

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 955 446

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 10 00156

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : H 04 R 23/02 (2006.01), H 04 R 9/06

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.01.10.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 22.07.11 Bulletin 11/29.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : PHL AUDIO Société anonyme — FR.

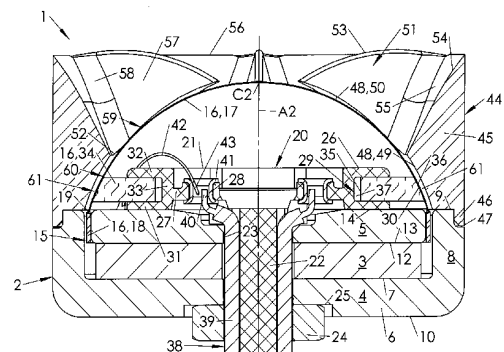
⑦2 Inventeur(s) : LESAGE PHILIPPE et FLAVIGNARD  
YOANN.

⑦3 Titulaire(s) : PHL AUDIO Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : DEJADE & BISET.

⑤4 TRANSDUCTEUR ELECTRODYNAMIQUE A DOME ET SUSPENSION FLOTTANTE.

⑤7 Transducteur électrodynamique (1) comprenant:  
- un circuit magnétique (2) définissant un entrefer,  
- un équipement mobile (16) comprenant un diaphragme  
(17) en forme de dôme et une bobine mobile (18) solidaire  
du diaphragme (17) et plongée dans l'entrefer;  
- un support (20) auquel est suspendu l'équipage  
mobile; une suspension (34) assurant la liaison entre l'équi-  
page mobile (16) et le support (20), cette suspension (34)  
étant flottante par rapport au support (20), permettant un de-  
gré de liberté radial.



FR 2 955 446 - A1



### Transducteur électrodynamique à dôme et suspension flottante

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 délivrée par un amplificateur de puissance, en énergie acoustique.

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.

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.

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.

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.

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 adaptée à la réalisation des transducteurs conçus pour la reproduction de l'aigu, du fait des vibrations de membrane de fréquence élevée et de faible amplitude.

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 soutien de la membrane, remplit généralement trois fonctions :

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

10 Dans le cas des membranes coniques, du fait des grands débattements de ce type de transducteur, la suspension périphérique n'est généralement pas suffisante pour assurer le guidage de la membrane par rapport à l'entrefer, et on a couramment recours à des dispositifs de centrage complémentaire, par exemple de type spider (cf. par exemple la demande de brevet français FR 2 667 212 au nom de la demanderesse).

Dans le cas des membranes à dôme, dont les débattements sont bien plus faibles, une unique suspension périphérique est généralement prévue pour assurer conjointement les trois fonctions évoquées ci-dessus. Cette topologie est connue de longue date, cf. par exemple le brevet américain US 2 242 791 (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).

Il est couramment admis que le centrage de la membrane par rapport à l'entrefer et son guidage axial constituent une fonction essentielle de la suspension. En effet, il est nécessaire d'exclure, ou tout du moins de minimiser, les mouvements transversaux (balancement, tangage) de la membrane, considérés comme des défauts générant des distorsions et des bruits parasites dans le signal sonore émis par celle-ci. En particulier, il arrive que la bobine frotte contre les parois de l'entrefer. Un tel frottement génère de fortes distorsions et bruits parasites qui rendent inutilisable un tel transducteur.

C'est pourquoi le centrage de l'équipage mobile par rapport à l'entrefer est une opération de montage délicate, qui nécessite la prise en compte de l'ensemble des tolérances de fabrication (notamment du

circuit magnétique) et requiert une fixation extrêmement précise de la suspension sur le châssis du transducteur. Une telle opération est délicate à automatiser. Malgré toutes les précautions prises, des cas de frottement de la bobine mobile contre une paroi de l'entrefer peuvent se produire et il est habituel, pour en minimiser la fréquence, de ménager entre la bobine mobile et l'entrefer des jeux de fonctionnement intérieur et extérieur importants, de plusieurs dixièmes de millimètre.

Mais tout élargissement de l'entrefer a pour conséquences néfastes :

- 10 - de diminuer, pour un même circuit magnétique, la densité de flux au sein de l'entrefer, ce qui diminue proportionnellement la force motrice communiquée à la bobine mobile et nuit par conséquent au niveau d'efficacité du transducteur,
- de diminuer la capacité de dissipation de la chaleur produite par effet Joule dans la bobine, en raison de l'épaisseur des lames d'air qui l'entourent et agissent comme des isolants thermiques.

Une partie des efforts des constructeurs de haut-parleurs est orientée vers la recherche du meilleur compromis entre les tolérances de centrage de l'équipage mobile par rapport à l'entrefer (et donc de dimensionnement et/ou de fixation de la suspension), et les performances acoustiques du transducteur. Comme nous l'avons vu, l'augmentation des premières font diminuer les secondes. Il va de soi que, dans le cadre d'une fabrication industrielle, le choix s'oriente généralement vers une augmentation des tolérances au détriment des performances acoustiques.

Face à cette problématique, la demanderesse a fait le choix inverse, de ne pas sacrifier les performances et de rechercher des solutions pertinentes et rationnelles dans l'architecture même du transducteur.

30 L'invention vise par conséquent à apporter une contribution à la résolution des problèmes évoqués ci-dessus, en particulier en ce qui concerne les transducteurs d'aigu, en apportant des perfectionnements aux transducteurs à dôme permettant notamment de faciliter le montage sans sacrifier les performances acoustiques.

35 A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un transducteur électrodynamique comprenant :

- un circuit magnétique définissant un entrefer,
- un équipage mobile comprenant un diaphragme en forme de dôme et une bobine mobile solidaire du diaphragme et plongée dans l'entrefer ;
- 5 - un support auquel est suspendu l'équipage mobile ;
- une suspension assurant la liaison entre l'équipage mobile et le support, cette suspension étant flottante par rapport au support, permettant un degré de liberté radial.

De la sorte, la fonction de centrage de la suspension disparaît.  
10 Celle-ci est procurée directement au niveau de l'entrefer, lorsque la bobine mobile est parcourue par un courant électrique de modulation. Cette architecture rend possible la diminution des jeux de fonctionnement autour de la bobine mobile, au bénéfice du niveau de sensibilité du transducteur.

15 Cette réduction des jeux diminue l'épaisseur des lames d'air entourant le solénoïde, et donc la résistance thermique entre celui-ci et le circuit magnétique. Ceci améliore la dissipation thermique et, par voie de conséquence, permet d'accroître la puissance admissible du transducteur.

20 Selon un mode de réalisation, le support comprend une gorge périphérique, et la suspension se présente sous forme d'un anneau dont un bord interne est encastré dans la gorge. Un jeu supérieur à 0,1 mm est de préférence ménagé entre la suspension et un fond de la gorge.

25 Le support comprend par exemple une platine, dans laquelle la gorge périphérique est ménagée, et une tige solidaire de la platine et par laquelle le support est fixé sur le circuit magnétique.

Suivant un mode de réalisation, la gorge est délimitée par deux flasques en vis-à-vis, entre lesquels la suspension est légèrement  
30 précontrainte.

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

Selon un mode préféré de réalisation, l'une au moins des parois de l'entrefer est revêtue d'une couche d'un matériau à faible coefficient de  
35 frottement, tel que PTFE.

Par ailleurs, l'entrefer et la bobine mobile sont de préférence dimensionnés de manière que le taux d'occupation de la bobine mobile dans l'entrefer soit supérieur ou égal à 50%.

5 Selon un mode de réalisation, le circuit magnétique comprend une pièce polaire, le jeu entre cette pièce polaire et la bobine mobile étant inférieur au dixième de millimètre.

Un lubrifiant (de préférence pâteux) peut être interposé entre la suspension et le support.

10 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.

15 Dans ce système, le transducteur d'aigu peut être est monté de manière coaxiale et frontale par rapport au transducteur de grave.

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.

20 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 mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue d'un détail de la figure 1 ;
- 25 – la figure 3 est une vue en coupe, à échelle élargie, d'un détail du transducteur de la figure 1, selon un autre angle de vue,
- la figure 4 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 ;
- 30 – la figure 5 est une vue similaire à la figure 4, montrant un système de haut-parleur coaxial comprenant un transducteur principal de grave et un transducteur d'aigu selon une variante de réalisation ;

- la figure 6 est une vue en perspective montrant une enceinte incluant un système de haut-parleur coaxial tel que représenté sur la figure 4.

On a représenté sur les figures 1 à 5, et plus en détail sur les figures 1 à 3 un transducteur électrodynamique 1 adapté à la reproduction des fréquences aiguës, c'est-à-dire des environs de 1 kHz à environ 20 kHz.

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.

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.

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).

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 transversale 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.

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.

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 maximalisée 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**.

5 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**.

10 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.

Le transducteur **1** comprend en outre un équipage mobile **16** incluant un diaphragme **17** en forme de dôme et une bobine mobile **18**  
15 solidaire du diaphragme **17**.

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  
20 son axe de symétrie de révolution soit confondu avec l'axe **A2**.

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**.

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

La bobine mobile **18** comprend un solénoïde en fil métallique, conducteur (par exemple en cuivre ou en aluminium), d'une largeur préférée de 0,3 mm, enroulé en spirale pour former un cylindre dont  
30 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.

La bobine mobile **18** est plongée dans l'entrefer **15**. Le diamètre intérieur de la bobine mobile **18** est très légèrement supérieur au  
35 diamètre extérieur du noyau **5**, de sorte que le jeu fonctionnel intérieur ménagé entre la bobine mobile **18** et le noyau **5** soit faible devant la

largeur de l'entrefer **15**, même si, en variante, le jeu fonctionnel peut être dimensionné de manière conventionnelle.

Selon un mode préféré de réalisation, le pourtour au moins du noyau **5** (et éventuellement la surface interne de la paroi latérale **8**) est revêtu d'une couche d'un polymère à bas coefficient de frottement, tel que polytétrafluoroéthylène (PTFE, connu sous la dénomination commerciale Téflon) d'une épaisseur voisine ou inférieure au centième de millimètre, et de préférence de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$  (par exemple environ  $20\ \mu\text{m}$ ).

Il en résulte qu'en dépit du faible jeu entre le noyau **5** et la bobine mobile **18**, d'une part, que la mise en place de la bobine mobile **18** dans l'entrefer **15** est relativement aisée, et, d'autre part, qu'en fonctionnement le mouvement axial de la bobine mobile **18** n'est pas contrarié par la proximité du noyau **5**, même dans l'hypothèse où ces deux éléments viendraient accidentellement et temporairement au contact l'un de l'autre.

En pratique, la bobine mobile **18** et l'entrefer **15** sont de préférence dimensionnés de manière que :

- le jeu entre la bobine mobile **18** et le noyau **5** (revêtement compris) soit inférieur au dixième de millimètre, et par exemple compris entre 0,05 et 0,1 mm. Selon un mode préféré de réalisation, le jeu intérieur est de 0,08 mm (sans qu'il soit exclu de dimensionner ce jeu de manière classique) ;
- le jeu extérieur ménagé entre la bobine mobile **18** et la paroi latérale **8** de la culasse **4** soit inférieur à 0,2 mm, et par exemple compris entre 0,1 mm et 0,2 mm. Selon un mode préféré de réalisation, le jeu extérieur est de 0,17 mm.

Ainsi, la largeur maximale de l'entrefer **15**, pour une bobine mobile **18** de 0,3 mm de large, est de 0,6 mm (avec un jeu intérieur de 0,1 mm et un jeu extérieur de 0,2 mm). Dans cette configuration, le taux d'occupation de la bobine mobile **18** dans l'entrefer **15**, égal au rapport des sections de la bobine mobile **18** et de l'entrefer **15**, est voisin de 50%, ce qui est un minimum. Dans la configuration préférée, pour une largeur d'entrefer de 0,55 mm, un jeu intérieur de 0,08 mm et un jeu extérieur de 0,17 mm, le taux d'occupation de la bobine mobile **18** dans l'entrefer **15** est de 55% environ.

Ces valeurs supérieures ou égales à 50% sont à comparer aux taux d'occupation des transducteurs de l'art antérieur, inférieurs à 35% environ.

Il en résulte une augmentation de la densité du flux magnétique dans l'entrefer **15**, et une augmentation subséquente du niveau de sensibilité du transducteur **1**, la sensibilité étant proportionnelle au carré de l'augmentation de la densité de champ magnétique régnant dans l'entrefer **15**.

On peut avoir avantage à garnir l'entrefer **15** 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**.

Le transducteur **1** comprend en outre un support **20** fixé au circuit magnétique **2**, et auquel est suspendu l'équipage mobile **18**. 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.

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**.

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**.

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**. La platine **21** comprend une jante annulaire **26** périphérique et un disque **27** central auquel se raccorde la tige **22**. Le disque **27** peut être percé de trous **28** dont une fonction est de maximiser le volume d'air sous le diaphragme **17**, de manière à diminuer la fréquence de résonance de l'équipage mobile **16**.

La jante **26** a sensiblement le profil d'une poulie et comprend une gorge **29** annulaire périphérique qui débouche radialement vers l'extérieur, en regard d'une portion annulaire **30** périphérique de la surface interne du diaphragme **17**, située à proximité du bord **19**.

La gorge **29** sépare la jante **26** en deux flasques en vis-à-vis formant les parois latérales de la gorge **29**, à savoir un flasque arrière **31**, en appui contre la face avant **14** du noyau **5**, et un flasque avant **32**. Les flasques **31,32** sont reliés par une âme **33** cylindrique formant le fond de la gorge **29**.

L'équipage mobile **16** est monté sur l'endosquelette **20** au moyen d'une suspension **34** intérieure qui assure la liaison entre le diaphragme **17** et la platine **21**. Cette suspension **34** se présente sous forme d'un anneau réalisé 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). Les mousses de polymère réticulées (par exemple de polyester ou de mélamine) sont particulièrement bien adaptées, car présentant une porosité élevée.

En variante, la suspension **34** peut être réalisée dans un tissu ou un non-tissé 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 et thermoformées pour y former des ondulations à la  
5 manière d'un spider.

Du fait de la non émissivité acoustique de la suspension **34**, seul le diaphragme en forme de dôme **17** émet un rayonnement acoustique. De la sorte, on évite modes propres, résonances, et plus généralement le rayonnement acoustique parasite de la suspension **34**, qui viendrait  
10 interférer avec celui du diaphragme **17** et grever les performances du transducteur **1**.

La suspension **34** présente en section une forme sensiblement polygonale et comprend un bord interne **35** droit, c'est-à-dire cylindrique de révolution autour de l'axe **A2**, et un bord externe **36**  
15 périphérique sensiblement tronconique.

Par son bord externe **36**, la suspension **34** est fixée, par collage, sur la portion périphérique **30** de la surface intérieure du diaphragme **17**. En variante, dans l'hypothèse où la bobine mobile **16** comprendrait un support cylindrique solidaire du diaphragme **17** et sur lequel serait  
20 monté le solénoïde, la suspension **34** pourrait être fixée, par son bord périphérique externe (qui serait alors cylindrique), sur la surface intérieure de ce support.

Comme illustré sur la figure 1, l'épaisseur de la suspension **34** (mesurée selon l'axe **A2**), bien qu'inférieure à sa longueur libre (mesurée radialement entre les bords externes des flasques **31,32** et la  
25 surface **30** interne du diaphragme **17**), n'est pas négligeable par rapport à celle-ci, mais est du même ordre de grandeur. Plus précisément, le rapport entre la longueur libre et l'épaisseur de la suspension **34** est préférentiellement inférieur à 5 (en l'occurrence ce rapport est inférieur  
30 à 3). Le fait de minimiser ainsi la longueur libre de la suspension **34** permet de stabiliser l'équipage mobile **16** et l'empêcher de basculer (effet anti-tangage).

Du côté de son bord interne **35**, la suspension **34** est logée dans la gorge **29** en étant légèrement précontrainte entre les flasques **31,32** de  
35 manière à éviter les bruits parasites, mais sans toutefois être fixée à ceux-ci. En outre, le diamètre interne de la suspension **34** est supérieur

au diamètre interne de la gorge **29** (c'est-à-dire au diamètre externe de l'âme de la jante), de sorte qu'un espace annulaire **37** est ménagé entre la suspension **34** et l'âme **33**.

De la sorte, la suspension **34** est flottante par rapport à la jante **26** de la platine **21**, permettant un degré de liberté radial, la suspension **34** pouvant glisser sur les flasques **31,32**. Afin de favoriser ce glissement, on peut appliquer sur les flasques **31,32** une couche de lubrifiant pâteux tel qu'une graisse. Le jeu radial défini par l'espace annulaire **37** entre la suspension **34** et l'âme **33** (c'est-à-dire le fond de la gorge **29**) est de préférence supérieur à 0,1 mm, mais inférieur à 1 mm. Suivant un mode préféré de réalisation, ce jeu est d'environ 0,5 mm. Sur les figures on a exagéré ce jeu à des fins de clarté.

En outre, il est préférable que la partie de la suspension **34** logée dans la gorge **29** soit de largeur (mesurée radialement) supérieure ou égale à son épaisseur, de manière à garantir une liaison mécanique de type appui plan et minimiser l'effet néfaste de basculement de la suspension **34** par rapport à la platine **21**.

La suspension **34** du diaphragme **17** s'étend ainsi intérieurement à celui-ci. La suppression d'une suspension périphérique externe permet de supprimer les interférences acoustiques existant dans les transducteurs connus entre le rayonnement du diaphragme et celui de sa suspension.

En outre, la suspension **34** n'exerçant aucune contrainte radiale sur le diaphragme **17**, elle n'impose pas de fonction de centrage de celui-ci par rapport au circuit magnétique **2**, au bénéfice de la simplicité d'assemblage du transducteur **1**, ou du remplacement du diaphragme **17** en cas de défaillance.

Le centrage du diaphragme **17** est réalisé au niveau de la bobine mobile **18**, qui est ajustée avec un faible jeu sur le noyau **5** et se centre automatiquement par rapport à celui-ci dès lors que la bobine mobile **18**, plongée dans le champ magnétique de l'entrefer **15**, est mise en mouvement par un courant électrique de modulation.

En revanche, la suspension **34** 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.

La suspension **34** assure également une fonction de maintien de l'assiette du diaphragme **17**, c'est-à-dire de maintien du bord  
5 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.

Le courant électrique est amené à la bobine mobile **18** par deux circuits électriques **38** qui relient les extrémités de la bobine mobile **18**  
10 à deux bornes électriques (non représentées) d'alimentation du transducteur **1**.

Comme cela est illustré sur la figure 1, chaque circuit électrique **38** comprend :

- 15 - un conducteur **39** 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 **40** débouche dans le volume interne au diaphragme **17** en faisant saillie du circuit magnétique **2** au niveau de l'un des trous **28** du disque ;
- 20 - un élément de jonction électrique, sous forme par exemple d'un œillet **41** métallique (par exemple en cuivre ou en laiton) serti dans ce trou **28** et auquel l'extrémité dénudée **40** du conducteur **39** est raccordée électriquement (par exemple par l'intermédiaire d'un point de soudure, non représenté) ;
- 25 - un conducteur **42** 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 jante **26** et la suspension **34**, et dont une extrémité interne **43** est raccordée électriquement à l'œillet **41** (par exemple par l'intermédiaire d'une soudure, non représentée), et dont une extrémité externe opposée  
30 est raccordée électriquement à une extrémité de la bobine mobile **18**.

Un seul conducteur **42** de faible section est visible sur la figure 1,  
35 le deuxième conducteur de faible section, diamétralement opposé au premier, étant situé en avant du plan de coupe de la figure.

La forme arquée (en U), ajoutée à la grande souplesse de ces conducteurs **42**, 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 la liberté de positionnement de l'équipage mobile **16**.

Le transducteur 1 comprend enfin un guide **44** d'onde acoustique, solidaire du circuit magnétique **2**.

Le guide d'onde **44** se présente sous forme d'une pièce monobloc réalisée dans un matériau ayant une conductivité thermique élevée, supérieure à  $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , par exemple en aluminium (ou dans un alliage d'aluminium).

Le guide d'onde **44**, de forme de révolution, est fixé sur la culasse **4** et comprend une paroi latérale **45** 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 enduction de pâte thermoconductrice.

Comme cela est visible sur les figures 1 et 2, le guide d'onde **44** présente, sur un bord périphérique arrière, une jupe **46** qui vient s'ajuster dans un décrochement **47** pratiqué dans la culasse **4**, de profil complémentaire. Il en résulte un centrage précis du guide d'onde **44** par rapport à la culasse **4** et, plus généralement, par rapport au circuit magnétique **2** et au diaphragme **17**. De plus, la conduction thermique entre les deux pièces **4,44** s'en trouve améliorée.

Le guide d'onde **44** présente une face arrière **48** 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.

Selon un mode préféré de réalisation illustré sur les figures 1 à 4, la face arrière **48** est ajourée et comprend une portion périphérique **49** continue qui s'étend au voisinage du bord arrière du guide d'onde **44**, et une portion centrale **50** discontinue portée par une série d'ailettes **51** faisant saillie radialement depuis la paroi latérale **45** vers l'intérieur (c'est-à-dire vers l'axe **A2** du transducteur 1). La face arrière **48** est

délimitée intérieurement – c'est-à-dire du côté du diaphragme **17** – par une arête **52** de forme pétaloïde.

Comme cela est visible sur la figure 1, les ailettes **51** ne se rejoignent pas sur l'axe **A2** mais s'interrompent à une extrémité interne  
5 située à distance de l'axe **A2**. A leur sommet, les ailettes **51** présentent chacune une arête **53** curviligne.

La paroi latérale **45** du guide d'onde **44** est délimitée intérieurement par une face avant **54** tronconique discontinue répartie sur une pluralité de secteurs angulaires **55** qui s'étendent entre les  
10 ailettes **51**. Cette face avant **54** forme une amorce de pavillon s'étendant de l'intérieur vers l'extérieur et depuis un bord arrière, formé par l'arête pétaloïde **52** constituant une gorge de l'amorce de pavillon **54**, jusqu'à un bord avant **56** qui constitue une bouche de l'amorce de pavillon **54**. Les secteurs angulaires **55** de l'amorce de pavillon **54** sont  
15 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 **54** assure une adaptation continue d'impédance acoustique entre le milieu aérien délimité par la gorge **52** et le milieu  
20 aérien délimité par la bouche **56**.

Selon un mode de réalisation, la tangente à l'amorce de pavillon **54** sur la bouche **56** forme avec un plan perpendiculaire à l'axe **A2** du transducteur **1** un angle compris entre  $30^\circ$  et  $70^\circ$ . Dans l'exemple illustré sur les dessins, cet angle est de  $50^\circ$  environ.

25 Les ailettes **51**, qui ont notamment pour fonction d'augmenter la surface du guide d'onde **44** pour favoriser la dissipation par radiation et convection de la chaleur produite au niveau de la bobine mobile **18**, présentent chacune latéralement deux joues **57** qui se raccordent extérieurement aux secteurs angulaires **55** de l'amorce de pavillon **54**  
30 par l'intermédiaire de congés **58**. Les joues **57** contribuent au guidage de l'onde générée par le diaphragme **17**.

Dans la variante de réalisation illustrée sur la figure 5, le guide d'onde **44** forme non une amorce de pavillon mais un pavillon complet (par exemple symétrique de révolution autour de l'axe **A2**), dont la  
35 gorge **52** est de contour circulaire et dont la bouche **56** présente un diamètre très supérieur à celui de la gorge **52**.

Le guide d'onde **44** délimite sur le diaphragme **17** deux zones distinctes et complémentaires, à savoir :

- une zone interne **59** découverte, de forme pétaloïde, délimitée extérieurement par la gorge **52**,
- 5 - une zone externe **60** couverte, de forme complémentaire de la zone couverte **59**, délimitée intérieurement par la gorge **52**.

La face arrière **48** du guide d'onde **44** et la zone externe **60** couverte correspondante du diaphragme **17** définissent entre elles un volume d'air **61** 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 **49** découverte communique directement avec la gorge **52** en regard, qui concentre le rayonnement acoustique de la totalité du diaphragme **17**.

15 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 **52**. 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.

Le transducteur d'aigu **1** qui vient d'être décrit peut être utilisé de manière individuelle, ou couplé à un transducteur de grave **62** pour former un système **63** de haut-parleur coaxial à plusieurs voies, conçu pour couvrir un spectre acoustique étendu, dans l'idéal la totalité de la bande audible.

En pratique, le transducteur de grave **62** peut être conçu pour reproduire le grave et/ou le medium, 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 **63**, précisons toutefois que le spectre couvert par le transducteur de grave **62** peut couvrir le grave, c'est-à-dire la bande de 20 Hz à 200 Hz, ou bien le medium, c'est-à-dire la bande de 200 Hz à 2 kHz, ou bien encore une partie au moins du

grave et du medium (et par exemple la totalité du grave et du medium), 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.

5 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 **62**. Ainsi, on pourra veiller à ce que la bande passante du transducteur d'aigu **1** couvre au moins en partie le medium et la totalité de l'aigu, jusqu'à 20 kHz.

10 Il est préférable que les parties linéaires des réponses des transducteurs **1,62** 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 **62**, afin d'éviter une chute de la réponse globale du système **63** à certaines fréquences correspondant à la partie haute  
15 du spectre du transducteur de grave **62** et à la partie basse du spectre du transducteur d'aigu **1**.

Le transducteur de grave **62** comprend un circuit magnétique **64** incluant un aimant **65** annulaire, pris en sandwich entre deux pièces polaires en acier doux formant des plaques de champ, à savoir une  
20 pièce polaire arrière **66** et une pièce polaire avant **67**, fixées sur deux faces opposées de l'aimant **65** par collage.

L'aimant **65** et les pièces polaires **66,67** sont symétriques de révolution autour d'un axe commun **A1** formant l'axe général du transducteur de grave **62**.

25 Dans le mode de réalisation illustré, la pièce polaire arrière **66**, dénommée culasse, est monobloc. Elle comprend un fond **68** annulaire fixé à une face arrière **69** de l'aimant **65**, et un noyau **70** central cylindrique, qui présente à l'opposé du fond **68** une face avant **71** et est percé d'un alésage **72** central débouchant de part et d'autre de la  
30 culasse **66**.

La pièce polaire ou plaque avant **67** possède une forme de rondelle annulaire. Elle présente une face arrière **73**, par laquelle elle est fixée à une face avant **74** de l'aimant **65**, et une face avant **75** opposée qui s'étend dans le même plan que la face avant **71** du noyau  
35 **70**.

La plaque avant **67** présente en son centre un alésage **76** dont le diamètre interne est supérieur au diamètre externe du noyau **70**, de sorte qu'entre cet alésage **76** et le noyau **70** qui s'y trouve logé est défini un entrefer **77** dans lequel règne une partie du champ magnétique  
5 généré par l'aimant **65**.

Le transducteur de grave **62** comprend par ailleurs un châssis **78** appelé saladier, qui inclut une embase **79** par laquelle le saladier **78** est fixé sur le circuit magnétique **64** – et plus précisément sur la face avant  
10 **75** de la plaque avant **67** –, une couronne **80** par laquelle le transducteur **62** est fixé à une structure porteuse, et une pluralité de branches **81** reliant l'embase **79** à la couronne **80**.

Le transducteur de grave **62** comprend en outre un équipage mobile **82** incluant une membrane **83** et une bobine mobile **84** comprenant un solénoïde **85** enroulé sur un support **86** cylindrique  
15 solidaire de la membrane **83**.

La membrane **83** est réalisée dans un matériau rigide et léger tel que de la pulpe de cellulose imprégnée, et présente une forme conique ou pseudo-conique de révolution autour de l'axe **A1**, à génératrice curviligne (par exemple suivant une loi circulaire, exponentielle ou  
20 hyperbolique).

La membrane **83** est fixée sur le pourtour de la couronne **80** par l'intermédiaire d'une suspension périphérique **87** (encore appelée bord) qui peut être constituée par une pièce torique rapportée et collée à la membrane **83**. La suspension **87** peut être réalisée en élastomère (par  
25 exemple un caoutchouc naturel ou synthétique), en polymère (alvéolaire ou non), ou dans un tissu imprégné et enduit.

En son centre, la membrane **83** définit une ouverture **88** sur le bord interne de laquelle le support **86** est fixé par une extrémité avant, par collage. Le centre géométrique de l'ouverture **88** est considéré, en  
30 première approximation, comme étant le centre acoustique **C1** du transducteur de grave **62**, c'est-à-dire la source ponctuelle virtuelle à partir de laquelle est émis le rayonnement acoustique du transducteur **62** principal.

Un cache-noyau **89** hémisphérique réalisé dans un matériau non émissif acoustiquement peut être fixé à la membrane **83** au voisinage  
35 de l'ouverture **88** pour protéger celle-ci de l'intrusion de poussières.

Le solénoïde **85**, réalisé dans un fil métallique conducteur (par exemple en cuivre ou en aluminium) est bobiné sur le support **86**, à une extrémité arrière de celui-ci plongeant dans l'entrefer **77**. Suivant le diamètre du transducteur de grave **62**, le diamètre du solénoïde **85** peut  
5 être compris entre 25 mm et plus de 100 mm.

Le centrage, le rappel élastique et le guidage axial de l'équipage mobile **82** sont assurés conjointement par la suspension périphérique **87** et par une suspension centrale **90**, encore appelée spider, de forme généralement annulaire, à corrugations concentriques, présentant un  
10 bord périphérique **91** par lequel le spider **90** est fixé (par collage) à un rebord **92** du saladier **78** voisin de l'embase **79**, et un bord intérieur **93** par lequel le spider **90** est fixé (également par collage) au support **86** cylindrique.

L'apport du signal électrique au solénoïde **85** est réalisé de  
15 manière classique au moyen de deux conducteurs électriques (non représentés) reliant chacune des deux extrémités du solénoïde **85** à une borne du transducteur **62** où s'effectue le raccord avec un amplificateur de puissance.

Comme cela est illustré sur la figure 4, le transducteur d'aigu **1** est  
20 logé dans le transducteur de grave **62** en étant reçu dans un espace central frontal (c'est-à-dire du côté avant du circuit magnétique **64**) délimité vers l'arrière par la face avant **71** du noyau **70**, et latéralement par la paroi interne du support **86**.

Comme cela est représenté sur les figures 4 et 5, le transducteur  
25 d'aigu **1** peut être monté dans le transducteur de grave **62** à la fois :

- de manière coaxiale, c'est-à-dire que l'axe **A1** du transducteur de grave **62** 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  
30 l'avant du circuit magnétique **64** (autrement dit du côté du circuit magnétique **64** où s'étend la membrane **83**).

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 **4,164,621**), est rendu  
35 possible grâce à la miniaturisation du transducteur d'aigus, obtenue sans réduction de la surface émissive du diaphragme **17**.

Cette miniaturisation résulte à la fois de la réalisation extra-plate et extra-large du circuit magnétique **2** (qui atteint le diamètre hors-tout du transducteur **1**) et de la conception particulière du diaphragme **17** qui permet la maximisation de sa surface émissive.

5 La compacité du circuit magnétique **2** (notamment sa faible épaisseur), est rendue possible par l'utilisation d'un aimant **3** permanent au néodyme-fer-bore. Toutefois, une telle compacité aurait été vaine si le diaphragme **17** avait été réalisé de manière classique, incluant une suspension périphérique.

10 En effet, dans une telle configuration le diamètre de la surface rayonnante effective du diaphragme est inférieur au diamètre hors tout du diaphragme, seule une portion intérieure de la suspension intervenant dans le rayonnement acoustique tandis que sa partie externe, assujettie à une partie fixe du transducteur, est en fait  
15 passive. Dans une telle configuration connue, le diamètre insuffisant de la surface rayonnante effective ne permet pas le montage coaxial frontal, car la réalisation d'une amorce de pavillon courte apte à être alignée avec le profil de la membrane du transducteur de grave n'est pas réalisable en pratique, dans l'espace dévolu.

20 Un diaphragme du type connu présente une surface rayonnante effective inférieure à sa surface physique, et souvent insuffisante pour permettre une reproduction performante des fréquences situées dans la partie basse des aigus, ou dans le haut medium, ce qui ne permet pas au transducteur d'aigu d'assurer la jonction avec la partie supérieure du  
25 spectre reproduit par le transducteur de grave.

A contrario, le diaphragme **17** du transducteur d'aigu **1** décrit ci-dessus, à suspension **34** interne, présente une surface rayonnante à 100%, c'est-à-dire que le diamètre de la surface rayonnante effective est égal au diamètre hors tout du diaphragme **17**. Il en résulte par  
30 rapport aux diaphragmes connus à suspension périphérique un gain de surface rayonnante supérieur à 1/6 environ, soit plus de 16%.

Ce gain permet d'abaisser la limite inférieure de la bande de fréquences reproduites par le transducteur d'aigu **1** et donc d'améliorer l'homogénéité du système **63**. L'augmentation induite du diamètre de la  
35 bobine mobile **18** permet d'augmenter la sensibilité et la tenue en puissance du transducteur **1** d'un facteur proportionnel au gain de

surface rayonnante (c'est-à-dire proportionnel au carré du diamètre du diaphragme **17**).

En pratique, le transducteur **1** est fixé sur le circuit magnétique **64** à l'avant de celui-ci en étant reçu dans l'espace délimité vers l'arrière par la face avant **71** du noyau **70**, et latéralement par la paroi interne du support cylindrique **86**, la culasse **4** du circuit magnétique **2** étant plaquée (directement ou par l'intermédiaire d'une entretoise) contre la face avant **71** du noyau **70**. A cet effet, le transducteur **1** présente un diamètre hors tout inférieur au diamètre intérieur du support cylindrique **86**. Toutefois il est préférable de minimiser le jeu entre le transducteur **1** et le support **86**, de manière à réduire l'effet acoustique néfaste produit par la cavité annulaire ménagée entre eux. Ce jeu doit toutefois être suffisant pour éviter les frottements du support **86** sur le transducteur **1**. Un jeu faible, de quelques dixièmes de millimètre (par exemple compris entre 0,2 mm et 0,6 mm) constitue un bon compromis (sur les figures 4 et 5 on a exagéré ce jeu, à des fins de clarté des dessins).

La tige **22** de l'endosquelette **20** est reçue dans l'alésage **72** du noyau **70**, et le transducteur **1** est rigidement fixé au circuit magnétique **64** du transducteur de grave **62** au moyen d'un écrou **94** vissé sur une portion filetée de la tige **22** et serré contre la culasse **66** avec interposition éventuelle d'une rondelle, comme cela est illustré sur les figures 4 et 5.

Outre le positionnement coaxial frontal du transducteur **1** par rapport au transducteur de grave **62**, leurs géométries respectives, en particulier (mais non seulement) les épaisseurs des circuits magnétiques **2,64** et la courbure (et par conséquent la profondeur) de la membrane **83**, sont de préférence adaptées pour permettre une coïncidence au moins approximative des centres acoustiques **C1** et **C2** des transducteurs **1,62**, telle que le décalage temporel entre les rayonnement acoustique des transducteurs **1,62** soit imperceptible (on parle alors d'alignement temporel des transducteurs **1,62**). Le système **63** peut alors être considéré comme parfaitement cohérent malgré la dualité des sources sonores.

En outre, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 4, le positionnement axial du transducteur d'aigu **1** par rapport au

transducteur de grave **62**, et la géométrie du guide d'onde **44**, sont tels que la membrane **83** s'étend dans le prolongement de l'amorce de pavillon **54**. En d'autres termes, la tangente à l'amorce de pavillon **54** sur la bouche **56** est confondue avec la tangente à la membrane **83** sur son ouverture centrale **88**. Dans cette configuration, le guide d'onde **44** et la membrane du transducteur de grave forment conjointement un pavillon complet pour le transducteur **1**, et permettant aux deux transducteurs **1,62** de présenter des caractéristiques de directivité homogènes.

10 Dans la variante de réalisation de la figure 5, le guide d'onde **44** formant un pavillon complet est indépendant de la membrane **83** du transducteur de grave **62**. Dans cette configuration, les caractéristiques de directivité des deux transducteurs **1,62** sont distinctes et peuvent être optimisées séparément, ce qui est avantageux dans certaines applications telles que les haut-parleurs de retour sur scène.

15 Le système **63** peut être monté sur tout type d'enceinte acoustique, par exemple une enceinte **95** de retour sur scène, à face frontale inclinée, comme cela est illustré à titre d'exemple sur la figure 6.

**REVENDICATIONS**

1. Transducteur électrodynamique (1) comprenant :
  - un circuit magnétique (2) définissant un entrefer,
  - 5 - un équipage mobile (16) comprenant un diaphragme (17) en forme de dôme et une bobine mobile (18) solidaire du diaphragme (17) et plongée dans l'entrefer ;
  - un support (20) auquel est suspendu l'équipage mobile ;
  - une suspension (34) assurant la liaison entre l'équipage mobile
  - 10 (16) et le support (20) ;ce transducteur (1) étant caractérisé en ce que la suspension (34) est flottante par rapport au support (20), permettant un degré de liberté radial.
2. Transducteur (1) selon la revendication 1, dans lequel le
- 15 support (20) comprend une gorge (29) périphérique, et la suspension (34) se présente sous forme d'un anneau dont un bord interne est encastré dans la gorge (29).
3. Transducteur (1) selon la revendication 2, dans lequel un jeu supérieur à 0,1 mm est ménagé entre la suspension (34) et un fond de
- 20 la gorge (29).
4. Transducteur (1) selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel le support (20) comprend une platine (21), dans laquelle la gorge (29) périphérique est ménagée, et une tige (22) solidaire de la platine (21) et par laquelle le support (20) est fixé sur le circuit magnétique (2).
- 25 5. Transducteur (1) selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel, la gorge (29) étant délimitée par deux flasques (31,32) en vis-à-vis, la suspension (34) est légèrement précontrainte entre les flasques (31,32).
6. Transducteur (1) selon l'une des revendications 2 à 5, dans
- 30 lequel le rapport entre une longueur libre et une épaisseur de la suspension (34) est inférieur à 5.
7. Transducteur (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la suspension (34) est réalisée dans une mousse de polymère réticulé, telle que mousse de mélamine.
- 35 8. Transducteur (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'une au moins des parois de l'entrefer (15) est revêtue

d'une couche d'un matériau à faible coefficient de frottement, tel que PTFE.

9. Transducteur (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'entrefer (15) et la bobine mobile (18) sont dimensionnés  
5 de manière que le taux d'occupation de la bobine mobile dans l'entrefer soit supérieur ou égal à 50%.

10. Transducteur (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit magnétique (2) comprend une pièce polaire (5) autour de laquelle est positionnée la bobine mobile (18), avec entre  
10 elles un jeu inférieur au dixième de millimètre.

11. Transducteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un lubrifiant est interposé entre la suspension (34) et le support (20).

12. Système (63) de haut-parleur coaxial à au moins deux voies  
15 comprenant un transducteur (62) de grave conçu pour la reproduction du grave et/ou du medium, et un transducteur électrodynamique (1) selon l'une des revendications précédentes, conçu pour la reproduction de l'aigu.

13. Système (63) selon la revendication 12, dans lequel le  
20 transducteur (1) d'aigu est monté de manière coaxiale et frontale par rapport au transducteur (62) de grave.

14. Enceinte acoustique (95) comprenant un transducteur (1) selon l'une des revendications 1 à 11, ou un système (62) selon l'une des revendications 12 ou 13.

25

1/5

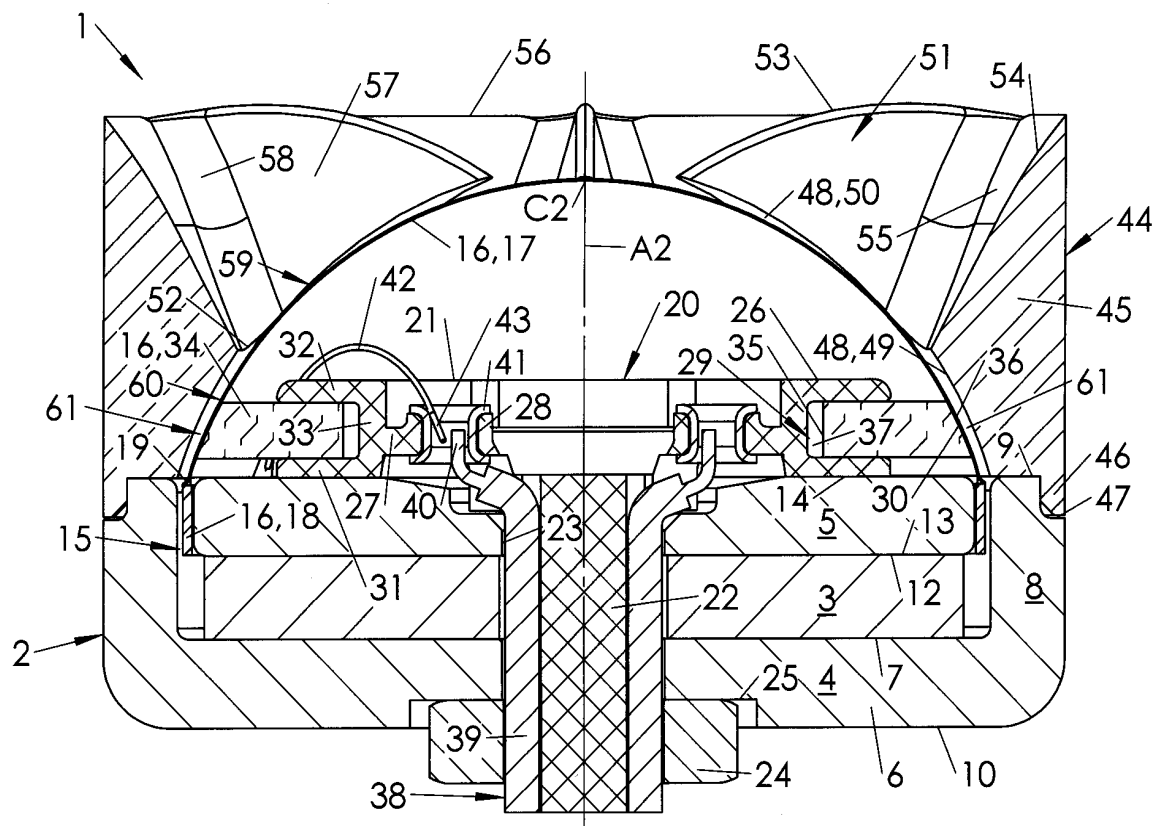


FIG. 1

2/5

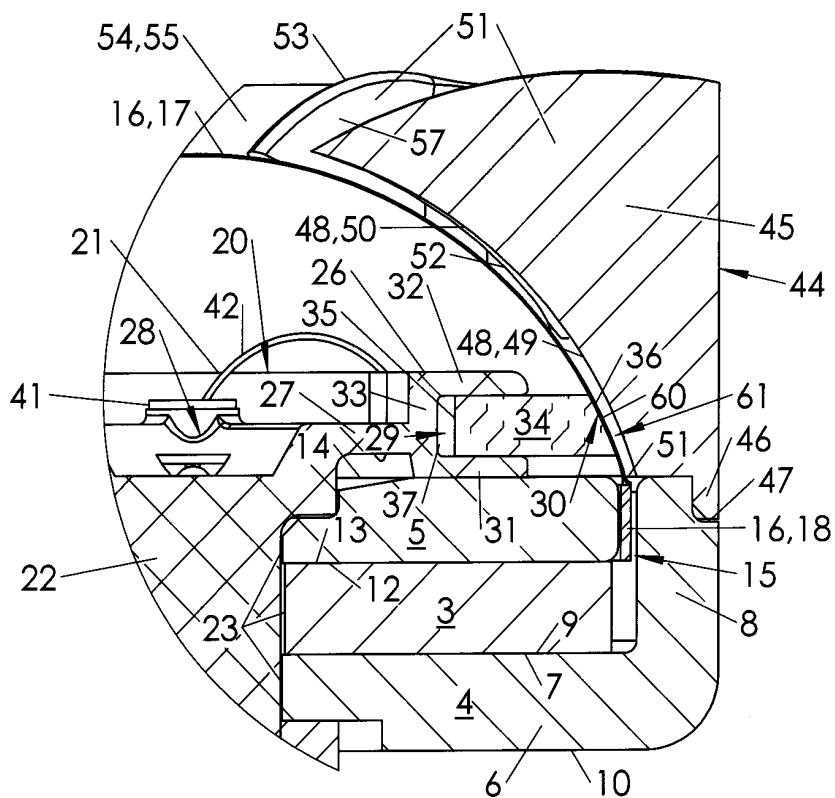


FIG. 2

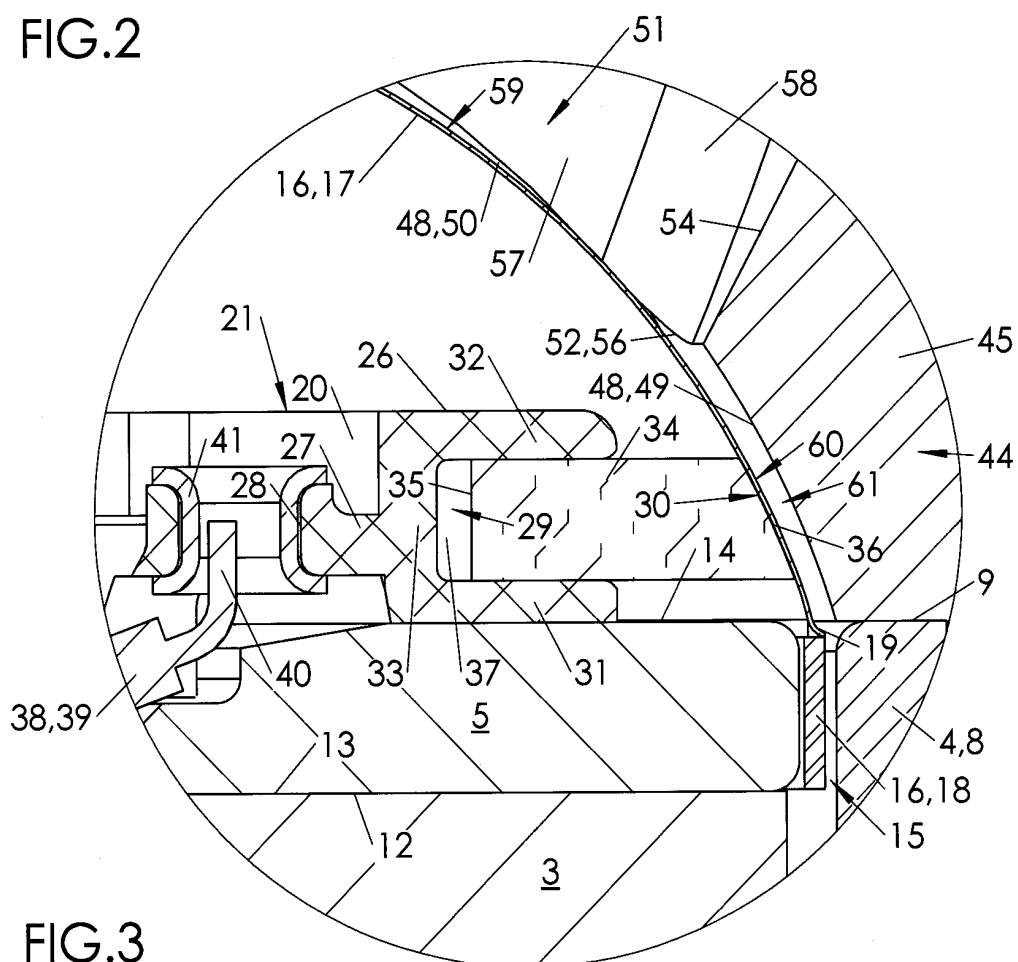


FIG. 3

3/5

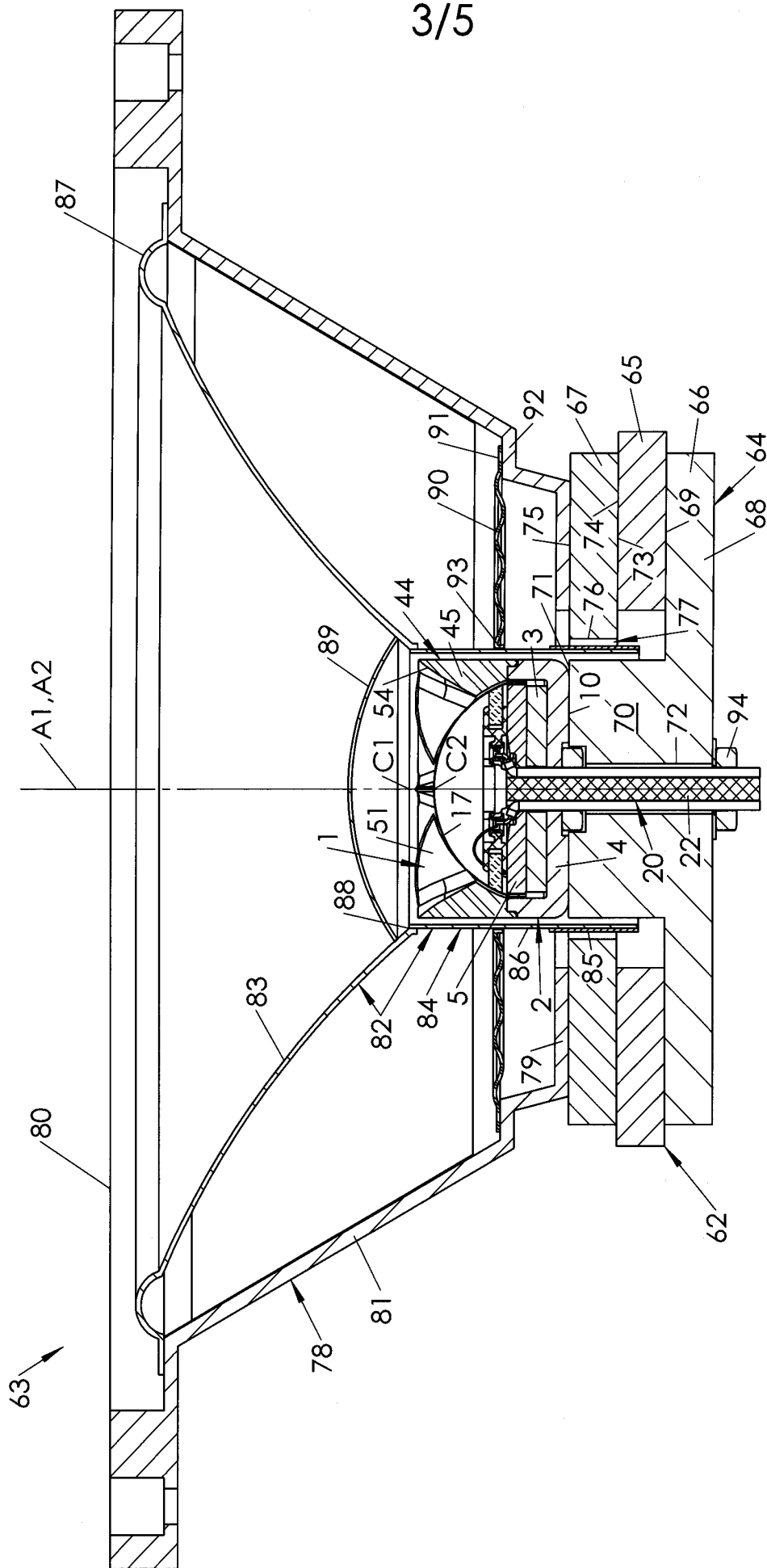


FIG. 4

4/5

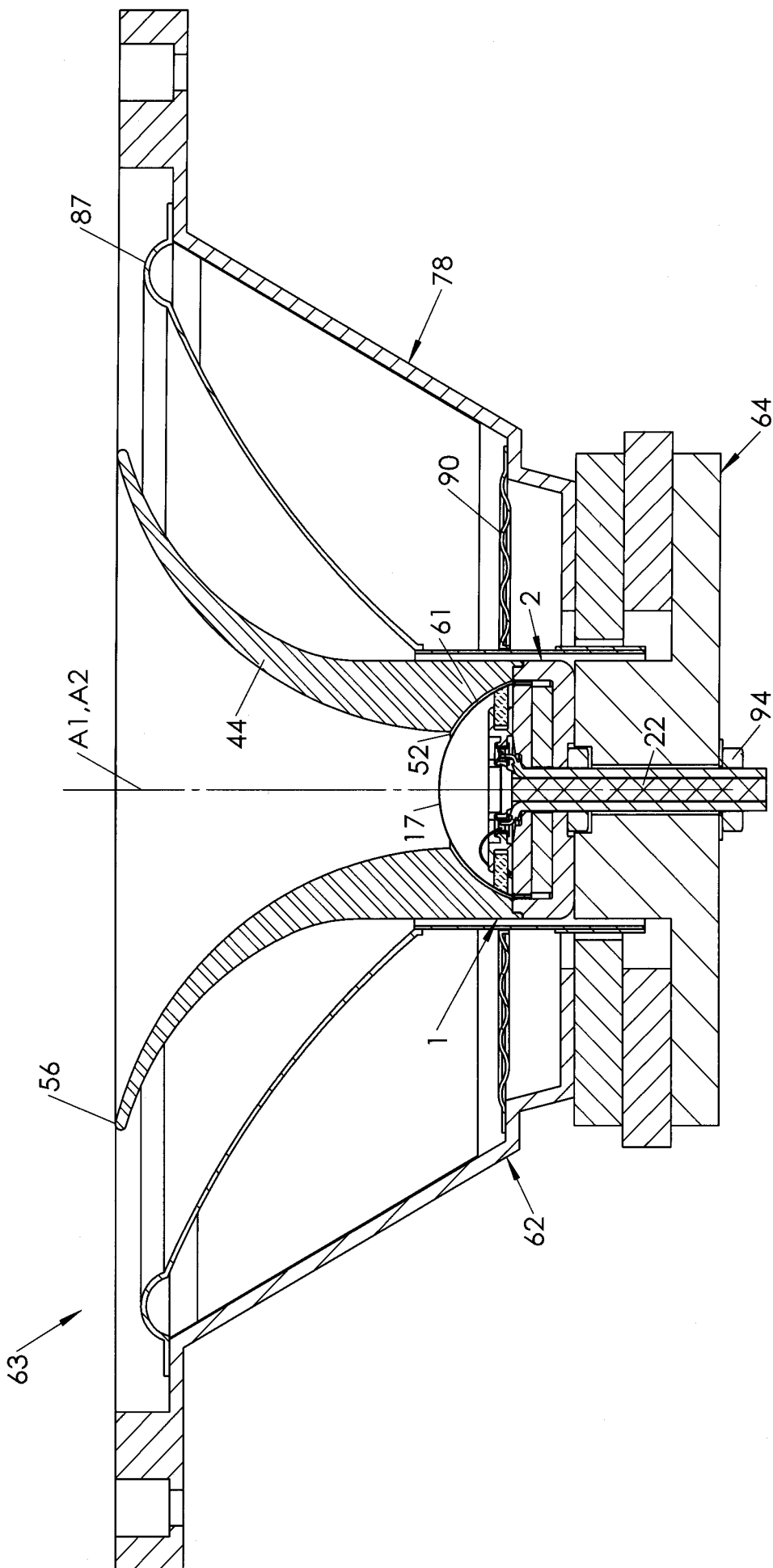


FIG. 5

5/5

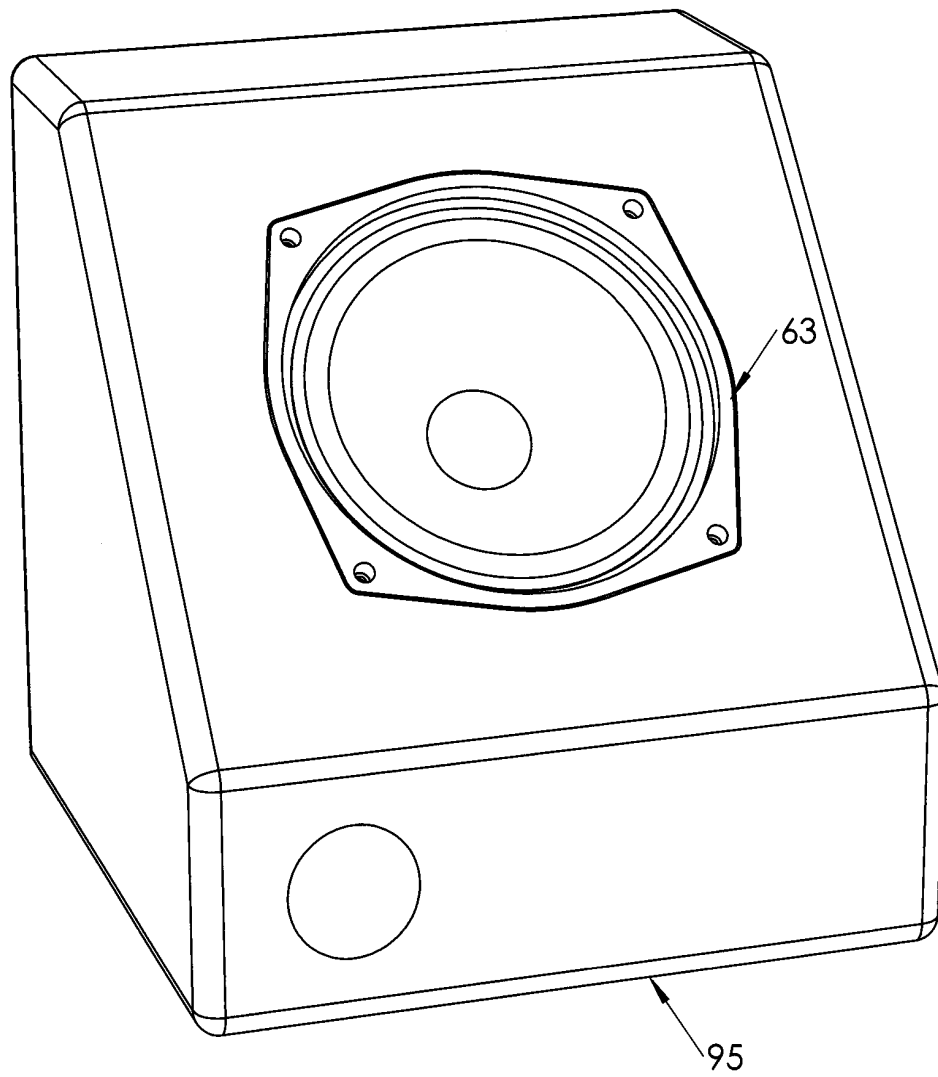


FIG.6



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 735548  
FR 1000156

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2005/254682 A1 (MAEKAWA KOJI [JP] ET AL) 17 novembre 2005 (2005-11-17) * figure 8b * * alinéa [0097] - alinéa [0099] * -----	1-14	H04R23/02 H04R9/06  DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  H04R
A	EP 1 976 331 A1 (DING YI [CN]) 1 octobre 2008 (2008-10-01) * alinéa [0009] - alinéa [0010] * * alinéa [0028]; figure 7 * -----	1-14	
A	US 2006/133637 A1 (PRONI LUCIO [US]) 22 juin 2006 (2006-06-22) * alinéa [0036] - alinéa [0038]; figure 3 * -----	1-14	
A	EP 0 341 926 A1 (KEF ELECTRONICS LTD [GB] KH TECHNOLOGY CORP [KY]) 15 novembre 1989 (1989-11-15) * figure 1 * * abrégé * -----	12,13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 août 2010		Guillaume, Mathieu	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000156 FA 735548**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-08-2010

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005254682	A1	17-11-2005	JP 2005328336 A	24-11-2005
-----				
EP 1976331	A1	01-10-2008	WO 2007076677 A1	12-07-2007
			CN 1992996 A	04-07-2007
			US 2009010480 A1	08-01-2009
-----				
US 2006133637	A1	22-06-2006	AUCUN	
-----				
EP 0341926	A1	15-11-1989	AT 115352 T	15-12-1994
			AU 3558189 A	29-11-1989
			CA 1339519 C	28-10-1997
			DE 68919746 D1	19-01-1995
			DE 68919746 T2	20-04-1995
			ES 2065988 T3	01-03-1995
			WO 8911201 A1	16-11-1989
			GB 2236929 A	17-04-1991
			HK 71893 A	30-07-1993
			JP 2766862 B2	18-06-1998
			JP 3504310 T	19-09-1991
			NZ 229054 A	26-03-1992
-----				



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 735548  
FR 1000156

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2005/254682 A1 (MAEKAWA KOJI [JP] ET AL) 17 novembre 2005 (2005-11-17) * figure 8b * * alinéa [0097] - alinéa [0099] * -----	1-14	H04R23/02 H04R9/06  DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  H04R
A	EP 1 976 331 A1 (DING YI [CN]) 1 octobre 2008 (2008-10-01) * alinéa [0009] - alinéa [0010] * * alinéa [0028]; figure 7 * -----	1-14	
A	US 2006/133637 A1 (PRONI LUCIO [US]) 22 juin 2006 (2006-06-22) * alinéa [0036] - alinéa [0038]; figure 3 * -----	1-14	
A	EP 0 341 926 A1 (KEF ELECTRONICS LTD [GB] KH TECHNOLOGY CORP [KY]) 15 novembre 1989 (1989-11-15) * figure 1 * * abrégé * -----	12,13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 août 2010		Guillaume, Mathieu	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000156 FA 735548**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-08-2010

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005254682	A1	17-11-2005	JP 2005328336 A	24-11-2005
-----				
EP 1976331	A1	01-10-2008	WO 2007076677 A1	12-07-2007
			CN 1992996 A	04-07-2007
			US 2009010480 A1	08-01-2009
-----				
US 2006133637	A1	22-06-2006	AUCUN	
-----				
EP 0341926	A1	15-11-1989	AT 115352 T	15-12-1994
			AU 3558189 A	29-11-1989
			CA 1339519 C	28-10-1997
			DE 68919746 D1	19-01-1995
			DE 68919746 T2	20-04-1995
			ES 2065988 T3	01-03-1995
			WO 8911201 A1	16-11-1989
			GB 2236929 A	17-04-1991
			HK 71893 A	30-07-1993
			JP 2766862 B2	18-06-1998
			JP 3504310 T	19-09-1991
			NZ 229054 A	26-03-1992
-----				