

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 515 584 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
16.03.2005 Bulletin 2005/11

(51) Int Cl. 7: H04R 9/06

(21) Numéro de dépôt: 04364058.0

(22) Date de dépôt: 07.09.2004

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL HR LT LV MK

(30) Priorité: 15.09.2003 FR 0310812

(71) Demandeur: Cabasse SA  
29280 Plouzane (FR)

(72) Inventeur: Kerneis, Yvon  
29490 Guipavas (FR)  
  
(74) Mandataire: Vidon, Patrice  
Cabinet Vidon  
16 B, rue Jouanet - B.P. 90333  
35703 Rennes Cedex 7 (FR)

### (54) Haut-parleur et enceinte acoustique correspondante

(57) L'invention concerne un haut-parleur (30) comprenant une culasse (38) et des premiers moyens de production sonore dans une première bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une première membrane (313) ; et
- des premiers moyens électromagnétiques (311, 322, 316) pour actionner la première membrane ;

la culasse et les premiers moyens électromagnétiques étant positionnés sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la première membrane et étant montés sensiblement sur un même axe (33), le haut-parleur comprenant, en outre, des deuxièmes moyens de production sonore dans une deuxième bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une deuxième membrane (323) ; et
- des deuxièmes moyens électromagnétiques (321, 322, 326, 329) pour actionner la deuxième membrane ;

les deuxièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur l'axe.

L'invention concerne également une enceinte acoustique mettant en oeuvre un ou plusieurs hauts-parleurs.

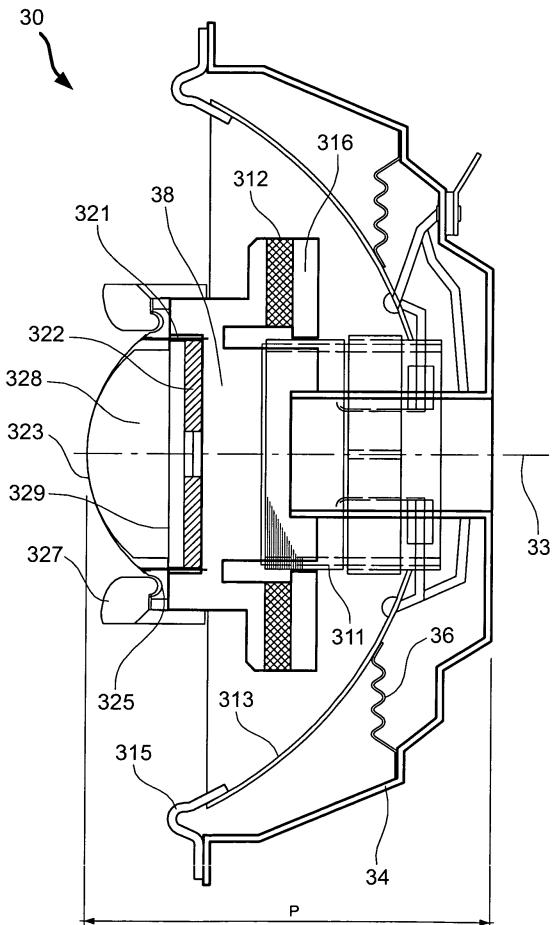


Fig. 3

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte au domaine du son et de l'audio et plus précisément, l'invention concerne des haut-parleurs et des enceintes acoustiques correspondantes.

**[0002]** Traditionnellement, les haut-parleurs produisent du son grâce à la vibration d'une membrane. Une bobine électrique solidaire de la membrane et qui se déplace dans un entrefer où règne un champ magnétique (l'entrefer étant compris entre une culasse et un noyau), met en mouvement la membrane lorsque la bobine est parcourue par un courant électrique. Le champ magnétique est issu d'un flux magnétique créé par un aimant et circulant dans la culasse, le noyau et l'entrefer. Ce dernier permet de contrôler en intensité et en fréquence les vibrations de la membrane et donc la restitution sonore désirée.

**[0003]** La figure 1 présente un haut-parleur électrodynamique 10 connu en soi. Le haut-parleur 10 est à symétrie axiale et comprend les parties fixes suivantes:

- un châssis (ou saladier) 14 ;
- un aimant 12 en ferrite;
- une culasse avec noyau 18 ; et
- une plaque de champ 19.

**[0004]** Le haut-parleur 10 comprend également une membrane 13 qui s'évase entre une partie centrale de faible rayon et une partie périphérique de rayon plus élevé. Afin de limiter les mouvements de la membrane 13 et d'en assurer une bonne tenue mécanique, cette dernière est reliée au châssis 14 par :

- une suspension intérieure (ou « spider ») 16 dans sa partie centrale ; et
- une suspension périphérique 15.

**[0005]** La partie centrale de la membrane 13 est obturée par un cache-noyau 17 se situant approximativement au même niveau que la suspension 15. Une bobine électrique 11 est solidaire de la partie centrale de la membrane. Cette bobine peut se mouvoir librement parallèlement à l'axe du haut-parleur 10 dans un entrefer situé entre la plaque de champ 19 et le noyau 18 qui créent un champ magnétique  $B$ . Ainsi, la bobine 11 se déplace selon l'axe du haut-parleur 10 dans un sens ou l'autre en fonction du courant  $I$  qui la parcourt. Elle entraîne alors dans son mouvement la membrane 13 qui produit du son, la force  $F$  exercée sur la membrane étant égale au produit du champ magnétique  $B$  par la longueur  $L$  des fils de la bobine 11 et du courant  $I$  ( $F = B \cdot L \cdot I$ ).

**[0006]** Un inconvénient de cet état de l'art est qu'il ne permet pas d'obtenir des haut-parleurs de faible encombrement, le circuit magnétique (comprenant notamment la bobine, l'aimant et le noyau) étant placé à l'arrière de cet ensemble.

**[0007]** Pour réduire le volume occupé par un haut-

parleur, on place donc le circuit magnétique à l'intérieur de l'ensemble châssis/membrane pour former un haut-parleur dit « à moteur inversé ».

**[0008]** La figure 2 illustre un tel haut-parleur 20 qui comprend un châssis 24, une membrane 23 et un circuit magnétique comprenant lui-même :

- une bobine 21 solidaire de la membrane 23 ;
- une culasse 28, une plaque de champ 29 et un aimant 22 en ferrite associés de manière rigide au châssis 24.

l'ensemble bobine 21 et membrane 23 est associé de manière souple au châssis 24 par l'intermédiaire de suspensions centrale 26 et périphérique 25.

**[0009]** Le circuit magnétique étant complètement inséré à l'intérieur de la membrane 23, la profondeur  $P$  du haut-parleur 20 est directement liée à la différence de cote suivant l'axe du haut-parleur 20 entre la suspension périphérique 25 et le châssis 24.

**[0010]** Un inconvénient de cette technique est qu'elle ne permet pas d'obtenir des haut-parleurs à large spectre sonore ; on dispose ainsi de haut-parleurs de basses fréquences (jusqu'à 500 Hz) (ou « boomer »), de fréquences moyennes (entre 200 et 3000 Hz) (ou « medium »).

**[0011]** Pour bénéficier d'un large spectre, il est alors nécessaire d'avoir deux ou trois haut-parleurs (mis en oeuvre, par exemple, dans une enceinte acoustique).

**[0012]** Encore, un autre inconvénient de cette technique est qu'elle n'est pas utilisable pour les « tweeters » (haut-parleur à hautes fréquences).

**[0013]** L'invention selon ses différents aspects a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

**[0014]** Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir un haut-parleur à large spectre sonore.

**[0015]** L'invention a également pour objectif de réduire l'encombrement du haut-parleur tout en conservant un large spectre sonore.

**[0016]** Un objectif complémentaire de l'invention est de fournir un haut-parleur permettant de produire un son de bonne qualité (notamment à haute fidélité) particulièrement bien adapté à des environnements très variés (par exemple, pour enceinte acoustique d'appartement, pour des systèmes de « home-cinéma », pour des systèmes destinés à des véhicules (pour être notamment placés dans des tableaux de bords ou des sièges), pour des appareils audio-vidéo...).

**[0017]** Encore un autre objectif de l'invention est de fournir une source sonore à cohérence spatiale avec des effets de diffractions limités et bien maîtrisés. Plus précisément, un objectif de l'invention est d'obtenir un

indice de directivité (noté DI) qui croît de manière régulière et sans accident (ou discontinuité) en fonction de la fréquence.

**[0018]** Un objectif de l'invention est également de permettre une fabrication relativement aisée du haut-parleur.

**[0019]** Dans ce but, l'invention propose un haut-parleur comprenant une culasse et des premiers moyens de production sonore dans une première bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une première membrane ; et
- des premiers moyens électromagnétiques pour actionner la première membrane ;

**[0020]** la culasse et les premiers moyens électromagnétiques étant positionnés sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la première membrane et étant montés sensiblement sur un même axe. Le haut-parleur est remarquable en ce qu'il comprend, en outre, des deuxièmes moyens de production sonore dans une deuxième bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une deuxième membrane ; et
- des deuxièmes moyens électromagnétiques pour actionner la deuxième membrane, les deuxièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur l'axe.

**[0021]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que la deuxième membrane et les deuxièmes moyens électromagnétiques sont positionnés sensiblement à l'intérieur de la cavité.

**[0022]** Ainsi, l'encombrement du haut-parleur est réduit, le montage du haut-parleur restant simple.

**[0023]** En outre, la qualité du son produit est bonne et compatible avec une restitution à haute fidélité du son.

**[0024]** De plus, la diffusion spatiale est optimisée pour le son produit par la deuxième membrane.

**[0025]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que les premiers moyens électromagnétiques comprennent

- un premier aimant ;
- une première plaque de champ ;
- une première bobine associée à la première membrane et située dans un entrefer compris entre la première plaque de champ et le noyau de la culasse de sorte à actionner la première membrane lorsque la première bobine est parcourue par un courant électrique.

**[0026]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que des deuxièmes moyens électromagnétiques pour actionner la deuxième membrane comprennent :

- un deuxième aimant ;
- une deuxième plaque de champ ;
- une deuxième bobine associée à la première membrane et située dans un entrefer compris entre la deuxième plaque de champ et le noyau de la culasse de sorte à actionner la deuxième membrane lorsque la deuxième bobine est parcourue par un courant électrique.

**[0027]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que la culasse est accolée aux premier et deuxième aimants en présentant une aimantation de même polarisation dans les zones de la culasse accolées aux premiers et deuxièmes moyens électromagnétiques.

**[0028]** Ainsi, la culasse peut être réalisée en une seule partie, ce qui simplifie sa fabrication.

**[0029]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que la culasse est accolée aux premier et deuxième aimants en présentant une aimantation de polarisation opposée dans les zones de la culasse accolées aux premiers et deuxièmes moyens électromagnétiques.

**[0030]** De cette façon, les aimantations imposent une circulation des flux magnétiques associés respectivement aux premiers et aux deuxièmes moyens électromagnétiques et circulant dans la culasse. Ainsi, les flux (en valeur absolue) se retranchent dans la culasse, ce qui permet de diminuer la section et donc de la hauteur de la culasse. De cette manière, on peut diminuer l'encombrement ou la hauteur du haut-parleur.

**[0031]** Par ailleurs, le flux circulant dans la culasse étant plus faible, les pertes magnétiques sont également plus faibles et que le rendement du haut-parleur est meilleur. Un compromis pourra être trouvé plus facilement pour réduire la taille du haut-parleur en fonction du rendement recherché.

**[0032]** La culasse est alors réalisée préférentiellement en deux parties.

**[0033]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que les premiers et deuxièmes moyens de production sonore sont configurés de sorte que les première et deuxième bandes de fréquence couvrent un spectre continu en présentant une réponse acoustique quasiment constante entre deux valeurs de fréquence extrêmes prédéterminées.

**[0034]** Ainsi, le haut-parleur est bien adapté à une utilisation dans une large bande de fréquence (par exemple couvrant les fréquences médiums et aiguës) de bonne qualité de restitution sonore (haute fidélité).

**[0035]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que les premiers moyens de production sonore sont configurés de sorte à ce que la première bande de fréquence corresponde à une bande médium couvrant au moins des fréquences de l'ordre de 500 à 3000 Hz.

**[0036]** Les fréquences de l'ordre 500 à 3000 Hz (voire plus faibles) correspondent à des fréquences très utiles

dans le domaine de l'audio et en particulier de la restitution vocale humaine.

**[0037]** En outre, une membrane associée à une bande de médium couvrant des fréquences de l'ordre 500 à 3000 Hz (voire plus faibles) possède un diamètre relativement grand permettant d'accueillir, à l'intérieur de la cavité formée par la membrane, les deuxièmes moyens de production sonore.

**[0038]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que le haut-parleur comprend, en outre, au moins des troisièmes moyens de production sonore dans au moins une troisième bande de fréquence comprenant chacun eux-mêmes :

- une troisième membrane ;
- un troisième noyau ;
- des troisièmes moyens électromagnétiques pour actionner la troisième membrane ;
- les troisièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur l'axe.

**[0039]** Ainsi, le haut-parleur peut posséder une très large bande passante qui couvre, par exemple, des fréquences basses, médiums et aiguës tout en ayant un encombrement réduit et en conservant une grande facilité de montage.

**[0040]** On note que le troisième noyau et le troisième aimant est préférentiellement commun avec respectivement le premier ou deuxième noyau et/ou le premier ou deuxième aimant afin d'optimiser la réduction de l'encombrement et/ou de la hauteur du haut-parleur.

**[0041]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce qu'au moins un des aimants est du type à terres-rares.

**[0042]** Ainsi, il est possible d'optimiser l'efficacité (ou rendement) du haut-parleur et/ou d'en réduire l'encombrement.

**[0043]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce qu'au moins un des aimants est du type au Neodyme-Fer-Bore (NeFeB).

**[0044]** Ainsi, il est possible de réduire les coûts de fabrication, le Néodyme-Fer-Bore étant un composé relativement courant.

**[0045]** Il est possible d'utiliser un aimant comprenant du Samarium-Cobalt afin d'obtenir une meilleure tenue du haut-parleur à des températures élevées (notamment supérieures à 120°C).

**[0046]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que la première membrane est concave vue de l'extérieur du haut-parleur.

**[0047]** Selon une caractéristique particulière, le haut-parleur est remarquable en ce que la première membrane est convexe vue de l'extérieur du haut-parleur.

**[0048]** Ainsi, la première membrane étant convexe minimise les effets de diffraction du fait qu'elle entraîne une continuité de la surface dans l'environnement des deuxièmes moyens de production sonore (par exemple « tweeter »).

**[0049]** L'invention concerne également une enceinte acoustique, comprenant au moins un haut-parleur tel que décrit précédemment et comprenant, notamment, une culasse et des premiers moyens de production sonore dans une première bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une première membrane ; et
- des premiers moyens électromagnétiques pour actionner la première membrane ;

**[0050]** la culasse et les premiers moyens électromagnétiques étant positionnés sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la première membrane et étant montés sensiblement sur un même axe, le haut-parleur étant remarquable en ce qu'il comprend, en outre, des deuxièmes moyens de production sonore dans une deuxième bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une deuxième membrane ; et
- des deuxièmes moyens électromagnétiques pour actionner la deuxième membrane, les deuxièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur l'axe.

**[0051]** Ainsi, pour couvrir une bande passante donnée, le nombre de haut-parleurs dans une enceinte acoustique est réduit. Le montage de l'enceinte est donc simplifié.

**[0052]** Les avantages de l'enceinte acoustique sont les mêmes que ceux du haut-parleur, ils ne sont pas détaillés plus amplement.

**[0053]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- les figures 1 et 2 présentent des haut-parleurs connus en soi ;
- la figure 3 présente une coupe d'un haut-parleur à deux membranes conforme à l'invention selon un mode particulier de réalisation ;
- les figures 4 à 8 illustrent des variantes du haut-parleur illustré en regard de la figure 3 ;
- les figures 10 et 11 illustrent un haut-parleur à trois membranes et à deux aimants (un aimant étant commun aux graves et aux médiums), conforme à l'invention selon des modes particuliers de réalisation ; et
- les figures 12 et 13 présentent des variantes de circuits magnétiques mis en oeuvre dans le haut-parleur illustré en figure 3.

**[0054]** Le principe général de l'invention repose sur un montage original du haut-parleur à moteur inverse qui comprend au moins deux membranes associées

chacunes à un spectre de fréquences sonores montées coaxialement. Ainsi, la profondeur du haut-parleur est essentiellement fonction de l'encombrement du châssis et de la membrane externe (produisant les plus basses fréquences sonores).

**[0055]** En outre, on peut augmenter l'efficacité du haut-parleur (c'est-à-dire le rendement associé au niveau acoustique pour une consommation électrique donnée), tout en conservant un volume du circuit magnétique très réduit, en utilisant des aimants de type terres rares (par exemple de type Néodyme-Fer-Bore (ou NdFeB) ou Samarium-Cobalt (SmCo)). En effet, l'énergie magnétique est environ dix fois plus forte dans les aimants de type terres rares que dans les aimants ferrites. Ainsi, on peut réduire le volume des aimants d'environ un facteur dix ou augmenter l'efficacité des aimants en réduisant le volume des aimants d'un facteur inférieur à dix.

**[0056]** On présente, en relation avec la **figure 3**, un mode de réalisation d'un haut-parleur 30 à deux membranes conforme à l'invention.

**[0057]** Le haut-parleur 30 est sensiblement à symétrie axiale et comprend les éléments suivants montés sur un même axe 33 :

- un châssis 34 ;
- une culasse cylindrique 38 placé sur l'axe du haut-parleur 30 ;
- un premier ensemble de production sonore dans les fréquences médiums (par exemple 500 Hz à 5 kHz) ; et
- un second ensemble de production sonore dans les fréquences aiguës. Le premier ensemble de production sonore comprend :
- une membrane 313 d'un diamètre externe d'environ 8 cm (ce diamètre pouvant être beaucoup plus grand selon des variantes de réalisation de l'invention), associée de manière souple au châssis 34 par l'intermédiaire de suspensions centrale 36 et périphérique 315 ;
- une bobine 311 solidaire de la membrane 313 ; et
- un premier circuit magnétique situé sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la membrane 313 et qui comprend lui-même :
- une plaque de champ 316 et un aimant 312 en terres rares (par exemple de type Néodyme-Fer-Bore (ou NdFeB)) associés de manière rigide au châssis 34 ; et
- la culasse 38 destinée, avec la plaque de champ 316, à fermer le flux magnétique créé l'aimant 312.

**[0058]** L'aimant 312 est ici à l'extérieur de la culasse 38, un espace situé entre l'aimant 312 et la culasse 38 créant un champ magnétique *B*1 dans un premier entrefer dans lequel la bobine 311 peut se mouvoir dans la direction de l'axe 33.

**[0059]** Le second ensemble de production sonore est situé sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la membrane 313 et comprend :

- 5 - une membrane 323 d'un diamètre externe d'environ 3 cm, associée de manière souple à un support périphérique 327 (relié lui-même de manière rigide à la culasse 38 par l'intermédiaire d'une suspension périphérique 325) ;
- 10 - un dôme en mousse 328 destiné à amortir les vibrations de la membrane 323 et donc à régulariser la courbe de réponse du haut parleur 30 dans les aigus ;
- 15 - une bobine 321 solidaire de la membrane 323 ; et
- 20 **[0060]** Selon une variante, afin d'obtenir une meilleure tenue thermique les aimants 312 et 322 sont réalisés en terres rares de type Samarium-Cobalt.
- 25 **[0061]** L'aimant 322 est ici à l'intérieur de la culasse 38, un espace situé entre le noyau 329 et la culasse 38 créant un champ magnétique *B*2 dans un second entrefer dans lequel la bobine 321 peut se mouvoir dans la direction de l'axe 33.
- 30 **[0062]** Les bobines 311 et 321 sont parcourues respectivement par des courants *I*1 et *I*2 indépendants. Elles entraînent dans leur mouvement respectivement les membranes 313 et 323 qui produisent du son, les forces *F*1 et *F*2 exercées respectivement sur chaque membrane étant égales au produit des champs magnétiques *B*1 et *B*2 par la longueur *L*1 et *L*2 des fils des bobines 311 et 321 et des courant *I*1 et *I*2 ( $F_1 = B_1.L_1.I_1$  et  $F_2 = B_2.L_2.I_2$ ).
- 35 **[0063]** Le haut-parleur 30 permet de produire du son dans deux gammes de fréquences, les sources respectivement à moyennes et à haute fréquences étant associées respectivement au premier et au second circuits magnétiques (par l'intermédiaire respectivement des courants *I*1 et *I*2).
- 40 **[0064]** La réponse en fréquences des ensembles de production sonores est déterminée par les formes et les dimensions selon des règles connues de l'homme du métier. Préférentiellement (par exemple, pour la mise en oeuvre dans une enceinte acoustique à haute fidélité), les courants alimentant les bobines 311 et 321 sont par ailleurs filtrés pour que la réponse acoustique du haut-parleur 30 soit la plus constante possible dans la bande considérée (par exemple 500 Hz à 20 KHz) de sorte à ce que la production sonore soit de bonne qualité.
- 45 **[0065]** En outre, le son produit par chacune des deux membranes 313 et 323 est à large diffusion spatiale et couvre donc la même zone spatiale (par exemple dans une pièce de maison ou dans un véhicule) à moyenne (membrane 313) et à haute (membrane 323) fréquence.

**[0066]** De plus, il n'y a pas de coupure brusque des chemins de propagation du son notamment dans les hautes fréquences, la diffraction des sons aigus produits par la membrane 323 est donc limitée et bien maîtrisée.

**[0067]** Le haut-parleur 30 permet donc de produire du son avec une réponse quasi-linéaire voire quasiment constante en niveau acoustique dans un large spectre tout en ayant un encombrement réduit (la profondeur du haut-parleur est à titre illustratif voisin de 4,5 cm).

**[0068]** Selon des variantes, l'homme du métier peut adapter le diamètre des membranes 313 et 323 (qui peut être inférieur ou supérieur respectivement à 8 cm et à 3 cm), leur profondeur et leur forme (profil notamment conique, sphérique,...) en fonction des caractéristiques sonores (spectre, directivité, ...) recherchées.

**[0069]** Selon encore d'autres variantes, les aimants 312 et/ou 322 sont en ferrite. Le volume occupé par les circuits magnétiques correspondants est alors plus grand et est, par exemple, bien adapté à des enceintes acoustiques de salon.

**[0070]** Selon d'autres variantes, le second ensemble de production sonore n'est pas situé sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par la membrane 313, tout en restant coaxial avec le premier ensemble de production sonore : il peut notamment être placé dans une partie centrale évidée de la membrane 313 ou à l'extérieur de la cavité formée par cette dernière.

**[0071]** Les figures 4 et 5 présentent schématiquement des variantes 40 et 50 du haut-parleur illustré en regard de la figure 3. Les haut-parleurs 40 et 50 sont notamment bien adaptés à des applications domestiques.

**[0072]** Le haut-parleur 40 (respectivement 50) est sensiblement à symétrie axiale et comprend les éléments suivants montés un même axe respectivement 43 (respectivement 53) :

- un châssis 44 (respectivement 54) ;
- un culasse cylindrique 48 (respectivement 58) placée sur l'axe du haut-parleur 40 (respectivement 50); et
- des premier et second ensembles de production comprenant des membranes 413 et 423 (respectivement 513 et 523), des aimants 412 et 422 (respectivement 512 et 522), des plaques de champ 416 et 429 (respectivement 516 et 529), et des bobines 411 et 421 (respectivement 511 et 521).

**[0073]** Ces éléments sont similaires aux éléments correspondant du haut-parleur 30 illustré précédemment. Ils ne seront donc pas décrits davantage.

**[0074]** On note cependant que le diamètre des membranes est différent (de l'ordre de 11 cm pour les membranes 413 et 513 et de 2 cm pour les membranes 423 et 523). La profondeur des haut-parleurs 40 et 50 est respectivement de l'ordre de 2,5 cm et 3 cm.

**[0075]** Comme pour le haut-parleur 30, la membrane

de médium 513 est située à l'intérieur du châssis 54 : la membrane 513 est concave vue de l'extérieur du haut-parleur 50. La membrane d'aigus 523 est quant à elle convexe. Le premier ensemble de production n'est pas compris entre le châssis 54 et la membrane 513. Sur le haut-parleur 30, les volumes des aimants sont plus importants que sur le haut-parleur 50. L'efficacité du haut-parleur 30 est donc plus élevée que celle du haut-parleur 30. En revanche, sur le haut-parleur 30, le tweeter est plus avant que sur le haut-parleur 50 et la profondeur totale du haut-parleur 30 est plus grande que celle du haut-parleur 50.

**[0076]** En revanche, pour le haut-parleur 40, les membranes 413 et 423 sont convexes vues de l'extérieur du haut-parleur 40. Ainsi, les effets de diffraction vus du tweeter correspondant au second ensemble de production sont minimisés. Le premier ensemble de production est dans ce cas compris entre le châssis 44 et la membrane 413.

**[0077]** Les figures 6 à 8 présentent schématiquement des variantes 60, 70 et 80 du haut-parleur illustré en regard de la figure 3. Les haut-parleurs 60, 70 et 80 sont notamment bien adaptés à des applications nécessitant de faible encombrement saussi bien en largeur qu'en profondeur (notamment applications domestiques ou pour systèmes acoustiques de véhicules).

**[0078]** Le haut-parleur 60 (respectivement 70 et 80) est sensiblement à symétrie axiale et comprend les éléments suivants montés un même axe 63 (respectivement 73 et 83) :

- un châssis 64 (respectivement 74 et 84) ;
- un noyau cylindrique 68 (respectivement 78 et 88) placé sur l'axe du haut-parleur 60 (respectivement 70 et 80); et
- des premier et second ensembles de production comprenant des membranes 613 (respectivement 713 et 813) et 623 (respectivement 723 et 823), des aimants 612 (respectivement 712 et 812) et 622 (respectivement 722 et 822) et des bobines 611 (respectivement 711 et 811) et 621 (respectivement 721 et 821).

**[0079]** Ces éléments sont similaires aux éléments correspondant du haut-parleur 30 illustré précédemment. Ils ne seront donc pas décrits davantage.

**[0080]** On note cependant que le diamètre des membranes est plus faible (de l'ordre de 6,5 cm et 5,5 cm pour respectivement les membranes 713 et 813 et de 1,5 cm pour les membranes 623, 723 et 823). Le rayon de courbure des membranes des haut-parleurs 60, 70 et 80 est également plus faible que celui des membranes correspondantes du haut-parleur 30. La profondeur des haut-parleurs 60, 70 et 80 est de l'ordre 3 cm.

**[0081]** Pour monter en fréquence, d'une manière générale, les membranes doivent posséder :

- un faible diamètre ;

- une forte flèche ; et
- une grande rigidité du matériau.

**[0082]** La figure 9 illustre un haut-parleur 90 (en vue du dessus et selon une coupe AA) comprenant trois membranes 913, 923 et 933 selon un mode particulier de réalisation de l'invention.

**[0083]** Le haut-parleur 90 est sensiblement à symétrie axiale et comprend les éléments suivants montés un même axe 93 :

- un châssis 94 ;
- une culasse cylindrique 98 placée sur l'axe 93 du haut-parleur 90 ;
- un premier ensemble de production sonore dans les fréquences graves (par exemple 100 Hz à 500 Hz), comprenant la membrane 913, un aimant 912, une plaque de champ 914 et une bobine 911 ;
- un deuxième ensemble de production sonore dans les fréquences médiums (par exemple 500 Hz à 5 KHz), comprenant la membrane 923, l'aimant 912, la plaque de champ 914 et une bobine 921 ; et
- un troisième ensemble de production sonore dans les fréquences aiguës (par exemple 5 KHz à 20 KHz), comprenant la membrane 933, un aimant 932, un noyau 934 et une bobine 931.

**[0084]** La culasse 98, l'aimant 912 et la plaque de champ 914 sont communs aux premier et deuxième ensembles de production sonore. Ils présentent cependant deux entrefers distincts permettant d'accueillir respectivement les bobines 911 et 921.

**[0085]** Par ailleurs, les deuxième et troisième ensembles sont positionnés à l'intérieur d'une cavité formée par la membrane concave 913.

**[0086]** La réponse en fréquences des ensembles de production sonores est déterminée par les formes et les dimensions selon des règles connues de l'homme du métier. Préférentiellement (par exemple, pour la mise en oeuvre dans une enceinte acoustique à haute fidélité), les courants alimentant les bobines 911, 921 et 931 sont par ailleurs filtrés par des filtres passe-bande (éventuellement passe-bas pour les graves et passe-haut pour les aiguës) pour que la réponse acoustique du haut-parleur 90 soit la plus constante possible dans la bande considérée (par exemple 100 Hz à 20 KHz) de sorte que la production sonore soit de bonne qualité.

**[0087]** Ces éléments sont, par ailleurs, similaires aux éléments correspondant du haut-parleur 30 illustré précédemment. Ils ne seront donc pas décrits davantage.

**[0088]** La figure 10 illustre un haut-parleur 100 (en vue du dessus et selon une coupe BB) comprenant trois membranes 1013, 1023 et 1033 selon un mode particulier de réalisation de l'invention.

**[0089]** Le haut-parleur 100 est similaire au haut-parleur 90 illustré précédemment à l'exception de la membrane de grave 1013 qui est convexe vue de l'extérieur du haut-parleur 100. Le châssis 914, les mem-

branes 1013, 1023 et 1033, des aimants 1012 et 1032, une culasse 108, une plaque de champ 1014 et un noyau 1034 ainsi que des bobines 1011, 1021 et 1031 faisant partie du haut-parleur 100 correspondent respectivement au châssis 914, aux membranes 913, 923 et 933, aux aimants 912 et 932, à la culasse 98, à la plaque de champ 914 et au noyau 934, et aux bobines 911, 921 et 931 du haut-parleur 90 et ne seront donc pas décrits davantage.

**[0090]** On note cependant que, du fait de la convexité de la membrane 1013, le premier ensemble de production (fréquences graves associées à la membrane 1013) du haut-parleur 90 est, dans ce cas, compris entre le châssis 1004 et la membrane 1013 contrairement à l'élément correspondant du haut-parleur 90 (qui est située à l'intérieur de la concavité de la membrane 913 et donc à l'extérieur de la zone comprise entre la membrane 913 et le châssis 94). Ainsi, les effets de diffraction sur les ensembles de production médium et aigus (membranes 1023 et 1033) sont minimisés.

**[0091]** La figure 11 présente plus en détails les circuits magnétiques du haut-parleur 30 illustré en regard de la figure 3 et en particulier les flux magnétiques.

**[0092]** Le premier circuit magnétique crée un flux magnétique 319 circulant successivement dans l'aimant 312, la plaque de champ 316, un entrefer et la culasse 38, l'aimant 312 étant polarisé négativement (zone 317) et positivement (zone 318) au contact respectivement de la plaque de champ 316 et de la culasse 38.

**[0093]** De même, le second circuit magnétique crée un flux magnétique 3212 circulant successivement dans l'aimant 322, le noyau 329, un entrefer et la culasse 38, l'aimant 312 étant polarisé positivement (zone 3211) et négativement (zone 3210) au contact respectivement du noyau 329 et de la culasse 38.

**[0094]** Les polarisations des aimants 312 et 322 imposent le sens de circulation des flux 319 et 3212 qui est le même dans la zone commune de la culasse 38. Les flux 319 et 3212 s'ajoutent donc dans la zone de circulation commune. Par ailleurs, des pertes qui dépendent des matériaux utilisés et de la réluctance des composants des circuits magnétiques nécessite une section de la culasse suffisante pour éviter une saturation.

**[0095]** Afin de réduire la hauteur  $h1$  des circuits magnétiques et/ou de limiter les pertes magnétiques dans la culasse, selon la variante illustrée en regard de la figure 12, on met en oeuvre des premier et second circuits magnétiques dont la culasse comprend deux parties 121 et 122 accolées respectivement à des aimants 123 (similaire à l'aimant 322 mais de polarisation inversée) et 312. Cette mise en oeuvre permet une polarisation telle que les flux magnétiques se retranchent (en valeur absolue) au lieu de s'ajouter.

**[0096]** Les éléments communs aux circuits magnétiques des figures 11 et 12 (aimant 312, noyau 316, ...) portent les mêmes références et ne seront pas décrits davantage.

**[0097]** Ainsi, la polarisation de l'aimant 312 (zones 318 et 317) reste inchangée, le premier flux magnétique 319 circule donc dans le même sens.

**[0098]** En revanche, l'aimant 123 est polarisé négativement (zone 1221) et négativement (zone 1220) au contact respectivement du noyau 329 et de la partie 122 de la culasse 38, ce qui impose un sens de circulation d'un flux magnétique 1222 opposé au sens de circulation du flux 3212 illustré en figure 11.

**[0099]** Ainsi, les flux 1222 et 319 circulent en sens inverse dans la culasse 38 ce qui permet de diminuer sa hauteur  $h2$  et/ou les pertes magnétiques dans la culasse.

**[0100]** Les mêmes variantes sont bien sûr possibles pour les différents hauts-parleurs mettant en oeuvre l'invention. Ainsi, les culasses 48, 58, 68, 78, 88, 98 et 108 des hauts-parleurs correspondant pourront être :

- soit d'un seul tenant imposant des circulations de flux identiques ;
- soit en deux parties avec une polarisation des aimants correspondant permettant une circulation des flux en sens opposé afin de réduire la hauteur de culasse et/ou les pertes magnétiques dans la culasse.

**[0101]** Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation mentionnés ci-dessus.

**[0102]** En particulier, l'homme du métier pourra apporter toute variante dans la forme et le matériau des différents constituants du haut-parleur (notamment châssis, membrane, bobine, aimant, suspensions, culasse et noyau).

**[0103]** L'homme du métier pourra également apporter toute variante dans le spectre sonore des haut-parleurs selon l'invention (par exemple bande de fréquences de 200 Hz à 20000Hz ou de 50 à 1000Hz ou encore 50 à 20000Hz).

**[0104]** Selon l'invention, les haut-parleurs ont de nombreuses applications dans des domaines très variés, notamment :

- domaine domestique, par exemple, haut-parleurs destinés aux enceintes de salon ou à des systèmes de type home-cinéma ;
- domaine des véhicules (par exemple automobiles, camions, avions, trains, bateaux, ...) notamment haut-parleurs insérés dans des sièges ou des tableaux de bord ou plus généralement dans un habitacle du conducteur et/ou des passagers ;
- domaine des équipements audio, vidéo et/ou multimédia, par exemple chaînes haute fidélité, appareil de production musicale, téléviseurs, ordinateurs, consoles de jeu ou informatiques, appareils de télécommunication (téléphones notamment),... ;
- et plus généralement domaine du son et/ou de l'image, par exemple équipements de studio, casques audio, équipements de salle de concert ou de

conférence.

**[0105]** L'invention concerne également des équipements mettant en oeuvre des haut-parleurs selon l'invention, notamment des enceintes acoustiques, des casques audio, des sièges ou des tableaux de bord de véhicules, des équipements audio, vidéo et/ou multimédia comprenant de tels haut-parleurs.

10

## Revendications

1. Haut-parleur (40) comprenant une culasse (48) et des premiers moyens de production sonore dans une première bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une première membrane (413, 1013) ; et
- des premiers moyens électromagnétiques (411, 412, 416) pour

20 actionner ladite première membrane ; ladite culasse et lesdits premiers moyens électromagnétiques étant positionnés sensiblement à l'intérieur de la cavité créée par ladite première membrane et étant montés sensiblement sur un même axe (43), **caractérisé en ce que** ladite première membrane (413, 1013) est convexe vue de l'extérieur dudit haut-parleur

25 et **en ce que** ledit haut-parleur comprend, en outre, des deuxièmes moyens de production sonore dans une deuxième bande de fréquence comprenant eux-mêmes :

- une deuxième membrane (423) ; et
- des deuxièmes moyens électromagnétiques (421, 422, 426, 429) pour

actionner ladite deuxième membrane ;

30 lesdits deuxièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur ledit axe.

2. Haut-parleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite deuxième membrane et lesdits deuxièmes moyens électromagnétiques sont positionnés sensiblement à l'intérieur de ladite cavité.

3. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** lesdits premiers moyens électromagnétiques comprennent

- un premier aimant (412) ;
- une première plaque de champ (416) ;
- une première bobine (411) associée à ladite première membrane et située dans un entrefer compris entre ladite première plaque de champ et le noyau de ladite culasse de sorte à actionner ladite première membrane lorsque ladite

- première bobine est parcourue par un courant électrique.
4. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** des deuxièmes moyens électromagnétiques pour actionner ladite deuxième membrane comprennent :
- un deuxième aimant (422) ;
  - une deuxième plaque de champ ;
  - une deuxième bobine (421) associée à ladite première membrane et située dans un entrefer compris entre ladite deuxième plaque de champ et le noyau de ladite culasse de sorte à actionner ladite deuxième membrane lorsque ladite deuxième bobine est parcourue par un courant électrique.
- 5
5. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite culasse (48) est accolée auxdits premier et deuxième aimants (412, 422) en présentant une aimantation de même polarisation (319, 3212) dans les zones de ladite culasse accolées auxdits premiers et deuxièmes moyens électromagnétiques.
- 10
6. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite culasse est accolée auxdits premier et deuxième aimants (412, 423) en présentant une aimantation de polarisation opposée (319, 1222) dans les zones de ladite culasse accolées auxdits premiers et deuxièmes moyens électromagnétiques.
- 15
7. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** lesdits premiers et deuxièmes moyens de production sonore sont configurés de sorte que lesdites première et deuxième bandes de fréquence couvrent un spectre continu en présentant une réponse acoustique quasiment constante entre deux valeurs de fréquence extrêmes prédéterminées.
- 20
8. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** lesdits premiers moyens de production sonore sont configurés de sorte à ce que ladite première bande de fréquence corresponde à une bande médium couvrant au moins des fréquences de l'ordre de 500 à 3000 Hz.
- 25
9. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit haut-parleur comprend, en outre, au moins des troisièmes moyens de production sonore dans au moins une troisième bande de fréquence comprenant chacun eux-mêmes :
- 30
- une troisième membrane (1033) ;
- 35
- un troisième noyau (1034) ;
  - des troisièmes moyens électromagnétiques (1032, 1031) pour actionner ladite troisième membrane ; lesdits troisièmes moyens électromagnétiques étant montés sensiblement sur ledit axe.
- 40
10. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**au moins un desdits aimants est du type à terres-rares.
- 45
11. Haut-parleur selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**au moins un desdits aimants est du type au Neodyme-Fer-Bore.
- 50
12. Enceinte acoustique, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins un haut-parleur (40) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.
- 55

**ETAT DE L'ART**

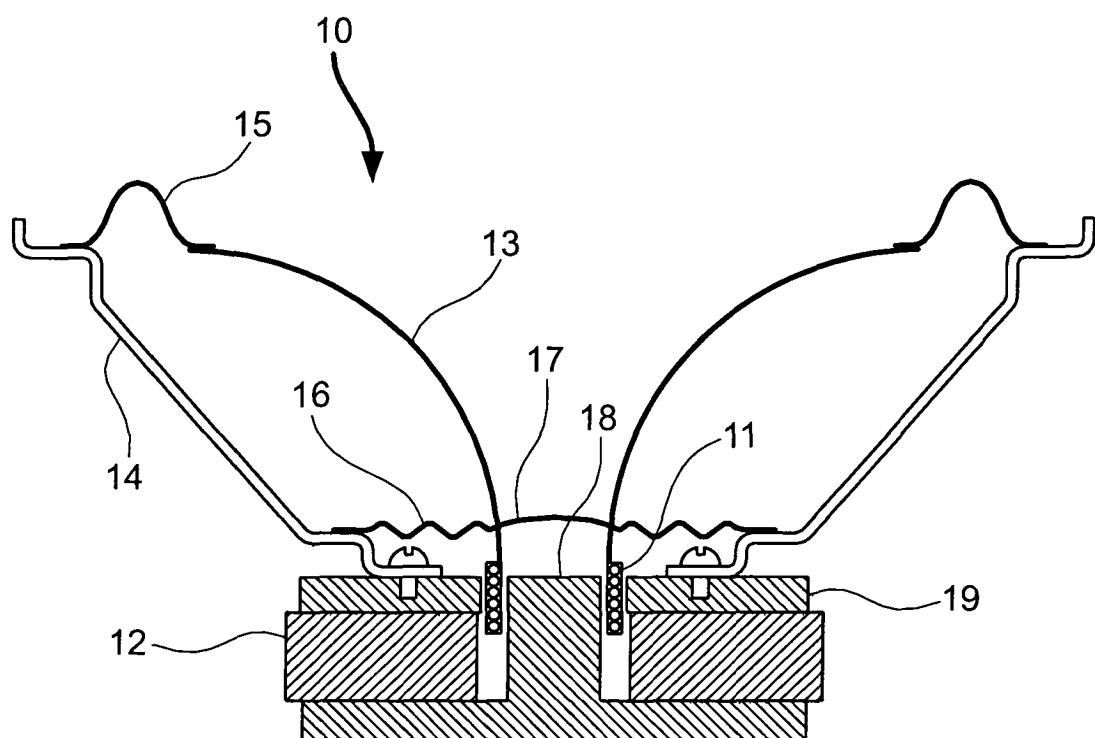


Fig. 1

**ETAT DE L'ART**

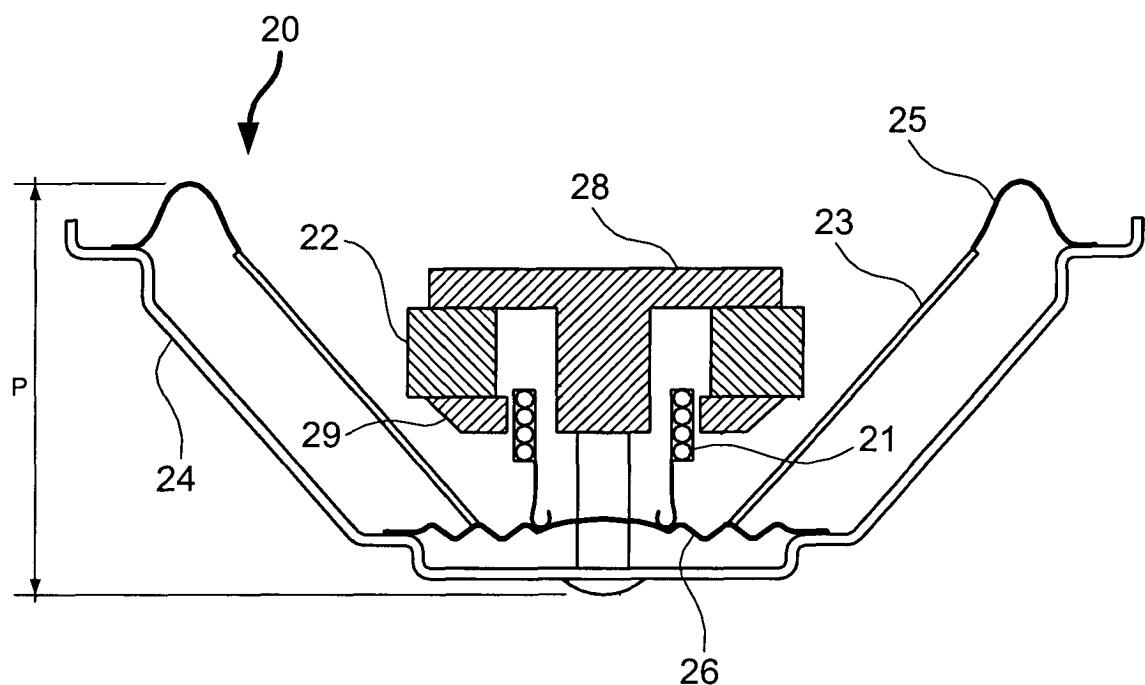


Fig. 2

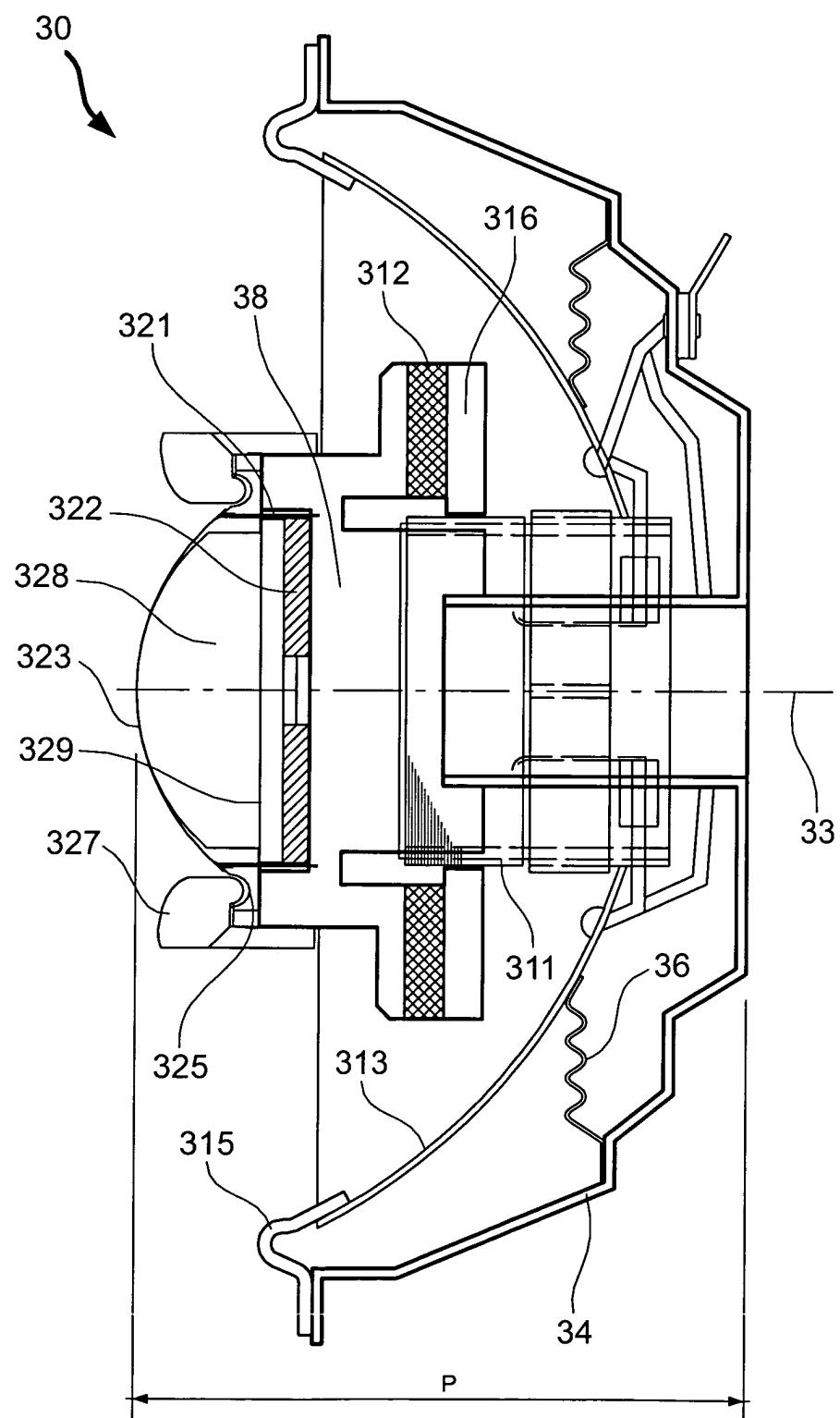


Fig. 3

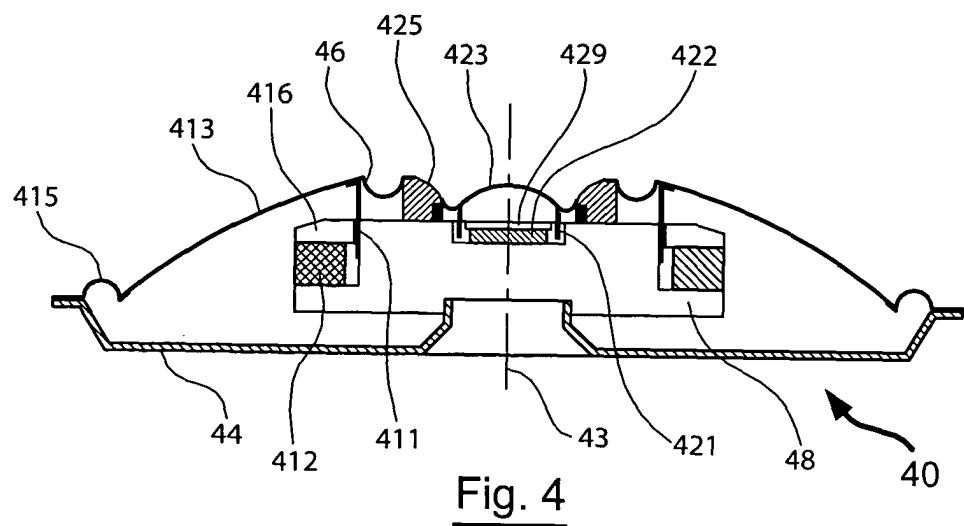


Fig. 4

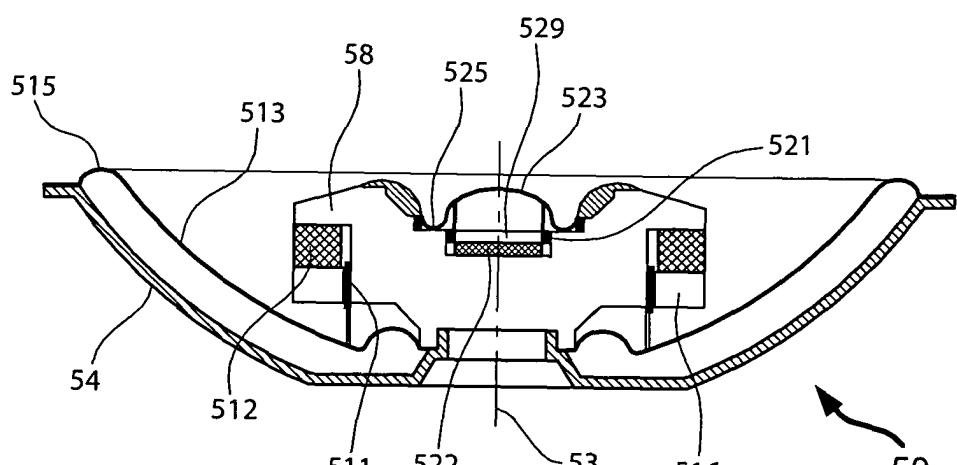


Fig. 5

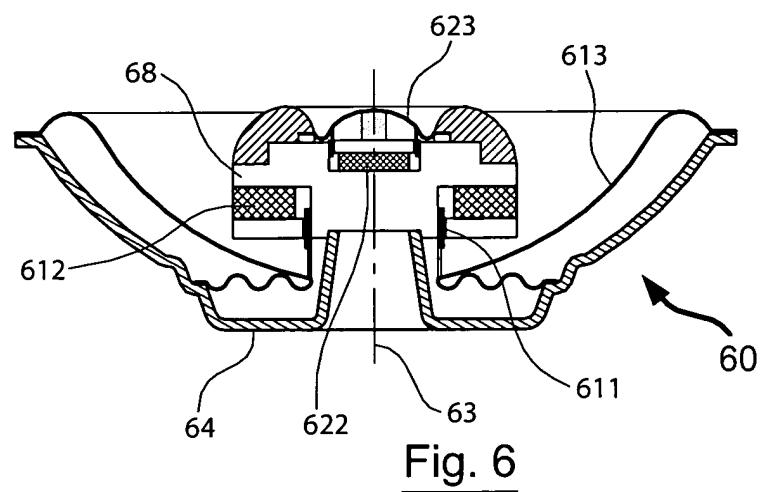


Fig. 6

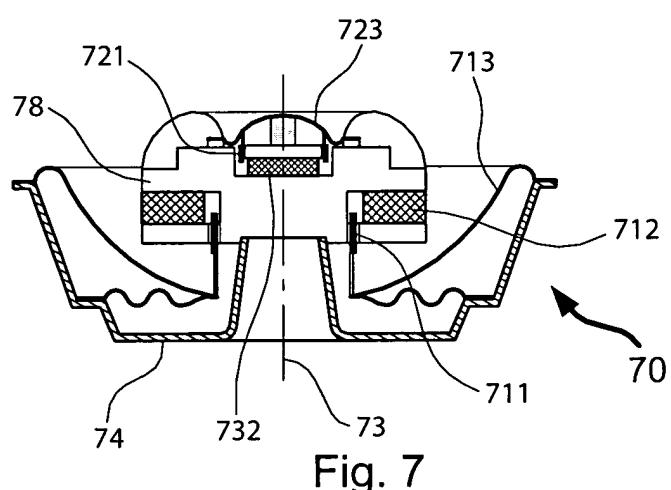


Fig. 7

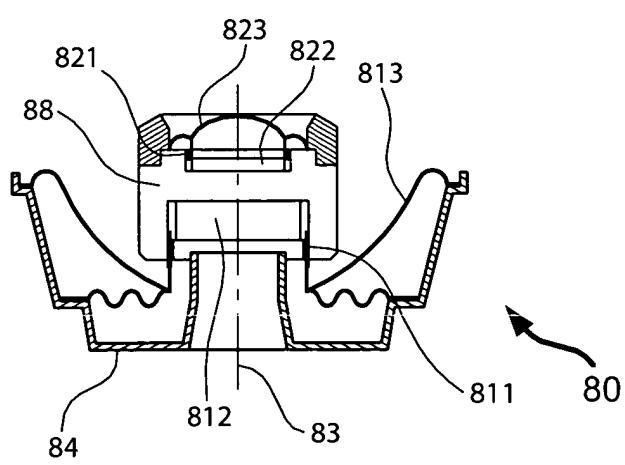


Fig. 8

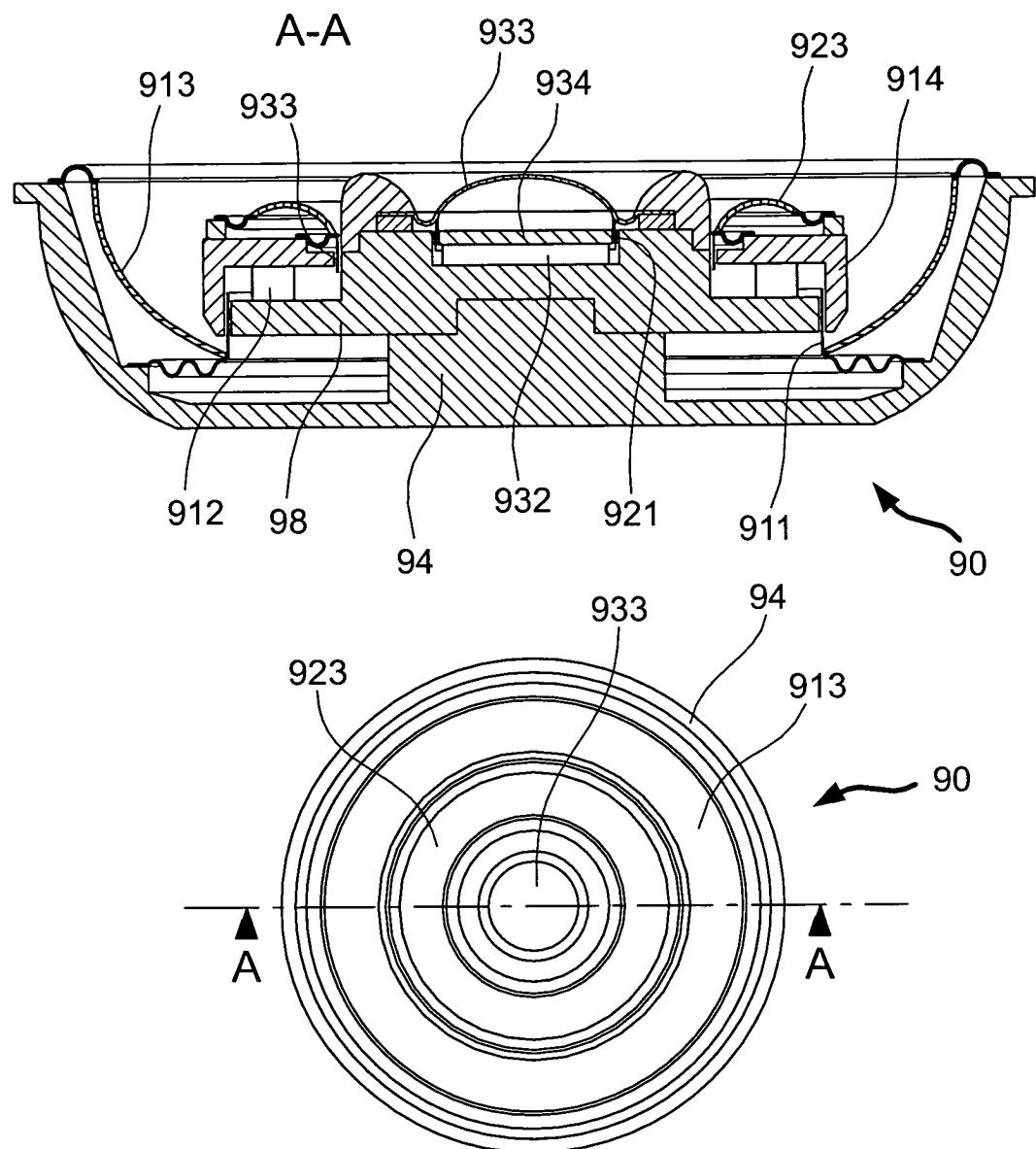


Fig. 9

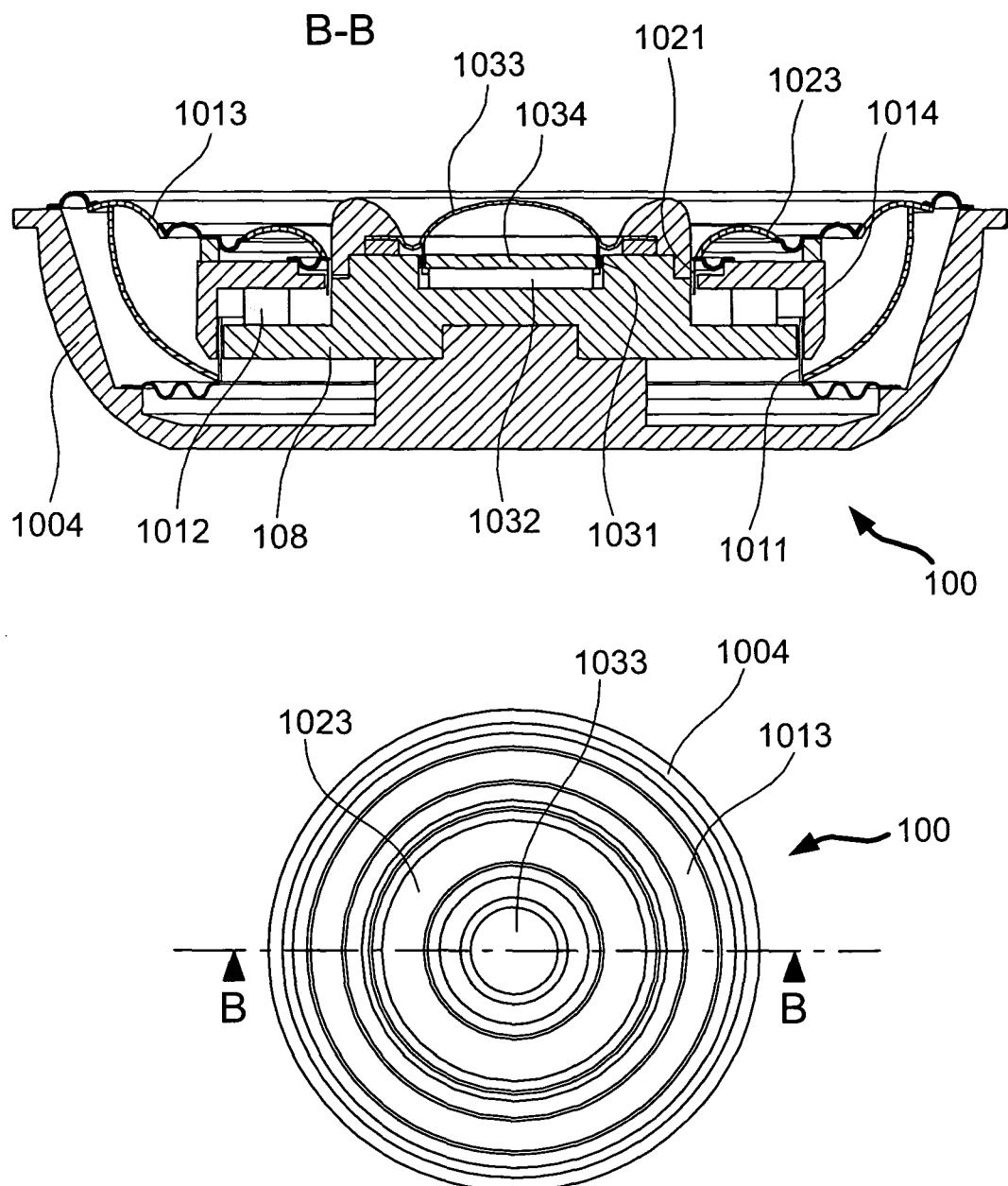
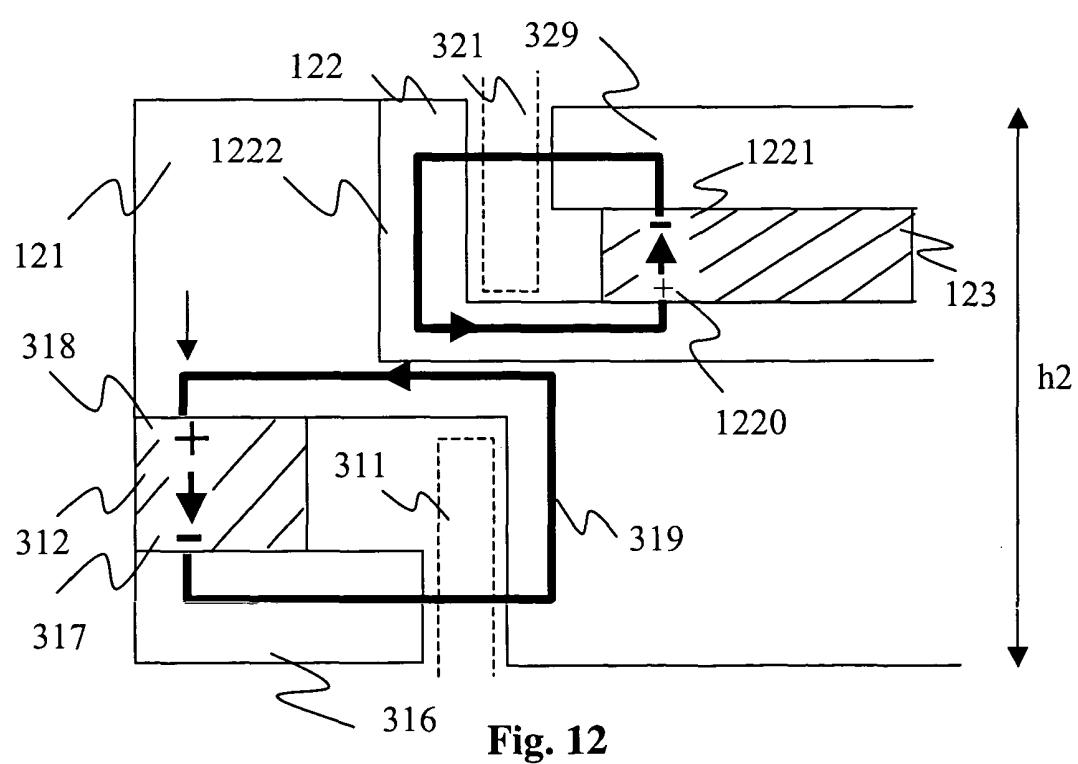
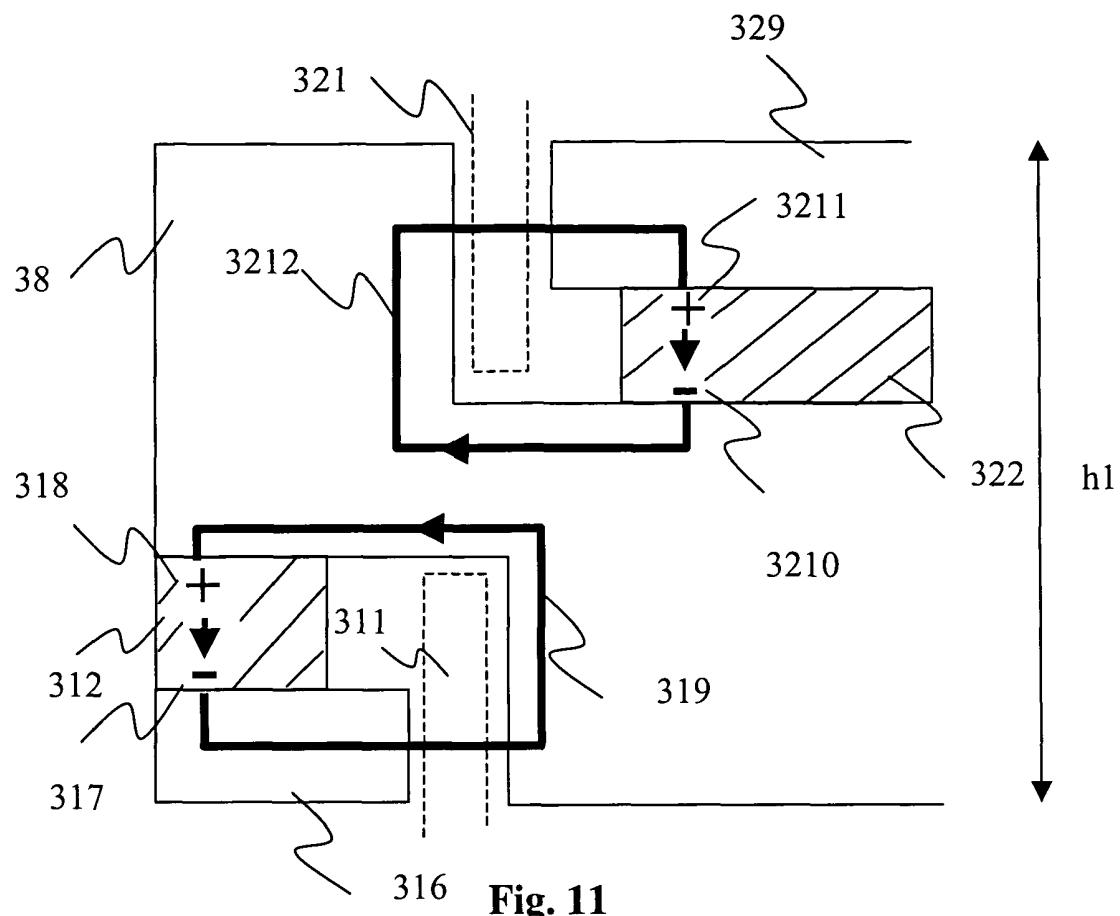


Fig. 10





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 04 36 4058

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 06, 22 septembre 2000 (2000-09-22) -& JP 2000 078689 A (SONY CORP), 14 mars 2000 (2000-03-14)	1-8,12	H04R9/06
Y	* abrégé *	9,10	
A	* figures 1-5 *	11	
	-----		
Y	EP 0 122 990 A (TANNOY LTD) 31 octobre 1984 (1984-10-31) * page 5, ligne 19 - page 10, ligne 19 *	9	
	-----		
Y	US 5 802 191 A (GUENTHER GODEHARD A) 1 septembre 1998 (1998-09-01) * abrégé *	10	
	-----		
X	DE 30 02 843 A (MAGNETFAB BONN GMBH) 30 juillet 1981 (1981-07-30)	1-8,12	
Y	* page 3, ligne 1-3 *	9,10	
A	* page 5, ligne 9-16 *	11	
	* page 6, ligne 24 - page 7, ligne 28 *		
	-----		
A	GB 2 261 135 A (MORDECHAI MEIR) 5 mai 1993 (1993-05-05) * page 2, ligne 4-35 * * page 3, ligne 6-34 *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
	-----		
A	FR 2 300 477 A (ARD ANSTALT) 3 septembre 1976 (1976-09-03) * page 2, ligne 34 - page 4, ligne 27 *	1-12	H04R
	-----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
1	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	La Haye	20 décembre 2004	Zanti, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 36 4058

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-12-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2000078689	A	14-03-2000		AUCUN	
EP 0122990	A	31-10-1984	GB	2139040 A	31-10-1984
			EP	0122990 A1	31-10-1984
			JP	1750913 C	08-04-1993
			JP	4034877 B	09-06-1992
			JP	59202795 A	16-11-1984
US 5802191	A	01-09-1998		AUCUN	
DE 3002843	A	30-07-1981	DE	3002843 A1	30-07-1981
GB 2261135	A	05-05-1993		AUCUN	
FR 2300477	A	03-09-1976	GB	1543162 A	28-03-1979
			AU	507976 B2	06-03-1980
			AU	1098376 A	18-08-1977
			CA	1094678 A1	27-01-1981
			DE	2604888 A1	19-08-1976
			FR	2300477 A1	03-09-1976
			IT	1057152 B	10-03-1982
			JP	51146221 A	15-12-1976
			NL	7601328 A	12-08-1976