber und in der Nachbarschaft derselben angeordnet ist und eine Kompressionskammer (56) begrenzt.
7. Koaxiales Lautsprechersystem (58) mit wenigstens zwei Spuren, umfassend einen Bass-Transduktor (57), der für die Wiedergabe der Bässe und / oder der mittleren Töne entwickelt ist und einen elektrodynamischen Transduktor (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, der für die Wiedergabe der hohen Töne und eventuell wenigstens eines Teils der mittleren Töne entwickelt ist.
8. Koaxiales Lautsprechersystem (58) mit wenigstens zwei Spuren gemäß Anspruch 7, bei dem der Transduktor (1) für hohe Töne koaxial und frontal im Verhältnis zum Bass-Transduktor (57) montiert ist.
9. Lautsprecherbox (66), umfassend einen elektrodynamischen Transduktor (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 oder ein koaxiales Lautsprechersystem (58) mit wenigstens zwei Spuren gemäß einem der Ansprüche 7 oder 8.

Claims

1. An electrodynamic transducer (1) comprising:

- a magnetic circuit (2), defining an air gap (15);
- a movable element (16), comprising a dome-shaped diaphragm (17), integral with a movable coil (18) dipped into the air gap (15);
- a support (20), to which the movable element (16) is suspended;
- a suspension (26), providing the connection between the movable element (16) and the support (20);
- the support (20) extends at least partly in an inner volume of the movable element (16), this support (20) comprises a plate (21), on which the suspension (26) is attached, and a rod (22) integral with the plate (21) and by which the support (20) is attached to the magnetic circuit (2)
- the suspension (26) comprises a planar inner portion (27) attached to the plate (21) and a peripheral portion (29) surrounding the inner portion (27) and which freely extends with respect to the plate (21), this electrodynamic transducer (1) being **characterised in that:**

- the suspension (26) is made of an acoustically non-emissive material,
- the peripheral portion (29) comprises cor-

rugations (30), the peripheral portion (29) being attached to an inner face of the diaphragm (17) by an external peripheral edge (31) of said corrugations (30).

5

2. The electrodynamic transducer (1) according to the preceding claim, wherein the movable element (16) is devoid of a suspension external to the diaphragm (17).

10

3. The electrodynamic transducer (1) according to the claim 1, which comprises an electric circuit (32) for supplying the movable coil (18) comprising two electric conductors (33) passing through the magnetic circuit (2) and opening into the volume internal to the diaphragm (17).

15

4. The electrodynamic transducer (1) according to the claim 3, wherein the plate (21) is pierced with holes (35), and wherein stripped ends (34) of the electric conductors (33) are connected to two eyelets (36) crimped in said holes (35).

20

5. The electrodynamic transducer (1) according to the claim 4, wherein the electric circuit (32) comprises two flexible conductors (37) which extend in the volume internal to the diaphragm (17) and connect the eyelets (36) to one end of the movable coil (18).

25

6. The electrodynamic transducer (1) according to one of the preceding claims, which comprises a waveguide (39) mounted in the vicinity of the diaphragm (17), and having a face (43) facing and in the vicinity thereof and delimiting a compression chamber (56).

30
35

7. A coaxial loudspeaker system (58) with at least two ways, comprising a low-frequency sound transducer (57) designed for reproducing a low frequency and/or mid-frequency sound, and an electrodynamic transducer (1) according to one of the preceding claims, designed for reproducing a high-frequency sound, and possibly at least part of a mid-frequency sound.

40

8. The coaxial loudspeaker system (58) with at least two ways according to claim 7, wherein the high-frequency transducer (1) is mounted coaxially and frontally with respect to the low-frequency transducer (57).

45

50

9. A speaker enclosure (66) comprising an electrodynamic transducer (1) according one of claims 1 to 6, or a coaxial loudspeaker system (58) with at least two ways according to one of claims 7 or 8.

55

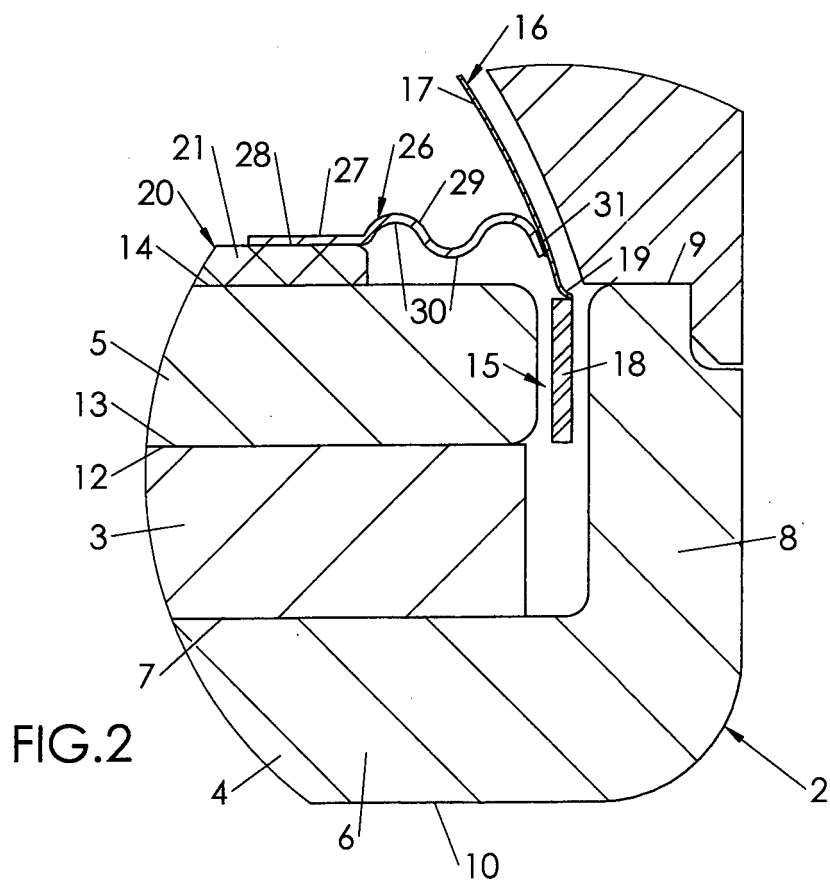
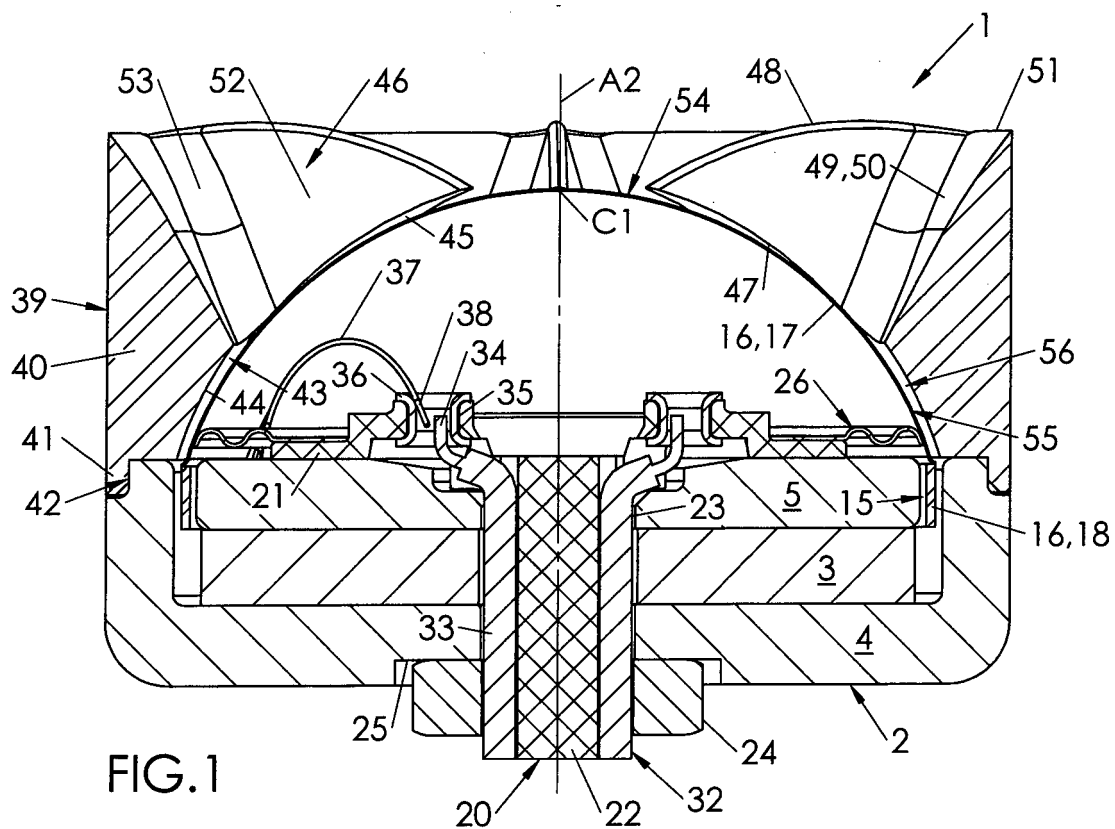


FIG.3

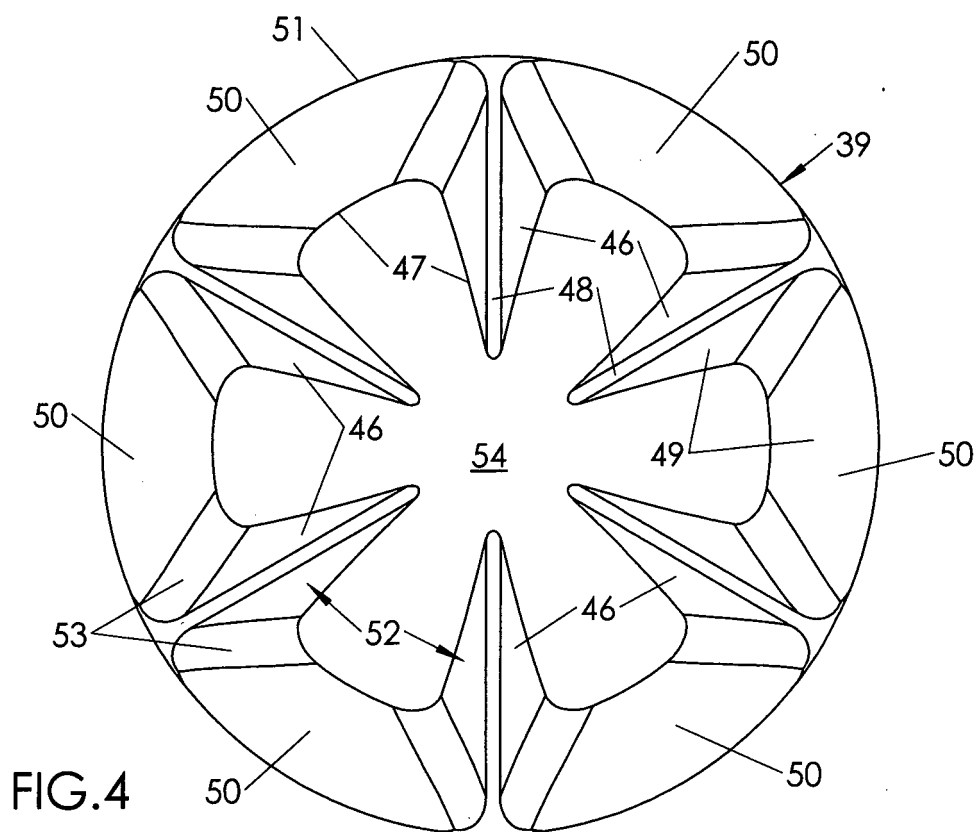
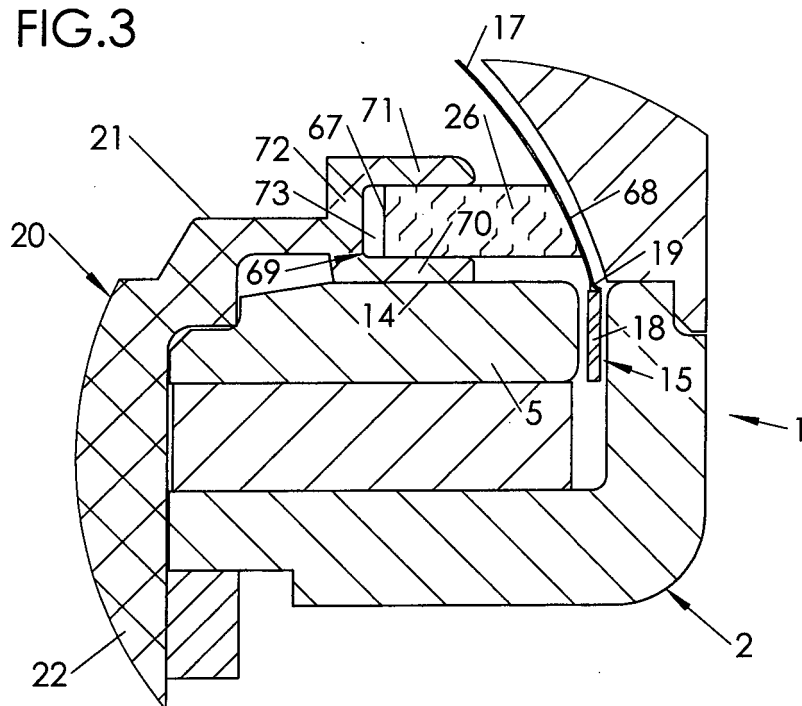


FIG.4

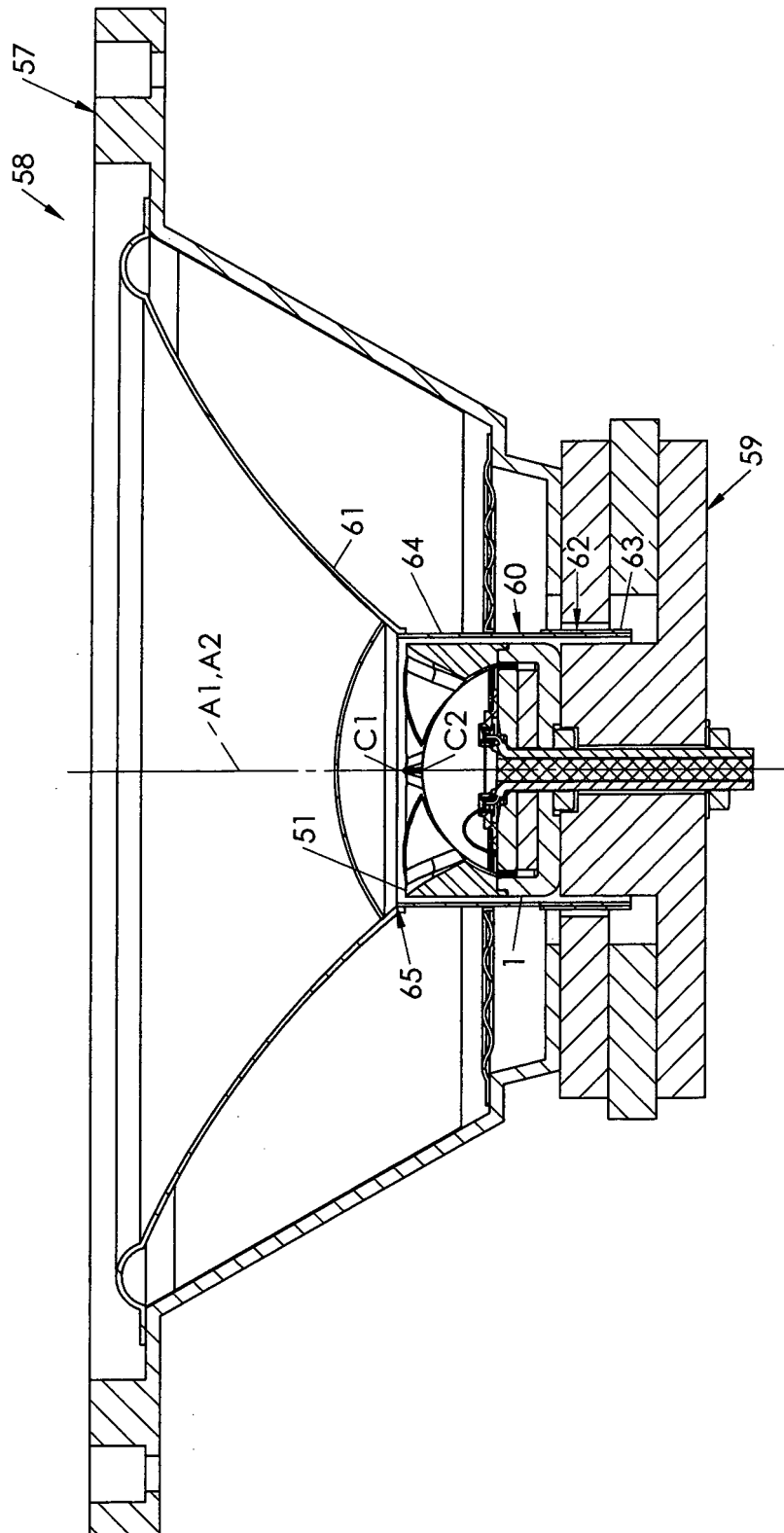


FIG. 5

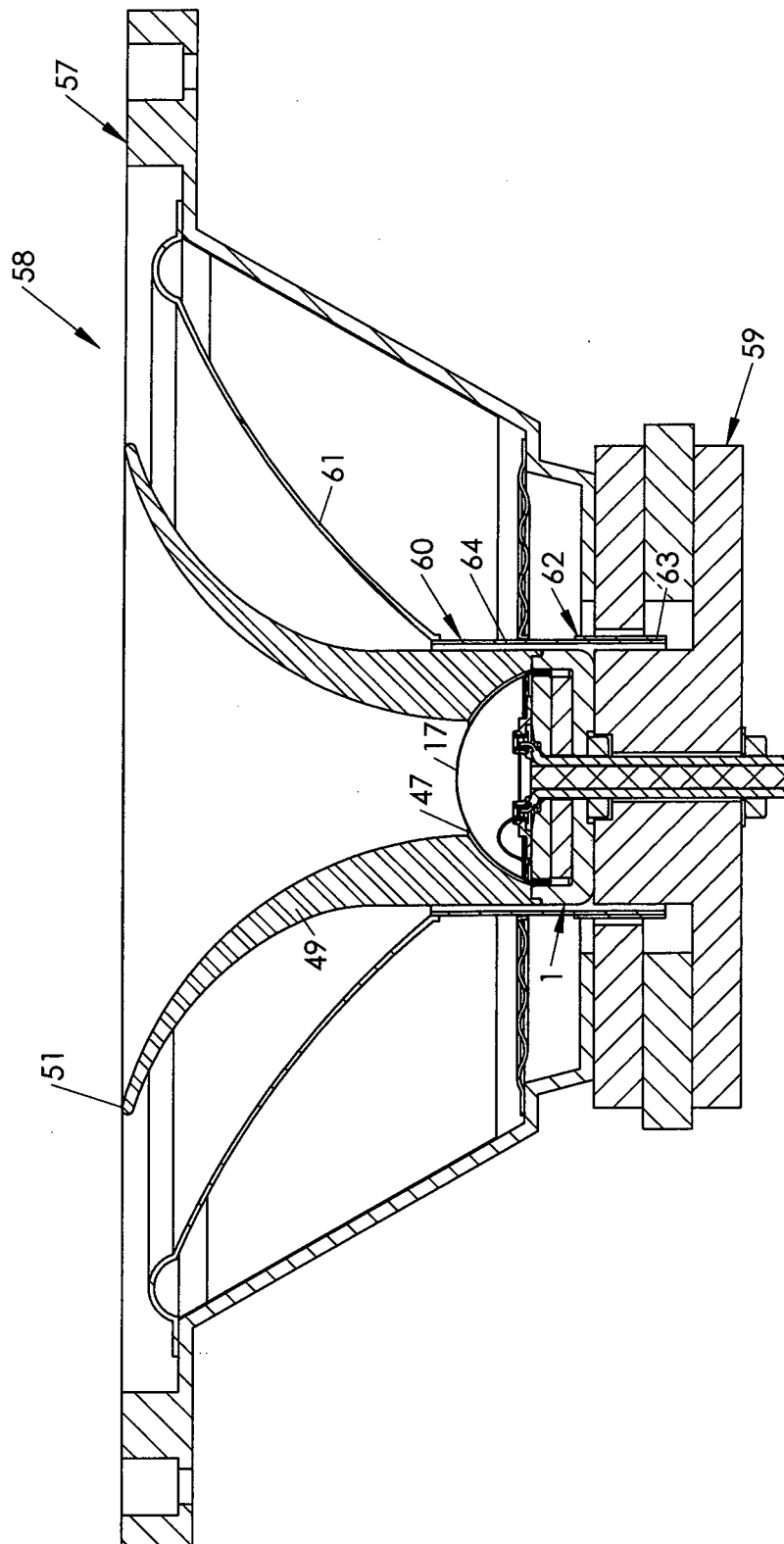


FIG. 6

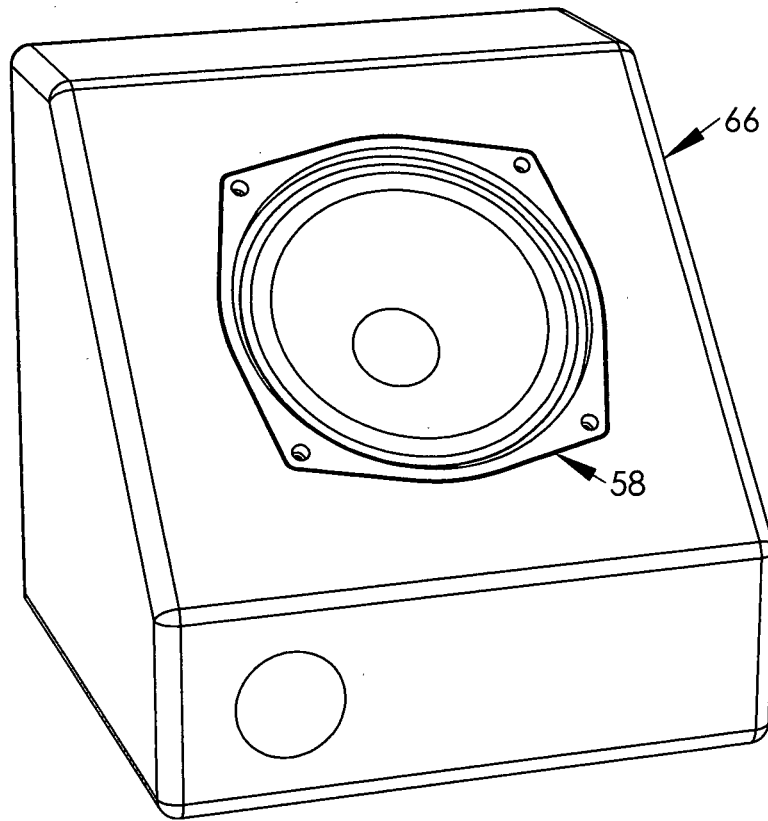


FIG.7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2667212 [0010]
- US 2442791 A [0011]
- US 20080166010 A, Stiles [0011]
- US 5471437 A [0017] [0018]
- DE 10211086 A1 [0019]
- US 6208743 B [0020]
- US 4164321 A, Tannoy [0095]