

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 331 566 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 45 Date de publication de fascicule du brevet: **01.06.94** 51 Int. Cl.⁵: **G10K 11/32, H04R 1/34**
- 21 Numéro de dépôt: **89400530.5**
- 22 Date de dépôt: **24.02.89**

54 **Guide d'onde sonore cylindrique.**

30 Priorité: **29.02.88 FR 8802481**

43 Date de publication de la demande:
06.09.89 Bulletin 89/36

45 Mention de la délivrance du brevet:
01.06.94 Bulletin 94/22

84 Etats contractants désignés:
BE DE ES GB IT LU NL

56 Documents cités:
GB-A- 757 021
US-A- 3 980 829
US-A- 4 718 517

73 Titulaire: **HEIL ACOUSTICS**
Ferme des Taillis Bourdries RD 40
F-91400 Gometz la ville(FR)

72 Inventeur: **Heil, Christian**
43 Rue Saint Nicolas
F-91940 Gometz le Chatel(FR)

74 Mandataire: **Rinuy, Santarelli**
14, avenue de la Grande Armée
F-75017 Paris (FR)

EP 0 331 566 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

La présente invention concerne l'optimisation des couplages acoustiques entre transducteurs électroacoustiques voisins, sur toute l'étendue de leur spectre de fréquence, au moyen d'un guide d'onde particulier. Ce guide d'ondes a pour but de transformer une surface d'onde plane circulaire isophasé (membrane de haut-parleur ou sortie de chambre à compression) en une surface d'onde plane rectangulaire isophasé. L'alignement de plusieurs surfaces rectangulaires ainsi formées constitue un ruban plan isophasé d'où peu émerger une onde progressive cylindrique cohérente. Plusieurs transducteurs ainsi couplés génèrent une onde cylindrique cohérente alors que ces mêmes transducteurs sans le guide d'onde de l'invention génèrent autant d'ondes progressives sphériques interférant les unes avec les autres.

On connaît par le document US-A-4.718.517 un haut-parleur ayant un dispositif de couplage avec une sortie rectangulaire et comportant en outre une pièce de phase. Ce système est inapte à générer une onde cylindrique cohérente.

On connaît par le document US-A-3.980.829 un guide d'onde comportant une pluralité d'orifices de sortie et destiné à être placé devant un panneau électrostatique utilisé en haute fidélité pour en diminuer la directivité. L'orifice d'entrée du guide d'onde est rectangulaire. Ce guide ne peut être utilisé avec des haut-parleurs ou chambres de compression de forme circulaire ou annulaire et est inadapté à la sonorisation de forte puissance.

D'une manière générale, l'invention est définie dans les revendications 1 à 3. Ainsi, le guide d'ondes sonores comporte une entrée circulaire ou annulaire et une sortie rectangulaire de telle manière que le temps de propagation de l'onde entre entrée et sortie soit constant, quel que soit le chemin acoustique emprunté.

Les autres revendications définissent des caractéristiques propres à un exemple de réalisation.

Selon une caractéristique de cet exemple, le conduit entre l'orifice d'entrée et l'aire de sortie comporte un passage évoquant la forme générale d'une nappe.

La forme dite en nappe est obtenue par déformation des parois du conduit ou par incorporation d'un ou plusieurs corps internes au conduit, ou à la fois par déformation des parois du conduit et par incorporation de un ou plusieurs corps internes audit conduit.

Le corps interne peut présenter diverses formes et être constitué en plusieurs éléments. Ce corps peut présenter l'aspect général d'une pyramide aplatie, ou d'un cône aplati dont la pointe pénètre dans l'orifice d'entrée, et dont l'autre extrémité est biseautée de façon à ce que son arête

affleure l'aire de sortie du conduit suivant l'axe de la dite sortie.

Le diffuseur est prévu pour fonctionner avec plusieurs haut-parleurs et plusieurs guides d'ondes. Dans ce cas les aires oblongues des orifices de sorties sont toutes dans un plan et dans le prolongement les unes des autres.

Pour mieux faire comprendre l'invention, il est donné ci-après un exemple de réalisation d'un guide d'ondes représenté par les dessins annexés dans lesquels

Fig. 1 est une vue en perspective d'un diffuseur,

Fig. 2 est une coupe axiale horizontale

Fig. 3 est une coupe axiale verticale

Fig. 4 est une vue arrière du guide pour haut-parleur à chambre de compression,

Fig. 5 est une vue arrière pour haut-parleur à diaphragme annulaire,

Fig. 6 est une vue avant,

Fig. 7 est une coupe suivant VII-VII de la Fig. 5,

Fig. 8 est une coupe suivant VIII-VIII de la Fig. 5,

Fig. 9 montre la forme du corps interne,

Fig. 10 est une vue de côté du corps interne,

Fig. 11 est une vue de dessus du corps interne,

Fig. 12 est une vue de face du corps interne.

Le guide d'onde représenté en Fig. 1 est formé de trois éléments 1, 2, 3.

Les éléments 1 et 2 sont symétriques suivant un plan vertical et constituent des coques entre lesquelles est fixé le corps interne 3. Chaque coque comporte un flasque arrière 4 ou 4' et un flasque avant 6 ou 6' réunis par une plaque entretoise 5 ou 5', les flasques 4-4' venant en prolongement l'un de l'autre, et il en est de même pour les flasques 6, 6' qui laissent subsister entre-eux une fente 9 formée par les échancrures 8, 8'. Les parties creuses 7 et 7' forment un logement pour l'élément 3.

Les flasques arrières 4,4' comportent une petite échancrure circulaire 10 10' se faisant face après assemblage pour déterminer l'orifice d'entrée 11.

La Fig. 4 montre le cas d'un guide prévu pour haut-parleur à chambre de compression, et l'orifice 11, d'une superficie relativement faible, laisse voir la pointe 12 du corps interne 3 qui sera plus loin décrit en détail.

La Fig. 5 montre le cas d'un guide d'onde prévu pour un haut-parleur à diaphragme annulaire. L'orifice 11' est d'une superficie plus grande que dans le cas précédent. On voit en 13 l'extrémité d'un autre corps interne. La Fig. 6 montre les flasques avant 6 et 6' avec leur échancrure 8, 8' déterminant la fente 9 laissant le corps 3 se terminer de ce côté par une arête 14.

Sur les Fig. 2 et 3 on voit un guide d'onde fixé sur un haut-parleur 15 et muni d'un pavillon 16. On voit qu'entre le corps 3 et un logement 7, 7' subsis-

te un passage continu portant les références 16 à 18'. Ce passage entoure le corps 3 de tous les côtés, et comporte une largeur à peu près constante.

Le corps 3 et la paroi du logement 7, 7' ont des formes et dimensions compatibles pour laisser passer entre eux une nappe fluide dans le conduit prévu à cet effet. Dans l'exemple de réalisation présenté :

- O = 35mm, diamètre de l'orifice de sortie de la chambre de compression,
- a = 50°, angle du cône (entrée) et du biseau (sortie),
- l = 30mm, largeur de l'orifice rectangulaire de sortie,
- L = 220mm, hauteur de l'orifice rectangulaire de sortie,
- A = 112mm, demi-longueur du dispositif.

Il est bien entendu que ces dimensions ne sont pas limitatives, mais données simplement à titre documentaire pour illustrer l'exemple donné.

Le corps interne 3 a la forme générale d'un cône 19 dont la base est biseautée jusqu'à la moitié de sa hauteur pour déterminer deux plages 20,21 déterminant l'arête 14. Le corps 3 est fixé par tout moyen connu. Sur la Fig. 9 on voit une seule languette 22, mais il existe une languette symétrique, et lors du montage les deux languettes sont prises en sandwich entre les plaques 5 et 5'.

Le guide d'onde est réalisé en matériau rigide (métal, plastique, résine) par moulage. Ainsi qu'exposé précédemment, il est constitué de trois pièces, la pièce centrale est prise en sandwich entre deux pièces identiques extérieures qui déterminent les parois du guide d'onde et comprennent les flasques de fixation au haut-parleur à l'entrée, au pavillon à la sortie. Ces trois pièces sont assemblées par collage, soudure ou vissage.

Les formes du corps interne et du logement sont telles que tous les chemins les plus courts pour aller de l'orifice d'entrée à l'orifice de sortie ont tous la même longueur, ou des longueurs très voisines. Au cours du fonctionnement le temps de propagation de l'onde sonore est constant à travers le guide.

Ainsi le dit guide d'onde permet de transformer le plan d'onde circulaire isophasé généré par la membrane d'un haut-parleur ou l'orifice d'une chambre à compression en un plan d'onde isophasé rectangulaire. Les dimensions du plan rectangulaire en question sont calibrées de manière à ce que l'onde sonore émergente se propage en mode quasi cylindrique.

Les paramètres d'optimisation d'un guide sont les suivantes :

- soit (f1, f2) avec $f_2 > f_1$, l'intervalle de fréquence sur lequel le guide doit être efficace et (λ_1, λ_2) les longueurs d'ondes associées,

- soit 1 et L respectivement les largeur et longueur du rectangle de sortie du guide, L étant le côté vertical, 1 le côté horizontal.

Dans une propagation en mode cylindrique, l'axe du cylindre étant vertical, pour que le rectangle de sortie soit un plan isophasé, il faut que les conditions suivantes soient remplies :

- i = largeur du conduit $< \lambda_2$
- ii = $a \leq 30^\circ$
- iii = soit δ l'écart maximal entre les différents chemins acoustiques possibles dans le guide, il faut $\delta \leq \lambda_{2/4}$

Pour que la propagation soit effectivement cylindrique le long de l'axe vertical, il faut que :

- iv : $L > \text{quelques } \lambda_1$
- v : $l \leq \lambda_2$

Le domaine de prédilection d'utilisation des diffuseurs selon l'invention est celui de la sonorisation professionnelle des salles ou des espaces en plein air qui requièrent un grand nombre de haut-parleurs juxtaposés.

L'empilement de plusieurs haut-parleurs avec guides d'onde dans le sens de la hauteur, le côté L étant vertical a pour effet de générer un ruban plan isophasé d'où peut émerger une onde cylindrique cohérente. Un couplage optimal entre les haut-parleurs est ainsi réalisé.

Revendications

1. Guide d'onde, pour la transmission d'ondes acoustiques de longueur minimale (λ_2) prédéterminée, s'adaptant à la sortie d'un transducteur électroacoustique, comportant un passage continu reliant une entrée amont, constituant l'extrémité du guide d'onde la plus proche dudit transducteur, à une sortie aval, constituant l'extrémité opposée du guide d'onde, caractérisé en ce que l'orifice d'entrée (11, 11') a une forme circulaire ou annulaire, l'orifice de sortie est constitué par un orifice rectangulaire plan et oblong (9), le passage (16, 17, 18, 18') les reliant, guidant les ondes émises par ledit transducteur, et en ce que, dans les trois dimensions, les trajets d'onde dans le passage entre tout point de l'orifice d'entrée amont et tout point de l'orifice de sortie aval sont de longueurs pratiquement égales, de telle sorte que le guide d'onde transforme une surface d'onde plane, circulaire et isophasé à l'entrée en une surface d'onde plane, rectangulaire et isophasé à la sortie.
2. Guide d'onde selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'écart maximal (δ) entre les différents chemins acoustiques possibles entre l'orifice d'entrée et l'orifice de sortie dans le guide est tel que : $\delta \leq \lambda_2/4$, λ_2 étant la longueur

d'onde minimale transmise.

3. Guide d'onde selon l'une quelconque des revendications 1, 2, caractérisé en ce que la largeur de l'orifice plan et oblong de sortie est inférieure ou égale à la longueur d'onde minimale transmise (λ_2). 5
4. Guide d'onde selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte une coque externe (1, 2) à l'intérieur de laquelle est agencé un corps interne (3), le corps interne étant agencé de manière à dégager entre sa surface extérieure et sa surface interne de la coque externe ledit passage continu, pour la propagation des ondes. 10 15
5. Guide d'onde selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il est formé de trois éléments, que les deux premiers éléments (1, 2) sont symétriques suivant un plan vertical et constituent des demi-coques externes entre lesquelles est fixé ledit corps interne (3), chaque coque comportant un flasque arrière (4 ou 4') et un flasque avant (6 ou 6') réunis par une plaque entretoise (5 ou 5') partiellement déformée pour déterminer le logement de l'élément interne (3). 20 25
6. Guide d'onde selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les flasques arrières (4 et 4') sont placés en prolongement l'un de l'autre, qu'ils comportent chacun une échancrure circulaire (10, 10') se faisant face après assemblage pour déterminer l'orifice d'entrée (11). 30 35
7. Guide d'onde selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les flasques avant (6 et 6') comportant chacun une échancrure (8, 8') rectangulaire, se faisant face après assemblage, pour déterminer ledit orifice de sortie (9). 40
8. Guide d'onde selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le corps interne présente, en coupe axiale horizontale, la forme d'un quadrilatère symétrique par rapport à un axe s'étendant entre une pointe du corps, affleurant la surface de l'orifice circulaire d'entrée, au centre du cercle, et une arête, orientée parallèlement à l'orifice de sortie et affleurant l'aire de ce dernier et présente, en coupe axiale verticale, une forme triangulaire. 45 50
9. Guide d'onde selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé par le fait que le corps interne présente, en coupe axiale horizontale, une forme géométrique à cinq côtés 55

droits, cette forme étant symétrique par rapport à un axe s'étendant entre le centre des cercles constituant l'orifice annulaire d'entrée, et une arête dudit corps, s'étendant à la verticale et affleurant l'aire de l'orifice de sortie, et présente, en coupe axiale verticale, une forme trapézoïdale, dont la grande base est constituée par ladite arête et la petite base correspond au diamètre de l'orifice annulaire d'entrée.

10. Guide d'onde selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé par le fait que le corps interne (3) est fixé à l'intérieur de la coque externe à l'aide de languettes (22) parallèles à son axe et permettant de le maintenir régulièrement espacé des parois internes de la coque externe pour former ledit passage continu.
11. Diffuseur comportant plusieurs guides d'onde selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les guides d'onde sont montés en ligne (chacun à la sortie d'un transducteur électroacoustique) de façon que les aires rectangulaires des orifices de sortie (9) se trouvent toutes dans un même plan et dans le prolongement les unes des autres.

Claims

1. Waveguide for the transmission of sound waves of a predetermined minimum length (λ_2), fitting on the output of an electroacoustic transducer, having a continuous passage connecting an upstream inlet, constituting the end of the waveguide closer to the said transducer, to a downstream outlet, constituting the opposite end of the waveguide, characterized in that the inlet orifice (11, 11') has a circular or annular shape, the outlet orifice consists of a plane oblong rectangular orifice (9), the passage (16, 17, 18, 18') connecting them guiding the waves emitted by the said transducer, and in that, in three dimensions, the wave paths in the passage between any point on the upstream inlet orifice and any point on the downstream outlet orifice are of practically equal lengths, so that the waveguide transforms a plane circular isophase wave surface at the inlet into a plane rectangular isophase wave surface at the outlet.
2. Waveguide according to Claim 1, characterized in that the maximum distance (δ) between the different acoustic paths possible between the inlet orifice and outlet orifice in the guide is such that: $\delta \leq \lambda_2/4$, λ_2 being the minimum

wavelength transmitted.

3. Waveguide according to either one of Claims 1 or 2, characterized in that the width of the plane oblong outlet orifice is less than or equal to the minimum wavelength transmitted (λ_2). 5
4. Waveguide according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that it has an outer shell (1, 2), inside which an inner body (3) is arranged, the inner body being arranged so as to leave clear, between its external surface and the internal surface of the outer shell, the said continuous passage for the propagation of the waves. 10 15
5. Waveguide according to Claim 4, characterized by the fact that it is formed by three members, that the first two members (1, 2) are symmetrical about a vertical plane and constitute the outer half-shells between which the said inner body (3) is fixed, each shell having a rear flange (4 or 4') and a front flange (6 or 6') connected by a bracing plate (5 or 5') which is partially deformed in order to determine the housing of the inner member (3). 20 25
6. Waveguide according to Claim 5, characterized by the fact that the rear flanges (4 and 4') are positioned in line with each other, that they each have circular cutouts (10, 10') facing each other after assembly in order to determine the inlet orifice (11). 30
7. Waveguide according to Claim 6, characterized by the fact that the front flanges (6 and 6') each have rectangular cutouts (8, 8'), facing each other after assembly, in order to determine the said outlet orifice (9). 35 40
8. Waveguide according to any one of Claims 4 to 7, characterized in that the inner body has, in horizontal axial section, the shape of a quadrilateral which is symmetrical with respect to an axis lying between a point on the body, flush with the surface of the circular inlet orifice, at the centre of the circle, and a ridge oriented parallel to the outlet orifice and flush with the area of the latter, and has, in vertical axial section, a triangular shape. 45 50
9. Waveguide according to any one of Claims 4 to 7, characterized by the fact that the inner body has, in horizontal axial section, a geometrical shape with five straight sides, this shape being symmetrical with respect to an axis lying between the centre of the circles forming the annular inlet orifice and a ridge on the said 55

body extending vertically and flush with the area of the outlet orifice, and has, in vertical axial section, a trapezoidal shape, the large base of which is formed by the said ridge and the small base of which corresponds to the diameter of the annular inlet orifice.

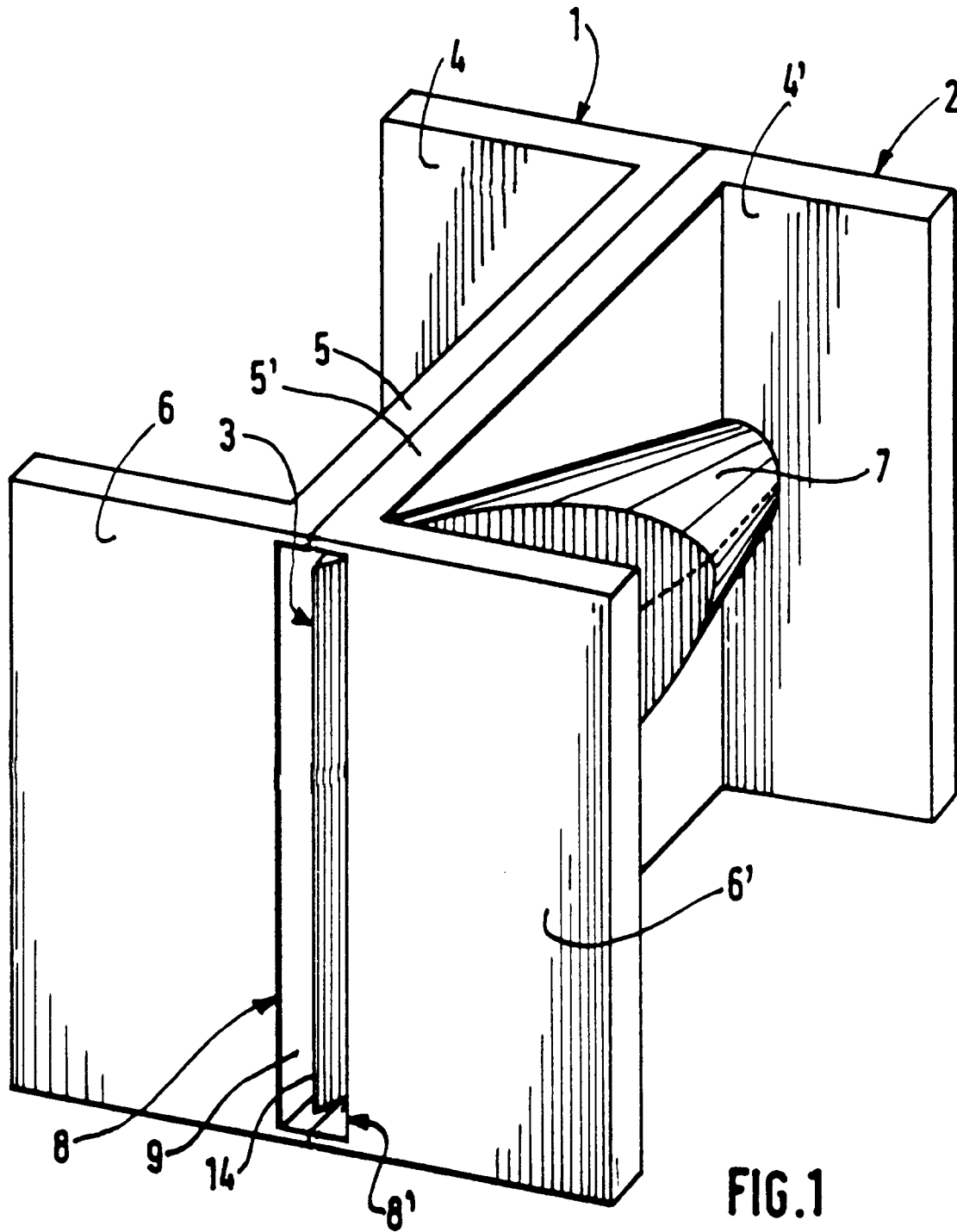
10. Waveguide according to one of Claims 8 and 9, characterized by the fact that the inner body (3) is fixed inside the outer shell by means of tongues (22) parallel to its axis and enabling it to be held evenly spaced from the internal walls of the outer shell in order to form the said continuous passage. 15
11. Diffuser including several waveguides according to any one of the preceding claims, characterized by the fact that the waveguides are mounted in line (each at the output of an electroacoustic transducer) so that the rectangular areas of the outlet orifices (9) are all in one and the same plane and in line with each other. 20

25 Patentansprüche

1. Wellenleiter zur Übertragung akustischer Wellen vorbestimmter minimaler Länge (λ_2), der mit dem Ausgang eines elektroakustischen Wandlers zusammenpaßt und einen ununterbrochenen Durchgang aufweist, der stromaufwärts einen Einlaß, der das dem Wandler nächstgelegene Ende des Wellenleiters bildet, mit einem Auslaß stromabwärts verbindet, der das entgegengesetzte Ende des Wellenleiters bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einlaßöffnung (11,11') eine Kreis- oder Ringform aufweist, die Auslaßöffnung durch eine rechteckige ebene und längliche Öffnung (9) gebildet ist, der Durchgang (16, 17, 18, 18') diese Öffnungen miteinander verbindet und die vom Wandler ausgesandten Wellen führt, und dadurch, daß dreidimensional die Wellenwege in dem Durchgang zwischen jedem Punkt der Einlaßöffnung stromaufwärts und jedem Punkt der Auslaßöffnung stromabwärts praktisch gleich lang sind, so daß der Wellenleiter eine am Einlaß kreisförmige und gleichphasige ebene Wellenfläche in eine am Auslaß rechteckige und gleichphasige ebene Wellenfläche überführt. 35 40 45 50
2. Wellenleiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Maximalabweichung (δ) zwischen den möglichen unterschiedlichen akustischen Wegen zwischen der Einlaßöffnung und der Auslaßöffnung in dem Leiter derart ist, daß gilt: $\delta \leq \lambda_2/4$, wobei λ_2 die Länge 55

der kleinsten übertragenen Welle ist.

3. Wellenleiter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der ebenen und länglichen Auslaßöffnung kleiner oder gleich der Länge der kleinsten übertragenen Welle (λ_2) ist. 5
4. Wellenleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Außenschale (1,2) aufweist, innerhalb der ein Innenkörper (3) derart angeordnet ist, daß zwischen seiner Außenfläche und der Innenfläche der Außenschale der besagte ununterbrochene Durchgang zur Übertragung der Wellen freigelassen ist. 10 15
5. Wellenleiter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er aus drei Elementen gebildet ist, daß die zwei ersten Elemente (1, 2) bezüglich einer vertikalen Ebene symmetrisch sind und äußere Halbschalen bilden, zwischen denen der Innenkörper (3) befestigt ist, wobei jede Schale einen hinteren Flansch (4 oder 4') und einen vorderen Flansch (6 oder 6') aufweist, die durch eine Zwischenplatte (5 oder 5') verbunden sind, die teilweise verformt ist, um die Aufnahme für das Innenelement (3) festzulegen. 20 25 30
6. Wellenleiter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die hinteren Flansche (4 und 4') in gegenseitiger Verlängerung angeordnet sind und jeder derselben einen kreisförmigen Ausschnitt (10, 10') aufweist, wobei diese Ausschnitte nach dem Zusammenbau einander zugewandt sind, um die Einlaßöffnung (11) festzulegen. 35
7. Wellenleiter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorderen Flansche (6 und 6') je einen rechteckigen Ausschnitt (8, 8') aufweisen, wobei diese Ausschnitte nach dem Zusammenbau einander zugewandt sind, um die Auslaßöffnung (9) festzulegen. 40 45
8. Wellenleiter nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenkörper in einem horizontalen Axialschnitt die Form eines Vierecks, das zu einer Achse symmetrisch ist, die zwischen einer Spitze des Körpers, die in der Fläche der kreisförmigen Einlaßöffnung im Mittelpunkt des Kreises liegt, und einer Kante verläuft, die parallel zur Auslaßöffnung ausgerichtet ist und in der Fläche der letzteren liegt, und in einem vertikalen Axialschnitt eine Dreieckform aufweist. 50 55
9. Wellenleiter nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenkörper in einem horizontalen Axialschnitt eine geometrische Form mit fünf geraden Seiten, die zu einer Achse symmetrisch ist, die zwischen dem Mittelpunkt der Kreise, welche die ringförmige Einlaßöffnung bilden, und einer Kante des besagten Körpers verläuft, die sich vertikal erstreckt und in der Fläche der Auslaßöffnung liegt, und in einem vertikalen Axialschnitt eine trapezförmige Gestalt aufweist, deren große Basis durch die besagte Kante gebildet ist und deren kleine Basis dem Durchmesser der ringförmigen Einlaßöffnung entspricht.
10. Wellenleiter nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenkörper (3) im Inneren der Außenschale mittels Laschen (22) befestigt ist, die parallel zu seiner Achse verlaufen und es zulassen, ihn in einem gleichmäßigen Abstand zu den Innenwänden der Außenschale zu halten, um den besagten nicht unterbrochenen Durchgang zu bilden.
11. Diffusor mit mehreren Wellenleitern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenleiter in einer Linie (jeder am Ausgang eines elektroakustischen Wandlers) so montiert sind, daß sich die rechteckigen Flächen der Auslaßöffnungen (9) alle in derselben Ebene und in einer gegenseitigen Verlängerung befinden.



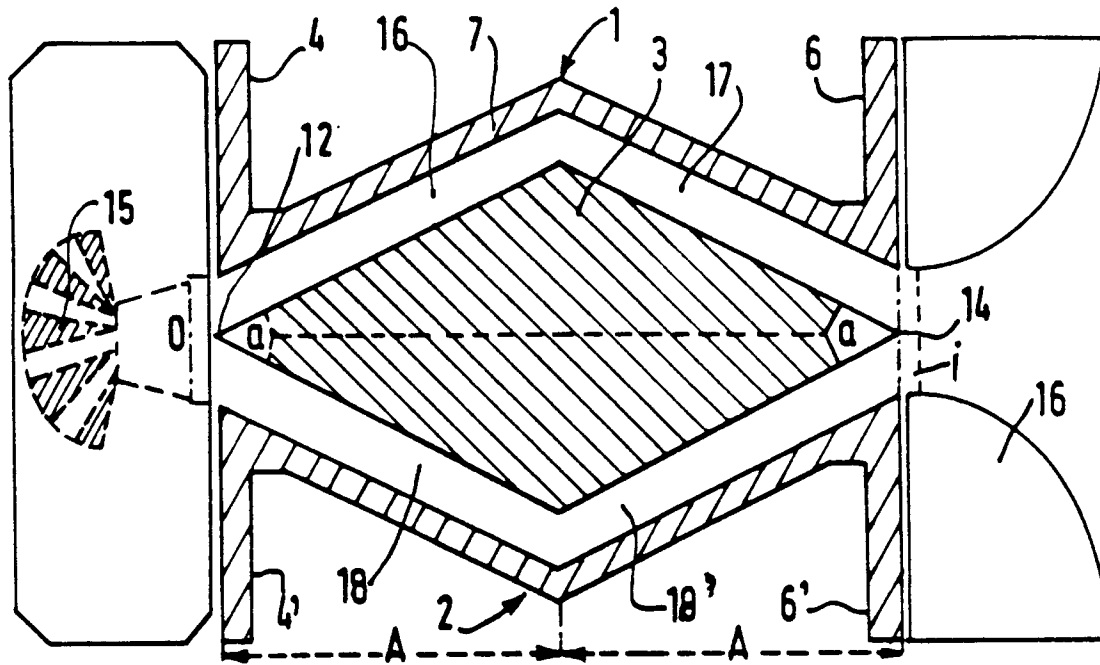


FIG. 2

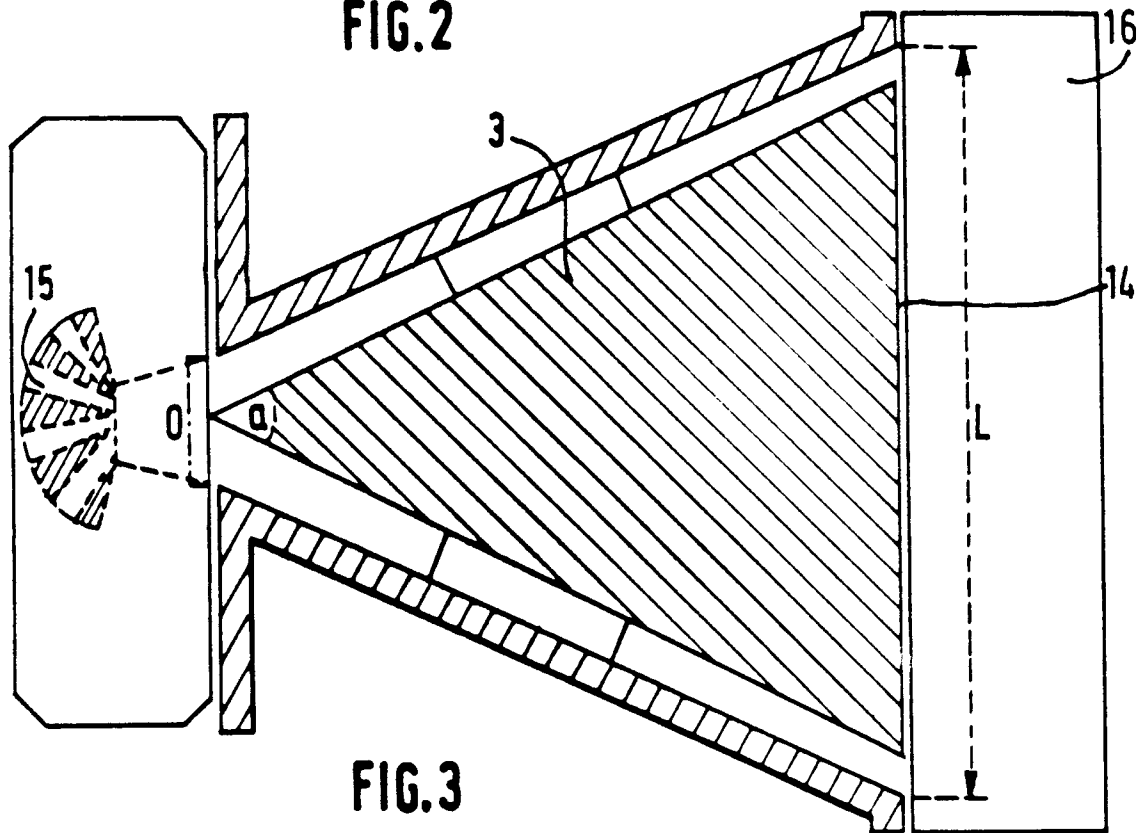
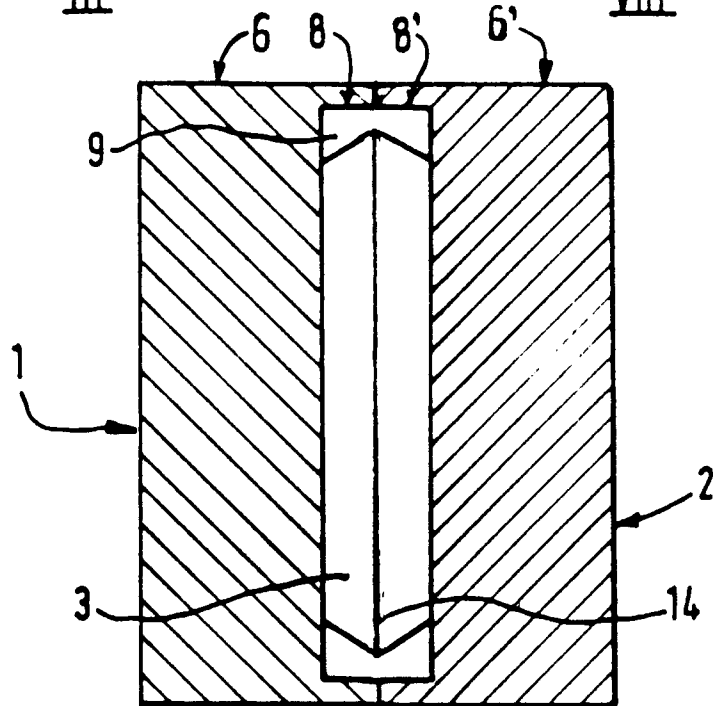
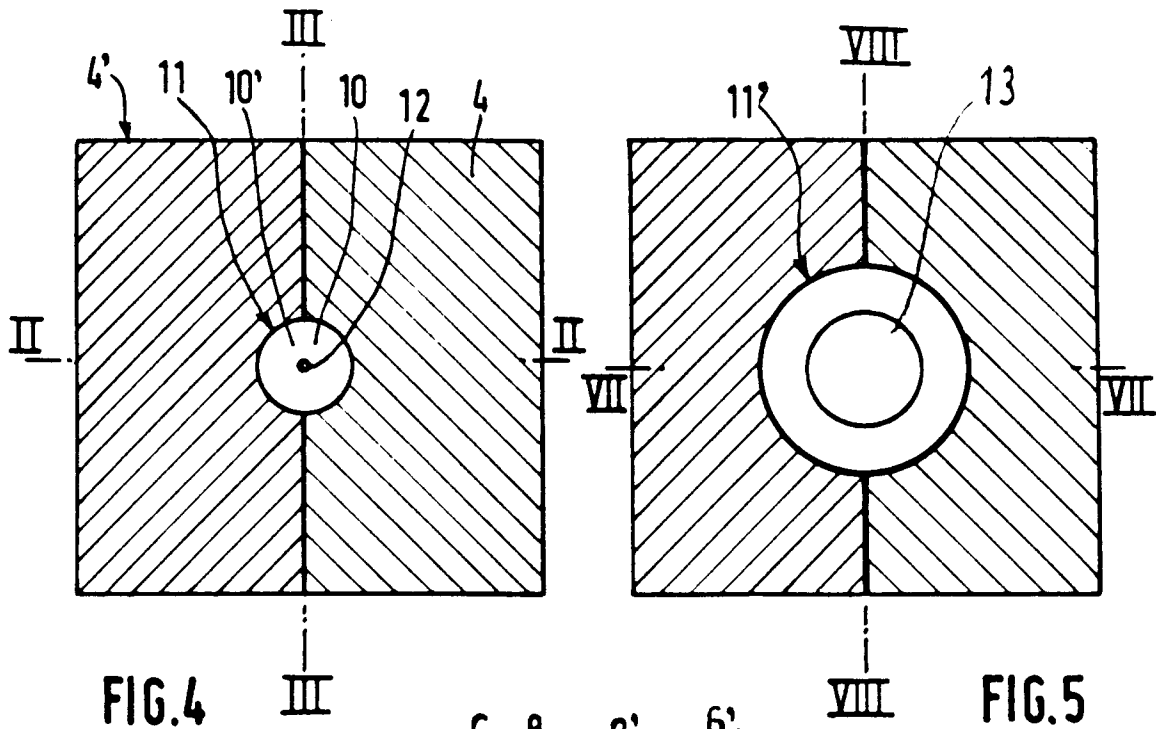


FIG. 3



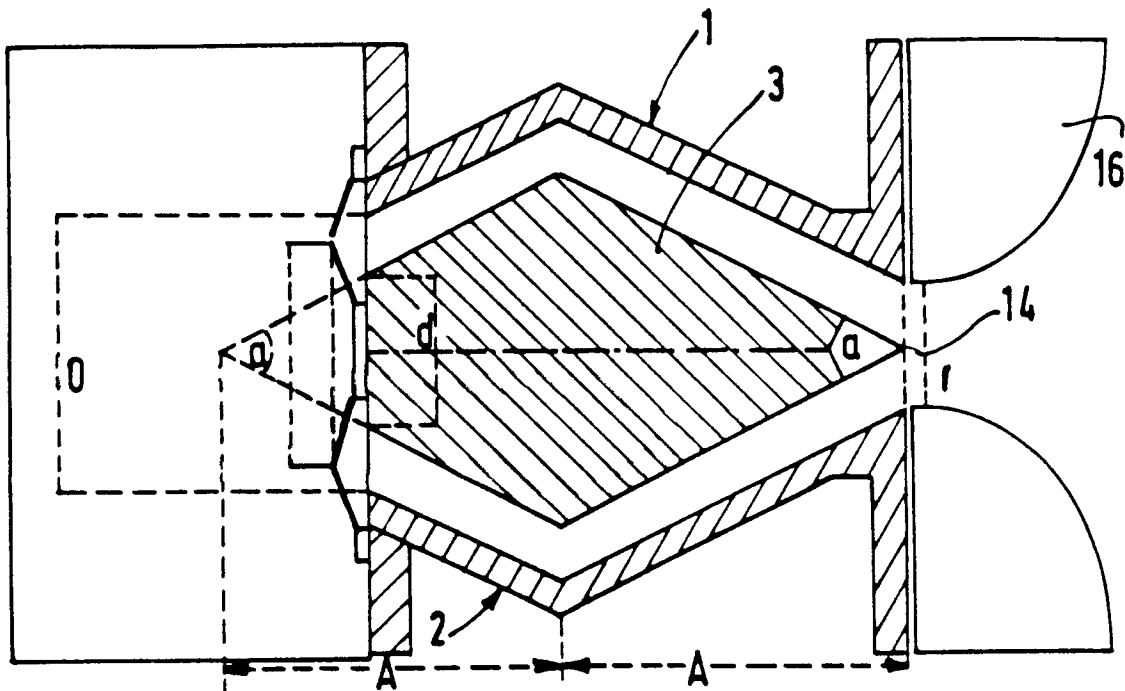


FIG. 7

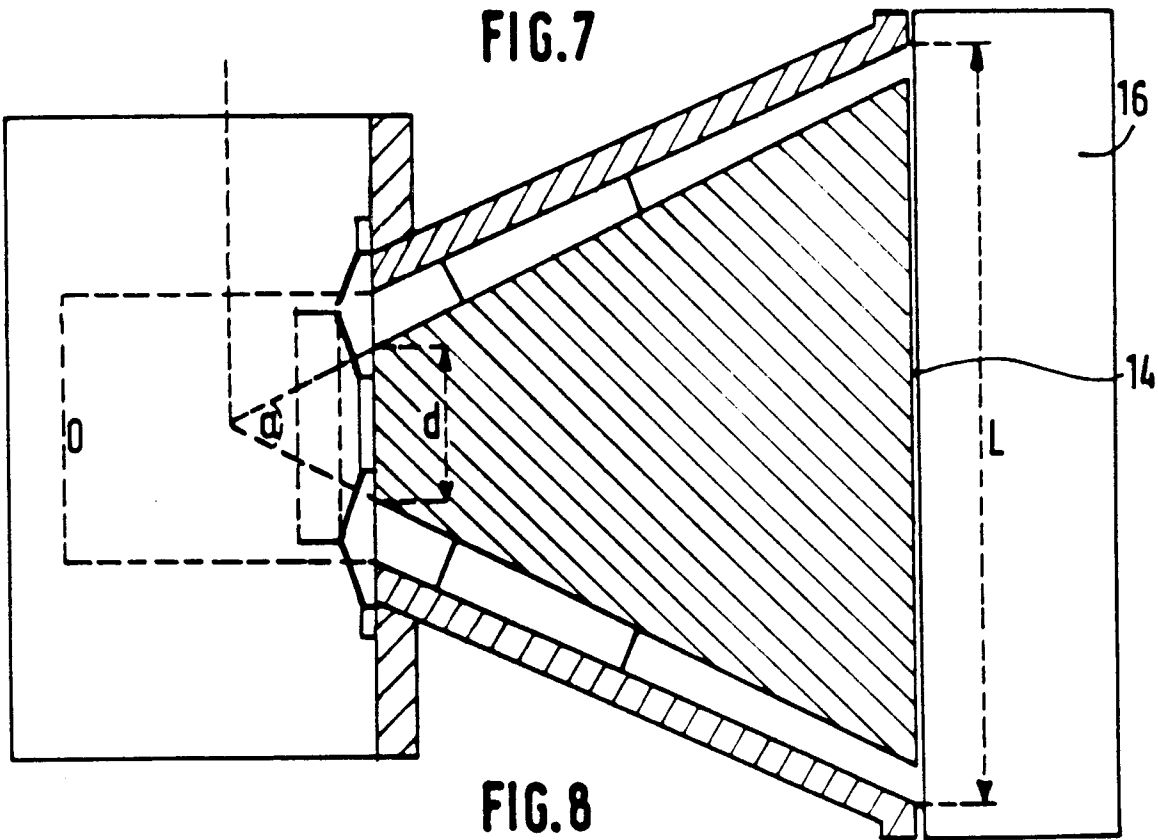


FIG. 8

