

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 728 535 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
26.08.1998 Bulletin 1998/35

(51) Int. Cl.⁶: **B06B 1/06**

(21) Numéro de dépôt: **96400364.4**

(22) Date de dépôt: **22.02.1996**

(54) **Procédé et dispositif pour diminuer la fréquence de résonance des cavités des transducteurs immergeables**

Verfahren und Vorrichtung zur Verminderung der Resonanzfrequenz von Hohlräumen von Unterwasserwandlern

Process and device for reducing the resonant frequency of the cavities of submerged transducers

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT SE

(30) Priorité: **23.02.1995 FR 9502093**

(43) Date de publication de la demande:
28.08.1996 Bulletin 1996/35

(73) Titulaire:
ETAT FRANCAIS
Représenté par le Délégué Général
pour l'Armement
75007 Paris 7ème (FR)

(72) Inventeurs:
• **Ripoll, Yves**
83140 Six Fours les Plages (FR)
• **Garcin, Jacky**
83140 Six Fours les Plages (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 462 037 **FR-A- 2 665 998**

EP 0 728 535 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 a pour objet des procédés et dispositifs pour diminuer la fréquence de résonance des cavités des transducteurs immergeables.

5 Le secteur technique de l'invention est celui de la réalisation d'un transducteur immergeable électroacoustique.

L'application principale de l'invention est de diminuer cette fréquence de résonance pour les transducteurs dits à double "Tonpilz" et en particulier pour ceux utilisés pour émettre des ondes acoustiques avec un rendement élevé et autour d'un plan directeur donné et omnidirectionnellement suivant ce plan.

10 On connaît de tels transducteurs électroacoustiques immergeables, et en particulier piézoélectriques, comportant un boîtier cylindrique rigide, creux et ouvert à ses deux extrémités axiales, et à l'intérieur duquel sont disposés coaxialement avec celui-ci, deux moteurs électro-acoustiques identiques, placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale, et dont les extrémités opposées sont entourées d'un pavillon. De tels transducteurs sont dits doubles "Tonpilz". Lesdits moteurs électro-acoustiques peuvent être réalisés par deux empilements de plaquettes piézo-électriques alignés. Les faces externes des deux pavillons sont situées dans le plan des extrémités axiales du boîtier, de telle sorte qu'elles sont en contact avec le liquide, dans lequel le boîtier est plongé, et le périmètre externe de ces pavillons vient au plus près du bord des extrémités axiales ouvertes dudit boîtier.

15 Ainsi, ces faces externes émettent dans le liquide des ondes acoustiques lorsque les moteurs électro-acoustiques sont excités électroniquement : ces transducteurs sont utilisés notamment pour émettre dans l'eau des ondes acoustiques basses fréquences dans une direction déterminée; pour une application de ce type de transducteur mono ou double "Tonpilz" à des émissions de fortes puissances, on peut citer la demande FR. 2.663.182 de Monsieur Gilles GROSSO publiée le 13 Décembre 1991, qui décrit des dispositifs complémentaires pour obtenir une puissance accrue.

20 Pour éviter la propagation des ondes acoustiques émises par les faces arrières des pavillons, à l'intérieur du boîtier, surtout quand celui-ci est justement plein de liquide, et qui sont alors retransmises dans le milieu ambiant malgré la rigidité dudit boîtier, on place dans la cavité remplie du liquide ambiant à l'arrière des pavillons de tels boîtiers non étanches, divers moyens tels que des tubes élastiques fermés, étanches et remplis de gaz, et tels que la fréquence de résonance d'Helmholtz de la cavité soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble vibrant; un tel dispositif est décrit dans la demande de brevet FR. 2.665.998 du 05 Mai 1988 déposée par l'Etat Français Délégué Général pour l'Armement. On reporte ainsi le problème de la résistance à la pression du boîtier extérieur, à la résistance desdits tubes élastiques, qui, étant de diamètres plus faibles, permettent d'avoir un ensemble moins lourd : d'autres moyens peuvent être développés dans le même objectif et s'appliquer à la présente invention, sachant que ces dispositifs nécessitent de conserver une cavité, en arrière des pavillons, de dimensions suffisantes.

25 Par ailleurs, quand on veut diminuer suivant les objectifs de la présente invention la fréquence basse d'utilisation de tels transducteurs en dessous de 500 hz tout en augmentant si possible ou au moins en gardant le même rendement électroacoustique et la puissance réellement émise, il est nécessaire de diminuer les fréquences de résonance à la fois du moteur et du résonateur. Si d'autres moyens peuvent être développés et font l'objet du reste d'autres demandes de brevets, pour ce qui concerne la diminution de fréquence de résonance du moteur, les caractéristiques de ces moyens peuvent être cependant combinées avec celles essentielles principales de la présente invention tel qu'il sera décrit ci-après, pour la diminution de la fréquence de résonance du résonateur..

30 Pour cela, il serait certes possible et il est connu à ce jour, d'augmenter la masse des pavillons ainsi que les dimensions de la cavité arrière de ceux-ci et/ou le nombre de tubes compliants comme décrit et indiqué ci-dessus, mais de telles solutions alourdissent et augmentent le volume total du transducteur, nécessitant alors une puissance acoustique plus élevée. Suivant les applications, surtout pour celles où le volume de stockage d'énergie est critique et dont le transducteur doit être autonome pour de grandes périodes, de telles solutions ne sont alors pas satisfaisantes.

35 Le problème principal posé est donc de pouvoir diminuer la fréquence de résonance du résonateur, c'est-à-dire de la ou des cavités résonantes d'un transducteur de type, en particulier, double "Tonpilz" sans en augmenter les dimensions et le poids à partir d'un transducteur classique de même type, et avec au moins la même puissance acoustique pour au plus la même puissance consommée.

40 Une solution au problème posé est un procédé d'émission d'ondes acoustiques dans un fluide, à basse fréquence, à partir d'un transducteur comportant au moins un pavillon solidaire de l'extrémité d'un pilier moteur, un boîtier rigide creux entourant ledit pavillon et délimitant avec celui-ci au moins une cavité qui communique par au moins un orifice avec ledit fluide externe, qui peut ainsi la remplir également, et ayant des dimensions et un volume externe déterminés, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence et à une puissance électroacoustique données le procédé suivant l'invention est alors tel que :

- 55
- on obture ledit orifice par un radiateur passif dont la définition est explicitée ci-après, constitué d'un matériau plus dense que ledit fluide ;
 - on suspend ce dit radiateur passif à la périphérie du dit orifice par un matériau élastique ;
 - on émet des ondes acoustiques à des fréquences plus basses que celle de la plage de fréquence initiale donnée

et au plus avec la même puissance consommée.

Dans un mode de réalisation pour un transducteur à double "Tonpilz", on réalise une ouverture périphérique dans la paroi dudit boîtier du transducteur entre ses deux dits pavillons, constituant ainsi un desdits orifices de communication entre ledit fluide externe et la cavité intérieure située entre ces pavillons ;

- on obture cette ouverture par un radiateur passif constitué en plusieurs secteurs indépendants et reliés entre eux par des liaisons élastiques.

De plus, comme indiqué précédemment, si on veut diminuer également la fréquence de résonance du moteur du transducteur et ainsi pouvoir augmenter le rendement acoustique de celui-ci et permettre alors d'augmenter la puissance acoustique pour une même puissance consommée donnée, on place en arrière dudit pavillon à l'intérieur dudit boîtier une charge dynamique solidaire de celui-ci, fermant partiellement sa section intérieure et partageant ladite cavité intérieure en deux parties arrière et avant communiquant et on rapproche le bord externe périphérique des pavillons de la paroi interne du boîtier de préférence à une distance de quelques dixièmes de millimètres. De préférence, on utilise ledit transducteur ainsi réalisé dans une plage de fréquence entourant celle propre de la cavité arrière ainsi délimitée par ladite charge dynamique : la définition et un type de réalisation de celle-ci est donné dans la description ci-après.

Ainsi on a pu générer à partir d'un transducteur connu de type double "Tonpilz", sans cavité en avant des pavillons comme décrit ci-après, un signal sonore d'environ 200 db à la fréquence de 300 hz sans augmenter le volume de la cavité ni le nombre de tubes compliant dans celle-ci comme cela se faisait jusqu'à ce jour. De plus, en utilisant simultanément une charge dynamique qui diminue la fréquence du moteur sans augmenter non plus la masse des pavillons pour un même niveau sonore, les contraintes mécaniques appliquées sur les céramiques de ces moteurs sont diminuées et la puissance consommée également.

En effet, la présence de ladite charge dynamique permet en fait d'augmenter indirectement la masse du pavillon par association d'une masse de liquide située entre celui-ci et ladite charge dynamique ; comme cette dernière ne ferme que partiellement la section intérieure du boîtier, le liquide peut cependant passer de la cavité dite avant vers la cavité dite arrière mais en étant freiné suivant le rapport de surface entre la surface libre du conduit laissé par ladite charge dynamique et la surface totale interne du boîtier : on obtient ainsi une masse virtuelle du pavillon d'autant plus importante que ce rapport de surface est élevé.

Dans un mode particulier de réalisation, quand on veut utiliser un transducteur suivant l'invention et de type double "Tonpilz" pour émettre également avec un rendement élevé et de préférence autour d'un plan directeur donné et omnidirectionnellement dans ce plan, on prolonge ledit boîtier rigide défini précédemment, qui est cylindrique d'axe XX' et enferme les deux moteurs électroacoustiques associés chacun à un pavillon, au-delà de ceux-ci et dans l'axe XX' ; on constitue ainsi deux cavités comportant chacune un orifice axial d'extrémité en avant des pavillons et dont on détermine la résonance pour correspondre à la plage de fréquence d'émission voulue ; on ferme alors complètement la partie du boîtier située entre les deux dits pavillons et enfermant une cavité centrale et on obture les deux orifices d'extrémité dudit boîtier, chacun par un radiateur passif.

Ainsi, une des applications principales de ce dernier mode de réalisation est la possibilité d'émettre et/ou de recevoir des ondes acoustiques à haut rendement dans des plans horizontaux pour étudier les différentes propriétés, par couches ou par tranches, des océans, telles que la température, la salinité, la densité, les courants etc..., tant pour la compréhension des phénomènes que de leur fluctuation au cours du temps.

Une publication de la revue "Pour la Science" No. 158 de Décembre 1990, pages 66 et suivantes et présentée par Messieurs Robert SPINDEL et Peter WORCESTER décrit une telle application, les équipements et les mesures obtenus à ce jour dans ce domaine.

Il a été mis au point pour cela une technique, dite "tomographie acoustique des océans" pour engendrer une image à trois dimensions de la zone traversée par des ondes sonores, comme cela se fait en médecine avec des faisceaux de rayons "X", ou en géologie de la croûte terrestre avec des ondes sismiques : dans le domaine océanique, on utilise des ondes acoustiques basses fréquences.

En adaptant la résonance desdites cavités ainsi créées dans ce mode de réalisation tel que décrit suivant la Figure 4 à celle des fréquences d'émission et cela grâce à divers modes de réalisation tels que décrits à partir des figures jointes, on peut obtenir un rendement de 90 à 95 % de la puissance consommée, surtout dans les basses fréquences de 100 à 500 hz, mais le rendement est également amélioré dans les hautes fréquences.

De plus, si on veut obtenir un bon effet de directivité, on prolonge ledit boîtier rigide pour que sa longueur totale soit de la moitié environ, à 20 % près, soit en fait de 0,8 à 1,2 fois la moitié de la longueur d'onde des ondes acoustiques émises par le transducteur. Plus on s'écartera de la demi-longueur d'onde exacte, plus on émettra des lobes importants d'émission dans l'axe du transducteur et non pas dans le plan directeur voulu, mais cette perte d'émission dans un axe inutile ne représente pas une puissance très importante si on reste dans les tolérances ci-dessus.

Pour obtenir la résonance voulue des cavités, telle que décrite plus précisément ci-après, celles-ci peuvent enfermer soit des tubes élastiques fermés, étanches et remplis de gaz, soit au moins une vessie souple occupant une partie de son volume et remplie d'un fluide plus compressible que le liquide d'immersion : l'intérêt de la présence de tels tubes dits compliants et/ou d'une vessie est de réduire également la perte de rendement et d'atténuation de fréquences entre les deux pics de résonance propres au transducteur, dont l'un est lié à la résonance mécanique de l'ensemble du transducteur, et l'autre à celle de sa cavité.

Le résultat est de nouveaux procédés et transducteurs pouvant être équipés de dispositifs suivant l'invention pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide avec pour objectif principal de réduire la fréquence d'émission sans augmenter le volume et le poids de transducteurs connus dont on utilise les mêmes pavillons et les mêmes moteurs électroacoustiques : au-delà de cet objectif et suivant l'application recherchée, on peut également alors en combinant divers dispositifs suivant l'invention tel qu'indiqué ci-dessus et décrit ci-après, améliorer le rendement acoustique et obtenir une certaine directivité.

On pourrait citer d'autres avantages de la présente invention mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en prouver la nouveauté et l'intérêt. La description et les figures ci-après représentent un exemple de réalisation de l'invention mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres réalisations sont possibles, en particulier en changeant la forme de la charge dynamique telle que représentée en pointillés à titre d'exemple à gauche dans la Figure 1.

La Figure 1 est une vue en coupe axiale d'un transducteur de type indiqué précédemment à cavité centrale ouverte sur l'extérieur et défini ci-après et équipé d'un radiateur passif suivant l'invention.

La Figure 2 est une vue en perspective d'un radiateur passif suivant la Figure 1.

La Figure 3 représente des courbes comparatives de puissance acoustique, entre un transducteur classique connu à double "Tonpiliz" et un transducteur de même type équipé d'un radiateur passif, par rapport à la fréquence émise.

La Figure 4 est une vue en coupe axiale d'un demi-transducteur de type indiqué précédemment, à trois cavités dont deux dites avant sont équipées chacune d'un radiateur passif suivant l'invention.

Nous notons tout d'abord que la présente invention peut s'appliquer à tous types de transducteurs immergeables composés au moins d'un pavillon et d'un pilier moteur, même si dans les exemples cités ci-avant et ci-dessous, il n'est décrit, pour des questions de simplification de description et du fait qu'il s'agit des applications principales de l'invention, que des pavillons couplés à des moteurs électro-acoustiques de transducteurs type double "Tonpiliz" de forme cylindrique de révolution.

Le transducteur tel que représenté en coupe sur cette figure 1 comporte donc d'une manière connue, deux moteurs 1 électro-acoustiques alignés sur un axe XX', placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale 2 et coaxialement à l'intérieur d'un boîtier 5 cylindrique, que l'on peut appeler externe recouvrant l'ensemble desdits moteurs 1 jusqu'aux pavillons 3 d'extrémité de ceux-ci, la cavité 7, ainsi délimitée par lesdits pavillons et ledit boîtier étant rempli du liquide 4 dans lequel l'ensemble du transducteur est immergé, tel que l'eau de mer.

Lesdits moteurs électro-acoustiques 1 et la masse intermédiaire 2 sont d'une part, tenus ensemble par une tige de précontrainte 9, immobilisant également par tout moyen d'assemblage les deux pavillons 3 sur les extrémités du pilier ainsi constitués, et d'autre part, assemblés grâce à différentes pièces de liaison 11, associées elles-mêmes à différentes pièces de fixation 12 au boîtier externe 5. Les divers moyens de fixation sont tels qu'ils permettent une liberté de déplacement des extrémités des moteurs électro-acoustiques du côté des pavillons 3, qui leur sont solidaires et dont le bord externe périphérique 16, non relié et indépendant de la paroi interne du boîtier 5, peut alors vibrer librement de façon à assurer la pleine émission d'ondes acoustiques dans le milieu ambiant.

Un fourreau intérieur 13 isole la tige de précontrainte desdits moteurs 1, et une enveloppe d'étanchéité extérieure 8 assure l'isolation de ces moteurs 1 et des pavillons 3 par rapport au milieu ambiant 4.

L'alimentation desdits moteurs électro-acoustiques 1 est fournie par tout câble d'alimentation 10 fixé sur lesdites pièces de liaison 11 par un connecteur électrique 14. La réalisation d'un tel transducteur et l'ensemble des différentes pièces de liaison le constituant sont du domaine connu et réalisables par tout homme du métier : tous les autres éléments permettant en particulier d'obtenir la fréquence de résonance d'Helmholtz de la cavité telle qu'indiquée en introduction, ainsi que les différents éléments de liaison permettant d'améliorer la réalisation mécanique de l'ensemble sont non figurés ici ; certains ont fait l'objet de diverses autres demandes de brevets comme celles en particulier citées en introduction pour des tubes dits compliants tels que représentés sur la Figure 4.

Pour permettre le remplissage de la cavité 7 par ledit liquide 4, ledit boîtier externe 5 comporte au moins une ouverture 6 de communication avec l'extérieur, ladite ouverture pouvant être constituée de trous répartis autour de la partie cylindrique du boîtier ou même constituée d'une ouverture périphérique circulaire complète.

Selon la présente invention, ladite ouverture ou orifice 6, ou appelée encore évent, est obturée par un radiateur passif 15 constitué d'une ou de plusieurs plaques pleines d'épaisseur "L", réalisées dans un matériau plus dense que ledit fluide 4, et suspendu à la périphérie dudit orifice ou évent par un matériau élastique 23 : cette ou ces plaques constituant ledit radiateur passif 15 épousent de préférence la forme de l'ouverture 6, 20 qu'elles obturent et celle du boîtier 5 dont elles assurent alors la continuité de surface. Le matériau des plaques dudit radiateur passif 15 peut être métal-

lique de type bronze d'aluminium ou acier etc... : si on augmente ainsi dans un rapport de l'ordre de huit la masse acoustique du col de l'évent 20 ainsi obturé on diminue la fréquence de résonance de la cavité telle que représentée sur la Figure 3 et suivant la masse acoustique équivalente ainsi obtenue, on peut également élargir la plage de cette fréquence de résonance.

5 De plus, comme cette masse acoustique est déterminée par le produit de la densité du matériau multipliée par la hauteur du col de l'évent, c'est-à-dire dans la présente invention de l'épaisseur "L" des plaques constituant le radiateur passif 15, et divisée par la surface totale de l'ouverture d'évent 20, si on augmente la densité du matériau sans changer les dimensions de l'évent, on obtient effectivement une masse acoustique plus élevée ; réciproquement pour une même masse acoustique, si on augmente la densité, on augmente la surface de rayonnement de cet événement et ainsi
10 l'impédance du rayonnement acoustique.

Dans le cas où cette ouverture 6, suivant le transducteur représenté sur la Figure 1, est périphérique et continue, ledit radiateur passif 15 est constitué en plusieurs plaques ou secteurs 16 indépendants et reliés entre eux par des liaisons élastiques 17, telles que représentées en perspective sur la Figure 2, sur laquelle la surface totale de l'évent ou ouverture 6 cylindrique de révolution est ainsi obturée par huit secteurs 16.

15 De plus, ledit transducteur tel que représenté en pointillés à gauche sur la Figure 1 peut comporter en arrière de chaque pavillon 3 et à l'intérieur du boîtier 5 une charge dynamique 22 associée à chacun des pavillons, solidaire dudit boîtier 5 et fermant partiellement sa section intérieure en partageant la cavité interne 7 en deux parties, arrière 7₁ et avant 7₂, communiquant : dans la représentation de la Figure 1, cela correspond en fait à partager l'ensemble de la cavité interne du boîtier en trois cavités, dont une seule centrale arrière 7₁ est médiane et deux cavités dites "avant" 7₂
20 sont situées chacune derrière chacun des deux pavillons 3.

Suivant la représentation de la charge dynamique à gauche de la figure, celle-ci est constituée d'une paroi pleine 27 épousant la forme de la surface interne de la paroi du boîtier 5 dont elle est solidaire, entourant le pilier moteur 1 et percé au moins d'un orifice 26 au travers duquel passe celui-ci, lequel orifice porte un conduit 28 s'étendant en arrière de la paroi 27 par rapport au pavillon 3 et laissant un passage périphérique libre autour dudit pilier moteur 1.

25 D'autres réalisations avec d'autres conduits et orifices répartis sur ladite cloison 27 autour du pilier moteur 1 sont possibles. Il est nécessaire, spécifiquement dans ce mode de réalisation, que la distance "e" entre le bord externe périphérique des pavillons 3 et la paroi interne du boîtier soit la plus réduite possible, de toute façon de moins d'1 mm et de préférence de quelques dixièmes de millimètres, afin que cet espace ne permette que peu de perte de fuite du liquide de la cavité 7₂ vers l'extérieur en cours de vibration, afin que ce dit fluide sollicite surtout la charge dynamique 22 pour augmenter ainsi virtuellement la masse du pavillon 3, et diminuer ainsi, à poids et volume égaux de celui-ci, sa
30 fréquence d'émission pour une même puissance consommée.

Sur la Figure 3, il est représenté une courbe 24 d'émission de puissance acoustique d'un transducteur connu tel que représenté sur la Figure 1 avec un radiateur passif suivant l'invention, alors que la courbe 25 représente le même transducteur mais non équipé dudit radiateur passif, lesdites puissances d'émission étant relevées par rapport aux fréquences en hertz : on note ainsi que la fréquence de résonance de 580 hz environ de base est diminuée de plus de 100 hz pour une même puissance d'émission. Ceci a été bien sûr mesuré à partir d'un type de transducteur donné, mais avec d'autres transducteurs, on obtiendrait des résultats équivalents avec toujours un même décalage de diminution de la fréquence de résonance et d'émission.

40 Dans un autre mode de réalisation, le transducteur électroacoustique immergeable tel que représenté en coupe sur la figure 4, comporte d'une manière connue comme celui de la Figure 1 deux moteurs 1 électroacoustiques, alignés suivant un axe XX', placés de part et d'autre d'une contremasse centrale 2 et coaxialement à l'intérieur d'un boîtier 5 rigide cylindrique de même axe XX', recouvrant l'ensemble desdits moteurs 1 jusqu'aux pavillons 3 d'extrémité de ceux-ci et ouvert lui-même à ses deux extrémités ; la cavité 7 ainsi délimitée entre et à l'arrière desdits pavillons et par le boîtier lui-même est en communication avec le liquide d'immersion extérieur 10, par les seuls espaces annulaires "e" entre la forme intérieure dudit boîtier rigide 5 et les bords périphériques des extrémités des pavillons 3 : cet espace "e" devra être le plus réduit possible, soit inférieur à 0,5 mm pour éviter un pompage du liquide entre l'avant et l'arrière desdits pavillons, comme dans l'exemple de la Figure 1 avec la charge dynamique 27, bien que dans le présent exemple cette distance soit moins critique. Aucune autre communication ou événement n'est pratiqué dans le boîtier en dehors des trous nécessaires au passage de coque 10 d'alimentation et aux fixations 21 externes, mais alors fermés et étanchéifiés pour éviter toute perte acoustique.

50 Suivant ce mode de réalisation, ledit boîtier rigide 5 s'étend selon son axe XX' au-delà des deux pavillons 3 et constitue avec ceux-ci deux cavités 19 dont la résonance correspond à la fréquence d'émission voulue.

Pour cela, lesdites cavités 19 peuvent contenir des tubes élastiques 18 fermés, étanches et remplis de gaz, que l'on appelle tubes compliants, tels que ceux décrits dans la demande de brevet FR. 2.665.998 du 5 Mai 1988.

55 Par ailleurs, pour permettre un meilleur accord de la résonance des cavités avec la fréquence d'émission voulue, l'ouverture 20 desdites cavités 19 sur l'extérieur sont d'un diamètre d plus petit que le diamètre interne D du boîtier rigide 5 : un compromis dimensionnel doit être alors trouvé entre la dimension totale de la cavité, les tubes compliants ou autres dispositifs tels que décrits ci-après, et le diamètre de cette ouverture.

Dans un mode de réalisation, ladite cavité 7 intérieure au dit boîtier 5 et située entre les deux pavillons 3 et dans laquelle se situent lesdits moteurs électroacoustiques 1, peut en effet également enfermer des tubes élastiques 18, fermés, étanches et remplis de gaz, appelés donc compliants.

5 La réalisation d'un tel transducteur et de l'ensemble des différentes pièces le constituant est du domaine connu et réalisable par tout homme du métier sans qu'il soit nécessaire d'en donner plus de détails de réalisation, tels qu'en particulier les fixations, les tubes compliants et les différentes pièces de liaison des éléments les uns par rapport aux autres.

10 Suivant la présente invention, chaque orifice 20, ou ouverture axiale d'extrémité ou évent, desdites cavités 19 avant est obturé par un radiateur passif 15 constitué par une plaque d'un matériau de densité plus élevée que le milieu 4 : comme indiqué précédemment, il peut s'agir d'une pièce métallique en acier ou en bronze d'aluminium ; cette plaque est suspendue à la périphérie de l'ouverture ou évent par une suspension élastique 23, et peut être de forme bombée.

15 Pour permettre une immersion plus importante de ce transducteur, lesdits tubes compliants 18 peuvent être remplacés dans l'une quelconque des cavités 7, 19 par au moins une vessie souple occupant au moins une partie si ce n'est la totalité de tout le volume de la cavité concernée et remplie d'un fluide plus compressible que le liquide 4 ambiant : ceci peut s'appliquer soit pour la cavité 7, soit pour les cavités 19 d'extrémité, soit pour l'ensemble desdites cavités.

En fait, compte tenu de la présence des moteurs acoustiques 1 et des différents pièces d'assemblage 12 et du câble d'alimentation 10, il peut être de préférence disposé dans la cavité centrale 7 :

- 20 - soit plusieurs vessies indépendantes, qui sont glissées par des ouvertures dans le boîtier 5, après avoir été de préférence remplies, lesdites ouvertures devant être ensuite refermées pour assurer la continuité du boîtier rigide extérieur 5 au niveau de cette cavité centrale 7 ;
- soit une seule membrane occupant au moins une partie si ce n'est l'ensemble de la surface interne de la cavité 7 du transducteur et réalisée par une peau en élastomère par exemple, et que l'on remplit ensuite dudit fluide, mais la difficulté est alors de pouvoir assurer ce remplissage sans qu'il reste de bulles d'air qui compromettraient l'efficacité d'un tel dispositif, avec la profondeur.

30 En effet, le fluide occupant les volumes délimités par la peau desdites vessies doit remplir au mieux et de préférence pratiquement toute la cavité, car son volume doit être en fait supérieur à celui des tubes compliants 18 représentés et tels que décrits précédemment, de façon à avoir des caractéristiques de compressibilité équivalentes à celle desdits tubes tels qu'utilisés à ce jour dans d'autres types de transducteurs.

Pour cela, la compressibilité dudit fluide doit être en fait inférieure à 10^9 N/m^2 , définie par le produit de sa masse volumique P_f avec le carré de la vitesse de propagation du son dans ce fluide C_f .

Pour avoir alors la valeur de la compliance globale de la cavité, on doit avoir à la fois :

- 35 . volume de la cavité 6 ou 16 = volume du fluide + volume de l'eau 10 résiduelle pouvant exister dans la cavité correspondante.
- . compliance globale du système = (volume du fluide / $P_f \times C_f^2$ du fluide) + (volume de l'eau / $2,22 \times 10^9$).

40 On choisit ainsi de préférence un fluide de la famille des composés organiques totalement fluoré de type C8H18 ; de plus, la viscosité ne doit pas être trop élevée, soit inférieure à celle de l'eau, de préférence moins de $6,5 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ par seconde qui est la viscosité de l'huile silicone.

Revendications

45 1. Procédé d'émission d'ondes acoustiques dans un fluide (4) à basse fréquence à partir d'un transducteur comportant au moins un pavillon (3) solidaire de l'extrémité d'un pilier moteur (1), un boîtier rigide (5) creux entourant ledit pavillon et délimitant avec celui-ci au moins une cavité (7, 19) qui communique par au moins un orifice (6, 20) avec ledit fluide (4) externe qui peut ainsi la remplir également et ayant des dimensions et un volume externe déterminés, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence et à une puissance électroacoustique données, caractérisé en ce que :

- on obture ledit orifice (6, 20) par un radiateur passif (15) constitué d'un matériau plus dense que ledit fluide (4) ;
- on suspend ce dit radiateur passif (15) à la périphérie du dit orifice (6, 20) par un matériau élastique (23) ;
- on émet des ondes acoustiques à des fréquences plus basses que celle de la plage de fréquence initiale donnée et au plus avec la même puissance consommée.

55 2. Procédé d'émission d'ondes acoustiques suivant la revendication 1 à partir d'un transducteur dont le boîtier rigide (5) et cylindrique d'axe XX', entoure deux pavillons (3) et enferme deux moteurs électroacoustiques (1) associés

chacun à l'un de ceux-ci, identiques et placés coaxialement de part et d'autre d'une contremasse centrale (2), caractérisé en ce que :

- 5 - on prolonge ledit boîtier rigide (5) dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons (3) et on constitue ainsi deux cavités (19) comportant chacune un orifice axial d'extrémité (20) et dont on détermine la résonance pour correspondre à la plage de fréquence d'émission voulue ;
- on ferme complètement la partie du boîtier située entre les deux dits pavillons et enfermant une cavité centrale (7) ;
- 10 - on obture les deux orifices d'extrémité (20) dudit boîtier (2), chacun par un radiateur passif (15).

3. Procédé d'émission d'ondes acoustiques suivant la revendication 1 à partir d'un transducteur (2) dont le boîtier rigide (5) et cylindrique d'axe XX', entoure deux pavillons (3) et enferme deux moteurs électroacoustiques (1) associés chacun à l'un de ceux-ci, identiques et placés coaxialement de part et d'autre d'une contremasse centrale (2), caractérisé en ce que :

- 15 - on réalise une ouverture périphérique (6) dans la paroi du boîtier (5) entre les deux dits pavillons constituant un desdits orifices de communication entre ledit fluide externe (4) et la cavité intérieure (7) située entre ces pavillons ;
- on obture cette ouverture par un radiateur passif (15) constitué en plusieurs secteurs (16) indépendants et
20 reliés entre eux par des liaisons élastiques (17).

4. Dispositif pour diminuer la fréquence de résonance des cavités des transducteurs immergeables comportant au moins un pavillon (3) solidaire de l'extrémité d'un pilier moteur (1), un boîtier rigide creux (5) entourant ledit pavillon et délimitant avec celui-ci au moins une cavité (7, 19) qui communique par au moins un orifice (6, 20) avec ledit
25 fluide externe (4) que remplit ladite cavité, et ayant des dimensions et un volume externe déterminés, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence et à une puissance donnée, caractérisé en ce qu'il comporte un radiateur passif (15) constitué d'un matériau plus dense que ledit fluide (4), obturant ledit orifice (6, 20) et suspendu à la périphérie du bord dudit orifice (6, 20) par un matériau élastique (23).

5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ledit boîtier (5) est cylindrique d'axe XX' et renferme deux moteurs électroacoustiques identiques (1) placés coaxialement dans ce boîtier de part et d'autre d'une contremasse centrale (2) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (3), lequel boîtier (5) comporte entre les deux dits pavillons (3) une ouverture périphérique (6) constituant un orifice de communication
30 entre la cavité intérieure (7) et le fluide externe (4), ladite ouverture étant obturée par un radiateur passif (15) constitué en plusieurs secteurs (16) indépendants et reliés entre eux par des liaisons élastiques (17).

6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que ledit transducteur comporte en arrière dudit pavillon (3) et à l'intérieur du boîtier (5) une charge dynamique (22) solidaire de celui-ci fermant partiellement sa section intérieure et partageant la cavité interne (7) en deux parties arrière (7₁) et avant (7₂) communiquant.
40

7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce que ladite charge dynamique (22) est constituée d'une paroi pleine (27) épousant la forme de la surface interne du boîtier (5) dont elle est solidaire, entourant le pilier moteur (1) et percé au moins d'un orifice (26) au travers duquel passe celui-ci, lequel orifice comporte un conduit (28) s'étendant en arrière de la paroi (27) par rapport au pavillon (3) et laissant un passage périphérique libre autour
45 dudit pilier moteur (1).

8. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que ledit boîtier (5) est cylindrique d'axe XX' et renferme deux moteurs électroacoustiques identiques (1) placés coaxialement dans ce boîtier de part et d'autre d'une contremasse centrale (2) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (3), lequel boîtier rigide (5) s'étend dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons (3) et constitue avec ceux-ci deux cavités (19) dont la
50 résonance correspond à la fréquence d'émission voulue et comportant chacune un orifice (20) axial d'extrémité obturé chacun par un radiateur passif (15).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les cavités (7, 19) délimitées par les pavillons (3) et le boîtier (5) enferment des tubes élastiques (18) fermés, étanches et remplis de gaz.
55

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les dites cavités (7, 19) enferment chacune au moins une vessie souple occupant au moins une partie du volume de la cavité qui la contient et remplit

d'un fluide plus compressible que le liquide (4) d'immersion.

Claims

- 5 1. A process for emitting acoustic waves into a fluid 4 at low frequency from a transducer comprising at least one horn 3 solid with the end of a motor pillar 1, a hollow rigid box 5 surrounding the said horn and delimiting with the latter at least one cavity 7, 19 which communicates by at least one port 6, 20 with the said external fluid 4 which can thus fill it also and having determined dimensions and external volume, the said transducer transmitting waves in a given range of frequency and with the given electro-acoustic power, characterised in that :
- 10
- said port 6, 20 is obturated by a passive radiator 15, made of a material denser than the said fluid 4 ;
 - this said passive radiator 15 is hung at the periphery of said port 6, 20 by an elastic material 23 ;
 - acoustic waves are emitted at frequencies lower than that of the initial range of frequency and with the same maximum power consumption.
- 15
2. A process for emitting acoustic waves according to claim 1 from a transducer whose rigid and cylindrical box 5 on axis XX', surrounds two horns 3 and encloses two acoustic motors 1 each of them being associated with one of the latter, identical and located coaxially on both sides of a central counter-mass 2, characterised in that :
- 20
- said rigid box 5 is prolonged on axis XX' beyond both horns 3, and thus making two cavities 19 each of them comprising an axial end port 20 and the resonance of which is determined to correspond to the range of emission frequency wanted ;
 - the part of the box located between both said horns and enclosing a central cavity 7 is completely closed ;
 - Each of the two end ports 20 of said box 2, is obturated by a passive radiator 15.
- 25
3. A process for emitting acoustic waves according to claim 1 from a transducer 2 whose rigid and cylindrical box 5 on axis XX', surrounds two horns 3 and encloses two electro-acoustic motors 1, each of them being associated with one of the latter, identical and located coaxially on both sides of a central counter-mass 2, characterised in that:
- 30
- a peripheral opening 6 is made in the wall of box 5 between the two said horns making one of the said ports of communication between said external fluid 4 and internal cavity 7 located between both horns ;
 - this opening is obturated by a passive radiator 15 made of several sectors 16 independent and connected the ones with the others by elastic connections 17.
- 35
4. A device to reduce the resonant frequency of the cavities of the submersible transducers comprising at least one horn 3 solid with the end of a motor pillar 1, a hollow rigid box surrounding the said horn and delimiting with the latter at least one cavity 7, 19 which communicates by at least one port 6, 20 with the said external fluid 4 which is filled by the said cavity, and having determined dimensions and external volume, the said transducer transmitting waves in a given range of frequency with the given power, characterised in that it comprises a passive radiator 15
- 40
- made of a material denser than the said fluid 4, obturating said port 6, 20 and hung at the periphery of the edge of said port 6, 20 by an elastic material 23.
- 45
5. A device according to claim 4, characterised in that said box 5 is cylindrical around axis XX' and encloses two identical electro-acoustic motors 1 located coaxially in this box on both sides of a central counter-mass 2 and whose opposed ends are each surrounded by a horn 3, said box 5 comprising between both horns 3 a peripheral opening 6 constituting a port of communication between internal cavity 7 and external fluid 4, the said opening being obturated by a passive radiator 15 made of several independent sectors 16 connected to each other by elastic connections 17.
- 50
6. A device according to claim 5, characterised in that the said transducer comprises at the rear of said horn 3 and inside box 5 a dynamic load 22 solid with the latter partially closing its internal section and dividing the internal cavity 7 into two communicating parts, the rear one 7₁ and the front one 7₂.
- 55
7. A device according to claim 6, characterised in that the said dynamic load 22 is made of a solid wall 27 following the shape of the internal surface of box 5 which it is solid with, surrounding said motor pillar 1 and drilled with at least one port 26 through which the latter passes, the said port comprising a conduct 28 extending behind wall 27 in relation to horn 3 and leaving a free peripheral passage around said motor pillar 1,

8. A device according to claim 4, characterised in that said box 5 is cylindrical around axis XX' and encloses two identical electro-acoustic motors 1 located coaxially in this box on both sides of a central counter-mass 2 and whose opposite ends are each surrounded by a horn 3, said rigid box 5 extending along axis XX' beyond both horns 3 and constituting with the latter two cavities 19 whose resonance corresponds to the emission frequency wanted and each of them comprising an axial end port 20 each being obturated by a passive radiator 15.

9. A device according to claim 4, characterised in that cavities 7, 19 delimited by horns 3 and box 5 contain closed elastic tubes 18, sealed and filled with gas.

10. A device according to claim 4, characterised in that each of said cavities 7, 19 encloses at least one flexible bladder occupying at least part of the volume of the cavity which contains it and filled with a fluid more compressible than liquid 4 of immersion.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aussenden von niederfrequenten Schallwellen in einer Flüssigkeit (4) mittels eines Wandlers, der mindestens mit einem mit dem Ende einer Antriebsachse (1) solidarischen Endkegel (3), einem starren Gehäuse (5), welches den besagten Endkegel umschließt und mit diesem mindestens einen Hohlraum (7, 19) abgrenzt, welcher über mindestens eine Öffnung (6, 20) mit der besagten äußeren Flüssigkeit (4) in Verbindung steht, welche diesen so ebenfalls füllen kann, mit vorbestimmten Abmessungen und äußerem Volumen, wobei dieser Wandler in einem gegebenen Frequenzbereich und bei einer gegebenen elektroakustischen Leistung Wellen überträgt, dadurch gekennzeichnet, daß :

- man die besagte Öffnung (6, 20) mit einem aus einem Material, dessen Dichte größer ist als die besagte Flüssigkeit (4), bestehenden passiven Strahler (15) schließt;
- man diesen besagten passiven Strahler (15) an der Peripherie der besagten Öffnung (6, 20) mit einem elastischen Material (23) aufhängt;
- die Schallwellen zu niedrigeren Frequenzen als die Frequenzen des ursprünglich gegebenen Frequenzbereichs und höchstens mit dem gleichen Leistungsverbrauch gesendet werden.

2. Verfahren zum Aussenden von Schallwellen gemäß Patentanspruch 1 mit einem Wandler, dessen starres und zylinderförmiges Gehäuse (5), Achse XX', zwei Endkegel (3) umschließt und zwei elektroakustische Antriebe (1) enthält, welche jeweils einem Endkegel zugeordnet sind, identisch und koaxial beidseitig einer zentralen Gegenmasse (2) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß

- man das besagte starre Gehäuse (5) in der Axe XX' über die beiden Endkegel (3) hinaus verlängert und somit zwei Hohlräume (19) bildet, wobei jeder Hohlraum eine axiale Endöffnung (20) aufweist und die Resonanz so bestimmt ist, daß sie dem gewünschten Sendefrequenzbereich entspricht;
- man den zwischen den beiden besagten Endkegeln liegenden und einen zentralen Hohlraum (7) umschließenden Teil des Gehäuses vollständig schließt;
- man die beiden Endöffnungen (20) des besagten Gehäuses (2) mit einem passiven Strahler (15) abdichtet.

3. Verfahren zum Aussenden von Schallwellen gemäß Patentanspruch 1 mit einem Wandler (2), dessen starres und zylinderförmiges Gehäuse (5), Achse XX', zwei Endkegel (3) umschließt und zwei elektroakustische Antriebe (1) enthält, welche jeweils einem Endkegel zugeordnet sind, identisch und koaxial beidseitig einer zentralen Gegenmasse (2) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß

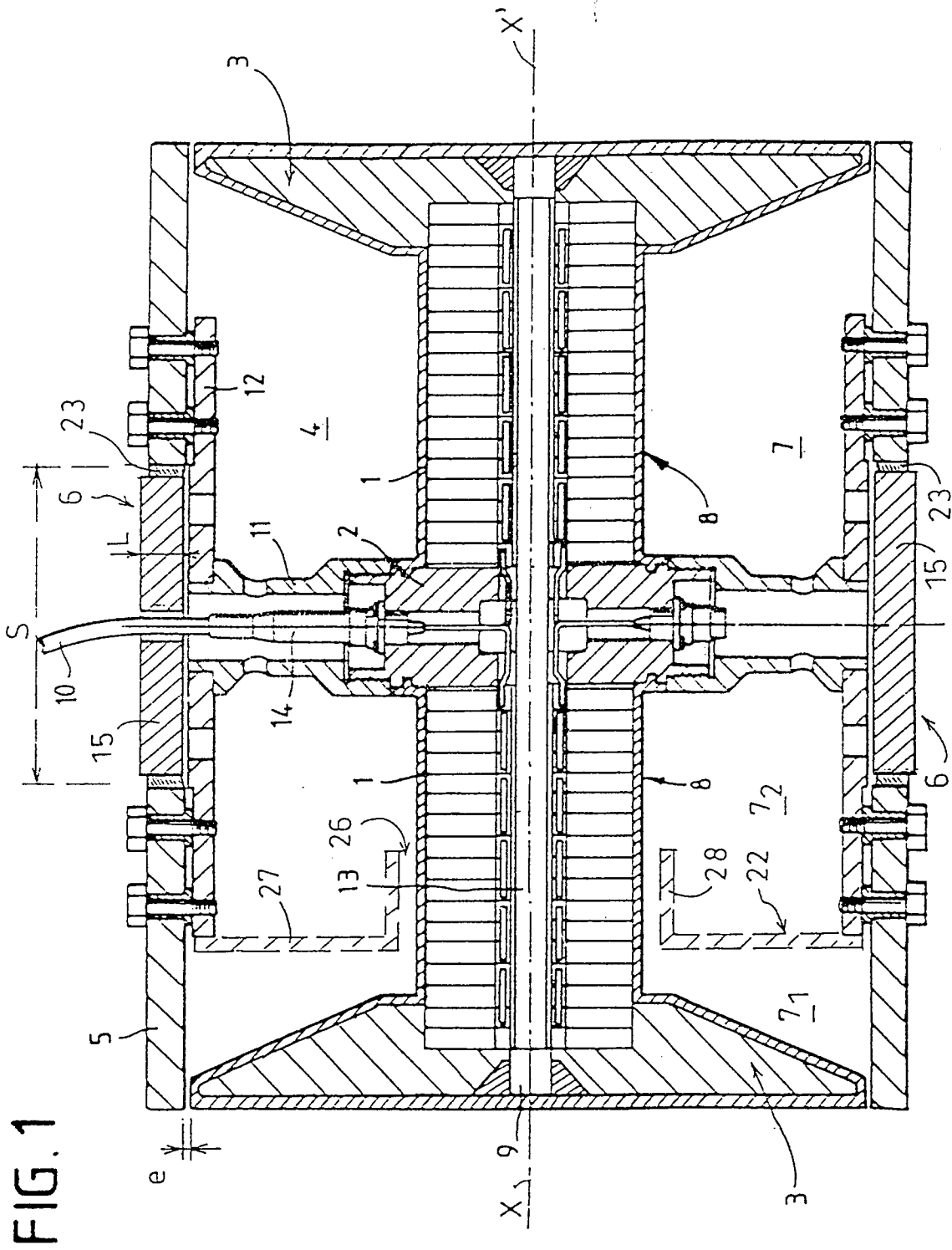
- man die Wand des Gehäuses (5) zwischen den beiden besagten Endkegeln mit einer peripheren Öffnung versehen, welche eine der Kommunikationsöffnungen zwischen der besagten äußeren Flüssigkeit (4) und dem zwischen diesen Endkegeln liegenden inneren Hohlraum (7) bildet;
- man diese Öffnung mit einem aus mehreren unabhängigen, durch elastische Verbindungen (17) miteinander verbundenen Segmenten (16) bestehenden passiven Strahler (15) abdichtet.

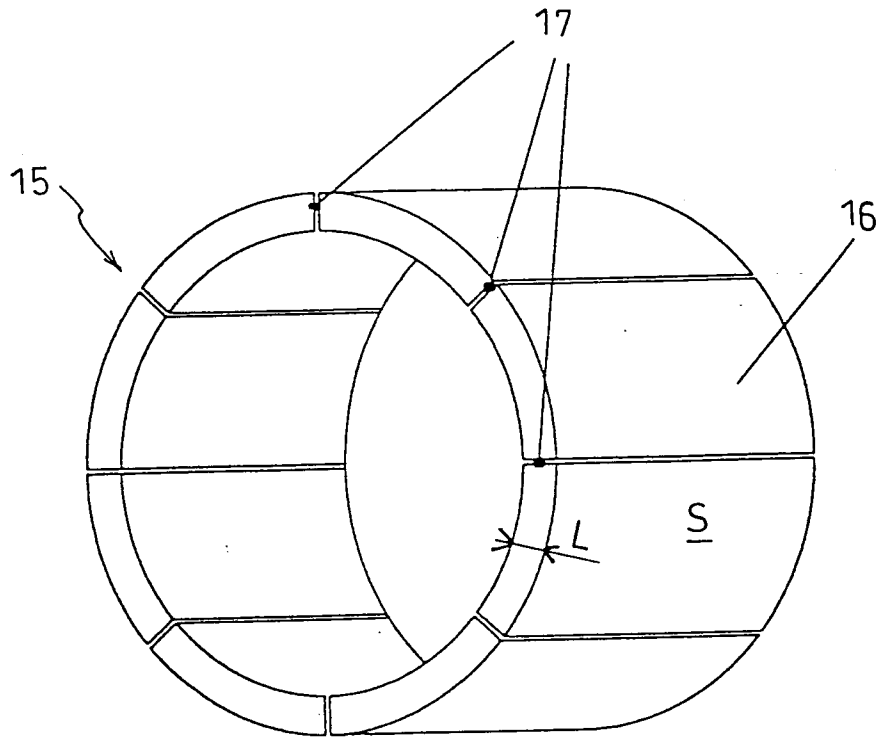
4. Vorrichtung zum Senken der Resonanzfrequenz der Hohlräume der eintauchbaren Wandler mit mindestens einem mit dem Ende einer Antriebsachse (1) fest verbundenen Endkegel (3), einem starren, hohlen Gehäuse (5), welches den besagten Endkegel umschließt und mit diesem mindestens einen Hohlraum (7, 19) abgrenzt, der über mindestens eine Öffnung (6, 20) mit der besagten äußeren Flüssigkeit (4), welche den besagten Hohlraum füllt, in Verbindung steht, und dessen Abmessungen und Außenvolumen vorbestimmt sind; dieser Wandler überträgt Wellen

in einem gegebenen Frequenzbereich und mit einer gegebenen Leistung, dadurch gekennzeichnet, daß er mit einem passiven Strahler (15) aus einem Material, dessen Dichte größer ist als die der besagten Flüssigkeit (4), ausgestattet ist, welcher die besagte Öffnung (6, 20) abdichtet und an der Peripherie der Kante der besagten Öffnung (6, 20) mit einem elastischen Material (23) aufgehängt ist.

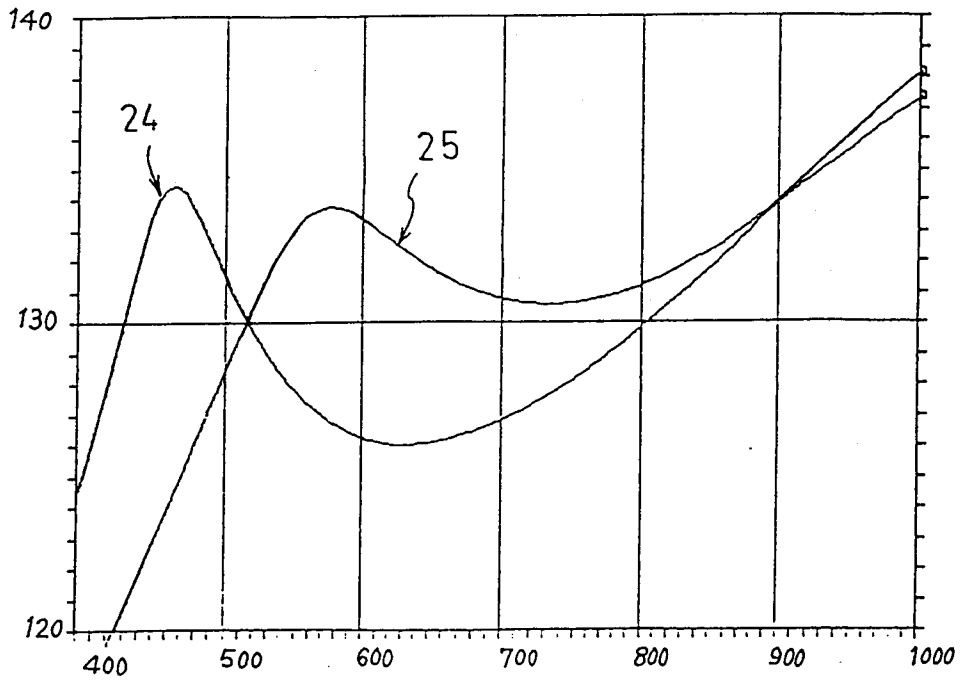
5

5. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das besagte Gehäuse (5) zylinderförmig in der Achse XX' ist und zwei identische elektroakustische Antriebe (1) umschließt, welche koaxial in diesem Gehäuse beidseitig einer zentralen Gegenmasse (2) angeordnet sind, und deren gegenüberliegenden Enden jeweils von einem Endkegel (3) umschlossen sind; dieses Gehäuse (5) weist zwischen den beiden besagten Endkegeln (3) eine periphere Öffnung (6) auf, welche zur Kommunikation zwischen dem inneren Hohlraum (7) und der äußeren Flüssigkeit (4) dient, wobei die besagte Öffnung von einem aus mehreren unabhängigen, durch elastische Verbindungen (17) miteinander verbundenen Segmenten (16) gebildeten passiven Strahler (15) abgedichtet wird.
- 10 6. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der besagte Wandler hinter dem besagten Endkegel (3) und im Gehäuseinneren (5) eine mit diesem fest verbundene dynamische Last (22) enthält, welche seinen inneren Querschnitt teilweise schließt und den inneren Hohlraum (7) in zwei ineinander übergehende Teile, hinten (7₁) und vorne (7₂), trennt.
- 15 7. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die besagte dynamische Last (22) von einer massiven Wand (27), welche die Form der Innenfläche des Gehäuses (5), mit welcher sie fest verbunden ist, annimmt, gebildet wird; diese Wand umschließt die Antriebsachse (1) und ist mit mindestens einer Öffnung (26) versehen, durch welche diese durchgelassen wird; diese Öffnung enthält eine Röhre (28), welche im Verhältnis zum Endkegel (3) hinter der Wand (27) verläuft und um die besagte Antriebsachse (1) einen freien peripheren Durchlaß bietet.
- 20 8. Vorrichtung gemäß Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das besagte Gehäuse (5) zylinderförmig in der Achse XX' ist und zwei identische elektroakustische Antriebe (1) umschließt, welche koaxial in diesem Gehäuse beidseitig einer zentralen Gegenmasse (2) angeordnet sind, und deren gegenüberliegenden Enden jeweils von einem Endkegel (3) umschlossen sind; dieses starre Gehäuse (5) geht in der Achse XX' über die beiden Endkegel (3) hinaus und bildet mit diesen zwei Hohlräume (19), deren Resonanz der gewünschten Sendefrequenz entspricht, wobei jeder Hohlraum eine jeweils von einem passiven Strahler (15) abgedichtete axiale Endöffnung (20) aufweist.
- 25 9. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Patentansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Endkegeln (3) und dem Gehäuse (5) abgegrenzten Hohlräume (7, 19) mit elastischen, geschlossenen, dichten und mit Gas gefüllten Rohren (18) ausgestattet sind.
- 30 10. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Patentansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die besagten Hohlräume (7, 19) jeweils mindestens eine Blase umschließen, welche mindestens einen Teil des Volumens des Hohlraums, der sie enthält, füllt und mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, deren Kompressibilität größer ist als die Eintauchflüssigkeit (4).
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

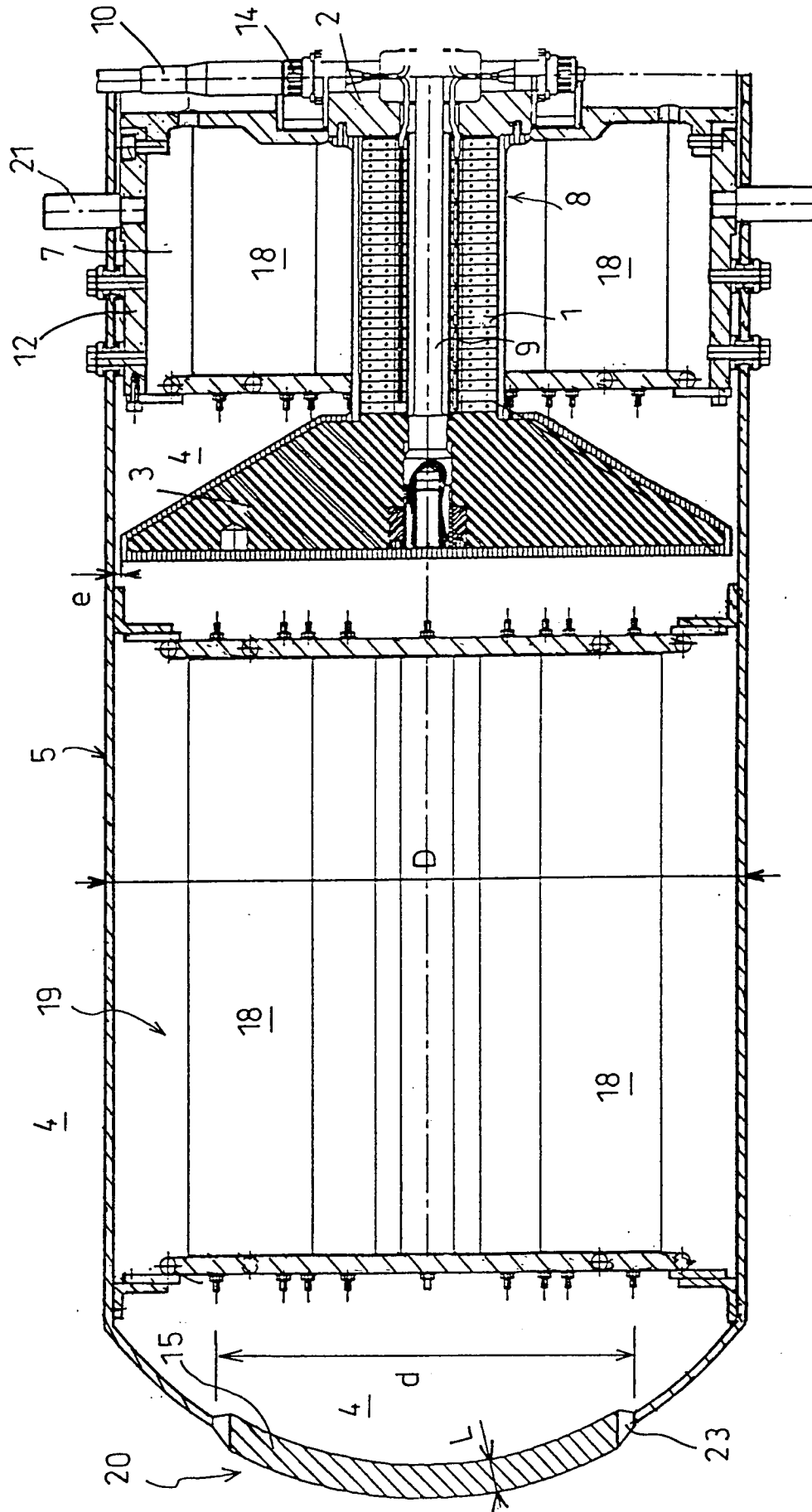




FIG_2



FIG_3



FIG_4