

(19)



(11)

EP 1 946 607 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.09.2017 Bulletin 2017/38

(51) Int Cl.:
H04R 9/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06841994.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/051133

(22) Date de dépôt: **02.11.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/051949 (10.05.2007 Gazette 2007/19)

(54) **TRANSDUCTEUR ELECTRODYNAMIQUE, APPLICATIONS AUX HAUT-PARLEURS ET
GEOPHONES**

ELEKTRODYNAMISCHER WANDLER UND DESSEN ANWENDUNG IN LAUTSPRECHERN UND
GEOPHONEN

ELECTRODYNAMIC TRANSDUCER AND USE THEREOF IN LOUDSPEAKERS AND GEOPHONES

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

- **LEMARQUAND, Guy**
F-72000 Le Mans (FR)
- **LEMARQUAND, Valérie**
F-72000 Le Mans (FR)

(30) Priorité: **03.11.2005 FR 0553331**

(74) Mandataire: **Jacobacci Coralie Harle**
32, rue de l'Arcade
75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
23.07.2008 Bulletin 2008/30

(73) Titulaire: **ACOUSTICAL BEAUTY**
72500 VAAS (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 503 860 EP-A- 1 420 610
EP-A- 1 553 802 FR-A- 2 766 028
US-A- 5 371 806

(72) Inventeurs:
• **RICHOUX, Bernard**
F-41800 Montoire (FR)

EP 1 946 607 B1

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

Description

[0001] La présente invention concerne un transducteur électrodynamique ainsi que ses applications aux haut-parleurs, géophones (capteur pour sismographe), microphones ou autres.

[0002] On connaît les structures fonctionnelles des transducteurs électrodynamiques axisymétriques à bobines mobiles à type de haut-parleur électrodynamique (convertisseur électro-acoustique) générant des ondes acoustiques en fonction d'un courant ou à type de capteur acoustique ou de vibrations (convertisseur acoustico-électrique) générant un signal électrique en fonction d'un stimulus mécanique et de nombreux perfectionnements ont été proposés afin d'augmenter leur rendement tout en réduisant les distorsions pour des excursions mécaniques importantes.

[0003] Le principe général de fonctionnement est basé, pour les haut-parleurs axisymétriques à bobines mobiles, sur la possibilité de mettre en mouvement une bobine cylindrique parcourue par un courant électrique placée dans un champ magnétique statique créé par un aimant permanent annulaire dont la direction d'aimantation est parallèle à l'axe de révolution et qu'une pluralité de pièces ferromagnétiques canalise pour l'amener radialement au regard de la bobine et, pour les capteurs, de récupérer le courant induit dans une bobine se déplaçant dans un champ magnétique statique. Le champ magnétique est produit par un/des aimants permanents fixes du transducteur. Le rendement étant proportionnel au champ magnétique on est conduit à concentrer les lignes du champ magnétique sur la bobine avec des pièces conduisant lesdites lignes de champ magnétique et qui sont ferromagnétiques. Un matériau ferromagnétique généralement utilisé est le fer doux. On a donc été amené à parler d'entrefer pour indiquer l'endroit où est placée la bobine. Les structures classiquement mises en oeuvre dans ces transducteurs utilisent de telles pièces dites ferromagnétiques pour reboucler le champ magnétique pour qu'il puisse passer à travers la bobine dans l'entrefer.

[0004] On peut, par exemple, consulter le document « HIGH PERFORMANCE LOUDSPEAKERS » de Martin Colloms édité chez WILEY ISBN 0471 97091 3 PPC pour trouver des explications générales et exemples de transducteurs à type de haut-parleur.

[0005] D'une manière générale, un matériau ferromagnétique possède la propriété d'avoir une perméabilité magnétique beaucoup plus grande que le vide, ce qui a comme conséquence de notamment canaliser et conduire le flux magnétique tant que le matériau n'est pas saturé. Le fer doux, les alliages de fer et de cobalt ou de fer et de nickel sont ferromagnétiques. Un matériau amagnétique est un matériau qui ne possède pas de propriétés magnétiques, sa perméabilité au regard du champ magnétique est la même que le vide ou l'air, il ne possède pas de propriété de canalisation ou de conduction du champ magnétique. Le bois, les alliages légers, le cuivre,

les plastiques sont amagnétiques.

[0006] Or la puissance des aimants augmente progressivement et les matériaux ferromagnétiques peuvent être saturés par des champs magnétiques trop intenses et il n'est alors plus possible de tirer partie de cette augmentation de puissance. On a donc été amené à augmenter les sections de fer dans les transducteurs utilisant des aimants de forte puissance. Cependant, des pertes se produisent dans les matériaux ferromagnétiques et le champ magnétique en sortie n'est plus homogène et diminue plus on est éloigné de l'aimant. De plus, la présence de tels matériaux modifie l'inductance de la bobine et entraîne des modifications de cette inductance lorsque la bobine se déplace dans l'entrefer. Enfin, des courants, dits courants de Foucault, induits dans ces pièces ferromagnétiques peuvent encore perturber le fonctionnement du transducteur.

[0007] Il a été proposé de réaliser un moteur de haut-parleur sans fer dans l'article de G. Lemarquand et al. « Analytical Calculation of Ironless Loudspeaker Motors » IEEE Transactions on Magnetics, Vol.37, No3, pp 1110-1117, 2001, mais celui-ci utilise un rebouclage du champ magnétique vers l'espace où se situe la bobine avec des éléments matériels qui sont des aimants permanents.

[0008] La demande EP 0 503 860, House, propose dans un transducteur une structure magnétique soit interne, soit externe avec une bobine, la structure étant formée d'un empilement d'aimants à pôles verticaux, horizontaux et verticaux séparés par des écarteurs.

[0009] La demande EP 1 553 802, Ohashi, concerne un haut-parleur symétrique à double diaphragme et structure magnétique externe avec un empilement d'aimants à pôles verticaux, horizontaux et verticaux.

[0010] La présente invention propose de tirer partie de toute la puissance des aimants en évitant d'utiliser des matériaux ferromagnétiques ou magnétiques pour reboucler par guidage matériel le champ magnétique créé par un ou plusieurs aimants d'un transducteur.

[0011] Ainsi, l'invention concerne un transducteur électrodynamique selon les revendications. (pour les explications et étant donné qu'il n'y a pas de rebouclage du champ magnétique par des éléments matériels, les volumes interne et externe qui sont virtuels ne sont pas limités vers le haut et vers le bas contrairement au mandrin qui est limité en hauteur et est une pièce matérielle du transducteur.)

[0012] Ainsi, dans tous les cas, présence ou non de pièce(s) ferromagnétique(s), le moteur ne comporte aucune pièce ferromagnétique ou magnétique étendue entre le volume externe et le volume interne.

[0013] Le cylindre droit est un cylindre dont les génératrices sont perpendiculaires au plan de base. Dans le cas où le plan de base est un disque et donc que la génératrice circule sur un cercle, on a à faire à un cylindre de révolution (comme par exemple un haut-parleur circulaire). Le plan de base peut être d'une autre forme et notamment elliptique (comme par exemple dans un haut-

parleur elliptique), voire polygonal et, dans ce dernier cas, notamment sensiblement carré ou rectangulaire à coins éventuellement arrondis. La forme en anneau correspond sensiblement (à une homothétie radiale près) à la forme cylindrique du mandrin. On comprend que les indications de haut, bas, supérieur ou inférieur sont relatives et destinées à faciliter la description et être en rapport avec les figures fournies et que les applications du transducteur peuvent conduire à orienter le transducteur d'une manière différente sans que cela change ses caractéristiques. Une face polaire de sortie est une face d'aimant par laquelle peut s'échapper hors de l'aimant le champ magnétique intérieur de l'aimant, elle est dite polaire car elle peut être de signe nord ou de signe sud, un accollement de faces polaires de signes opposés de deux aimants adjacents accolés correspond à ce qu'une face sud soit au contact d'une face nord. Un champ intérieur horizontal (ou vertical ou autre) indique la direction générale des lignes de champ magnétique à l'intérieur d'un aimant et les faces de l'aimant qui sont parallèles à cette direction ne sont pas des faces polaires de sortie.

[0014] Le terme carcasse correspond d'une manière générale à une/des parties fixes du transducteur sur lesquelles viennent se fixer des organes mobiles (suspensions notamment) ou des organes fixes (aimants du moteur notamment) et qui permettent de maintenir ces organes dans des relations fonctionnelles dynamiques fixes permettant le fonctionnement normal du transducteur. Dans le cas d'un haut-parleur, la carcasse est la partie arrière (opposée à la membrane qui est à l'avant) rigide sur laquelle sont fixés, en périphérie, une suspension pour la membrane et, centralement, les aimants du moteur. Enfin, le terme espace libre vertical correspond à la zone dans laquelle peut circuler verticalement librement le mandrin portant la/les bobines et les faces de ladite zone qui correspondent aux bordures des structures magnétiques interne et externe sont préférentiellement sensiblement droites et verticales en section, elles peuvent néanmoins être contournées pour ajustement du champ magnétique dans l'espace libre vertical.

[0015] Dans divers modes de mise en oeuvre de l'invention, les moyens suivants pouvant être utilisés seuls ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont employés :

- la matière non ferromagnétique et non magnétique (c'est-à-dire amagnétique) est un alliage léger ou une matière plastique (thermoplastique ou thermodurcissable),
- aucune pièce ferromagnétique n'est disposée dans le volume délimité par les plans horizontaux passant par les extrémités de la/des bobines en position de repos,
- aucune pièce ferromagnétique n'est disposée dans le volume délimité par les plans horizontaux passant par les positions extrêmes des extrémités de la/des bobines dans la zone d'excursion,
- le transducteur ne comporte aucune pièce ferroma-

gnétique,

- le transducteur ne comporte aucune pièce ferromagnétique ou si au moins une pièce ferromagnétique non étendue entre le volume externe et le volume interne est présente alors le rapport R de la valeur de l'inductance L_p de la bobine en place au repos et bloquée dans le transducteur sur la valeur de l'inductance L_l de la même bobine libre, isolée, dans l'espace, soit $R=L_p/L_l$, a une valeur comprise entre 0,9 et 1,1 dans la bande de fréquence utile du transducteur car ladite pièce ferromagnétique est saturée par le champ magnétique et ses propriétés perméabilité magnétique sont alors proches de celles de matériaux amagnétiques,
- lors des déplacements de la bobine dans le transducteur le rapport R reste compris entre 0,9 et 1,1 car même si au moins une pièce ferromagnétique non étendue entre le volume externe et le volume interne est présente, ladite pièce ferromagnétique est saturée par le champ magnétique et ses propriétés perméabilité magnétique sont alors proches de celles de matériaux amagnétiques,
- au moins une pièce ferromagnétique est présente, ladite pièce ferromagnétique étant non étendue entre le volume externe et le volume interne et n'étant pas non plus disposée dans le volume délimité par les plans horizontaux passant par les extrémités de la/des bobines en position de repos,
- les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes et accolées de deux aimants sont accolées sur toutes leurs surfaces,
- les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes et accolées de deux aimants sont accolées sur toutes leurs surfaces et de signes contraires,
- le champ magnétique est produit en outre par une structure magnétique interne (à l'intérieur dudit cylindre) comportant au moins un aimant permanent fixe en forme d'anneau (=tube=couronne=bague) ou pastille (=plein, non ouvert au centre et généralement appelé aimant segment ou bloc) disposé dans le volume interne, les structures magnétiques externe et interne étant sensiblement en vis-à-vis (c'est-à-dire sensiblement à la même hauteur) de part et d'autre de l'espace libre vertical,
- dans le cas où des structures magnétiques interne et externe sont présentes à la fois, les aimants à champs intérieurs verticaux ou sensiblement verticaux en vis-à-vis de chaque coté de l'espace libre vertical ont des champs intérieurs verticaux ou sensiblement verticaux de sens opposés,
- dans le cas où des structures magnétiques interne et externe sont présentes à la fois, les aimants à champs intérieurs horizontaux en vis-à-vis de chaque coté de l'espace libre vertical ont des champs intérieurs horizontaux de même sens,
- de préférence, la structure magnétique interne est un anneau,
- la sollicitation extérieure est mécanique sur le man-

- drin et la/les bobines peuvent être parcourues par une tension électrique induite par les déplacements du mandrin notamment dans le cas d'une application à un géophone ou à un microphone,
- la sollicitation extérieure est électrique et que la/les bobines peuvent être parcourues par un courant électrique destiné à créer une force résultante provoquant le déplacement du mandrin notamment dans le cas d'une application à un haut-parleur et lors du déplacement vers le haut ou vers le bas du mandrin, déplacement produit par un courant de sens donné correspondant, le mandrin est freiné après un libre parcours autour de la position de repos, la force résultante diminuant et s'inversant pour le même sens de courant au-delà du libre parcours, la ou au moins l'une des bobines étant alors soumise à un champ magnétique de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique auquel elle était soumise précédemment,
 - le transducteur comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne, verticalement, un aimant supérieur séparé d'un aimant inférieur par un intervalle, aimants de sections sensiblement carrées ou rectangulaires dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés et dans le cas où des structures magnétiques interne et externe sont présentes à la fois, les aimants en vis-à-vis de chaque coté de l'espace libre vertical ont des champs intérieurs de sens opposés,
 - le transducteur comporte en outre un aimant intermédiaire fixe de section sensiblement carrée ou rectangulaire, disposé dans l'intervalle et ayant un sens horizontal de champ intérieur de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical),
 - l'épaisseur horizontale de l'aimant intermédiaire est inférieure (ou dans des variantes supérieure ou égale) à la largeur horizontale de chaque aimant supérieur ou inférieur correspondant,
 - les aimants supérieur, inférieur à champs intérieurs verticaux opposés et l'aimant intermédiaire correspondants sont accolés,
 - (alternativement du précédent) les aimants supérieur, inférieur à champs intérieurs verticaux opposés et l'éventuel aimant intermédiaire correspondants, ne sont pas accolés, (structure à aimants supérieur et inférieur non accolés ou structure à aimants supérieur, intermédiaire et inférieur non accolés)
 - les aimants supérieur et/ou inférieur et/ou l'éventuel aimant intermédiaire sont composites et formés d'un

assemblage d'aimants à sections sensiblement prismatiques et notamment triangulaires ou triangulaires tronquées et dont les faces polaires de sortie de champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont accolées sur toutes leurs surfaces et de signes opposés,

- le transducteur comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne un anneau ou pastille (anneau dans le cas de la structure magnétique externe) (anneau ou pastille dans le cas de la structure magnétique interne) magnétique composite à section globalement carrée ou rectangulaire formée d'un empilement d'aimants accolés entre-eux, chaque aimant étant à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée et les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont de signes opposés, avec de haut en bas : un aimant supérieur de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire de champ intérieur vertical et dont la hauteur verticale augmente lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant inférieur de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, le sens de champ intérieur horizontal de l'aimant supérieur étant opposé au sens de champ intérieur horizontal de l'aimant inférieur, les sens des champs intérieurs horizontaux et vertical des aimants étant tels que le champ magnétique haut dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique bas dudit espace libre vertical et pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical), le transducteur ayant deux bobines à sens opposés de circulation du courant disposées au repos sensiblement à la hauteur des aimants supérieur et inférieur respectivement,
- le transducteur comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne un anneau ou pastille (anneau dans le cas de la structure magnétique externe) (anneau ou pastille dans le cas de la structure magnétique interne) composite à section globalement carrée ou rectangulaire formée d'un empilement d'aimants accolés entre-eux, chaque aimant étant à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée et les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont de signes opposés, avec de haut en bas : un aimant supérieur à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire haut à premier sens de champ intérieur vertical, un aimant central à second sens de champ intérieur horizontal opposé au premier

- sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire bas à second sens de champ intérieur vertical opposé au premier sens de champ intérieur vertical, un aimant inférieur à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, les sens des champs intérieurs horizontaux et verticaux des aimants étant tels que le champ magnétique central dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dans l'espace libre vertical et pour bouclage maximum des lignes de champ, le transducteur ayant une bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur de l'aimant central ou trois bobines à sens de circulation de courant alterné disposées au repos sensiblement à la hauteur des aimants supérieur, central et inférieur respectivement,
- le transducteur précèdent à donc une seule bobine centrale ou, alors, trois bobines : haute, centrale, basse (de sens de circulation de courant alterné entre deux bobines adjacentes),
 - au moins un des aimants de la structure magnétique externe et/ou interne résulte de l'accolement d'au moins deux aimants à sections prismatiques et notamment triangulaires ou triangulaires tronquées à sens de champ intérieur obliques et les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont de signes opposés, la face verticale de la structure magnétique à l'opposé de la face bordant l'espace libre vertical pouvant alors être indentée,
 - les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont accolées sur toutes leurs surfaces,
 - la face verticale de la structure magnétique à l'opposé de la face bordant l'espace libre vertical ne comporte pas de face polaire de sortie,
 - le transducteur comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne, verticalement, un empilement d'un aimant supérieur séparé d'un aimant inférieur par un intervalle, aimants de section approximativement carrée ou rectangulaire dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, le transducteur ayant deux bobines à sens opposés de circulation du courant disposées au repos sensiblement à la hauteur des aimants supérieur et inférieur respectivement,
 - et dans le cas où des structures magnétiques interne et externe sont présentes à la fois, les aimants en vis-à-vis de chaque côté de l'espace libre vertical ont des champs intérieurs de même sens,
 - l'intervalle entre les aimants supérieur et inférieur est nul, lesdits aimants étant accolés,
 - la structure magnétique comporte en outre vers sa face externe opposée à la face bordant l'espace libre vertical, à distance ou, de préférence accolé aux

- aimants supérieur et inférieur, un aimant latéral section sensiblement carrée ou rectangulaire à champ intérieur vertical, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant supérieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant inférieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés,
- la longueur verticale de l'aimant latéral est inférieure à la hauteur totale de l'empilement,
 - la structure magnétique comporte en outre vers sa face externe opposée à la face bordant l'espace libre vertical, à distance ou, de préférence accolé aux aimants supérieur et inférieur, un aimant latéral composite de section sensiblement prismatique résultant de l'accolement d'au moins deux aimants de section triangulaire ou triangulaire tronquée à sens obliques de champ intérieur, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant supérieur et de l'aimant correspondant de l'aimant latéral composite étant de signes contraires, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés de l'aimant latéral composite étant de signes contraires, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant inférieur et de l'aimant correspondant de l'aimant latéral composite étant de signes contraires,
 - la longueur verticale maximale de l'aimant latéral composite est égale ou inférieure à la hauteur totale de l'assemblage,
 - les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant supérieur et de l'aimant correspondant de l'aimant latéral composite sont accolées sur toutes leurs surfaces,
 - les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés de l'aimant latéral composite sont accolées sur toutes leurs surfaces,
 - les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant inférieur et de l'aimant correspondant de l'aimant latéral composite sont accolées sur toutes leurs surfaces,
 - les structures magnétiques correspondent à un assemblage d'anneaux magnétiques bord à bord sont monobloc, la structure étant une masse de matériau magnétique comportant en son sein des zones à aimantations de différents sens,
 - le transducteur comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne, verticalement, un aimant supérieur séparé d'un aimant inférieur par un intervalle, aimants de sections sensiblement carrées ou rectangulaires dont les champs intérieurs sont horizontaux et de même sens et dans le cas où des structures magnétiques interne et externe sont présentes à la fois, les aimants en vis-à-vis de chaque côté de l'espace libre vertical ont des champs intérieurs de même sens,

- le transducteur comporte en outre un aimant intermédiaire fixe de section sensiblement carrée ou rectangulaire, disposé dans l'intervalle et ayant un sens horizontal de champ intérieur de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical), (en d'autres termes le sens du champ intérieur horizontal de l'aimant intermédiaire est opposé au sens du champ intérieur horizontal des aimants supérieur et inférieur) 5
- l'épaisseur horizontale de l'aimant intermédiaire est inférieure, égale ou supérieure à la largeur horizontale de chaque aimant supérieur ou inférieur correspondant, 10
- les aimants supérieur, inférieur à champs intérieurs horizontaux de même sens et l'éventuel l'aimant intermédiaire correspondants sont accolés, (structure à aimants supérieur et inférieur accolés ou structure à aimants supérieur, intermédiaire et inférieur accolés) 15
- (alternativement du précédent) les aimants supérieur, inférieur à champs intérieurs verticaux opposés et l'éventuel aimant intermédiaire correspondants, ne sont pas accolés, (structure à aimants supérieur et inférieur non accolés ou structure à aimants supérieur, intermédiaire et inférieur non accolés) 20
- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe par un intervalle externe, aimants externes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, un aimant intermédiaire externe fixe en forme d'anneau étant disposé dans l'intervalle externe et un aimant intermédiaire interne fixe en forme d'anneau étant disposé dans l'intervalle interne, les aimants intermédiaires interne et externe ayant un même sens horizontal de champ interne et de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de lignes de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical), le transducteur n'ayant qu'une seule bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des intervalles externe et interne, les aimants intermédiaires, supérieur et inférieur correspondant, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant accolés entre-eux, 25
- l'épaisseur horizontale de l'aimant intermédiaire est inférieure ou supérieure (dans une variante égale) à la largeur horizontale des aimants supérieur et inférieur correspondant, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, 30
- en alternative, l'aimant intermédiaire n'est pas accolé à ses aimants supérieur et inférieur correspondants, 35
- en alternative, le transducteur comporte trois bobines à sens de circulation du courant alternés d'une bobine à l'autre, chacune dans un des champs de l'espace libre vertical, (FIG.2) 40
- le transducteur comporte: d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe par un intervalle externe, aimants externes ayant des formes d'anneaux à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes ayant des formes d'anneaux à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ intérieur, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ intérieur, la hauteur de l'intervalle diminuant lorsque l'on se rapproche de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire externe fixe ayant une forme d'anneau à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée étant disposé dans l'intervalle externe et un aimant intermédiaire interne fixe ayant une forme d'anneau ou plein à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée étant disposé dans l'intervalle interne, les sens des champs intérieurs des aimants intermédiaires externe et interne étant verticaux et opposés et de telle manière que le champ magnétique dans l'espace libre vertical comprenne deux zo-

nes de champ magnétique de sens inversés et pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical), les aimants intermédiaires, supérieur et inférieur correspondants, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant complémentaires accolés, le transducteur ayant deux bobines à sens opposés de circulation du courant disposées au repos chacune sensiblement à la hauteur des aimants supérieurs et inférieurs respectivement,

- la structure magnétique externe ou interne est à section globalement carrée ou rectangulaire,
- l'intervalle diminue jusqu'à devenir nul en bordure de l'espace libre vertical, les aimants supérieur et inférieur correspondants étant en ce point sensiblement au contact (en d'autres termes, la section prismatique de l'aimant intermédiaire est une section triangulaire), (FIG.3)
- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe une couronne composite externe à section globalement carrée ou rectangulaire formée d'un empilement d'aimants accolés entre-eux, chaque aimant ayant une forme d'anneau à section prismatique notamment triangulaire ou triangulaire tronquée complémentaire de ses voisins et en ce que les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont de signes opposés, avec de haut en bas : un aimant supérieur externe à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire haut externe à premier sens de champ intérieur vertical, un aimant central externe à second sens de champ intérieur horizontal opposé au premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire bas externe à second sens de champ intérieur vertical opposé au premier sens de champ vertical intérieur, un aimant inférieur externe à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, et d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un coeur composite tubulaire à section globalement carrée ou rectangulaire formé d'un empilement d'aimants accolés entre-eux, chaque aimant ayant une forme d'anneau à section prismatique notamment triangulaire ou triangulaire tronquée complémentaire de ses voisins et en ce que les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont accolées sur toutes leurs surfaces et de signes opposés, avec de haut en bas : un aimant supérieur interne à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur

verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire haut interne à second sens de champ intérieur vertical, un aimant central interne à second sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire bas interne à premier sens de champ intérieur vertical, un aimant inférieur interne à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, les aimants supérieurs externes et internes étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical, les aimants centraux externes et internes étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical, les aimants inférieurs externes et internes étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical, les sens des champs intérieurs horizontaux et verticaux des aimants étant tels que le champ magnétique central dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical et pour bouclage maximum des lignes de champ (par rapport à d'autres configurations de sens de champ intérieur dans lesquelles des aimants seraient en opposition, ce qui conduirait à une réduction du champ dans l'espace libre vertical), le transducteur ayant une bobine centrale disposée au repos sensiblement à la hauteur des aimants centraux, - les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont accolées sur toutes leurs surfaces, (FIG.4)

- le transducteur comporte en outre une bobine haute au-dessus de la bobine centrale, une bobine basse au-dessous de la bobine centrale, le transducteur ayant trois bobines, et en ce qu'au repos, la bobine haute est sensiblement disposée à la hauteur des aimants supérieurs, la bobine centrale est sensiblement disposée à la hauteur des aimants centraux, la bobine basse est sensiblement disposée à la hauteur des aimants inférieurs, le sens de circulation du courant dans la bobine centrale étant inversé par rapport au sens dans les bobines hautes et basses, (FIG.7)
- au moins un des aimants intermédiaires est un assemblage de deux aimants accolés en forme d'anneaux à sections prismatiques et notamment triangulaires ou triangulaires tronquées complémentaires dont les sens des champs intérieurs sont inclinés à moins de 90° par rapport à la verticale, et en ce que les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes des deux aimants accolés sont de signes opposés, la face verticale de la structure magnétique à l'opposé de la face bordant l'espace libre vertical pouvant alors être indentée et ne comportant pas de face polaire de sortie,

- au moins un des aimants intermédiaires est un assemblage de deux aimants accolés en forme d'anneaux à sections prismatiques et notamment triangulaires ou triangulaires tronquées complémentaires dont les sens des champs intérieurs sont inclinés à environ 45° en valeur absolue par rapport à la verticale, et en ce que les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes des deux aimants accolés sont de signes opposés, la face verticale de la structure magnétique à l'opposé de la face bordant l'espace libre vertical pouvant alors être indentée, 5
- la face verticale de la structure magnétique à l'opposé de la face bordant l'espace libre vertical ne comporte pas de face polaire de sortie, 10
- la section prismatique des aimants est une section triangulaire, 15 (FIG.6)
- la structure magnétique externe comporte, verticalement, l'empilement d'un aimant supérieur externe accolé à un aimant inférieur externe, aimants externes de section approximativement carrée ou rectangulaire dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, la structure magnétique externe comportant en outre vers sa face externe opposée à la face bordant l'espace libre vertical, accolé à l'assemblage, un aimant latéral externe de section sensiblement carrée ou rectangulaire de champ intérieur vertical, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant supérieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant inférieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés, le transducteur ayant deux bobines à sens opposés de circulation du courant disposées au repos chacune sensiblement à la hauteur des aimants supérieur et inférieur, 20
- la hauteur verticale de l'aimant latéral externe est inférieure à la hauteur verticale de l'empilement, 25
- la hauteur verticale de l'aimant latéral externe est égale à la hauteur verticale de l'empilement, 30
- la structure magnétique précédente est inversée dans le transducteur et se retrouve dans le volume interne, 35 (FIG.5)
- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, l'empilement d'un aimant supérieur externe accolé à un aimant inférieur externe, aimants externes de section approximativement carrée ou rectangulaire dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, la structure magnétique externe comportant en outre vers sa face externe opposée à la face bordant l'espace libre vertical, accolé à l'assemblage, un aimant latéral externe de section sensiblement carrée ou rectangulaire de champ intérieur vertical, les faces polaires de sortie du champ intérieur 40

adjacentes de l'aimant supérieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de l'aimant inférieur et de l'aimant latéral qui sont sensiblement perpendiculaires entre-elles étant de signes opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes ayant des formes d'anneaux à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée dont les champs intérieurs sont horizontaux et de sens opposés, la hauteur de l'intervalle interne diminuant lorsque l'on se rapproche de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire interne fixe en forme d'anneau à section prismatique étant disposé dans l'intervalle interne, les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants internes accolés sont de signes opposés, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ intérieur, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ intérieur, le transducteur ayant deux bobines à sens opposés de circulation du courant disposées au repos chacune sensiblement à la hauteur des aimants supérieur et inférieur respectivement,

- la hauteur verticale de l'aimant latéral externe est inférieure à la hauteur verticale de l'empilement, 35
- les structures magnétiques internes et externes précédentes sont inversées, notamment l'aimant intermédiaire se retrouvant dans le volume externe et l'aimant latéral dans le volume interne, (Fig.8)
- le transducteur comporte: d'une part, dans la structure magnétique externe de section sensiblement triangulaire tronquée, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe par un intervalle externe, aimants externes ayant des formes d'anneaux à section triangulaire ou triangulaire tronquée dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne de section sensiblement triangulaire tronquée, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes ayant des formes d'anneaux à section triangulaire dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens opposés de champ intérieur, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens oppo- 45

sés de champ intérieur, la hauteur de l'intervalle augmentant lorsque l'on se rapproche de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire externe fixe ayant une forme d'anneau à section triangulaire étant disposé dans l'intervalle externe et un aimant intermédiaire interne fixe ayant une forme d'anneau à section triangulaire étant disposé dans l'intervalle interne, les sens des champs intérieurs des aimants intermédiaires externe et interne étant identiques et horizontaux et de telle manière que le champ magnétique dans l'espace libre vertical comprenne trois zones de champ magnétique de sens alternés et pour bouclage maximum des lignes de champ, les aimants intermédiaire, supérieur et inférieur correspondants, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant complémentaires accolés, le transducteur ayant au moins une bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des aimants intermédiaires, (Fig.9)

- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe par un intervalle externe, aimants externes dont les champs intérieurs sont horizontaux et de même sens, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes dont les champs intérieurs sont horizontaux et de même sens, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ interne, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de même sens de champ interne, un aimant intermédiaire externe fixe en forme d'anneau étant disposé dans l'intervalle externe et un aimant intermédiaire interne fixe en forme d'anneau étant disposé dans l'intervalle interne, les aimants intermédiaires interne et externe ayant un même sens horizontal de champ interne opposé au sens des autres champs internes des autres aimants et de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ, le transducteur ayant au moins une bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des intervalles externe et interne, les aimants intermédiaires, supérieur et inférieur correspondants, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant accolés entre-eux, (FIG.10)
- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe

terne par un intervalle externe, aimants externes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, les aimants inférieurs interne et externe étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, un aimant intermédiaire externe étant disposé dans l'intervalle externe et un aimant intermédiaire interne étant disposé dans l'intervalle interne, les aimants intermédiaires interne et externe ayant un même sens horizontal de champ interne et de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ, les aimants intermédiaire, supérieur et inférieur correspondants, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant accolés entre-eux et étant des anneaux de section sensiblement carrée ou rectangulaire, le transducteur n'ayant qu'une seule bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des intervalles externe et interne, et il comporte en outre quatre plaques ferromagnétiques disposées, deux, sur les aimants supérieurs externe et interne et, deux, sous les aimants inférieurs externe et interne et deux plaques ferromagnétiques dans la structure magnétique interne aux coins des extrémités supérieure et inférieure de l'aimant intermédiaire interne vers l'espace libre vertical ; (FIG.11)

- le transducteur comporte : d'une part, dans la structure magnétique externe de section globalement triangulaire tronquée à sommet vers l'espace libre vertical, verticalement, un aimant supérieur externe séparé d'un aimant inférieur externe par un intervalle externe, aimants externes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, la hauteur de l'intervalle externe augmentant lorsque l'on se rapproche de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire externe dans l'intervalle externe et complémentaires accolés aux aimants externes supérieur et inférieur, les aimants externes étant en forme d'anneau à section triangulaire ou triangulaire tronquée, d'autre part, dans la structure magnétique interne de section globalement rectangulaire ou carrée, verticalement, un aimant supérieur interne séparé d'un aimant inférieur interne par un intervalle interne, aimants internes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe ayant des sens de champ

- interne opposés, les aimants inférieurs interne et externe ayant des sens de champ interne opposés, un aimant intermédiaire interne étant disposé dans l'intervalle interne, les aimants intermédiaires interne et externe ayant un même sens horizontal de champ interne et de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ, les aimants internes étant en forme d'anneau à section rectangulaire ou carrée, et la structure magnétique interne comporte en outre deux plaques ferromagnétiques disposées, une, sur l'aimant supérieur et, une, sous l'aimant inférieur et deux plaques ferromagnétiques aux coins des extrémités supérieure et inférieure de l'aimant intermédiaire interne vers l'espace libre vertical ;
- les anneaux (pour les structures magnétiques externe et interne) ou pastilles (pour la structure magnétique interne lorsque cela est possible) des aimants sont continus circonférentiellement, les aimants étant d'une seule pièce, (anneau monolithique/monobloc)
 - les anneaux (pour les structures magnétiques externe et interne) ou pastilles (pour la structure magnétique interne lorsque cela est possible) des aimants sont composites circonférentiellement, les anneaux/pastilles résultant d'un assemblage par accolement circonférentiel de pièces magnétiques entre elles pour former lesdits anneaux ou pastilles,
 - les structures magnétiques externe ou interne sont monolithiques/monoblocs, (un aimant bloc à champ magnétique interne pouvant avoir des orientations/sens différents selon l'endroit)
 - les structures magnétiques externe ou interne sont composites par assemblage d'anneaux/pastilles elles-mêmes d'une seule pièce ou non, (anneaux/pastilles monolithiques/monoblocs ou composites)
 - le mandrin présente une section transversale horizontale en cercle,
 - le mandrin présente une section transversale horizontale elliptique,
 - un liquide ferromagnétique (ferrofluide) est disposé dans l'espace libre vertical et forme au moins un joint ferrofluide, (unilatéral/aux ou bilatéral/aux)
 - le joint ferrofluide est discontinu le long de la périphérie du mandrin,
 - le joint ferrofluide est continu le long de la périphérie du mandrin, (il est pneumatiquement étanche et permet d'isoler la partie arrière de la membrane de l'environnement et évite un court-circuit acoustique au cas où la suspension périphérique de membrane à type de bord serait absente - haut-parleur sans bord à guidage ferrofluide-)
 - un liquide ferromagnétique (ferrofluide) est disposé dans l'espace libre vertical dans le volume interne pour former au moins un joint ferrofluide unilatéral

- interne, (dans le volume interne à l'intérieur du cylindre/mandrin, le liquide ferromagnétique étant donc entre le mandrin et la structure magnétique interne du moteur)
- un liquide ferromagnétique (ferrofluide) est disposé dans l'espace libre vertical dans le volume externe pour former au moins un joint ferrofluide unilatéral externe, (dans le volume externe à l'extérieur du cylindre/mandrin le liquide ferromagnétique étant donc entre le mandrin et la structure magnétique externe du moteur)
 - un liquide ferromagnétique (ferrofluide) est disposé dans l'espace libre vertical dans le volume externe et dans le volume interne pour former au moins un joint ferrofluide unilatéral externe et un joint ferrofluide unilatéral interne ou, alors, au moins un joint ferrofluide bilatéral,
 - le transducteur comporte un liquide ferromagnétique disposé dans l'espace libre vertical et forme au moins un joint ferrofluide entre le mandrin et au moins une des deux faces de l'espace libre vertical,
 - le transducteur est un haut-parleur à dôme et ne comporte pas de suspension de bord ou de suspension « spider », le guidage du mandrin étant assuré par au moins deux joints ferrofluides de liquide ferromagnétique, au moins un des joints ferrofluides étant continu sur le pourtour du mandrin pour isoler pneumatiquement le volume d'air en arrière du dôme (volume à l'intérieur du haut-parleur) de l'air ambiant (l'air ambiant est celui qui baigne la face avant du dôme),
 - le fond de l'espace libre vertical coté opposé à la membrane (dôme) est fermé, (étanche à l'air et un joint ferrofluide continu unilatéral externe suffit alors à assurer l'étanchéité pneumatique de la face arrière de la membrane)
 - le fond de l'espace libre vertical coté opposé à la membrane est ouvert (un joint continu unilatéral interne suffit alors à assurer l'étanchéité pneumatique de la face arrière de la membrane)
 - les joints sont disposés en hauteur d'un même coté de la bobine ou des bobines, (soit tous au-dessus, soit tous en dessous)
 - dans le cas de plusieurs bobines, au moins un des joints est au-dessus ou en dessous de l'ensemble des bobines, (l'autre ou les autres joints peuvent être entre les bobines ou complètement de l'autre coté des bobines)
 - avantageusement, les joints sont disposés en hauteur de part et d'autre de la bobine, (dans le cas de plusieurs bobines, on peut avoir deux joints extrêmes de part et d'autre de toutes les bobines et/ou des joints entre chaque bobine / groupes de bobines)
 - au moins un des joints ferrofluides est unilatéral interne, le liquide ferromagnétique dudit joint étant disposé dans le volume interne, (le volume interne est à l'intérieur du mandrin porte bobine, le liquide ferromagnétique étant donc entre le mandrin et la struc-

- ture magnétique interne)
- au moins un des joints ferrofluides est unilatéral externe, le liquide ferromagnétique dudit joint étant disposé dans le volume externe, (le volume externe est à l'extérieur du mandrin porte bobine, le liquide ferromagnétique étant donc entre le mandrin et la structure magnétique externe) 5
 - au moins un des joints ferrofluides est bilatéral, le liquide ferromagnétique dudit joint étant disposé dans le volume externe et dans le volume interne sensiblement à la même hauteur pour un même joint bilatéral, 10
 - le haut-parleur ne comporte que des joints ferrofluides unilatéraux, soit exclusivement externes, soit exclusivement internes, 15
 - avantageusement les joints ferrofluides sont disposés dans l'espace où le volume est le plus réduit, (en pratique sur la face du mandrin qui ne porte pas la bobine)
 - les joints ferrofluides sont unilatéraux externes, la bobine est disposée dans le volume interne sur la face interne du mandrin et lorsque les joints sont unilatéraux internes, la bobine est disposée dans le volume externe sur la face externe du mandrin, 20
 - le haut-parleur comporte en outre un moyen de rappel de la bobine, 25
 - le haut-parleur comporte en outre un moyen de rappel de la bobine choisi parmi un ou plusieurs des moyens suivants: 30
 - charge de la membrane par un volume clos à l'arrière du dôme, la structure magnétique interne étant ouverte vers ledit volume clos;
 - charge de la membrane par un volume clos à l'arrière du dôme, la structure magnétique interne étant ouverte vers ledit volume clos qui comporte un dispositif de régulation de sa pression interne, notamment par régulation de la température de l'air contenu dans ledit volume clos ; (pour équilibrage des pressions entre le volume clos et l'environnement extérieur sur le long terme, avec une constante de temps longue par rapport aux fréquences à reproduire) 35
 - charge de la membrane par un volume quasi-clos à l'arrière du dôme, la structure magnétique interne étant ouverte vers ledit volume quasi-clos, ledit volume quasi-clos comportant une fuite pneumatique minime (d'une manière générale : un moyen d'égalisation de pression à longue constante de temps) dont la constante de temps est très longue par rapport aux fréquences à reproduire, ladite fuite étant notamment sous forme de matière poreuse ou d'un orifice à très faible diamètre ou d'un tube fin (type tube capillaire ou aiguille) vers l'extérieur du haut-parleur; 40
 - un moyen de rappel mécanique du type ressort ou matière élastique entre le dôme ou le mandrin 45

- et une partie fixe du haut-parleur ;
- un asservissement électronique de position de la bobine ;
- une configuration de la bobine et des structures magnétiques interne et externe telle qu'une force de rappel (recentrage) soit exercée sur la bobine par effet électromagnétique ; (par exemple : que la valeur de la self de la bobine soit maximale pour une position déterminée de la bobine le long de la hauteur de l'espace libre vertical, dans l'entrefer)
- une déformation du mandrin dans la zone du joint ferrofluide par rapport à la génératrice linéaire verticale balayant le mandrin, ladite déformation étendue le long du pourtour du mandrin étant définie de façon à créer une force de rappel proportionnelle au déplacement de la bobine ;
- mise en oeuvre en outre de segments de joints ferrofluides verticaux (voire obliques), chaque segment de joint vertical étant en relation avec une déformation le long d'un segment de génératrice verticale du mandrin (ou d'une oblique), les déformations verticales (ou obliques) étant définies de façon à créer une force de rappel proportionnelle au déplacement de la bobine ;
- une/des déformations (générales ou locales) dans la zone des joints ferrofluides, notamment déformations le long de segments de génératrices verticales du mandrin, lesdites déformations étant définies de façon à créer une force de rappel proportionnelle au déplacement de la bobine.
- le haut-parleur à dôme comporte deux joints ferrofluides unilatéraux internes dont au moins un continu, lesdits joints ferrofluides étant disposés dans des déformations concaves vues de l'intérieur du mandrin (les moyens de confinement du champ magnétique dans l'espace libre vertical sont donc disposés à ces niveaux), la bobine étant disposée sur la face externe du mandrin vers le volume externe (le ferrofluide étant donc avantageusement disposé dans le volume interne qui est beaucoup plus faible que le volume interne) et la membrane est chargée par un volume quasi-clos à l'arrière du dôme, la structure magnétique interne étant ouverte axialement vers ledit volume quasi-clos disposé en arrière de la structure magnétique interne, ledit volume quasi-clos comportant une fuite pneumatique dont la constante de temps est très longue par rapport aux fréquences à reproduire, ladite fuite étant un orifice à très faible diamètre vers l'extérieur.

[0016] Les avantages résultant de l'invention, outre l'obtention d'un champ plus intense dans lequel baigne la bobine mobile, est de réduire le nombre de pièces du

transducteur, de permettre une possibilité de débattement plus important du mandrin support de bobine et/ou une réduction de taille étant donné l'absence de rebouclage matériel par une pièce ferromagnétique ou magnétique du champ magnétique entre les volumes interne et externe. Le comportement dynamique du transducteur est amélioré par le fait que l'inductance de la bobine reste généralement constante quelle que soit sa position du fait de l'absence de matériau ferromagnétique dans le moteur ou dans le cas où de tels matériaux seraient présents, d'un effet négligeable du fait de leur faible quantité par rapport aux solutions traditionnelles qui utilisent un rebouclage du champ magnétique avec une pièce ferromagnétique étendue entre les espaces interne et externe du moteur.

[0017] De plus, en ce qui concerne les moteurs comportant des aimants dont les champs intérieurs sont concentriques, vers le centre du moteur, il faut savoir que les aimants utilisés et qui sont agencés en forme d'anneau sont généralement constitués de secteurs magnétiques en arc de cercle juxtaposés circulairement et dont l'aimantation interne de chaque secteur est parallèle.

[0018] Si pour un tel anneau dans une structure externe, l'écart entre la direction des lignes de champ parallèles de chaque segment et des lignes de champ idéales, c'est-à-dire radiales, provoque des déformations du champ magnétique auquel est soumis la bobine, notamment dans les zones où les secteurs sont adjacents, ces déformations sont moindres que pour un tel anneau dans une structure interne.

[0019] Cette déformation de champ dans les zones où les secteurs sont adjacents est maximale pour une structure interne du fait de la divergence des lignes de champ interne vers l'extérieur. On s'est même aperçu que cette divergence entraînait un rebouclage vers l'intérieur du champ magnétique dans cette zone, le champ s'y inversant donc par rapport aux autres parties de l'anneau magnétique. La bobine qui est extérieure par rapport à une telle structure interne n'est donc pas soumise à un champ homogène le long de sa circonférence, certaines parties de la bobine étant soumises à des champs inversés (dans les zones où les secteurs sont adjacents) par rapport à d'autres. Il en résulte que le champ global auquel est soumise la bobine sur toute sa circonférence est bien moindre que prévue. Cette inversion de champ se produisant même pour des secteurs adjacents venant au contact l'un de l'autre.

[0020] On comprend que cet effet est également présent pour une structure extérieure mais il est d'effet moindre du fait que cette fois, les lignes de champ interne sont convergentes vers l'intérieur, c'est-à-dire du côté de la bobine.

[0021] De plus, l'anneau de la structure interne est bien plus courbé (diamètre plus petit) que l'anneau de la structure externe et l'écart entre les directions des aimantations internes et les rayons (direction radiale idéale des lignes de champ) y est bien plus grand.

[0022] Ainsi, un moteur à structure interne seule a des

caractéristiques médiocres par rapport à un moteur à structure externe, ce dernier n'étant toutefois pas optimal du fait de la structure des lignes de champ. Or, le fait de combiner une structure externe et une structure interne améliore la qualité du champ dans lequel baigne la bobine, grâce à un effet de guidage réciproque des lignes de champ entre et dans ces deux structures. On a même pu montrer que est environ deux fois plus élevé que celui obtenu uniquement par une structure externe. Un tel gain est obtenu avec une quantité de matière magnétique bien moindre que ce qu'il aurait fallu employer pour un même résultat avec une seule structure soit externe, soit interne.

[0023] Ainsi, outre l'amélioration de la structure du champ magnétique dans lequel baigne la bobine, de son intensité, une économie en terme de poids et de coût est obtenue.

[0024] Enfin, la mise en oeuvre d'au moins une pièce ferromagnétique dans les conditions indiquées permet, d'une part, d'augmenter le champ global auquel est soumise la bobine par diminution des fuites en dehors du moteur et, d'autre part, de mieux contrôler la forme des extrémités du plateau de champ magnétique le long de la hauteur du moteur. De plus, ces pièces sont également utiles dans le cas de la mise en oeuvre de joints ferrofluides. En effet, ceux-ci se placent préférentiellement dans des zones à forte variation (gradient) du champ magnétique et qui sont à champ élevé.

[0025] Dans les explications qui ont été données et dans la suite on comprend que le qualificatif d'horizontal pour les champs intérieurs correspond à une vision en section d'un moteur et que globalement ces champs sont en réalité sensiblement radiaux par rapport à l'axe de symétrie du moteur.

[0026] La présente invention va maintenant être exemplifiée sans pour autant en être limitée avec la description qui suit en relation avec les figures suivantes concernant des mises en oeuvre relevant du champs des revendications ainsi que d'exemples techniques ne relevant pas dudit champs des revendications (figures 2, 5, 5a, 6a, 12, 13, 14, 15, 16, 17):

- la Figure 1 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues annulaires aimantées accolées, les directions d'aimantations intérieures sont axiales (verticales) et de sens opposés pour les deux bagues inférieure et supérieure, la direction d'aimantation intérieure de la bague intermédiaire (centrale) est radiale (horizontale) et de sens additif aux deux précédentes au regard de l'induction magnétique créée sur la bobine, complétée par la Figure 1A qui représente une partie de la section transversale A-A' du transducteur de la Figure 1 dans une construction composite des bagues;
- la Figure 2 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques ex-

- terne et interne de sections globalement carrées ou, ici, rectangulaires comprenant chacune un assemblage de trois bagues de sections triangulaires complémentaires (composite) accolées ou, de manière préférentielle, une bague unique (monobloc) dans laquelle la direction d'aimantation varie dans l'épaisseur du matériau de la bague monobloc, et deux bobines avec des sens de circulation du courant opposés;
- la Figure 3 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne de sections globalement carrées ou, ici, rectangulaires comprenant chacune cinq bagues de sections triangulaires complémentaires (composite) accolées ou, de manière préférentielle, une bague unique (monobloc) dans laquelle la direction d'aimantation varie dans l'épaisseur du matériau de la bague monobloc ;
 - la Figure 4 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne semblables à celles de la Figure 3 mais dans lequel trois bobines à sens de circulation du courant alternés d'une bobine à l'autre (les deux bobines extrêmes ont le même sens de circulation qui est opposé au sens de circulation du courant dans la bobine intermédiaire);
 - la Figure 5 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne résultant d'une combinaison d'une variante de moyens mis en oeuvre à la Figure 2 avec pour la structure magnétique interne trois bagues de sections triangulaires et pour la structure magnétique externe deux anneaux d'aimantation radiale (horizontale) accolés, un anneau d'aimantation axiale (verticale) les enserrant extérieurement, une autre variante de la structure magnétique externe étant représentée Figure 5a ;
 - la Figure 6 qui représente schématiquement un transducteur avec une structure magnétique externe correspondant à une variante de moyens mis en oeuvre à la Figure 5 pour la structure magnétique externe et une autre variante Figure 6a;
 - la Figure 7 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques interne et externe correspondant à des variantes de moyens mis en oeuvre à la Figure 4 et avec trois bobines à sens de parcours du courant alternés (les deux bobines extrêmes ont le même sens de circulation qui est opposé au sens de circulation du courant dans la bobine intermédiaire) ;
 - la Figure 8 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques interne et externe dérivées de celles de la Figure 3 mais les aimants supérieurs et inférieurs externes et internes étant omis ;
 - la Figure 9 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues annulaires aimantées, les directions d'aimantations étant radiales (horizontales) et de même sens pour les deux bagues inférieure et supérieure, la direction d'aimantation de la bague intermédiaire (centrale) étant radiale (horizontale) mais de sens opposé aux deux précédentes, complétée par la Figure 9A qui représente une partie de la section transversale A-A' du transducteur de la Figure 9;
 - la Figure 10 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne résultant d'une variante de moyens mis en oeuvre à la Figure 4 avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues aimantées accolées, les directions d'aimantations intérieures sont axiales (verticales) et de sens opposés pour les deux bagues inférieure et supérieure, la direction d'aimantation intérieure de la bague intermédiaire (centrale) est radiale (horizontale) et de sens additif aux deux précédentes au regard de l'induction magnétique créée sur la bobine, ainsi qu'avec quatre plaques ferromagnétiques disposées, deux, sur les bagues supérieures et, deux, sous les bagues inférieures et deux plaques ferromagnétiques de structure magnétique interne aux coins des extrémités supérieure et inférieure de la bague intermédiaire interne vers l'espace libre vertical;
 - la Figure 11 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne résultant d'une variante de moyens mis en oeuvre aux Figures 8 et 10 avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues aimantées accolées, les directions d'aimantations intérieures sont axiales (verticales) et de sens opposés pour les deux bagues inférieure et supérieure, la direction d'aimantation intérieure de la bague intermédiaire (centrale) est radiale (horizontale) et de sens additif aux deux précédentes au regard de l'induction magnétique créée sur la bobine, ainsi qu'avec, coté structure magnétique interne, deux plaques ferromagnétiques disposées sur et sous respectivement les bagues supérieure et inférieure et deux plaques ferromagnétiques aux coins des extrémités supérieure et inférieure de la bague intermédiaire interne vers l'espace libre vertical ;
 - la Figure 12 qui représente schématiquement un transducteur avec une structure magnétique externe comprenant deux aimants permanents annulaires écartés dont les sens d'aimantation verticaux sont contraires, et une structure magnétique interne qui comprend aussi deux aimants permanents annulaires écartés dont les sens d'aimantation verticaux sont contraires entre eux, et pour chacun d'eux contraire au sens de l'aimant extérieur en vis-à-vis ;
 - la Figure 13 qui s'apparente à la mise en oeuvre de la Figure 12 et comprend en outre des pièces ferromagnétiques à type de plaques annulaires, en de-

hors des plans délimitant la bobine au repos et dans ses déplacements normaux (zone d'excursion normale) ;

- la Figure 14 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune une bague de section trapézoïdale à sommet orienté vers l'espace libre vertical et deux bobines avec des sens de circulation du courant opposés;
- la Figure 15 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne résultant d'une combinaison de variantes de moyens et dans lequel la structure magnétique externe comprend trois anneaux magnétiques séparés par des entretoises amagnétiques et la structure magnétique interne comprend deux anneaux magnétiques ;
- la Figure 16 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune un anneau d'aimantation radiale (horizontale) ;
- la Figure 17 qui représente schématiquement un transducteur avec des structures magnétiques externe et interne résultant d'une combinaison de variantes de moyens et dans lequel la structure magnétique externe comprend trois anneaux magnétiques séparés par des entretoises amagnétiques et la structure magnétique interne comprend deux anneaux magnétiques.

[0027] Dans la description qui est faite de l'invention, on comprend que des moyens permettant de maintenir dans une relation fixe les éléments du transducteur entre eux, notamment les aimants et la/les bobines sur le mandrin qui est toutefois mobile selon une direction verticale dans l'espace libre vertical, sont mis en oeuvre. Dans le cas d'une application à un haut-parleur ces moyens sont une carcasse supportant les aimants et qui est dans un matériau amagnétiques (non magnétique, non ferromagnétique) et, de préférence en alliage léger ou matière plastique et, notamment, de préférence, électriquement isolant. On notera que la carcasse n'a pas toujours été représentée sur certaines de ces Figures afin de les simplifier.

[0028] Les moyens maintenant le mandrin sont classiques à type de suspension directe ou non à la carcasse et dans ce dernier cas par l'intermédiaire d'une membrane cône ou dôme. Pour les dessins, on a considéré l'application du transducteur à un haut-parleur et on n'y a pas représenté en détail tous les éléments du haut-parleur pour simplifier lesdits dessins. En pratique, on y a représenté une section en plan vertical de haut-parleur à dôme, partie gauche seulement, plan passant par l'axe vertical de symétrie circulaire du mandrin, le dôme étant vers le haut, ainsi que la suspension (« spider » ou dispositif de guidage du mandrin) directe à la carcasse, qu'une partie du dôme et de la suspension du dôme afin de visualiser la structure magnétique externe éventuel-

lement complétée par une structure magnétique interne. L'invention peut toutefois s'appliquer à d'autres types de haut-parleurs, notamment à cône.

[0029] Comme on l'a indiqué, la structure magnétique interne peut être du type anneau (bague ouverte au centre du haut-parleur, le long de l'axe vertical de symétrie) ou du type pastille (corps plein) pour des champs verticaux. Si dans le cas où des aimants à sens de champ intérieur vertical, il est simple de fabriquer une pastille, la réalisation d'une pastille avec sens de champ intérieur horizontal peut être difficile voire impossible à réaliser simplement et dans ce cas on préfère utiliser une structure magnétique interne à type d'anneau, c'est-à-dire ouverte au centre de la structure. Toutefois, dans des variantes à disposition de champ intérieur plus complexes, par exemple horizontal aux extrémités haute et basse et vertical en intermédiaire, on envisage une structure type pastille, la partie centrale ayant un champ essentiellement vertical. Une telle configuration peut correspondre à un barreau (pastille) cylindrique central avec ses deux extrémités au contact des aimants à champs intérieur horizontaux (bague ou quasi-bague), effilées, les faces des aimants à champ intérieur horizontaux étant inclinées pour venir au contact de l'extrémité effilée, face polaire contre face polaire (chaque aimant à sens particulier de champ intérieur peut être monobloc ou être composite : par exemple pour le central assemblage d'un aimant barreau à deux aimants cônes d'extrémité).

[0030] On comprend que les difficultés précédemment indiquées concernent principalement la réalisation d'aimants monolithiques (=monobloc, c'est-à-dire d'une seule pièce) pour les anneaux et surtout les pastilles. L'invention peut également être mise en oeuvre avec des anneaux et pastilles composites formés d'un assemblage d'aimants élémentaires qui sont plus simples à réaliser individuellement (voir par exemple la Figure 1A avec ses assemblages d'aimants élémentaires pour former les anneaux externe et interne). Ainsi, selon les besoins (facilité, coût...) on peut réaliser un anneau à champ intérieur radial (horizontal) qui soit monolithique, soit composite. Il en est de même pour l'ensemble des aimants d'une structure (externe ou interne) qui peut être monolithique ou composite. Toutefois, dans ce dernier cas, on comprend que le choix du monolithique se fera pour les structures les plus simples car dans les structures plus complexes il s'agit d'obtenir des orientations différentes de champs magnétiques intérieurs selon des zones particulières et ceci dans toute la forme cylindrique de la structure.

[0031] Sur la Figure 1, un haut-parleur circulaire vu latéralement en coupe verticale passant par l'axe de symétrie central vertical représenté par un trait vertical discontinu sur la partie droite de la figure, permet de voir une bobine 2 au repos montée sur un mandrin 12 tubulaire relié à la membrane 1 et à une suspension de guidage (ou « spider ») permettant de faire en sorte que le mandrin puisse se déplacer verticalement entre les aimants dans un espace libre vertical. Le mandrin est

baigné dans un champ magnétique comprenant plusieurs zones de champ. Les aimants ont chacun une forme de bague circulaire à section sensiblement carrée ou rectangulaire. Au repos, la bobine 2 baigne dans une zone de champ intermédiaire. De préférence, les bagues sont monobloc mais dans une variante, elles peuvent être composites par assemblage de petits aimants répartis le long de la circonférence de la bague. Les aimants sont montés et fixés sur des bras 4 et 4' d'une carcasse réalisée dans un matériau amagnétique et par exemple une matière plastique.

[0032] Les aimants peuvent être noyés (entièrement recouverts) ou non (au contact seulement ou partiellement recouverts) dans le matériau. Une ouverture 5 (optionnelle) est ici réalisée dans la carcasse pour laisser un débattement suffisant au mandrin si cela est nécessaire et/ou équilibrer les pressions d'air. La bobine 2 sur le mandrin 12 va être amenée à se déplacer hors de la zone intermédiaire de champ où elle se déplace selon un libre parcours vers des zones haute et basse d'inversion de champ où la force résultante pour un sens de courant donné diminuera et s'inversera par rapport à celle qui était produite dans la zone intermédiaire.

[0033] Sur la Figure 1, pour la structure magnétique externe, trois aimants sont employés : un aimant supérieur externe 14 à champ intérieur vertical, un aimant inférieur externe 16 à champ intérieur vertical et un aimant intermédiaire externe 15 à champ intérieur horizontal entre les deux précédents. Pour la structure magnétique Interne trois aimants sont employés : un aimant supérieur interne 17 à champ intérieur vertical, un aimant inférieur interne 19 à champ intérieur vertical et un aimant intermédiaire interne 18 à champ intérieur horizontal entre les deux précédents. Les sens des champs intérieurs sont tels qu'il n'y a pas d'opposition de champ magnétique pouvant réduire l'intensité du champ magnétique dans l'espace libre vertical. Sur la Figure 1, l'épaisseur horizontale de chaque aimant intermédiaire est inférieure à la largeur horizontale de l'aimant supérieur ou inférieur correspondant mais, dans une variante non représentée, l'épaisseur peut être égale, voir supérieure, à la largeur des aimants supérieur ou inférieur. Trois zones de champ sont créées dans l'espace libre vertical, une zone supérieure à premier sens de champ horizontal, une zone intermédiaire à second sens de champ horizontal opposé au premier sens et une zone de champ inférieur à premier sens horizontal. Une bobine 2 sur mandrin 12 est disposée dans l'espace libre vertical sensiblement au niveau des aimants intermédiaires 15, 18 dans la zone de champ intermédiaire.

[0034] Dans une variante non représentée, au lieu d'être au contact, les aimants supérieur, intermédiaire et inférieur sont séparés sans toutefois que plus de trois zones de champ magnétique de sens de champ alternés soient créés dans l'espace libre vertical. Enfin, notamment sur la Figure 1, l'aimant intermédiaire 15 ou 18 de la bague centrale peut être réalisé par assemblage d'une pluralité de secteurs de section triangulaire complémen-

taires.

[0035] La Figure 1A, coupe selon A-A' et vue de dessus, permet de voir la structure schématique des anneaux magnétiques externe 15 et interne 18 ici composites et formés d'un assemblage circulaire d'aimants permanents élémentaires selon l'orientation radiale (horizontale) indiquée des champs magnétiques internes. De préférence, ces aimants sont pris dans la matière des bras 4 et 4' de la carcasse, ce qui permet leur maintien en place. Dans une variante, ces aimants sont collés sur lesdits bras.

[0036] Figure 2 les structures aimantées externe et interne à section globalement carrée ou rectangulaire comme représenté, sont composites car formées de l'assemblage bord à bord d'anneaux aimantés de section pyramidale et/ou rectangulaire ayant des sens de champ interne particuliers. Les aimants supérieurs externe 22 et interne 25 ont un même sens de champ intérieur horizontal. Les aimants inférieurs externe 24 et interne 27 ont un même sens de champ intérieur horizontal opposé à celui des supérieurs 22, 25. Les aimants intermédiaires externe 23 et interne 26 ont des sens de champ intérieur verticaux opposés. Deux zones de champ magnétique horizontal de sens inverse sont créées dans l'espace libre vertical dans lequel baigne le mandrin portant deux bobines 2 à sens de circulation de courant opposés. Chaque bobine est disposée dans le champ horizontal supérieur ou inférieur respectif en relation avec les aimants supérieur et inférieur respectifs. Les faces de sortie de champ magnétique de deux aimants d'une structure qui sont en contact se recouvrent totalement et sont de signe contraire. Dans cet exemple, l'aimant externe intermédiaire a une section triangulaire tronquée et l'aimant interne intermédiaire a une section triangulaire.

[0037] Figure 3 les structures aimantées externe et interne à section globalement carrée ou rectangulaire comme représenté, sont composites car formées de l'assemblage bord à bord d'anneaux aimantés de section pyramidale et/ou rectangulaire ayant des sens de champ interne particuliers. Les aimants supérieurs externe 28 et interne 33 ont un même sens de champ intérieur horizontal. Les aimants inférieurs externe 32 et interne 37 ont un même sens de champ intérieur horizontal de même sens que celui des supérieurs 28, 33. Les aimants centraux externe 30 et interne 35 ont un même sens de champ intérieur horizontal opposé au sens des aimants supérieurs 28, 33 ou inférieurs 32 ou 37. Les aimants intermédiaires hauts externe 29 et interne 34 ont des sens de champ intérieur verticaux opposés. Les aimants intermédiaires bas externe 31 et interne 36 ont des sens de champ intérieur verticaux opposés. Les sens de champ intérieur des aimants extérieurs intermédiaires haut et bas sont opposés. Les faces de sortie de champ magnétique de deux aimants d'une structure qui sont en contact se recouvrent totalement et sont de signe contraire. Trois zones de champ magnétique horizontaux de sens alternés sont créés dans l'espace libre vertical dans lequel baigne le mandrin 12 portant la bobine 2: champs

magnétiques supérieur, central et inférieur. La bobine au repos est dans le champ magnétique central.

[0038] Le dispositif de la Figure 4 dérive de celui de la Figure 3 mais trois bobines faisant circuler le courant dans des sens alternativement opposés d'une bobine à l'autre sur la hauteur du mandrin, sont mises en oeuvre : un premier sens de courant pour la bobine supérieure placée au repos dans le champ magnétique supérieur, un second sens de courant opposé au premier pour la bobine centrale placée au repos dans le champ magnétique central, le premier sens de courant pour la bobine inférieure placée au repos dans le champ magnétique inférieur.

[0039] On remarque qu'il est possible de combiner des modes de réalisation entre-eux du moment qu'ils sont compatibles du point de vue du nombre et des sens (et hauteur) des champs magnétiques créés dans l'espace libre vertical par chacune des structures magnétiques, de telles variantes restant dans le cadre de la présente invention.

[0040] Figure 5, la structure magnétique externe comporte un aimant externe supérieur 42 et un aimant externe inférieur 44 à sens de champ intérieur horizontal opposés et, latéralement, vers l'extérieur, un aimant latéral externe 43 à sens de champ vertical et de hauteur inférieure à celle totale des aimants supérieur 42 et inférieur 44 afin que le champ puisse boucler à l'extérieur entre ces trois aimants. Dans une variante non représentée, les aimants supérieur et inférieur peuvent être écartés l'un de l'autre. Une variante de la structure externe est représentée Figure 5a où l'aimant latéral externe 43 est ici composite et formé de l'accolement de deux aimants à section prismatique triangulaire 49 et 49' selon les sens de champ indiqués par rapport aux aimants supérieur 48 et inférieur 50. La structure magnétique interne est du type de celle mise en oeuvre à la Figure 2 avec un aimant supérieur interne 45, intermédiaire interne 46 et inférieur interne 47. Les aimants supérieurs interne et externe de même sens horizontal de champ interne sont sensiblement en vis-à-vis de par et d'autre de l'espace libre vertical. Les aimants inférieurs interne et externe de même sens horizontal de champ interne sont sensiblement en vis-à-vis de part et d'autre de l'espace libre vertical. Les sens de champ intérieurs sont tels que deux zones de champ magnétique (d'intensité maximale par rapport à d'autres configurations de sens de champs internes des aimants) sont créées dans l'espace libre vertical avec un champ supérieur et un champ inférieur. Le mandrin 12 porte deux bobines 2 qui font circuler le courant dans des sens opposés, la bobine supérieure étant dans le champ supérieur et la bobine inférieure dans le champ inférieur.

[0041] Le dispositif de la Figure 6 met en oeuvre la structure magnétique externe de la Figure 5 dans une variante simplifiée sans structure magnétique interne. Ainsi, la structure magnétique externe comporte un aimant externe supérieur 42 et un aimant externe inférieur 44 à sens de champ intérieur horizontal opposés

et, latéralement, vers l'extérieur un aimant externe intermédiaire 43 à sens de champ vertical dont la hauteur est ici inférieure à celle totale des aimants supérieur 42 et inférieur 44 mais qui, dans des variantes non représentées, peut être de hauteur égale, voire supérieure. Dans une variante de la structure externe qui est représentée sur la Figure 6a, les aimants supérieur 42' et inférieur 44' sont écartés l'un de l'autre et l'aimant intermédiaire 43' est disposé latéralement pour rebouclage du champ.

[0042] La Figure 7 donne une variante de la Figure 4 dans laquelle les aimants intermédiaires sont composites et formés d'assemblages bord à bord de faces de sortie de champ d'anneaux à section prismatique triangulaire et sens de champ intérieur obliques. Par exemple, l'aimant intermédiaire haut est formé d'un premier aimant anneau 53 accolé à un second aimant anneau 54

[0043] Figure 8 est dérivée de la Figure 3 en ce que les aimants supérieurs et inférieurs internes et externes sont omis. Les structures aimantées externe et interne qui sont alors à section triangulaire tronquée comme représenté, sont composites car formées de l'assemblage bord à bord d'anneaux aimantés de section triangulaire ou triangulaire tronquée et/ou rectangulaire ayant des sens de champ interne particuliers. Les aimants supérieurs externe 29' et interne 34' ont des sens de champs intérieurs verticaux opposés. Les aimants inférieurs externe 31' et interne 36' ont des sens de champs intérieurs verticaux opposés, les sens des aimants supérieur et inférieur étant en outre opposés pour une même structure externe (sens 29' opposé à 31') ou interne (sens 34' opposé à 36'). Les aimants centraux externe 30' et interne 35' ont un même sens de champ intérieur horizontal. Trois zones de champ magnétique horizontaux de sens alternés sont créés dans l'espace libre vertical dans lequel baigne le mandrin 12 portant la bobine 2: champs magnétiques supérieur, central et inférieur.

[0044] Dans une variante, trois bobines à sens de circulation de courant alterné d'une bobine à l'autre peut être mise en oeuvre, chaque bobine étant dans une des zones de champ dans l'espace libre vertical, les deux bobines extrêmes ayant un même sens de circulation de courant.

[0045] Figure 9, extérieurement trois aimants sont employés : un aimant supérieur externe 55 à champ intérieur horizontal (radial), un aimant inférieur externe 57 à champ intérieur horizontal et un aimant intermédiaire externe 56 à champ intérieur horizontal entre les deux précédents. Intérieurement trois aimants sont employés : un aimant supérieur interne 58 à champ intérieur horizontal, un aimant inférieur interne 60 à champ intérieur horizontal et un aimant intermédiaire interne 59 à champ intérieur horizontal entre les deux précédents. Les sens des champs intérieurs horizontaux des aimants supérieurs 55, 58 et inférieurs 57, 60 extérieurs et intérieurs sont identiques et opposés aux sens des champs intérieurs horizontaux des aimants intermédiaires 56, 59 extérieurs et intérieurs. Sur la Figure 9, outre la disposition, la largeur horizontale de chaque aimant intermé-

diaire est inférieure à la largeur horizontale des aimants supérieur et inférieur correspondants. Dans une variante, les largeurs peuvent être égales, voire la largeur de l'aimant intermédiaire supérieure aux autres largeurs car le bouclage du champ se fait par des faces de sortie parallèles des aimants, donc non en contact. Dans une variante permettant de canaliser les champs magnétiques on peut disposer sur la face de la structure magnétique opposée à celle bordant l'espace libre vertical, une paire de deux aimants accolés du type de ceux 49 et 49' de la Figure 5a, les signes des faces polaires au contact étant contraires, l'aimant intermédiaire 56 ou 59 partageant son champ entre un des aimants de chaque paire. Dans ce dernier cas, la face correspondante de la structure magnétique sera indentée.

[0046] Trois zones de champ sont créées dans l'espace libre vertical, une zone supérieure à premier sens de champ horizontal, une zone intermédiaire à second sens de champ horizontal opposé au premier sens et une zone de champ inférieur à premier sens horizontal. Une bobine 2 sur mandrin 12 est disposée au repos dans l'espace libre vertical sensiblement au niveau des aimants intermédiaires 15, 18 dans la zone de champ intermédiaire. Dans une variante, trois bobines à sens de circulation de courant alterné (même sens de circulation de courant pour champs supérieur et inférieur, sens inverse pour champ intermédiaire) sont disposées dans l'espace libre vertical, chaque bobine au repos étant dans une des zones de champ.

[0047] La Figure 9A, coupe selon A-A' et vue de dessus, permet de voir la structure schématique des anneaux magnétiques externe 56 et interne 59 ici composites et formés d'un assemblage circulaire d'aimants permanents élémentaires selon l'orientation radiale des champs magnétique indiquée. De préférence, ces aimants sont pris dans la matière des bras 4 et 4' de la carcasse, ce qui permet leur maintien en place. Dans une variante, ces aimants sont collés sur lesdits bras.

[0048] Le dispositif de la Figure 10 résulte d'une variante de moyens mis en oeuvre à la Figure 1 avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues aimantées accolées, les directions d'aimantations intérieures sont axiales (verticales) et de sens opposés pour les deux bagues inférieure 68/71 et supérieure 66/69 d'une même structure (interne ou externe respectivement) tandis qu'elles sont de directions opposées pour les bagues supérieures, respectivement inférieures, des structures interne et externe. La direction d'aimantation intérieure des bagues intermédiaires 67/70 (centrales) est radiale (horizontale) et de sens additif aux deux précédentes au regard de l'induction magnétique créée sur la bobine et de même sens pour les structures interne et externe. Le dispositif de la Figure 10 comporte en outre quatre plaques en forme de couronnes plates, ferromagnétiques, disposées, deux 72, 74, sur les bagues supérieures 66, 69 et, deux 73, 75, sous les bagues inférieures 68, 71. La structure magnétique interne comporte en outre deux plaques 76, 77 en

forme de couronnes plates, ferromagnétiques, aux coins des extrémités supérieure et inférieure de la bague intermédiaire interne et vers l'espace libre vertical. On peut noter que l'épaisseur de l'aimant intermédiaire interne 70 est inférieure à la largeur des aimants supérieur 69 et inférieur 71 internes et que les deux plaques de coins 76, 77, viennent s'appliquer contre une partie des faces de sortie de champ intérieur des aimants supérieur et inférieur. Les plaques ferromagnétiques 72, 74 et respectivement 73, 75 sont sensiblement en vis-à-vis de part et d'autre de l'espace libre vertical. Les plaques ferromagnétiques 72, 73, 74, 75, 76, 77 sont débordantes dans l'espace libre vertical. Les plaques ferromagnétiques 72, 73, 74, 75, 76, 77 sont telles qu'elles sont saturées par le champ magnétique ce qui les fait se comporter pratiquement comme des éléments amagnétiques du point de vue de la perméabilité magnétique.

[0049] Le dispositif de la Figure 11 résulte d'une variante de moyens mis en oeuvre aux Figures 8 et 10 avec des structures magnétiques externe et interne comprenant chacune trois bagues aimantées accolées. La structure magnétique externe est du type de celle de la Figure 8 (mais avec des champs intérieurs inversés). La structure magnétique interne est du type de celle de la Figure 10. Les directions d'aimantations intérieures sont axiales (verticales) et de sens opposés pour les deux bagues inférieure 80/83 et supérieure 78/81 d'une même structure (interne ou externe respectivement) tandis qu'elles sont de directions opposées pour les bagues supérieures, respectivement inférieures, des structures interne et externe. La direction d'aimantation intérieure des bagues intermédiaires (centrales) 79/82 est radiale (horizontale) et de sens additif aux deux précédentes au regard de l'induction magnétique créée sur la bobine et de même sens pour les structures interne et externe. Les aimants de la structure magnétique externe de section globalement triangulaire tronquée sont de sections complémentaires triangulaires (ou triangulaires tronquées). Les aimants de la structure magnétique interne de section globalement rectangulaire (voire carrée) sont de sections complémentaires rectangulaires ou carrées. Des plaques ferromagnétiques du type de celles de la Figure 10 pour la structure interne sont mises en oeuvre. Ces plaques ferromagnétiques 84, 85, 86, 87 sont telles qu'elles sont saturées par le champ magnétique ce qui les fait se comporter pratiquement comme des éléments amagnétiques du point de vue de la perméabilité magnétique.

[0050] Sur la Figure 12, un haut-parleur circulaire vu latéralement en coupe verticale passant par l'axe de symétrie central vertical représenté par un trait vertical discontinu sur la partie droite de la figure, permet de voir une bobine 2 au repos montée sur un mandrin 12 tubulaire relié à la membrane 1 et à une suspension de guidage (ou « spider ») permettant de faire en sorte que le mandrin puisse se déplacer verticalement entre quatre aimants dans un espace libre vertical, deux aimants externes, un supérieur (ou haut) externe 6 et un inférieur (ou bas) externe 10 à sens de champ intérieur verticaux

et opposés et deux aimants internes, un supérieur (ou haut) interne 7 et un inférieur (ou bas) interne 11 à sens de champ intérieur verticaux et opposés. Les aimants supérieurs externe 6 et interne 7 ont des sens de champ intérieur opposés et le mandrin est donc baigné dans un champ magnétique comprenant trois zones de champ, deux zones haute et basse de même sens horizontal de champ magnétique et une zone intermédiaire de sens horizontal inversé par rapport aux deux précédents. Les aimants ont chacun une forme de bague circulaire à section sensiblement carrée ou rectangulaire. Au repos, la bobine 2 baigne dans la zone de champ intermédiaire. De préférence, les bagues sont monobloc mais dans une variante, elles peuvent être composites par assemblage de petits aimants répartis le long de la circonférence de la bague.

[0051] Les aimants supérieur et inférieur, intérieur et extérieur sont séparés par un intervalle 8 pour l'extérieur et un intervalle 9 pour l'intérieur. Les aimants sont montés et fixés sur des bras 4 et 4' d'une carcasse réalisée dans un matériau amagnétique et par exemple une matière plastique. Les intervalles 8 et 9 comprennent ici une telle matière mais ils peuvent également comporter un alliage léger ou du cuivre, voire rester libre de matière. Les aimants peuvent être noyés (entièrement recouverts) ou non (au contact seulement ou partiellement recouverts) dans le matériau. Une ouverture 5 (optionnelle) est ici réalisée dans la carcasse pour laisser un débattement suffisant au mandrin si cela est nécessaire et/ou équilibrer les pressions d'air. La bobine 2 sur le mandrin 12 va être amenée à se déplacer hors de la zone intermédiaire de champ où elle se déplace selon un libre parcours vers des zones haute et basse d'inversion de champ où la force résultante pour un sens de courant donné diminuera et s'inversera par rapport à celle qui était produite dans la zone intermédiaire.

[0052] Le dispositif de la Figure 13 s'apparente à celui de la Figure 12 mais avec en plus des plaques 13 en formes de couronnes et en matériau ferromagnétique sur le haut des aimants supérieur externe 6' et supérieur interne 7' et sur le bas des aimants inférieur externe 10' et inférieur interne 11'. De plus, ici, le matériau amagnétique (représenté ici différent entre les parties extérieure et intérieure du moteur) ne remplit pas totalement les intervalles externe 8' et interne 9'. Les plaques ferromagnétiques sont disposées sur les faces de sortie de champ des aimants et les recouvrent en totalité (plaques hautes) ou partiellement (plaques basses). Ces plaques qui sont des pièces ferromagnétiques dans le moteur (et qui dans tous les cas où elles sont présentes ne sont jamais étendues entre le volume externe et le volume interne) ne modifient que très peu, voire d'une manière négligeable, l'inductance de la bobine (ou des bobines selon les variantes possibles du moteur) car lesdites pièces ferromagnétiques sont saturées par le champ magnétique et leurs propriétés perméabilité magnétique sont alors proches de celles de matériaux amagnétiques.

[0053] Les aimants supérieurs (idem pour les infé-

rieurs) externe et interne sont disposés à des hauteurs telles qu'ils sont sensiblement en vis-à-vis de part et d'autre du mandrin mais un peu plus décalés par rapport à ceux de la Figure 12. Trois zones de champ sont également créées dans l'espace libre vertical et la bobine 2 au repos est disposée dans la zone intermédiaire. Lors de ses déplacements normaux (excursion normale) la bobine n'arrive pas à la hauteur des plaques. La présence des plaques 13 ne modifie sensiblement pas la valeur de l'inductance de la bobine au repos immobilisée dans le moteur ou s'il y a modification celle-ci ne va pas au-delà de 2 fois et pas en dessous de 0,5 fois la valeur d'inductance de la même bobine libre, isolée, dans l'espace.

[0054] Figure 14, seulement deux aimants 20 et 21 à type de bagues à section trapézoïdale et deux bobines avec des sens de circulation de courant opposés sont mis en oeuvre. Chaque bobine est disposée au repos au niveau de la surface (bord sur la coupe de la Figure 14) inclinée supérieure ou inférieure respective dans l'espace libre vertical.

[0055] Le dispositif de la Figure 15 résulte d'une combinaison de variantes des structures magnétiques présentées précédemment. Pour la structure magnétique externe, trois aimants sont mis en oeuvre mais les aimants supérieur 38, intermédiaire 39 et inférieur 40 sont séparés par un matériau amagnétique 41. La structure magnétique interne s'apparente à celle de la Figure 12. On voit donc qu'avec cet exemple, il est possible de combiner des modes de réalisation entre-eux du moment qu'ils sont compatibles du point de vue du nombre et des sens (et hauteur) des champs magnétiques créés dans l'espace libre vertical par chacune des structures magnétiques, de telles variantes restant dans le cadre de la présente invention.

[0056] La Figure 16 donne une variante simplifiée avec deux aimants anneaux à section sensiblement rectangulaire, un externe 51 et un interne 52 à même sens de champ intérieur horizontal et une bobine 2. Trois zones de champ à sens alternés sont créées dans l'espace libre vertical.

[0057] Le dispositif de la Figure 17 résulte d'une combinaison de variantes des structures magnétiques présentées précédemment. Pour la structure magnétique externe, trois aimants sont mis en oeuvre mais les aimants supérieur 61, intermédiaire 62 et inférieur 63 sont séparés par un matériau amagnétique 41. Les champs magnétiques intérieurs des aimants supérieur et inférieur externes 61, 63 sont de même sens horizontal et de sens opposé à celui de l'aimant intermédiaire externe 62 horizontal. La structure magnétique interne s'apparente à celle de la Figure 12 avec un aimant interne supérieur 64 séparé d'un aimant interne inférieur 65 à champs intérieurs verticaux opposés. De part et d'autre de l'espace libre vertical où se trouve le mandrin 12 et la bobine 2, les champs intérieurs des aimants sont orientés afin que les trois champs (supérieur, intermédiaire, inférieur) créés dans ledit espace libre vertical soient maxi-

maux (s'additionnent). La bobine peut comporter un seul enroulement au niveau de l'aimant intermédiaire 62 comme représenté ou, dans une variante, trois enroulements à sens d'enroulement alternés (plus généralement qui alterne le sens de circulation du courant), deux de même sens sensiblement aux niveaux des aimants supérieur 61 et inférieur 63 externe et un de sens opposé au niveau de l'aimant intermédiaire 62 externe. On peut noter qu'étant donné que pour la structure magnétique externe, les faces polaires de sortie des aimants sont parallèles, la séparation des aimants par matériau amagnétique 41 n'est pas indispensable et qu'il y a moins de contrainte sur la largeur et l'épaisseur horizontale des aimants. Comme indiqué en variante pour la Figure 16 avec les moyens pour canaliser les champs magnétiques, on peut également ici en variante disposer sur la face de la structure magnétique opposée à celle bordant l'espace libre vertical, une paire de deux aimants accolés.

[0058] Enfin, dans toutes ces configurations de moteur, on peut mettre en oeuvre un liquide ferromagnétique (ferrofluide) dans l'espace libre vertical. Le liquide ferromagnétique a naturellement tendance à se disposer dans des zones où le champ magnétique est le plus élevé ou sa variation la plus forte formant un/des joints ferrofluides et peut, outre la dissipation thermique améliorée, jouer le rôle de joint d'étanchéité pneumatique (s'il est continu) entre l'avant et l'arrière de la membrane et, dans tous les cas (continu ou non) améliorer le guidage en translation du mandrin dans l'espace libre vertical jusqu'à permettre la suppression d'éléments de guidage mécaniques extérieurs du mandrin comme par exemple le bord de membrane et/ou « spider ». On met donc en oeuvre des moyens de concentration du champ magnétique dans la/les structures magnétiques, voire en dehors des structures magnétiques (permet d'utiliser des structures magnétiques de l'invention pouvant être utilisés avec ou sans ferrofluide -donc standardisées- et rajouts de moyens de concentration de champ magnétique pour utilisation de ferrofluide) aux niveaux où l'on souhaite des joints ferrofluides.

[0059] Le liquide ferromagnétique (ferrofluide) peut être disposé dans l'espace libre vertical de chaque côté du mandrin (joint bilatéral ou joints unilatéraux) mais dans des variantes il peut n'être disposé que d'un des côtés du mandrin (joint unilatéral) soit dans le volume interne, soit dans le volume externe.

[0060] L'utilisation de liquide ferromagnétique dans le moteur de l'invention est particulièrement intéressant car des zones de concentration de champ peuvent être créées dans l'espace libre vertical où le liquide ferromagnétique va se concentrer. En créant au moins deux zones de concentration de champ de part et d'autre de la bobine (ou des bobines ou, en outre, entre les bobines) on peut réaliser des joints ferrofluides de liquide ferromagnétique à différentes hauteurs du mandrin. Ces joints ferrofluides sont étendus horizontalement au minimum entre une des deux parois de l'espace libre vertical (struc-

ture magnétique) et la face correspondante du mandrin, formant un joint ferrofluide unilatéral (soit interne, soit externe), et au maximum, étendus horizontalement (au même niveau), d'un côté, entre une première des deux parois de l'espace libre vertical et la face correspondante du mandrin, et de l'autre côté, entre l'autre face du mandrin et la seconde paroi de l'espace libre vertical, formant un joint ferrofluide bilatéral.

[0061] De préférence, dans le cas d'au moins deux joints unilatéraux, ceux-ci sont soit, ensembles côté interne du mandrin, soit, ensembles côté externe du mandrin (on peut cependant dans une variante alterner les joints unilatéraux de chaque côté du mandrin). Le choix du côté du placement des joints unilatéraux peut être lié au fait que la bobine forme une excroissance sur le mandrin et donc que le mandrin devra être plus éloigné de la face bordant l'espace libre en regard de (coté de) la bobine pour que cette dernière ne frotte pas sur ladite face et on place alors les joints de l'autre côté (si la bobine est coté externe du mandrin, les joints seront coté interne du mandrin).

[0062] On comprend que ces joints (au minimum deux étagés le long du mandrin) assurent en eux-même un maintien et un double guidage du mandrin (fonction de guidage) dans l'espace libre vertical. Il est alors possible de supprimer les moyens de suspension classiquement utilisés dans les haut-parleurs que sont les bords et les « spiders » qui ont des fonctions de guidage, d'étanchéité et de rappel. En conséquence, un des joints ferrofluides devra être continu sur la circonférence du mandrin (joint unilatéral ou bilatéral) pour isoler pneumatiquement la partie arrière de la membrane (à l'intérieur du haut-parleur) de la partie avant de la membrane (qui correspond à l'environnement du haut-parleur) car dans un haut-parleur ayant une suspension à type de bord, ce bord joue le rôle d'isolation entre l'avant et l'arrière de la membrane en évitant un court-circuit acoustique entre les deux faces de la membrane. Une telle configuration sans bord et « spider » est préférentiellement mise en oeuvre dans un haut-parleur dont la membrane est un dôme (concave ou convexe ou association des deux). Lors des débattements du dôme, les moyens de confinement du champ magnétique dans l'entrefer qui sont dans la/les structures magnétiques interne et/ou externe (de préférence dans les deux en vis-à-vis) et qui sont fixes, restent efficaces pour assurer la cohérence structurelle des joints ferrofluides lors des déplacements du mandrin portant la bobine.

[0063] De préférence, chaque joint ferrofluide est, le long du pourtour du mandrin, dans un plan propre unique perpendiculaire à l'axe de symétrie du mandrin. Dans des alternatives/variantes, le joint le long du pourtour du mandrin peut dessiner une courbe contournée (sinusoïdale, triangulaire, frise carrée, rectangulaire...) et former un joint contourné. Dans ce dernier cas, étant donné qu'un même joint circule à différentes hauteurs long du pourtour du mandrin, un seul joint de ce type peut assurer un double guidage. Ces joints ferrofluides sont continus

(au moins un) ou discontinus. En outre dans des variantes, des segments de joint verticaux ou obliques peuvent être mis en oeuvre. Les moyens de confinement du champ sont adaptés en conséquence. On comprend que les parties sensiblement horizontales de joints dans des déformations du mandrin jouent un rôle prédominant de fonction de rappel, les parties (éventuelles) verticales ou obliques de joints dans des déformations du mandrin assurent un coulisement régulier du mandrin et une éventuelle fonction de rappel (selon la forme des déformations du mandrin notamment de leurs extrémités hautes et basses).

[0064] Enfin, si la mise en oeuvre de joints ferrofluide à fonction de guidage et d'étanchéité dans un haut-parleur à dôme sans suspension de type bord et « spider », est faite avec le moteur de l'invention, cette même mise en oeuvre peut également se faire avec un moteur classique à fer.

[0065] On comprend que les illustrations données de mise en oeuvre de l'invention sont indicatives et qu'il est possible d'utiliser des sens inversés d'aimants pour obtenir des résultats équivalents ou d'interchanger les structures magnétiques interne et/ou externe et/ou de combiner des structures magnétiques interne et externe de différents exemples décrits pour parvenir à des résultats équivalents.

[0066] En particulier, pour toutes les configurations asymétriques, c'est à dire dont les structures internes et externes ne sont pas semblables (symétriquement parlant), on comprend qu'il est possible des les inverser (inversion en miroir). Enfin, pour les sens et orientations de champs internes, les Figures données indiquent les structures donnant des résultats optimisés et il est donc préférable d'utiliser ces indications pour de meilleurs résultats, les autres configurations (autres que des inversions externe/interne en miroir) possibles étant moins performantes

Revendications

1. Transducteur électrodynamique avec une carcasse et dans lequel au moins une bobine (2) électrique placée dans un champ magnétique statique peut se déplacer autour d'une position de repos dans une zone d'excursion d'un espace libre vertical, la/les bobines étant enroulées et fixées sur un segment de cylindre droit vertical de section circulaire ou elliptique formant un mandrin (12), un moyen de rappel permettant de ramener le mandrin portant la/les bobines à la position de repos en l'absence de sollicitation extérieure, le cylindre droit délimitant un volume interne vers l'intérieur dudit cylindre et un volume externe vers l'extérieur dudit cylindre, **caractérisé en ce que** le champ magnétique est produit par une structure magnétique externe comportant au moins un aimant permanent fixe en forme d'anneau disposé dans le volume externe ainsi qu'une structure ma-

gnétique interne comportant au moins un aimant permanent fixe en forme d'anneau ou pastille disposé dans le volume interne, les structures magnétiques externe et interne étant sensiblement en vis-à-vis de part et d'autre de l'espace libre vertical, ledit moteur ne comportant aucune pièce ferromagnétique ou magnétique étendue entre le volume externe et le volume interne, aucune pièce ferromagnétique n'étant disposée dans le volume délimité par les plans horizontaux passant par les extrémités de la/des bobines en position de repos, la carcasse au moins dans sa partie maintenant fixe les aimants étant dans une matière non ferromagnétique et non magnétique, et **en ce que** le rapport R de la valeur de l'inductance L_p de la bobine en place au repos et bloquée dans le transducteur sur la valeur de l'inductance L_i de la même bobine libre, isolée, dans l'espace, soit $R=L_p/L_i$, a une valeur comprise entre 0,9 et 1,1 dans la bande de fréquence utile du transducteur, et

en ce qu'il comporte, disposés en vis-à-vis de chaque côté de l'espace libre vertical, un aimant intermédiaire (15, 18, 39, 67, 70, 82) fixe, et au-dessus dudit aimant intermédiaire, un aimant supérieur (6, 7, 6', 7', 14, 17, 38, 64, 66, 69, 81), et au-dessous dudit aimant intermédiaire, un aimant inférieur (10, 11, 10', 11', 16, 19, 40, 57, 60, 65, 68, 71, 83), et **en ce que** les aimants intermédiaires de part et d'autre de l'espace libre vertical ont un même sens horizontal de champ intérieur et

en ce que les aimants supérieurs et inférieurs de part et d'autre de l'espace libre vertical ont :

- soit des champs intérieurs verticaux et de sens opposés à la fois pour un même côté de l'espace libre vertical et pour les aimants supérieurs de part et d'autre de l'espace libre vertical et pour les aimants inférieurs de part et d'autre de l'espace libre vertical, de telle manière que le champ magnétique intermédiaire dans l'espace libre vertical soit de sens inversé par rapport au sens des deux champs magnétiques haut et bas dudit espace libre vertical pour bouclage maximum des lignes de champ,
- soit des champs intérieurs horizontaux et tous de même sens de champ intérieur opposé au sens du champ intérieur des aimants intermédiaires.

2. Transducteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rapport R reste compris entre 0,9 et 1,1 même en cas de présence d'une pièce ferromagnétique, car celle-ci est saturée par le champ magnétique et ses propriétés perméabilité magnétique sont alors proches de celles de matériaux amagnétiques.

3. Transducteur selon la revendication 1, **caractérisé**

en ce que le transducteur ne comporte aucune pièce ferromagnétique et que le rapport R est sensiblement égal à 1.

4. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** est un haut-parleur, ledit haut-parleur comportant des moyens tels que lors du déplacement vers le haut ou vers le bas du mandrin, déplacement produit par un courant de sens donné correspondant, le mandrin est freiné après un libre parcours autour de la position de repos, la force résultante diminuant et s'inversant pour le même sens de courant au-delà du libre parcours, la ou au moins l'une des bobines étant alors soumise à un champ magnétique de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique auquel elle était soumise précédemment et **en ce que** les aimants sont de sections sensiblement carrées ou rectangulaires. 5
5. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** est un haut-parleur, ledit haut-parleur comportant des moyens tels que lors du déplacement vers le haut ou vers le bas du mandrin, déplacement produit par un courant de sens donné correspondant, le mandrin est freiné après un libre parcours autour de la position de repos, la force résultante diminuant et s'inversant pour le même sens de courant au-delà du libre parcours, la ou au moins l'une des bobines étant alors soumise à un champ magnétique de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique auquel elle était soumise précédemment et **en ce qu'il** comporte dans la structure magnétique externe et/ou interne un anneau ou pastille composite à section globalement carrée ou rectangulaire formée d'un empilement d'aimants accolés entre eux, chaque aimant étant à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée et **en ce que** les faces polaires de sortie du champ intérieur adjacentes de deux aimants accolés sont de signes opposés, avec de haut en bas : 10
 - l'aimant supérieur (28, 33) à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, 15
 - un aimant intermédiaire haut (29, 34) à premier sens de champ intérieur vertical, 20
 - l'aimant intermédiaire dit central (30, 35) à second sens de champ intérieur horizontal opposé au premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace libre vertical, 25
 - un aimant intermédiaire bas (31, 36) à second sens de champ intérieur vertical opposé au premier sens de champ intérieur vertical, 30
 - l'aimant inférieur (32, 37) à premier sens de champ intérieur horizontal et dont la hauteur verticale diminue lorsque l'on s'éloigne de l'espace 35

libre vertical, le transducteur ayant une bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur de l'aimant central ou trois bobines à sens de circulation de courant alterné disposées au repos respectivement sensiblement à la hauteur des aimants supérieur, intermédiaire dit central et inférieur respectivement.

6. Transducteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les aimants intermédiaires haut et bas sont constitués d'un assemblage de deux aimants à section prismatique et notamment triangulaire ou triangulaire tronquée (53, 54). 10
7. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** est un haut-parleur, ledit haut-parleur comportant des moyens tel que lors du déplacement vers le haut ou vers le bas du mandrin, déplacement produit par un courant de sens donné correspondant, le mandrin est freiné après un libre parcours autour de la position de repos, la force résultante diminuant et s'inversant pour le même sens de courant au-delà du libre parcours, la ou au moins l'une des bobines étant alors soumise à un champ magnétique de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique auquel elle était soumise précédemment et qu'il comporte d'une part, dans la structure magnétique externe de section sensiblement triangulaire tronquée, verticalement, l'aimant supérieur externe (29') séparé de l'aimant inférieur externe (31') par un intervalle externe, aimants externes supérieur et inférieur ayant des formes d'anneaux à section triangulaire ou triangulaire tronquée dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne de section sensiblement triangulaire tronquée, verticalement, l'aimant supérieur interne (34') séparé de l'aimant inférieur interne (36') par un intervalle interne, aimants internes supérieur et inférieur ayant des formes d'anneaux à section triangulaire dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne et externe (29', 34') étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens opposés de champ intérieur, les aimants inférieurs interne et externe (31', 36') étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens opposés de champ intérieur, la hauteur de l'intervalle augmentant lorsque l'on se rapproche de l'espace libre vertical, l'aimant intermédiaire externe (30') fixe ayant une forme d'anneau à section triangulaire étant disposé dans l'intervalle externe et l'aimant intermédiaire interne (35') fixe ayant une forme d'anneau à section triangulaire étant disposé dans l'intervalle interne, les sens des champs intérieurs des aimants intermédiaires externe et interne étant identiques et horizontaux, les aimants intermédiaire, supérieur et inférieur correspondants, soit 40

aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant complémentaires accolés, le transducteur ayant au moins une bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des aimants intermédiaires.

8. Transducteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** est un haut-parleur, ledit haut-parleur comportant des moyens tels que lors du déplacement vers le haut ou vers le bas du mandrin, déplacement produit par un courant de sens donné correspondant, le mandrin est freiné après un libre parcours autour de la position de repos, la force résultante diminuant et s'inversant pour le même sens de courant au-delà du libre parcours, la ou au moins l'une des bobines étant alors soumise à un champ magnétique de sens inversé par rapport au sens du champ magnétique auquel elle était soumise précédemment et **en ce qu'il** comporte d'une part, dans la structure magnétique externe, verticalement, l'aimant supérieur externe (66) séparé de l'aimant inférieur externe (68) par un intervalle externe, aimants externes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, d'autre part, dans la structure magnétique interne, verticalement, l'aimant supérieur interne (69) séparé de l'aimant inférieur interne (71) par un intervalle interne, aimants internes dont les champs intérieurs sont verticaux et de sens opposés, les aimants supérieurs interne (69) et externe (66) étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, les aimants inférieurs interne (71) et externe (68) étant sensiblement à la même hauteur de part et d'autre de l'espace libre vertical et de sens de champ interne opposés, l'aimant intermédiaire externe (67) étant disposé dans l'intervalle externe et l'aimant intermédiaire interne (70) étant disposé dans l'intervalle interne, les aimants intermédiaires interne et externe ayant un même sens horizontal de champ interne, les aimants intermédiaire, supérieur et inférieur correspondants, soit aimants extérieurs, soit aimants intérieurs, étant accolés entre eux et étant des anneaux de section sensiblement carrée ou rectangulaire, le transducteur n'ayant qu'une seule bobine disposée au repos sensiblement à la hauteur des intervalles externe et interne, et **en ce qu'il** comporte en outre quatre plaques ferromagnétiques disposées, deux (72, 74), sur les aimants supérieurs (66, 69) externe et interne et, deux (73, 75), sous les aimants inférieurs (68, 71) externe et interne et deux plaques ferromagnétiques (76, 77) optionnelles dans la structure magnétique interne aux coins des extrémités supérieure et inférieure de l'aimant intermédiaire interne (70) vers l'espace libre vertical.

9. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte des aimants supérieurs et inférieurs internes et externes (14, 16, 17,

19) à sens de champ interne vertical, et **en ce que** les aimants supérieur (14) (17), intermédiaire (15) (18) et inférieur (16) (19) sont accolés entre eux, soit aimants externes, soit aimants internes.

10. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte des aimants supérieurs et inférieurs internes et externes (14, 16, 17, 19) à sens de champ interne vertical, et **en ce que** l'épaisseur horizontale de l'aimant intermédiaire (15) (18) est inférieure à la largeur horizontale des aimants supérieur et inférieur (14, 16) (17, 19) correspondant, soit aimants externes, soit aimants internes.
11. Transducteur selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte des aimants supérieurs et inférieurs internes et externes (14, 16, 17, 19) à sens de champ interne vertical, et **en ce que** l'aimant intermédiaire (15, 18) n'est pas accolé à ses aimants supérieur et inférieur correspondants (14, 16) (17, 19).

Patentansprüche

1. Elektrodynamischer Wandler mit einem Rahmen und bei dem sich wenigstens eine in einem statischen Magnetfeld angeordnete elektrische Spule (2) in einer Bewegungszone eines senkrechten freien Raums um eine Ruheposition herum bewegen kann, wobei die Spule(n) auf einem einen Spulenkern (12) bildenden geraden senkrechten Zylinderabschnitt mit kreisförmigem oder elliptische Querschnitt aufgewickelt und befestigt ist (bzw. sind), wobei ein Rückstellmittel ermtigt, den die Spule(n) tragenden Spulenkern bei fehlender äußerer Anregung in die Ruheposition zurückzuholen, wobei der gerade Zylinder ein inneres Volumen zum Inneren des Zylinders hin und ein äußeres Volumen nach außerhalb des Zylinders begrenzt, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld durch eine äußere magnetische Struktur, die wenigstens einen feststehenden Permanentmagneten in Form eines im äußeren Volumen angeordneten Rings aufweist, sowie eine innere magnetische Struktur, die wenigstens einen feststehenden Permanentmagneten in Form eines im inneren Volumen angeordneten Rings oder einer Pastille aufweist, erzeugt wird, wobei die äußere und die innere Struktur im Wesentlichen beiderseits des senkrechten freien Raums einander gegenüber liegen, wobei der Motor kein ferromagnetisches oder magnetisches, sich zwischen dem äußeren und dem inneren Volumen erstreckendes Teil aufweist, wobei kein ferromagnetisches Teil im durch die waagerechten Ebenen, die in der Ruheposition durch die Enden der Spule(n) gehen, begrenzten Volumen angeordnet ist, wobei der Rahmen wenigstens in sei-

nem die Magnete festhaltenden Teil aus einem nicht ferromagnetischen und nicht magnetischen Material ist, und dadurch, daß das Verhältnis R des Werts der Induktivität L_p der in der Ruheposition befindlichen und im Wandler blockierten Spule zu dem Wert der Induktivität L_i derselben freien Spule, isoliert im Raum, also $R = L_p/L_i$, einen Wert zwischen 0,9 und 1,1 im Band der Nutzfrequenz des Wandlers aufweist und

daß er auf jeder Seite des senkrechten freien Raums gegenüberliegend einen festen mittleren Magneten (15, 18, 39, 67, 70, 82) und, oberhalb des mittleren Magneten, einen oberen Magneten (6, 7, 6', 7, 14, 17, 38, 64, 66, 69, 81) und, unterhalb des mittleren Magneten, einen unteren Magneten (10, 11, 10', 11', 16, 19, 40, 57, 60, 65, 68, 71, 83) aufweist und daß die mittleren Magnete beiderseits des senkrechten freien Raums eine gleiche waagerechte Richtung des inneren Felds aufweisen und daß der obere und der untere Magnet beiderseits des senkrechten freien Raums

- entweder innere senkrechte Felder mit entgegengesetzten Richtungen sowohl für eine gleiche Seite des senkrechten freien Raums als auch für die oberen Magnete beiderseits des senkrechten freien Raums und für die unteren Magnete beiderseits des senkrechten freien Raums derart aufweisen, daß das mittlere Magnetfeld im senkrechten freien Raum dem oberen und dem unteren Magnetfeld des senkrechten freien Raums entgegengerichtet ist, um einen maximalen Schluß der Feldlinien zu erzielen,

- oder waagerechte innere Felder aufweisen, die alle die gleiche, der Richtung des inneren Felds der mittleren Magnete entgegengesetzte Richtung des inneren Felds haben.

2. Wandler gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis R zwischen 0,9 und 1,1 bleibt, selbst bei Vorhandensein eines ferromagnetischen Teils, da dieses durch das Magnetfeld gesättigt wird und seine Eigenschaften der magnetischen Permeabilität nahe denen von unmagnetischem Material sind.

3. Wandler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler kein ferromagnetisches Teil aufweist und daß das Verhältnis R im Wesentlichen gleich 1 ist.

4. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** er ein Lautsprecher ist, wobei der Lautsprecher Mittel aufweist, die so sind, daß der Spulenkern bei einer durch einen Strom mit entsprechender gegebener Richtung verursachten Bewegung des Spulenkerns nach oben oder nach un-

ten nach einer freien Wegstrecke um die Ruheposition herum gebremst wird, wobei sich die resultierende Kraft nach der freien Wegstrecke verringert und bei gleicher Stromrichtung umkehrt, wobei dann die Spule oder wenigstens eine der Spulen einem Magnetfeld mit gegenüber der Richtung des Magnetfelds, dem sie zuvor ausgesetzt war, umgekehrter Richtung ausgesetzt ist, und daß die Magnete im Wesentlichen quadratische oder rechteckige Querschnitte aufweisen.

5. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** er ein Lautsprecher ist, wobei der Lautsprecher Mittel aufweist, die so sind, daß der Spulenkern bei einer durch einen Strom mit entsprechender gegebener Richtung verursachten Bewegung des Spulenkerns nach oben oder nach unten nach einer freien Wegstrecke um die Ruheposition herum gebremst wird, wobei sich die resultierende Kraft nach der freien Wegstrecke verringert und bei gleicher Stromrichtung umkehrt, wobei dann die Spule oder wenigstens eine der Spulen einem Magnetfeld mit gegenüber der Richtung des Magnetfelds, dem sie zuvor ausgesetzt war, umgekehrter Richtung ausgesetzt ist, und daß er in der äußeren und/oder inneren magnetischen Struktur einen Ring oder eine Pastille aus aus einer Aufschichtung von aneinander anliegenden Magneten gebildetem Verbundmaterial mit insgesamt quadratischem oder rechteckigem Querschnitt aufweist, wobei jeder Magnet einen prismenförmigen und insbesondere dreieckigen Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines abgeschnittenen Dreiecks aufweist, und daß die polaren Ausgangsseiten der anliegenden inneren Felder zweier aneinander anliegender Magnete von entgegengesetzter Richtung sind, und zwar, von oben nach unten, mit:

- dem oberen Magneten (28, 33) mit einer ersten Richtung eines waagerechten inneren Feldes und dessen senkrechte Höhe abnimmt, wenn man sich vom senkrechten freien Raum entfernt,

- einem oberen mittleren Magneten (29, 34) mit einer ersten Richtung eines senkrechten inneren Feldes,

- dem sogenannten zentralen mittleren Magneten (30, 35) mit einer der ersten Richtung eines waagerechten inneren Feldes entgegengesetzten zweiten Richtung eines waagerechten inneren Feldes und dessen senkrechte Höhe abnimmt, wenn man sich vom senkrechten freien Raum entfernt,

- einem unteren mittleren Magneten (31, 36) mit einer der ersten Richtung eines senkrechten inneren Feldes entgegengesetzten zweiten Richtung eines senkrechten inneren Feldes,

- dem unteren Magneten (32, 37) mit der ersten

Richtung eines waagerechten inneren Feldes und dessen senkrechte Höhe abnimmt, wenn man sich vom senkrechten freien Raum entfernt, wobei der Wandler eine Spule, die im Ruhezustand im Wesentlichen auf der Höhe des zentralen Magneten angeordnet ist, oder drei Spulen mit der Flußrichtung von Wechselstrom, die im Ruhezustand im Wesentlichen auf der jeweiligen Höhe des oberen Magneten, des sogenannten zentralen mittleren Magneten und des unteren Magneten angeordnet sind, aufweist.

6. Wandler gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der obere und der untere mittlere Magnet aus einer Verbindung von zwei Magneten (53, 54) mit prismatischem und insbesondere dreieckigem Querschnitt oder mit einem Querschnitt in Form eines abgeschnittenen Dreiecks gebildet sind.

7. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß er ein Lautsprecher ist, wobei der Lautsprecher Mittel aufweist, die so sind, daß der Spulenkern bei einer durch einen Strom mit entsprechender gegebener Richtung verursachten Bewegung des Spulenkerns nach oben oder nach unten nach einer freien Wegstrecke um die Ruheposition herum gebremst wird, wobei sich die resultierende Kraft nach der freien Wegstrecke verringert und bei gleicher Stromrichtung umkehrt, wobei dann die Spule oder wenigstens eine der Spulen einem Magnetfeld mit gegenüber der Richtung des Magnetfelds, dem sie zuvor ausgesetzt war, umgekehrter Richtung ausgesetzt ist, und daß er einerseits in der äußeren magnetischen Struktur mit einem Querschnitt in Form eines abgeschnittenen Dreiecks, in senkrechter Anordnung, den durch einen äußeren Abstand vom äußeren unteren Magneten (31') getrennten äußeren oberen Magneten (29'), obere und untere äußere Magnete in Form von Ringen mit dreieckigem Querschnitt oder mit einem Querschnitt in Form eines abgeschnittenen Dreiecks, deren innere Felder senkrecht und von entgegengesetzter Richtung sind, und andererseits in der inneren magnetischen Struktur mit einem Querschnitt in Form eines abgeschnittenen Dreiecks, in senkrechter Anordnung, den durch einen inneren Abstand vom inneren unteren Magneten (36') getrennten äußeren oberen Magneten (34'), obere und untere innere Magnete in Form von Ringen mit dreieckigem Querschnitt, deren innere Felder senkrecht und von entgegengesetzter Richtung sind, aufweist, wobei der innere und der äußere obere Magnet (29', 34') im Wesentlichen auf derselben Höhe beiderseits des senkrechten freien Raums und mit entgegengesetzter Richtung des inneren Feldes angeordnet sind, wobei der innere und der äußere untere Magnet (31', 36') im Wesentlichen auf derselben Höhe beiderseits des senk-

rechten freien Raums und mit entgegengesetzter Richtung des inneren Feldes angeordnet sind, wobei die Höhe des Abstands zunimmt, wenn man sich dem senkrechten freien Raum nähert, wobei der feststehende äußere mittlere Magnet (30') in Form eines Rings mit dreieckigem Querschnitt im äußeren Mittleren Raum angeordnet ist und der feststehende innere mittlere Magnet (35') in Form eines Rings mit dreieckigem Querschnitt im inneren Mittleren Raum angeordnet ist, wobei die Richtungen der inneren Felder des äußeren und des inneren mittleren Magneten identisch und waagerecht sind, wobei der mittlere, der obere und der untere Magnet, die zusammengehören, d.h. die äußeren Magnete einerseits und die inneren Magnete andererseits, komplementär aneinander anliegen, wobei der Wandler wenigstens eine im Ruhezustand im Wesentlichen auf der Höhe der mittleren Magnete angeordnete Spule aufweist.

8. Wandler gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** er ein Lautsprecher ist, wobei der Lautsprecher Mittel aufweist, die so sind, daß der Spulenkern bei einer durch einen Strom mit entsprechender gegebener Richtung verursachten Bewegung des Spulenkerns nach oben oder nach unten nach einer freien Wegstrecke um die Ruheposition herum gebremst wird, wobei sich die resultierende Kraft nach der freien Wegstrecke verringert und bei gleicher Stromrichtung umkehrt, wobei dann die Spule oder wenigstens eine der Spulen einem Magnetfeld mit gegenüber der Richtung des Magnetfelds, dem sie zuvor ausgesetzt war, umgekehrter Richtung ausgesetzt ist, und daß er einerseits in der äußeren magnetischen Struktur, in senkrechter Anordnung, den durch einen äußeren Abstand vom äußeren unteren Magneten (68) getrennten äußeren oberen Magneten (66), und zwar äußere Magnete, deren innere Felder senkrecht und von entgegengesetzter Richtung sind, und andererseits in der inneren magnetischen Struktur, in senkrechter Anordnung, den durch einen inneren Abstand vom inneren unteren Magneten (71) getrennten inneren oberen Magneten (69), und zwar innere Magnete, deren innere Felder senkrecht und von entgegengesetzter Richtung sind, aufweist, wobei der innere (69) und der äußere (66) obere Magnet im Wesentlichen auf derselben Höhe beiderseits des senkrechten freien Raums und mit zueinander entgegengesetzten Richtungen der inneren Felder angeordnet sind, wobei der innere (71) und der äußere (68) untere Magnet im Wesentlichen auf derselben Höhe beiderseits des senkrechten freien Raums und mit zueinander entgegengesetzten Richtungen der inneren Felder angeordnet sind, wobei der äußere mittlere Magnet (67) im äußeren mittleren Raum angeordnet ist und der innere mittlere Magnet (70) im inneren mittleren Raum angeordnet ist, wobei der innere und

der äußere mittlere Magnet eine gleiche Richtung des inneren Feldes aufweisen, wobei der mittlere, der obere und der untere Magnet, die zusammengehören, d.h. die äußeren Magnete einerseits und die inneren Magnete andererseits, aneinander anliegen und Ringe mit im Wesentlichen quadratischem oder rechteckigem Querschnitt sind, wobei der Wandler nur eine einzige im Ruhezustand im Wesentlichen auf der Höhe des äußeren und des inneren mittleren Raums angeordnete Spule aufweist, und daß er außerdem vier ferromagnetische Platten, und zwar zwei (72, 74) auf dem oberen äußeren und dem oberen inneren Magneten (66, 69) und zwei (73, 75) unter dem unteren äußeren und dem unteren inneren Magneten (68, 71), und gegebenenfalls zwei ferromagnetische Platten (76, 77) in der inneren magnetischen Struktur an der oberen und der unteren Ecke des inneren mittleren Magnetens (70) zum senkrechten freien Raum hin aufweist.

9. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** er obere und untere innere und äußere Magnete (14, 16, 17, 19) mit senkrechter Richtung des inneren Feldes aufweist und daß von den äußeren Magneten einerseits und von den inneren Magneten andererseits der obere Magnet (14) (17), der mittlere Magnet (15), (18) und der untere Magnet (16) (19) aneinander anliegen.
10. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** er obere und untere innere und äußere Magnete (14, 16, 17, 19) mit senkrechter Richtung des inneren Feldes aufweist und daß bei den äußeren Magneten einerseits und bei den inneren Magneten andererseits die horizontale Dicke des mittleren Magnetens (15) (18) geringer als die horizontale Breite des oberen und des unteren Magnetens (14, 16) (17, 19) ist.
11. Wandler gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** er obere und untere innere und äußere Magnete (14, 16, 17, 19) mit senkrechter Richtung des inneren Feldes aufweist und daß der mittlere Magnet (15, 18) nicht am entsprechenden oberen und unteren Magneten (14, 16) (17, 19) anliegt.

Claims

1. Electrodynamical transducer having a yoke and in which at least one electrical coil (2) placed in a static magnetic field can move about a rest position in an excursion range of a vertical free space, the coil(s) being wound and fixed on a segment of circular or elliptical cross-sectioned vertical straight cylinder forming a mandrel (12), a return mean enabling the mandrel bearing the coil(s) to be returned to the rest

position in the absence of an external bias, the straight cylinder defining an internal volume toward the inside of said cylinder and defining an external volume toward the outside of said cylinder,

characterized in that the magnetic field is produced by an external magnetic construction comprising at least one ring-shaped fixed permanent magnet arranged in the external volume as well as an internal magnetic construction comprising at least one ring-shaped or pellet-shaped fixed permanent magnet arranged in the internal volume, the external and internal magnetic constructions being substantially in a face to face relation on either side of the vertical free space, said motor comprising no ferromagnetic or magnetic part extending between the external volume and the internal volume, no ferromagnetic part being arranged in the volume defined by the horizontal planes passing through the ends of the coil(s) at a rest position, the yoke, at least in the part thereof that holds the magnets in a fixed position, being made of a non-ferromagnetic and non-magnetic material, and **in that** the ratio R of the inductance value L_p of the coil at the rest position and blocked in the transducer to the inductance value L_i of the same coil when free and isolated in the space, namely $R=L_p/L_i$, is a value comprised between 0.9 and 1.1 in the useful frequency band of the transducer, and **in that** it comprises on each side of the vertical free space, arranged in a face to face relation, a fixed intermediate magnet (15, 18, 39, 67, 70, 82), and above said intermediate magnet, an upper magnet (6, 7, 6', 7', 14, 17, 38, 64, 66, 69, 81), and under said intermediate magnet, a lower magnet (10, 11, 10', 11', 16, 19, 40, 57, 60, 65, 68, 71, 83), and **in that** the intermediate magnets on either side of the vertical free space have a same horizontal direction of internal field and

in that the upper and lower magnets on either side of the vertical free space have:

- either vertical internal fields and with opposed directions for both a same side of the vertical free space and for the upper magnets on either side of the vertical free space and for the lower magnets on either side of the vertical free space, in such a manner that the intermediate magnetic field in the vertical free space be of opposed direction to the directions of the two upper and lower magnetic fields of said vertical free space for a maximal loopback of the field lines,
- either horizontal internal fields and all of same direction of internal fields opposed to the direction of the internal fields of the intermediate magnets.

2. Transducer according to claim 1, **characterized in that** the ratio R stays comprised between 0.9 and 1.1 even in the case a ferromagnetic part is present

because this one is saturated by the magnetic field and its magnetic permeability properties are then close to that of amagnetic materials.

3. Transducer according to claim 1, **characterized in that** the transducer does not comprise any ferromagnetic part and that the ration R is sensibly equal to 1. 5
4. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it is a loudspeaker, said loudspeaker comprising means such that during the upward or downward movement of the mandrel, movement produced by a current having a corresponding given direction, the mandrel is braked after a free course about the rest position, the resultant force decreasing and reversing for the same current direction beyond the free course, the one or at least one of the coils being then subjected to a magnetic field of reverse direction relative to the magnetic field direction to which it was previously subjected, and **in that** the magnets have sensibly square or rectangular sections. 10
5. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it is a loudspeaker, said loudspeaker comprising means such that during the upward or downward movement of the mandrel, movement produced by a current having a corresponding given direction, the mandrel is braked after a free course about the rest position, the resultant force decreasing and reversing for the same current direction beyond the free course, the one or at least one of the coils being then subjected to a magnetic field of reverse direction relative to the magnetic field direction to which it was previously subjected, and **in that** it comprises in the external and/or internal magnetic constructions a globally square or rectangular cross-sectioned composite magnetic ring or pellet comprised of a stack of juxtaposed magnets, each magnet having a prismatic section, and specially a triangular or truncated-triangular cross-sectioned, and **in that** the adjacent internal field outgoing pole faces of two juxtaposed magnets are of opposite signs, with from top to bottom: 20
 - the upper magnet (28, 33) having a horizontal internal field and whose vertical height decreases as the distance from the vertical free space increases, 25
 - an upper intermediate magnet (29, 34) having a first direction of vertical internal field, 30
 - the intermediate magnet (30, 35), also said central magnet, having a second direction of horizontal internal field opposite to the first direction of horizontal internal field and whose vertical height decreases as the distance from the vertical free space increases, 35
 - a lower intermediate magnet (31, 36) having 40

the second direction of vertical internal field opposite to the first direction of vertical internal field,

- the lower magnet (32, 37) having the first direction of horizontal internal field and whose vertical height decreases as the distance from the vertical free space increases, the transducer having a coil arranged at rest substantially at the height of the central magnet or three coils with alternate current-flow directions arranged at rest substantially at the height of the upper, central and lower magnets respectively.

6. Transducer according to claim 5, **characterized in that** the upper and lower intermediate magnets are made from the assembly of two magnets having a prismatic cross-sectioned, and specially a triangular or truncated-triangular cross-sectioned (53, 54). 15
7. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it is a loudspeaker, said loudspeaker comprising means such that during the upward or downward movement of the mandrel, movement produced by a current having a corresponding given direction, the mandrel is braked after a free course about the rest position, the resultant force decreasing and reversing for the same current direction beyond the free course, the one or at least one of the coils being then subjected to a magnetic field of reverse direction relative to the magnetic field direction to which it was previously subjected, and **in that** it comprises, on one part, in the substantially truncated-triangular cross-sectioned external magnetic construction, in a vertical arrangement, the external upper magnet (29') separated from the external lower magnet (31') by an external gap, the upper and lower external magnets having a triangular or truncated-triangular cross-sectioned ring shape and having their internal fields vertically oriented and of opposite directions, and on the other hand, in the substantially truncated-triangular cross-sectioned internal magnetic construction, in a vertical arrangement, the internal upper magnet (34') separated from the internal lower magnet (36') by an internal gap, the upper and lower internal magnets having a triangular cross-sectioned ring shape and having their internal fields vertically oriented and of opposite directions, the internal and external upper magnets (29', 34') being substantially at the same height on either side of the vertical free space and of opposite internal field directions, the internal and external lower magnets (31', 36') being substantially at the same height on either side of the vertical free space and of opposite internal field directions, the height of the gap increasing as the distance from the vertical free space decreases, the fixed external intermediate magnet (30') having a triangular cross-sectioned ring shape being arranged in the external gap and the 45

fixed internal intermediate magnet (35') having a triangular cross-sectioned ring shape being arranged in the internal gap, the internal field of the external and internal intermediate magnets being of the same direction and horizontally oriented, the respective intermediate, upper and lower magnets, either external magnets or internal magnets, being complementarily juxtaposed, the transducer having at least one coil arranged at rest substantially at the height of the intermediate magnets.

8. Transducer according to claim 2, **characterized in that** it is a loudspeaker, said loudspeaker comprising means such that during the upward or downward movement of the mandrel, movement produced by a current having a corresponding given direction, the mandrel is braked after a free course about the rest position, the resultant force decreasing and reversing for the same current direction beyond the free course, the one or at least one of the coils being then subjected to a magnetic field of reverse direction relative to the magnetic field direction to which it was previously subjected, and **in that** it comprises, on one part, in the external magnetic construction, in a vertical arrangement, the external upper magnet (66) separated from the external lower magnet (68) by an external gap, the external magnets having their internal fields vertically oriented and of opposite directions, and on the other hand, in the internal magnetic construction, in a vertical arrangement, the internal upper magnet (69) separated from the internal lower magnet (71) by an internal gap, the internal magnets having their internal fields vertically oriented and of opposite directions, the internal (69) and external (66) upper magnets being substantially at the same height on either side of the vertical free space and of opposite internal field directions, the internal (71) and external (68) lower magnets being substantially at the same height on either side of the vertical free space and of opposite internal field directions, the external intermediate magnet (67) being arranged in the external gap and the internal intermediate magnet (70) being arranged in the internal gap, the internal and external intermediate magnets having the same horizontal internal field direction, the respective intermediate, upper and lower magnets, either external magnets or internal magnets, being juxtaposed to each other and being substantially square or rectangular cross-sectioned rings, the transducer having only one coil arranged at rest substantially at the height of the external and internal gaps, and **in that** it further comprises four ferromagnetic plates arranged two (72, 74) above the external and internal upper magnets (66, 69) and two (73, 75) below the external and internal lower magnets (68, 71), and two optional ferromagnetic plates (76, 77) in the internal magnetic construction at the corners of the upper and lower ends of the

internal intermediate magnet (70) toward the vertical free space.

9. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it comprises external and internal upper and lower magnets (14, 16, 17, 19) having vertically oriented internal fields, and **in that** the upper (14) (17), intermediate (15) (18) and lower (16) (19) magnets, either external magnets or internal magnets, are juxtaposed to each other.
10. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it comprises external and internal upper and lower magnets (14, 16, 17, 19) having vertically oriented internal fields, and **in that** the horizontal thickness of the intermediate magnet (15) (18) is lower than the horizontal width of the corresponding, either external magnets or internal magnets, upper and lower magnets (14, 16) (17, 19).
11. Transducer according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** it comprises external and internal upper and lower magnets (14, 16, 17, 19) having vertically oriented internal fields, and **in that** the intermediate magnet (15, 18) is not juxtaposed to its corresponding upper and lower magnets (14, 16) (17, 19).

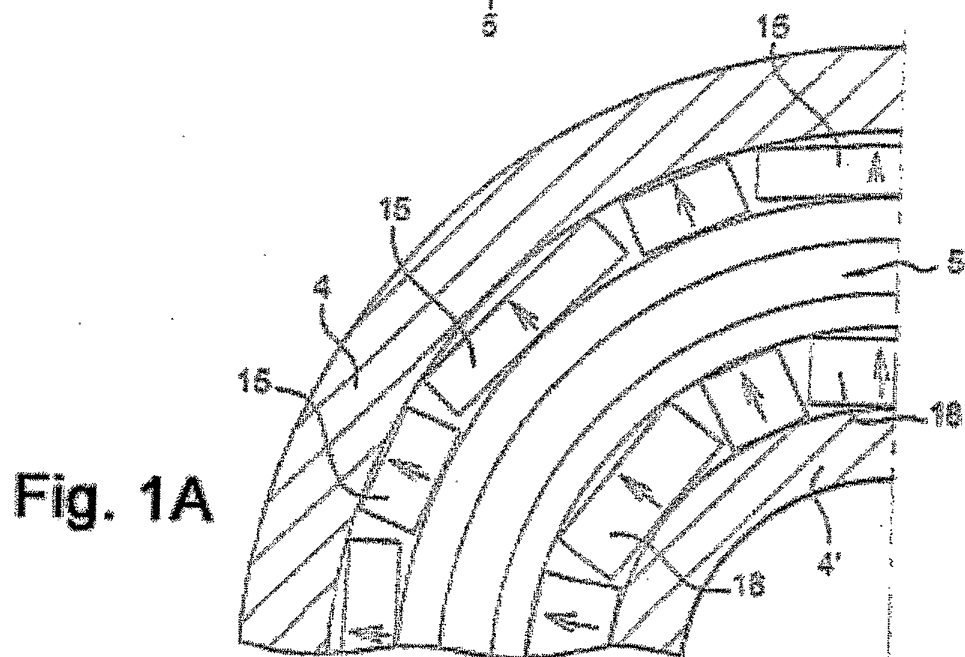
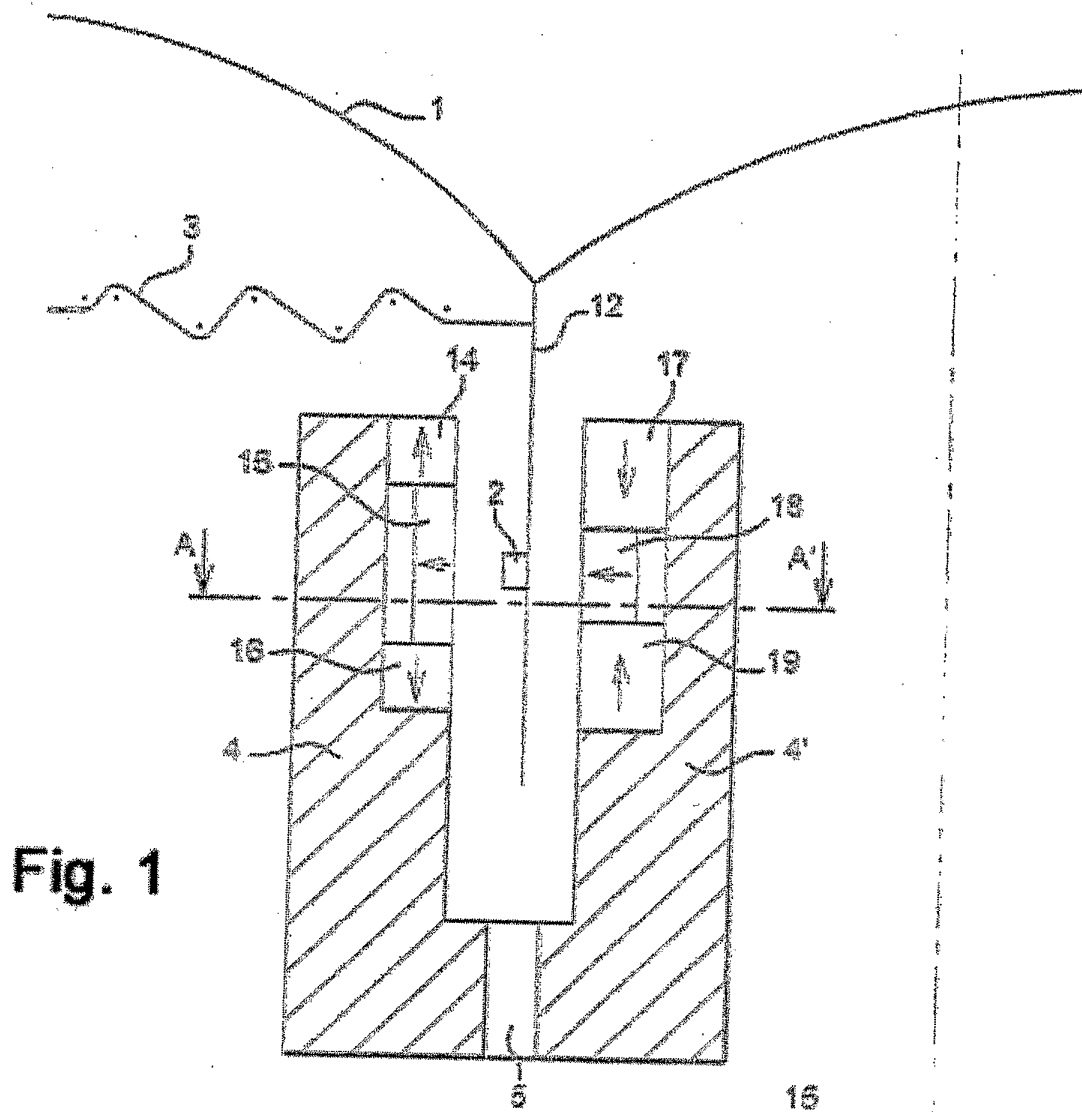


Fig. 14

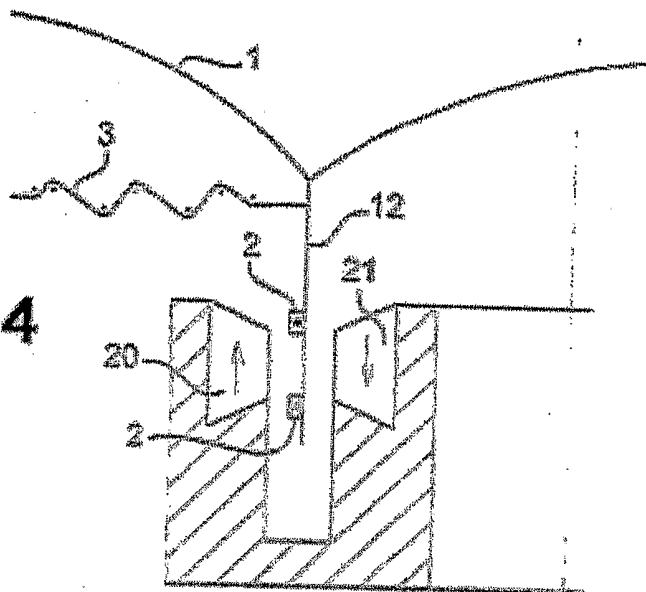


Fig. 2

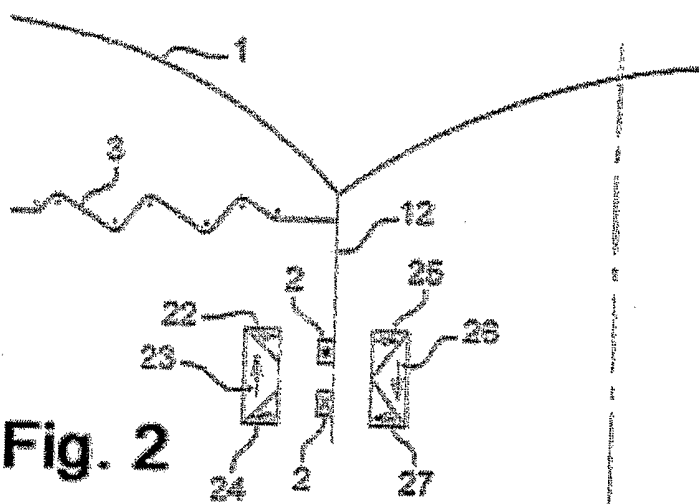


Fig. 3

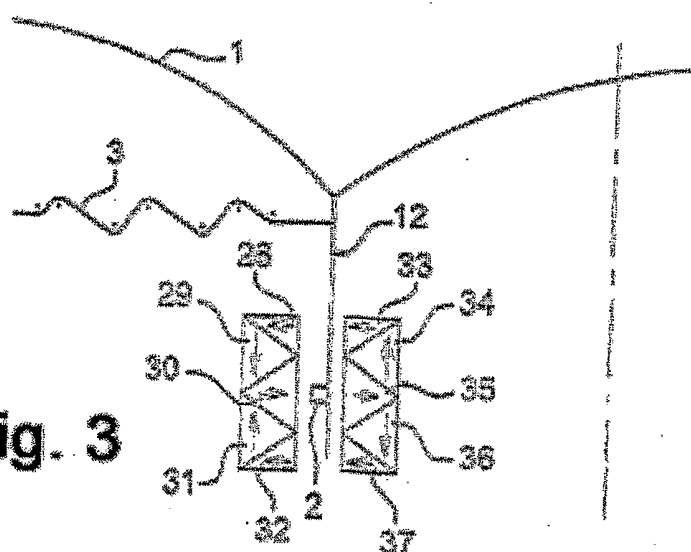


Fig. 4

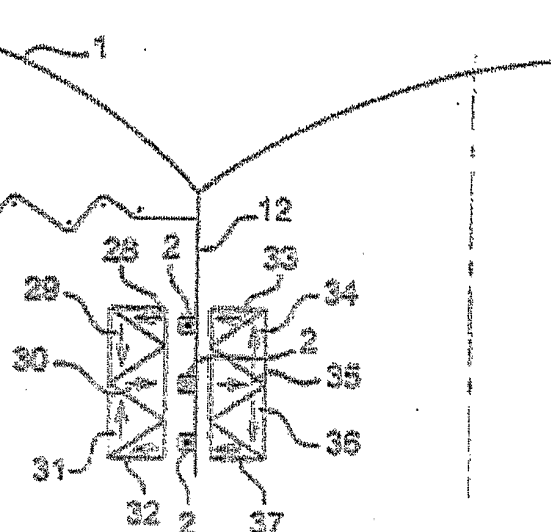


Fig. 15

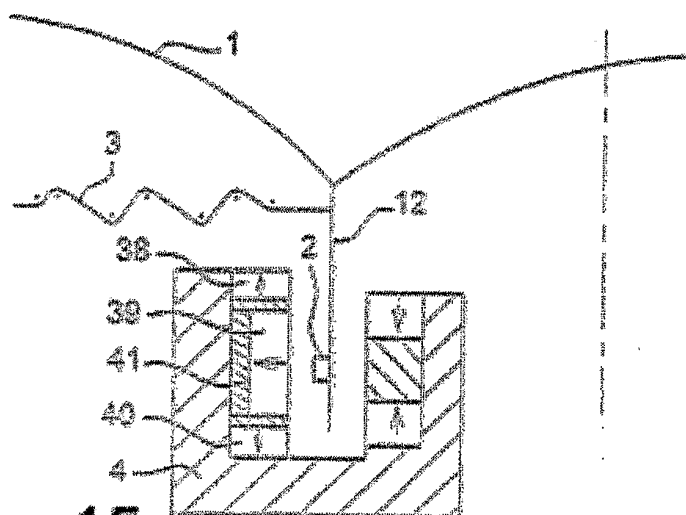


Fig. 5a

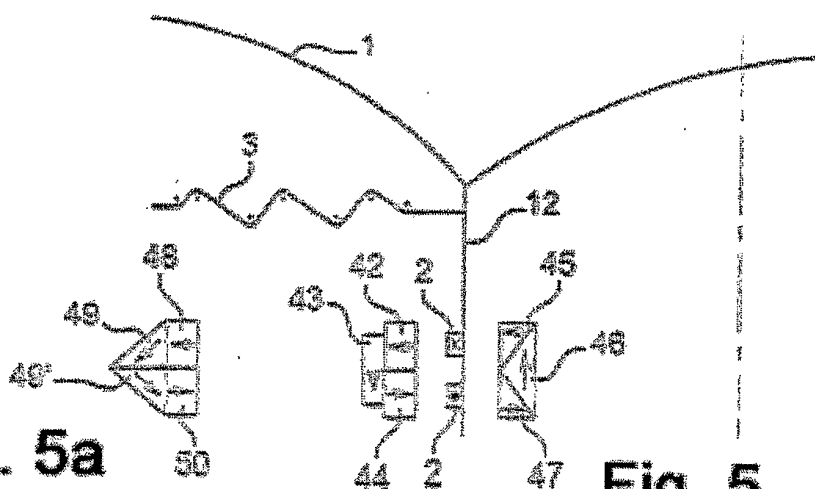


Fig. 5

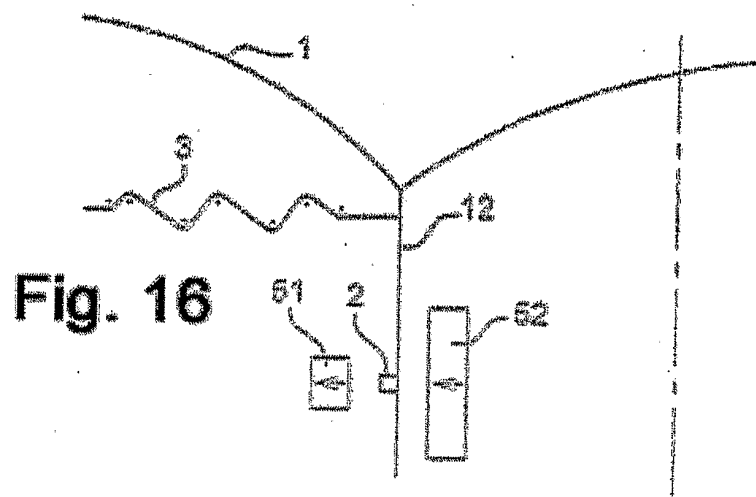


Fig. 16

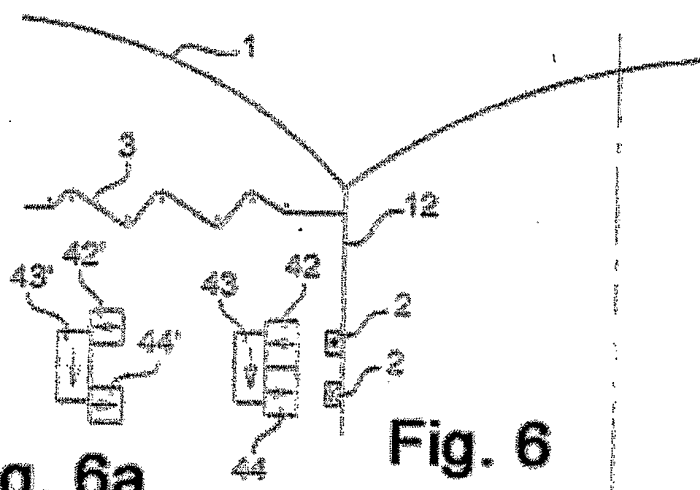


Fig. 6

Fig. 6a

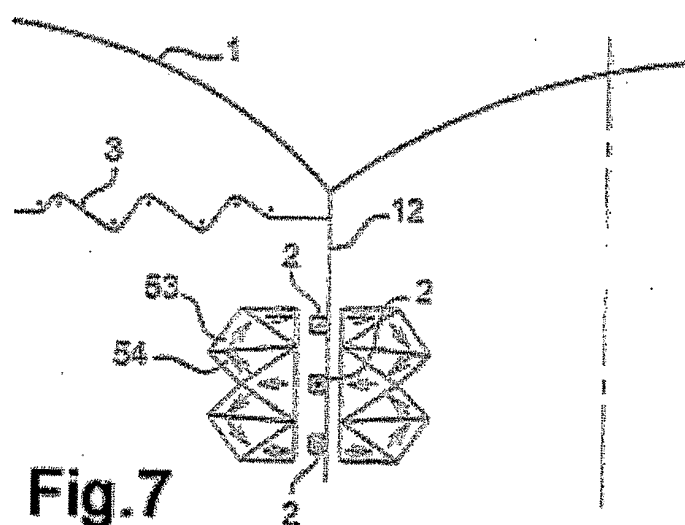


Fig. 7

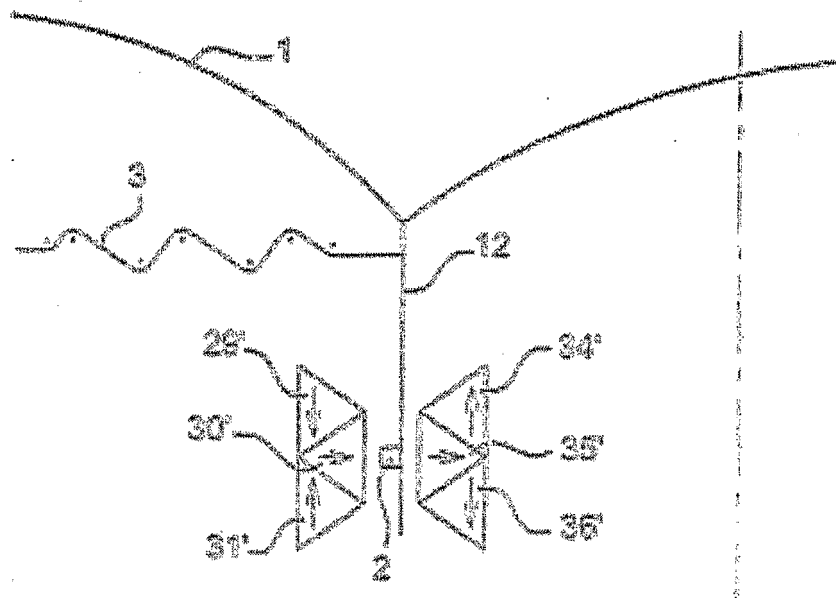


Fig. 8

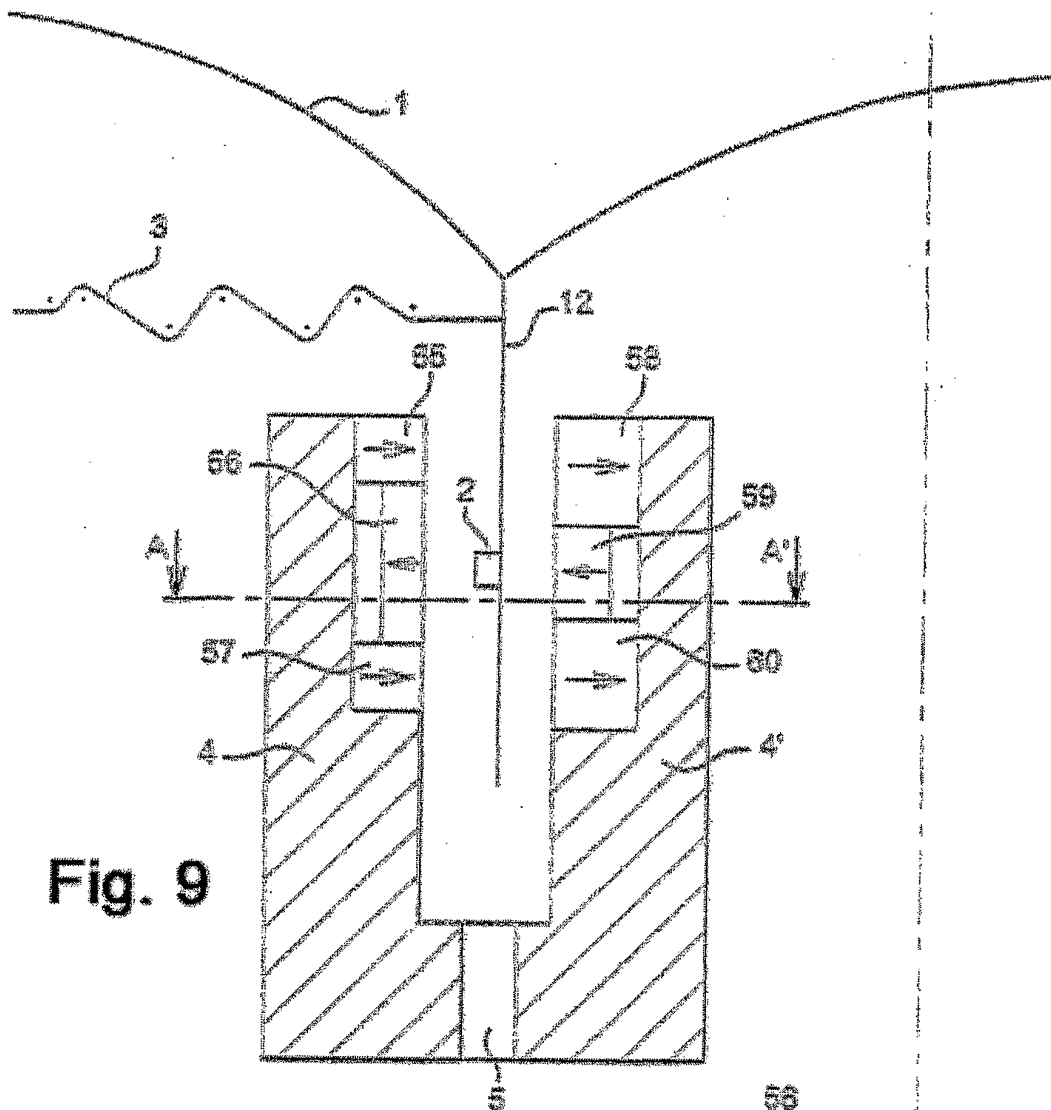


Fig. 9

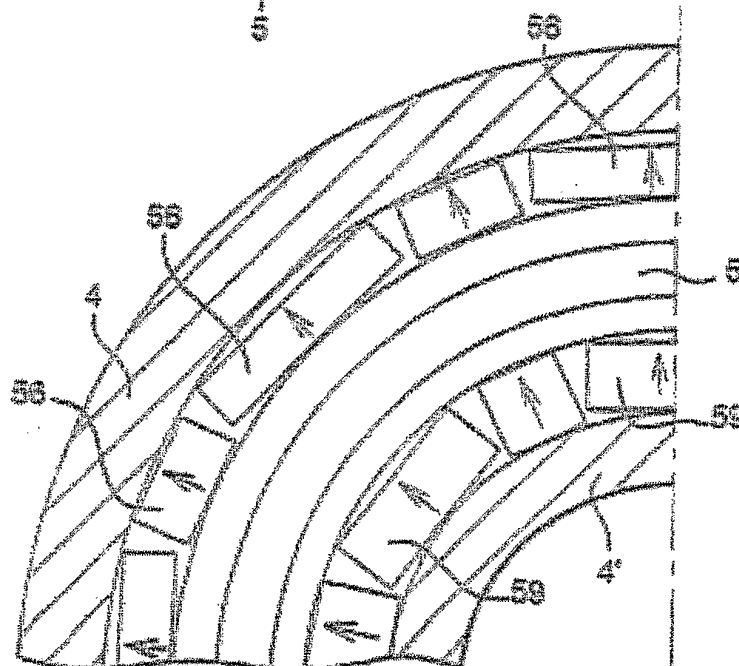


Fig. 9a

Fig. 17

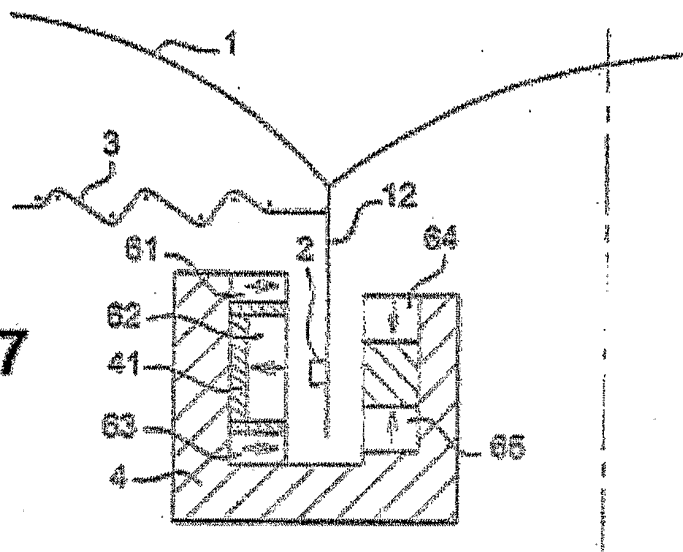


Fig. 10

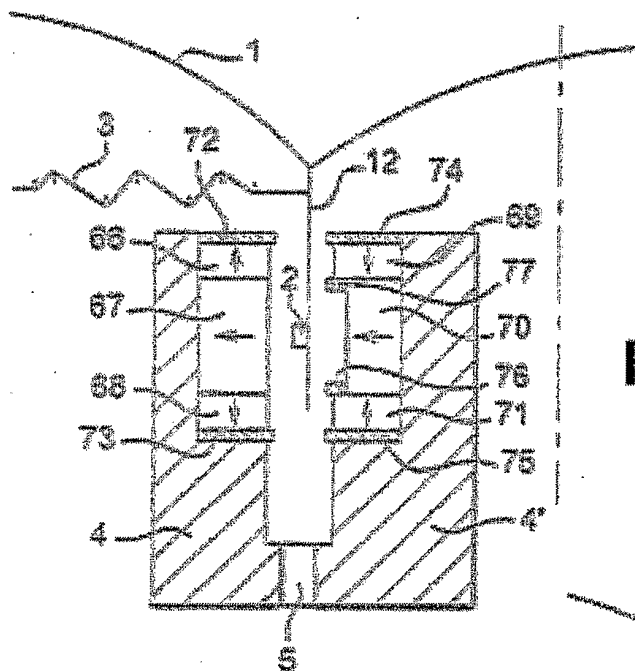
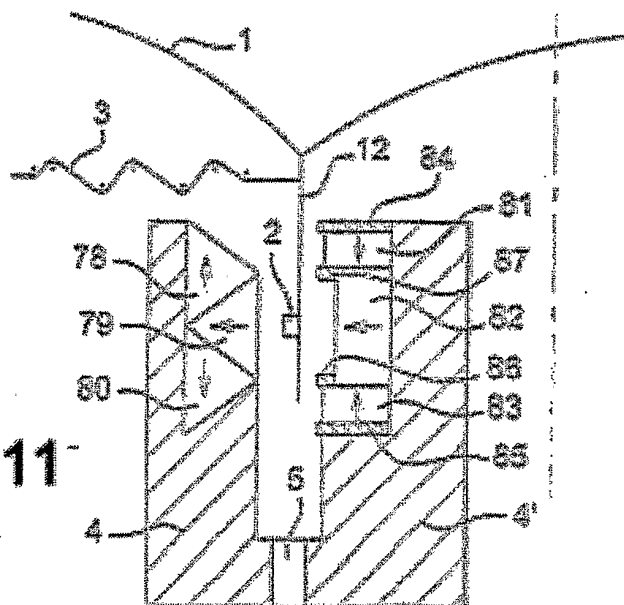


Fig. 11



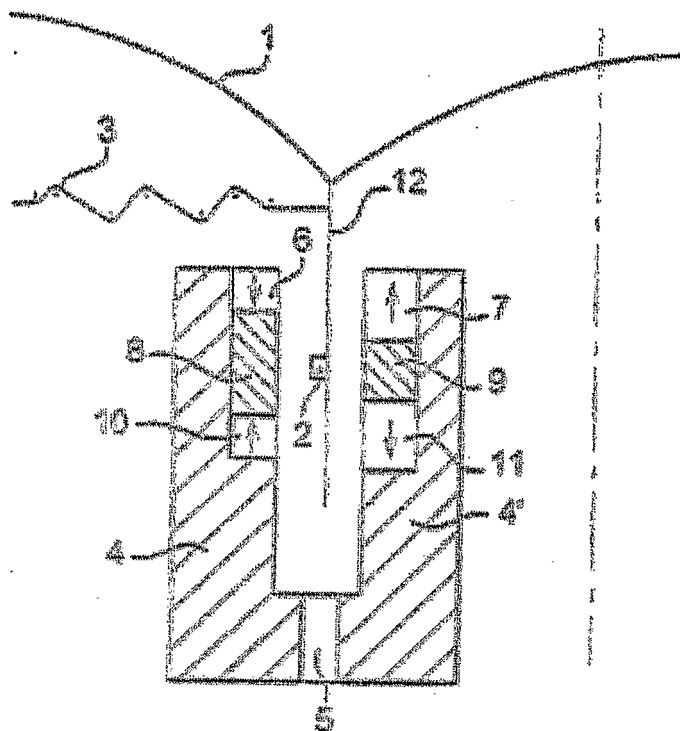


Fig. 12

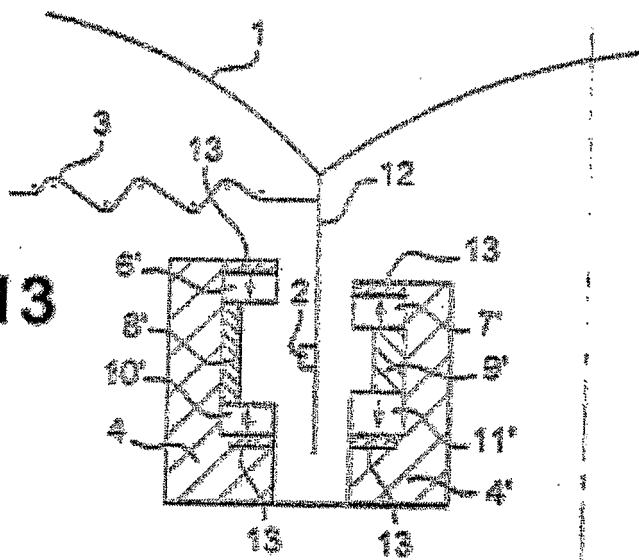


Fig. 13

FIGURES

PRIO	PCT
1	12
2	13
3	supprimée
4,4a	1,1a
5	14
6	2
7	3
8	4
9	15
10,10a	5,5a
11	16
12,12a	6,6a
13	7
14	supprimée
15	8
16,16a	9,9a
17	17
18	10
19	11

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 0503860 A [0008]
- EP 1553802 A [0009]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **MARTIN COLLOMS.** HIGH PERFORMANCE LOUDSPEAKERS [0004]
- Analytical Calculation of Ironless Loudspeaker Motors. *IEEE Transactions on Magnetics*, 2001, vol. 37 (3), 1110-1117 [0007]