

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 749 265 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.05.2000 Bulletin 2000/20

(51) Int Cl.7: **H04R 7/18**

(21) Numéro de dépôt: **96401270.2**

(22) Date de dépôt: **12.06.1996**

(54) **Haut-parleur pour fréquences élevées**

Hochfrequenzlautsprecher

High frequency loudspeaker

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(30) Priorité: **16.06.1995 FR 9507198**

(43) Date de publication de la demande:
18.12.1996 Bulletin 1996/51

(73) Titulaire: **P.H.L. AUDIO S.A.**
77770 Chartrettes (FR)

(72) Inventeur: **Lesage, Philippe**
77190 Dammarie les Lys (FR)

(74) Mandataire: **Bonnetat, Christian**
CABINET BONNETAT
29, rue de St. Pétersbourg
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 082 086 EP-A- 0 336 448
EP-A- 0 480 160 GB-A- 400 343

EP 0 749 265 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un haut-parleur pour fréquences élevées.

[0002] On sait qu'un haut-parleur comporte une membrane vibrante génératrice de sons, ladite membrane étant reliée à cet effet à une bobine électromagnétique mobile suspendue dans l'entrefer créé par les pièces polaires d'un aimant permanent et alimentée par un courant électrique représentatif des sons à reproduire.

[0003] Bien que non exclusivement, la présente invention concerne plus particulièrement un haut-parleur à chambre de compression. On sait que, contrairement aux haut-parleurs à rayonnements directs, les haut-parleurs à chambre de compression ne rayonnent pas directement dans le milieu aérien, mais par l'intermédiaire d'un pavillon acoustique. De tels haut-parleurs comportent donc un pavillon acoustique généralement amovible et un moteur à chambre de compression.

[0004] En ce qui concerne ledit moteur à chambre de compression, il existe essentiellement deux modes de réalisation différents qui sont connus et commercialisés.

[0005] Dans un premier mode de réalisation déjà très ancien, la membrane du haut-parleur est réalisée sous forme d'une calotte sphérique rigide, souvent métallique et fixée sur le châssis dudit haut-parleur au moyen d'une suspension souple périphérique. La bobine électromagnétique mobile est reliée à la périphérie de ladite membrane, entre ladite membrane et ladite suspension, et, lors d'un mouvement, elle déplace ladite calotte en entier à la manière d'un piston infiniment rigide. On notera que, par sa souplesse, ladite suspension a pour fonction d'assurer le déplacement et le guidage de la partie mobile du haut-parleur.

[0006] Ce mode de réalisation présente de nombreux inconvénients, en particulier :

- la bobine mobile doit déplacer la totalité de la masse de la partie mobile du haut-parleur, ce qui limite l'émission des sons en hautes fréquences et suppose notamment l'utilisation d'aimants lourds et coûteux pour compenser ce défaut ;
- pour des raisons de performance des haut-parleurs, les matériaux utilisés doivent être le plus léger possible tout en restant extrêmement rigides. Le béryllium est par exemple utilisé pour réaliser ladite membrane, ce qui augmente bien entendu le coût de ces haut-parleurs ; et
- il est nécessaire de prévoir une pièce de mise en phase extrêmement complexe en conception et en réalisation, puisqu'il est nécessaire de faire converger en phase à l'embouchure du pavillon le rayonnement élémentaire de chaque partie de la surface de la membrane.

[0007] Dans un second mode de réalisation, correspondant à un haut-parleur d'aigus à chambre de compression, la membrane comprend une partie annulaire

centrale rigide et une partie annulaire périphérique également rigide, reliées ensemble le long d'une jonction annulaire située en regard du pavillon dudit haut-parleur. Lesdites parties annulaires sont de plus reliées au châssis dudit haut-parleur par l'intermédiaire de suspensions élastiques, lesdites suspensions élastiques étant formées par des lignes d'assouplissement concentriques auxdites parties annulaires, et généralement pratiquées dans ces dernières. Dans ce mode de réalisation, la membrane se déplace également à la manière d'un piston extrêmement rigide.

[0008] Le haut-parleur ainsi réalisé permet notamment :

- d'émettre des sons à des fréquences élevées ;
- d'utiliser une pièce de mise en phase simple et peu coûteuse ; et
- d'engendrer la variation de pression génératrice de son, en regard de la bobine électromagnétique, ce qui est favorable pour la production de fréquences élevées.

[0009] Toutefois, ce mode de réalisation présente l'inconvénient majeur que la membrane, de surface trop petite, et dont la suspension est trop rigide, ne permet pas à ce haut-parleur de fonctionner dès 500 Hz.

[0010] La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un haut-parleur pour fréquences élevées, plus léger à performance équivalente que les haut-parleurs de l'état de la technique et susceptible d'être réalisé facilement et à coût réduit, tout en permettant d'émettre des ondes sonores suivant une bande passante très étendue, surtout vers les hautes fréquences, avec un rendement amélioré.

[0011] A cet effet, selon l'invention, le haut-parleur pour fréquences élevées comportant une membrane vibrante comprenant une partie annulaire centrale et une partie annulaire périphérique reliées ensemble le long d'une jonction annulaire située en regard du guide d'ondes dudit haut-parleur, ladite membrane étant reliée au niveau de ladite jonction annulaire à une bobine électromagnétique mobile suspendue dans l'entrefer des pièces polaires d'un aimant permanent et alimentée par un courant électrique représentatif des sons à reproduire, est remarquable en ce que ladite membrane est réalisée en une matière souple et élastique de manière à présenter une déformation définie lors du mouvement de ladite bobine électromagnétique, et en ce que lesdites parties annulaires sont bombées et sont directement reliées par leur extrémité libre à une structure fixe dudit haut-parleur, le côté convexe desdites parties annulaires étant disposé en regard dudit guide d'ondes.

[0012] Ainsi, grâce à l'invention, seule une partie de la masse de la membrane est à entraîner par la bobine mobile, puisqu'un déplacement de celle-ci entraîne une déformation progressive desdites parties annulaires souples et élastiques, à partir de ladite jonction annulaire. Par conséquent, les performances en terme d'ef-

ficacité et de bande passante sont grandement améliorées. De plus, la présente invention ne nécessite pas la mise en place de suspensions spécifiques, puisqu'elles sont partie intégrante et indivisible de la membrane.

[0013] Dans le cadre de la présente invention, on entend par membrane souple et élastique, une membrane capable de se déformer et capable de reprendre sa position initiale après cessation de la contrainte qui lui était appliquée.

[0014] Le haut-parleur conforme à l'invention présente en outre de nombreux autres avantages, en particulier :

- il peut émettre des sons à des fréquences élevées, au moins jusqu'à 16 kHz pour certains modes de réalisation ;
- il peut être réalisé, de même que la pièce de mise en phase associée, de façon simple et à coût réduit, puisque sa structure est du type annulaire ;
- il présente une surface émissive importante pour un diamètre déterminé de la bobine ; et
- la membrane peut être réalisée en un matériau, par exemple un matériau composite ou un polymère à haut module de Young, moins coûteux que celui utilisé dans les modes de réalisation connus précités, puisqu'on ne lui demande plus d'être quasiment infiniment rigide.

[0015] On notera par ailleurs que l'on connaît déjà un haut-parleur dont la membrane est souple et élastique et est maintenue en son centre. Une telle membrane est conçue sous forme d'une portion de tore, dont la partie périphérique est reliée à la bobine mobile.

[0016] Bien qu'elle soit souple et autosuspendue, une telle membrane est de conception tout à fait différente de celle de la présente invention et ne peut donc suggérer la réalisation de cette dernière. En effet, dans ce mode de réalisation connu sous la dénomination "CSD" ("Centrally Supported Diaphragm", c'est-à-dire membrane supportée au centre), qui a notamment été présenté dans une publication relative à la 98ème Convention de l'AES ("Audio Engineering Society") du 25 au 28 février 1995 à Paris, portant le numéro 3997(L3) et intitulée "Computer Modeling and Design of Compression Drivers Based on a Centrally Supported Diaphragm" :

- premièrement, si on essayait d'adjoindre à ladite membrane du type "CSD" une partie annulaire externe à la bobine mobile, en vue de rendre la membrane annulaire, le flux sonore engendré par cette partie annulaire externe ne pourrait converger vers l'embouchure du pavillon dans le même temps que le flux sonore engendré par la partie annulaire interne, condamnant dans ce cas ce perfectionnement ;
- deuxièmement, le pavillon ou guide d'ondes est en regard du côté concave de ladite membrane et non du côté convexe comme dans la présente

invention ;

- troisièmement, la prise de pression de l'embouchure du pavillon n'est pas située directement en regard de la bobine mobile, comme dans le cas de l'invention.

[0017] On notera que, dans le cadre de la présente invention, le bombement desdites parties annulaires peut prendre toutes les formes possibles, en particulier celle d'un arc de cercle ou celle d'un demi-tore.

[0018] Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux de l'invention, au moins l'une desdites parties annulaires est reliée à ladite structure fixe de manière à former des lames d'air par rapport à ladite structure fixe.

[0019] Ces lames d'air créent une rigidité dynamique et provoquent un amortissement visqueux proportionnel à la fréquence et permettent notamment de réduire de façon dynamique la surface émissive de la membrane en fonction de la vitesse vibratoire.

[0020] De plus, ces lames d'air repoussent les modes propres naturels de la membrane vers les hautes fréquences et évitent l'apparition de modes propres dénaturant la génération des sons.

[0021] Pour amplifier les effets avantageux décrits précédemment, lesdites lames d'air présentent une épaisseur décroissant progressivement vers la zone de fixation de la membrane sur la structure fixe.

[0022] Selon le mode de réalisation envisagé, lesdites lames d'air peuvent être formées d'un seul côté ou des deux côtés de la membrane.

[0023] Par ailleurs, de façon avantageuse, au moins l'une desdites parties annulaires est munie de lignes d'assouplissement radiales uniformément réparties sur la périphérie de ladite partie annulaire, ce qui permet d'augmenter la souplesse de la membrane.

[0024] Cette souplesse peut être augmentée, selon un autre mode de réalisation, en pratiquant au moins sur l'une desdites parties annulaires des fentes radiales uniformément réparties sur la périphérie de ladite partie annulaire et en fermant lesdites fentes au moyen d'une résine souple et élastique.

[0025] Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, ledit guide d'ondes est un pavillon et ladite membrane et ladite bobine électromagnétique constituent un moteur à chambre de compression.

[0026] L'unique figure du dessin annexé fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur cette figure, on a représenté de façon schématique, en coupe axiale, un haut-parleur conforme à l'invention.

[0027] Le haut-parleur pour fréquences élevées 1 conforme à l'invention et représenté partiellement et schématiquement sur la figure unique comporte de façon usuelle une bobine électromagnétique 3, reliée à une membrane vibrante monobloc 4, suspendue dans l'entrefer 5 des pièces polaires 6 et 7 d'un aimant permanent 8 et alimentée par un courant électrique représentatif des sons à reproduire.

[0028] Les éléments précédents sont réalisés de façon symétrique par rapport à l'axe X-X dudit haut-parleur 1.

[0029] La membrane 4 est du type comprenant une partie annulaire centrale 9 et une partie annulaire périphérique 10 reliées ensemble le long d'une jonction annulaire 11 qui est située en regard d'un guide d'ondes qui, dans ce cas, est représenté sous forme d'un pavillon 12. De plus, la bobine 3 est reliée à ladite membrane 4 au niveau de cette jonction annulaire 11, en regard direct de l'embouchure dudit pavillon 12.

[0030] Selon l'invention, ladite membrane 4 est réalisée en une matière souple et élastique, la plus légère possible, par exemple une matière composite ou un polymère à haut module de Young, de manière à présenter une déformation définie lors du mouvement de ladite bobine électromagnétique 3, et lesdites parties annulaires 10 et 9 sont bombées et sont directement reliées par leur extrémité libre respectivement 13 et 14 à une structure fixe précisée ci-dessous dudit haut-parleur 1, le côté convexe desdites parties annulaires 9 et 10 étant situé en regard dudit pavillon 12.

[0031] On notera qu'un déplacement de la bobine 3 entraîne une déformation dans la membrane 4, qui se déplace à partir de la jonction 11 vers les extrémités 13 et 14 et qui provoque une variation de la pression locale, génératrice de son. Grâce à l'invention, cette variation de la pression est créée à proximité de la bobine 3 et elle est orientée dans le même sens que la propagation de la déformation dans la membrane 4, ce qui permet d'avoir un rendement énergétique élevé en ce qui concerne la transformation de l'énergie mécanique en énergie acoustique.

[0032] De plus, le volume balayé par la déformation de la membrane 4 peut être supérieur à celui balayé par une membrane rigide de même taille se déplaçant à la manière d'un piston, comme cela est le cas généralement pour les membranes connues. Ainsi, on confère notamment une plus grande sensibilité au haut-parleur 1.

[0033] Par ailleurs, on obtient, grâce à la présente invention, les avantages suivants :

- le haut-parleur 1 peut émettre des sons jusqu'à des fréquences sensiblement plus élevées que les haut-parleurs de l'état de la technique ;
- il peut être réalisé de façon simple et à coût réduit ;
- il présente une surface émissive importante (au niveau des deux parties annulaires souples 9 et 10) pour un diamètre déterminé de la bobine 3 ; et
- il présente un encombrement réduit car il peut notamment être réalisé avec un aimant plus petit que dans les modes de réalisation connus, puisque la masse à déplacer est moins importante.

[0034] On notera par ailleurs que, dans le cadre de la présente invention, le bombement desdites parties annulaires 9 et 10 peut prendre toutes les formes axisy-

métriques possibles, en particulier celle d'un arc de cercle ou celle d'un demi-tore.

[0035] En outre, pour augmenter la souplesse desdites parties annulaires 9 et 10, on peut prévoir, sur lesdites parties annulaires :

- soit des lignes d'assouplissement radiales non représentées, uniformément réparties sur la périphérie desdites parties annulaires ;
- soit des fentes radiales non représentées, également réparties uniformément sur la périphérie et fermées au moyen d'une résine élastique et souple, par exemple du latex de butyle.

[0036] Les extrémités libres 13 et 14 desdites parties annulaires 10 et 9 sont fixées en étant encastrées entre des éléments de la structure fixe du haut-parleur 1, à savoir entre ledit pavillon 12 et une pièce de fixation 15 pour l'extrémité 13 et entre une pièce de mise en phase 16 et une pièce de fixation 17 pour l'extrémité 14.

[0037] Ces éléments 12, 15, 16 et 17 sont formés au niveau de la zone de fixation de manière à créer des lames d'air 13A, 13B, 14A et 14B respectivement de part et d'autre desdites extrémités 13 et 14.

[0038] De plus, lesdites lames d'air 13A, 13B, 14A et 14B présentent une épaisseur décroissant progressivement vers la zone de fixation des extrémités 13 et 14, ce qui permet d'étaler dans le domaine des fréquences les effets avantageux engendrés par ces lames d'air et précisés ci-dessous.

[0039] Lesdites lames d'air présentent en effet de nombreux avantages, notamment :

- elles créent une rigidité dynamique et provoquent un amortissement visqueux ;
- elles permettent de réduire de façon dynamique la surface émissive de la membrane en fonction de la vitesse vibratoire ; et
- elles repoussent les modes propres naturels de la membrane vers les hautes fréquences.

[0040] Bien entendu, dans le cadre de la présente invention, on peut prévoir des lames d'air uniquement d'un seul côté des extrémités 13 et 14 de la membrane 4.

[0041] Dans le cas où, à défaut de lame d'air, il existe un risque que la membrane 4 touche la structure fixe lors de sa vibration, on peut revêtir avantageusement la zone concernée de ladite structure d'un matériau adéquat amortissant les chocs de manière à éviter la génération de bruits susceptibles de perturber l'émission sonore du haut-parleur.

[0042] On notera par ailleurs que, grâce à l'invention, la pièce de mise en phase 16, de forme générale conique, peut être réalisée de manière très simple et peu coûteuse.

[0043] Comme on peut le voir sur la figure, cette pièce de mise en phase 16, la pièce de fixation 17 et la pièce

polaire 7 sont reliées ensemble par l'intermédiaire d'une vis 18 d'axe X-X traversant un perçage cylindrique pratiqué de façon appropriée dans ces différentes pièces. Bien entendu, d'autres modes de fixation peuvent être envisagés. Il en est de même pour la fixation non précisée des autres pièces du haut-parleur 1.

Revendications

1. Haut-parleur pour fréquences élevées (1) comportant une membrane vibrante (4) comprenant une partie annulaire centrale (9) et une partie annulaire périphérique (10) reliées ensemble le long d'une jonction annulaire (11) située en regard du guide d'ondes (12) dudit haut-parleur (1), ladite membrane (4) étant reliée au niveau de ladite jonction annulaire (11) à une bobine électromagnétique mobile (3) suspendue dans l'entrefer (5) des pièces polaires (6, 7) d'un aimant permanent (8) et alimentée par un courant électrique représentatif des sons à reproduire, caractérisé en ce que ladite membrane (4) est réalisée en une matière souple et élastique de manière à présenter une déformation définie lors du mouvement de ladite bobine électromagnétique (3), et en ce que lesdites parties annulaires (9, 10) sont bombées et sont directement reliées par leur extrémité libre (13, 14) à une structure fixe dudit haut-parleur (1), le côté convexe desdites parties annulaires (9, 10) étant disposé en regard dudit guide d'ondes (12).
2. Haut-parleur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins l'une desdites parties annulaires (9, 10) est reliée à ladite structure fixe de manière à former des lames d'air (13A, 13B, 14A, 14B) par rapport à ladite structure fixe.
3. Haut-parleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites lames d'air (13A, 13B, 14A, 14B) présentent une épaisseur décroissant progressivement vers la zone de fixation de la membrane (4) sur la structure fixe.
4. Haut-parleur selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdites lames d'air sont formées d'un seul côté de la membrane.
5. Haut-parleur selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdites lames d'air (13A, 13B, 14A, 14B) sont formées des deux côtés de la membrane (4).
6. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins l'une desdites parties annulaires est munie de lignes d'assouplissement

radiales uniformément réparties sur la périphérie de ladite partie annulaire.

7. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins l'une desdites parties annulaires est munie de fentes radiales uniformément réparties sur la périphérie de ladite partie annulaire et fermées au moyen d'une résine souple et élastique.
8. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite membrane (4) est réalisée en un matériau composite.
9. Haut-parleur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite membrane (4) est réalisée en un polymère à haut module de Young.
10. Haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit guide d'ondes (12) est un pavillon et en ce que ladite membrane (4) et ladite bobine électromagnétique (3) constituent un moteur à chambre de compression.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzlautsprecher (1), der eine schwingungsfähige Membran (4) aufweist, die einen mittleren ringförmigen Teil (9) und einen ringförmigen Umfangsteil (10) umfaßt, die entlang einer ringförmigen Verbindungsstelle (11), die sich einem Wellenleiter (12) des Lautsprechers (1) gegenüber befindet, miteinander verbunden sind, wobei die Membran (4) in Höhe der ringförmigen Verbindungsstelle (11) mit einer beweglichen elektromagnetischen Spule (3) verbunden ist, die im Luftspalt (5) der Polteile (6, 7) eines Permanentmagneten (8) aufgehängt ist und mit elektrischem Strom versorgt wird, der für die wiederzugebenden Töne repräsentativ ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (4) aus einem geschmeidigen und elastischen Material derart ausgeführt ist, daß sie bei Bewegungen der elektromagnetischen Spule (3) eine definierte Verformung zeigt, und daß die ringförmigen Teile (9, 10) gewölbt und mit ihrem freien Ende (13, 14) mit einem festen Aufbau des Lautsprechers (1) direkt verbunden sind, wobei die konvexe Seite der ringförmigen Teile (9, 10) dem Wellenleiter (12) gegenüber angeordnet ist.
2. Lautsprecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der ringförmigen Teile (9, 10) derart mit dem festen Aufbau verbunden ist, daß in Bezug auf den festen Aufbau dünne

Luftstreifen (13A, 13B, 14A, 14B) gebildet werden.

3. Lautsprecher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dünnen Luftstreifen (13A, 13B, 14A, 14B) eine zur Zone der Befestigung der Membran (4) am festen Aufbau hin fortschreitend abnehmende Dicke aufweisen. 5
4. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dünnen Luftstreifen auf einer einzigen Seite der Membran gebildet werden. 10
5. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dünnen Luftstreifen (13A, 13B, 14A, 14B) auf beiden Seiten der Membran (4) gebildet werden. 15
6. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der ringförmigen Teile mit radialen Linien zum Geschmeidigmachen versehen ist, die über den Umfang des ringförmigen Teils gleichmäßig verteilt sind. 20
7. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der ringförmigen Teile mit radialen Schlitten versehen ist, die über den Umfang des ringförmigen Teils gleichmäßig verteilt und mittels eines geschmeidigen und elastischen Harzes geschlossen sind. 25
8. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (4) aus einem Verbundwerkstoff ausgeführt ist. 30
9. Lautsprecher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (4) aus einem Polymer mit hohem Elastizitätsmodul ausgeführt ist. 35
10. Lautsprecher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (12) ein Schalltrichter ist und daß die Membran (4) und die elektromagnetische Spule (3) einen Kompressionskammermotor bilden. 40

Claims

1. A loudspeaker for high frequencies (1) including a vibrating diaphragm (4) comprising a central annular part (9) and a peripheral annular part (10) connected together along an annular junction (11) situated opposite the waveguide (12) of said loudspeaker (1), said diaphragm (4) being connected in the vicinity of said annular junction (11) to a moving 50

electromagnetic coil (3) suspended in the air gap (5) of the pole pieces (6, 7) of a permanent magnet (8) and supplied with an electric current representative of the sounds to be reproduced, characterized in that said diaphragm (4) is made from a flexible and elastic material so as to exhibit a defined deformation during the motion of said electromagnetic coil (3), and in that said annular parts (9, 10) are domed and are connected directly via their free end (13, 14) to a fixed structure of said loudspeaker (1), the convex side of said annular parts (9, 10) being arranged opposite said waveguide (12).

2. The loudspeaker as claimed in claim 1, characterized in that at least one of said annular parts (9, 10) is connected to said fixed structure in such a way as to form air sheets (13A, 13B, 14A, 14B) with respect to said fixed structure.
3. The loudspeaker as claimed in claim 2, characterized in that said air sheets (13A, 13B, 14A, 14B) exhibit a thickness decreasing progressively toward the region for fixing the diaphragm (4) to the fixed structure.
4. The loudspeaker as claimed in either of claims 2 and 3, characterized in that said air sheets are formed on one side of the diaphragm.
5. The loudspeaker as claimed in either of claims 2 and 3, characterized in that said air sheets (13A, 13B, 14A, 14B) are formed on both sides of the diaphragm (4).
6. The loudspeaker as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that, characterized in that at least one of said annular parts is furnished with radial flexibilizing lines uniformly distributed over the periphery of said annular part.
7. The loudspeaker as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that at least one of said annular parts is furnished with radial slots uniformly distributed over the periphery of said annular part and closed by means of a flexible and elastic resin.
8. The loudspeaker as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that said diaphragm (4) is made from a composite material.
9. The loudspeaker as claimed in one of claims 1 to 7, characterized in that said diaphragm (4) is made from a polymer with high Young's modulus. 55

10. The loudspeaker as claimed in any one of the preceding claims,
characterized in that said waveguide (12) is a horn
and wherein said diaphragm (4) and said electro-
magnetic coil (3) constitute a compression-chamber motor. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

