

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 728 534 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

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

(51) Int Cl.⁶: B06B 1/06

(21) Numéro de dépôt: 96400363.6

(22) Date de dépôt: 22.02.1996

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT SE

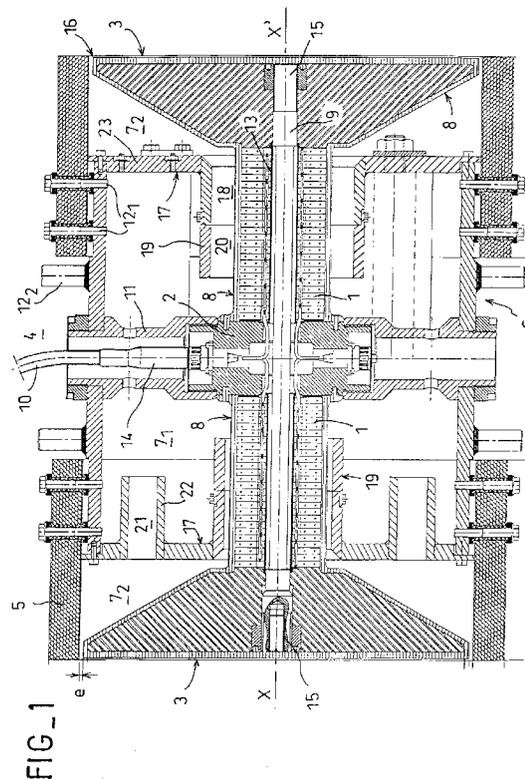
(30) Priorité: 23.02.1995 FR 9502092

(71) Demandeur: ETAT FRANCAIS,
Représenté par le Délégué Général, pour
l'Armement
Paris 7ème (FR)

(72) Inventeurs:
• Boucher, Didier, "Le Saint-Michel" - Bât. C
83140 Six-Fours-les-Plages (FR)
• Ripoll, Yves
83140 Six-Fours-les-Plages (FR)

(54) Procédé et transducteurs immergés dans un fluide pour l'émission d'ondes acoustiques à basse fréquence avec des pavillons allégés

(57) La présente invention a pour objet un procédé et des transducteurs immergés dans un fluide pour l'émission d'ondes acoustiques à basse fréquence avec des pavillons allégés, et pour objectif de pouvoir diminuer la fréquence d'émission pour une puissance donnée d'un transducteur. Celui-ci comporte au moins un pavillon (3) solidaire de l'extrémité d'un pilier moteur (1), un boîtier rigide (5) délimitant avec ledit pavillon une cavité (7) qui enferme ledit pilier moteur et ayant des dimensions et un volume externe déterminé, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence, à une puissance et suivant un rendement électroacoustique donné. Selon l'invention, ledit transducteur comporte en arrière dudit pavillon (3) et à l'intérieur du boîtier (5) une charge dynamique (17) solidaire de celui-ci fermant partiellement sa section intérieure et partageant la cavité interne (7) en deux parties arrière (7₁) et avant (7₂) communiquant.



EP 0 728 534 A1

Description

La présente invention a pour objet un procédé et des transducteurs immergés dans un fluide pour l'émission d'ondes acoustiques à basse fréquence avec des pavillons allégés.

Le secteur technique de l'invention est celui de la réalisation de transducteurs immergeables électroacoustiques.

L'application principale et l'objectif de l'invention sont de pouvoir, soit réduire la puissance consommée d'un transducteur immergeable donné composé au moins d'un pavillon et d'un pilier moteur pour émettre des ondes dans un fluide en basse fréquence, en fait inférieur à 500 hz, soit diminuer ladite plage de fréquence d'un transducteur donné pour la même puissance acoustique, soit les deux à la fois.

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 : ces transducteurs sont dits de type double "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.

Ainsi, ces faces externes émettent dans le liquide des ondes acoustiques lorsque les moteurs électroacoustiques 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.

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.

Par ailleurs, quand on veut augmenter, suivant les objectifs de la présente invention, le rendement électroacoustique et la puissance donc réellement émise, ce qui est de plus en plus demandé à ce jour surtout dans des utilisations où le volume de stockage d'énergie est critique, tout en diminuant la fréquence au-dessous de 500 hz, il est nécessaire de diminuer les fréquences de résonance du moteur et du résonateur ; la fréquence de résonance du moteur étant celle du transducteur désolidarisé de la charge acoustique du résonateur. Habituellement la diminution de la fréquence de résonance du moteur s'obtient soit par l'augmentation de la masse des pavillons, soit par la diminution de la section de céramique des moteurs (ce qui alors en plus les fragilise), ce qui en diminue le niveau sonore maximum émis et est donc contraire à l'objectif recherché. Pour pallier cette baisse de puissance, on peut choisir donc plutôt d'augmenter la masse des pavillons et en même temps, d'une part le volume des moteurs électroacoustiques, ce qui se traduit par un allongement de ceux-ci et, d'autre part la rigidité et le coefficient de couplage électromécanique entre les moteurs et les pavillons : cependant, cela oblige alors à augmenter l'encombrement externe du transducteur et son poids, sinon on obtient une conversion de puissance plus faible ; de toute façon, même si la puissance est ainsi augmentée à faible fréquence, le rendement acoustique reste moyen.

Le problème posé est donc de pouvoir diminuer la fréquence de résonance du moteur d'un transducteur pour une puissance consommée au plus donné et/ou d'en augmenter le rendement acoustique à basse fréquence pour en augmenter alors également la puissance acoustique sans en augmenter les dimensions et le poids.

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 délimitant avec ledit pavillon une cavité qui enferme ledit pilier moteur et ayant des dimensions et un volume externe déterminé, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence, à une puissance et suivant un rendement électroacoustique donné : selon l'invention, 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 ; on rapproche le bord externe périphérique des pavillons de la

paroi interne du boîtier, de préférence à une distance de quelques dixièmes de millimètres ; on émet alors des ondes acoustiques à des fréquences plus basses que celles de la plage initiale donnée et au plus avec la même puissance consommée initiale donnée.

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 différents types de réalisations de celle-ci sont décrites dans la présentation de la figure 1.

Le résultat et de nouveaux procédés et transducteurs immergés dans un fluide pour l'émission d'ondes acoustiques à basse fréquence dont on a diminué la fréquence de résonance du moteur sans en augmenter les dimensions ou le poids par rapport à un transducteur donné de même type. 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. On peut remarquer également que la nature du matériau constituant ledit pavillon importe peu puisque c'est la masse de liquide que l'on peut additionner à celui-ci qui importe le plus par rapport à sa possibilité de déplacement à travers ladite charge dynamique. Ainsi, on peut considérer qu'un pavillon de l'ordre de 15 kgs en matériau de type aluminium a les mêmes capacités de vibration et donc de puissance acoustique qu'un pavillon de 150 kgs. On peut donc descendre en fréquence en-dessous de 1000 hz et surtout en très basse fréquence jusqu'à 100 ou 200 hz à partir d'un même transducteur, sans avoir à alourdir son pavillon tel que dans les techniques utilisées jusqu'à ce jour. On peut également soit diminuer la puissance nécessaire consommée pour une même puissance d'émission, soit augmenter celle-ci pour une même puissance consommée pour une fréquence donnée tel qu'illustré dans la Figure 2.

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 dans le cadre de la portée de l'étendue de cette invention, en particulier en changeant la forme de la charge dynamique telle que représentée à titre d'exemple dans la Figure 1.

La Figure 1 est une vue en coupe axiale d'un transducteur de type indiqué précédemment et défini ci-après et équipé de deux types de charge dynamique

suivant l'invention.

La Figure 2 représente des courbes comparatives de puissance acoustique, entre un transducteur classique et un transducteur de même type équipé de ladite charge dynamique par rapport à la fréquence émise.

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 l'exemple cité ci-dessous, il n'est décrit, pour des questions de simplification de description et du fait qu'il s'agit d'une application principale 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

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 15 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, les unes 121 reliant lesdits moteurs électro-acoustiques au boîtier externe 5 et les autres 122 permettant la fixation de l'ensemble du transducteur sur tout support externe. 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 compliant.

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.

Suivant la présente invention, ledit transducteur, tel que représenté sur la Figure 1, comporte en arrière de chaque pavillon 3, soit en l'occurrence ici des deux pavillons représentés, et à l'intérieur du boîtier 5 une charge dynamique 17 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 sont situées chacune derrière chacun des deux pavillons 3.

Suivant la représentation de la charge dynamique à droite de la figure, celle-ci est constituée d'une paroi pleine 23 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 18 au travers duquel passe celui-ci, lequel orifice porte un conduit 19 s'étendant en arrière de la paroi 23 par rapport au pavillon 3 et laissant un passage périphérique 20 libre autour dudit pilier moteur 1.

Suivant la représentation de la charge dynamique 17 sur la partie de la figure située à gauche, ladite paroi pleine 23 comporte comme sur la partie droite un orifice 18 au travers duquel passe ledit pilier moteur 1 mais d'un passage périphérique 20 plus étroit et comporte en plus divers autres orifices 21 disposés autour dudit pilier moteur 1 et portant des conduits 22 ouverts. Dans tous les cas, les parois 23 sont fixées à leur périphérie au boîtier rigide 5 par les éléments et pièces de liaison 12.

Tel que représenté sur la Figure 1, lesdites parois 23 des deux charges dynamiques sont situées au plus proche de l'arrière du pavillon 3, mais elles pourraient être situées à une distance plus importante car ce qui compte pour constituer la masse additionnelle du fluide à rajouter à celle des pavillons et situé dans les cavités 72 est surtout le rapport des surfaces de l'ensemble des conduits 21 et 20 par rapport à la section totale du boîtier 5 qui correspond à celle du diamètre également des pavillons 3, et non la masse effective du fluide situé dans ces cavités 72 et compris entre ledit pavillon et ladite charge dynamique.

Par contre, il est nécessaire que la distance "e" entre le bord externe périphérique 16 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 au liquide de la cavité 72 vers l'extérieur en cours de vibration, afin que cedit

fluide sollicite surtout la charge dynamique 17 pour augmenter ainsi virtuellement la masse du pavillon 3 et diminuer alors, à poids et volume égaux de celui-ci, sa fréquence d'émission pour une même puissance consommée.

De plus, le rendement électroacoustique est maximal autour de la fréquence de résonance de la cavité 71 en effet, les pertes acoustiques étant proportionnelles au flux de vitesse des pavillons 3 et des conduits 21 et 20, celles ci sont minimales pour ces fréquences car le flux participant au rayonnement est principalement généré par les ouvertures du boîtier 6 qui ne présentent que peu de perte. Ainsi, pour des applications nécessitant un rendement électroacoustique élevé, il faut utiliser ce type de transducteur autour de la fréquence de résonance de la cavité 71.

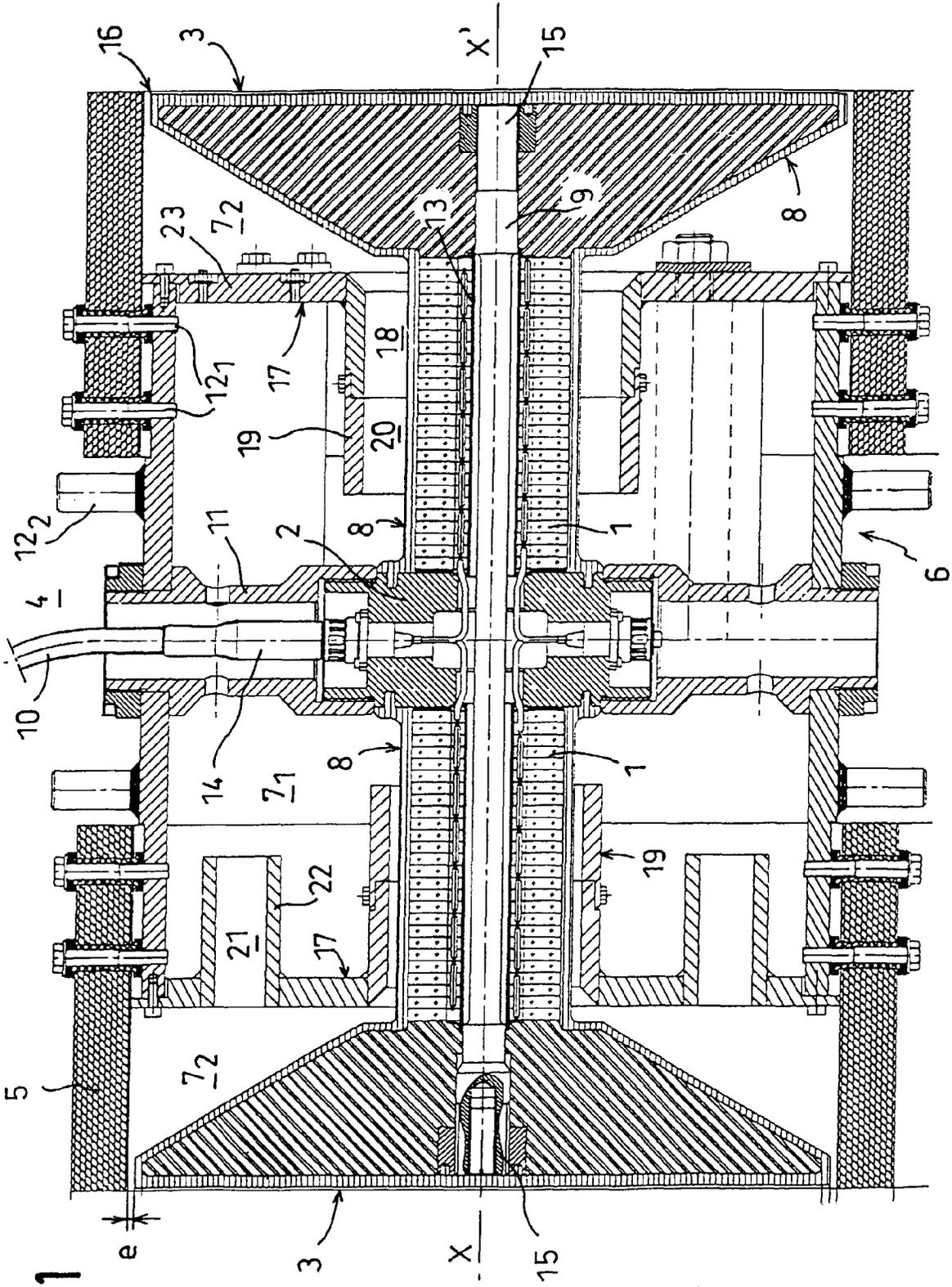
Sur la Figure 2, il est représenté une courbe 24 d'émission de puissance acoustique d'un transducteur tel que représenté sur la Figure 1 avec une charge dynamique suivant l'invention, alors que la courbe 25 représente le même transducteur mais non équipé de ladite charge dynamique, lesdites puissances d'émission étant relevées par rapport aux fréquences en hertz : on note ainsi que dans les fréquences en-dessous de 800 hz et telles que, par exemple, autour de la fréquence de 500 hz, on augmente dans une proportion intéressante la puissance émise ou inversement, pour une puissance donnée, on diminue la fréquence de plus de 50 hz. Ceci a été bien sûr mesuré à partir d'un type de transducteur donné, mais avec d'autres transducteurs, on peut obtenir un gain encore plus important, baisser encore plus la fréquence d'émission et/ou les deux à la fois, sans alourdir les pavillons du transducteur donné.

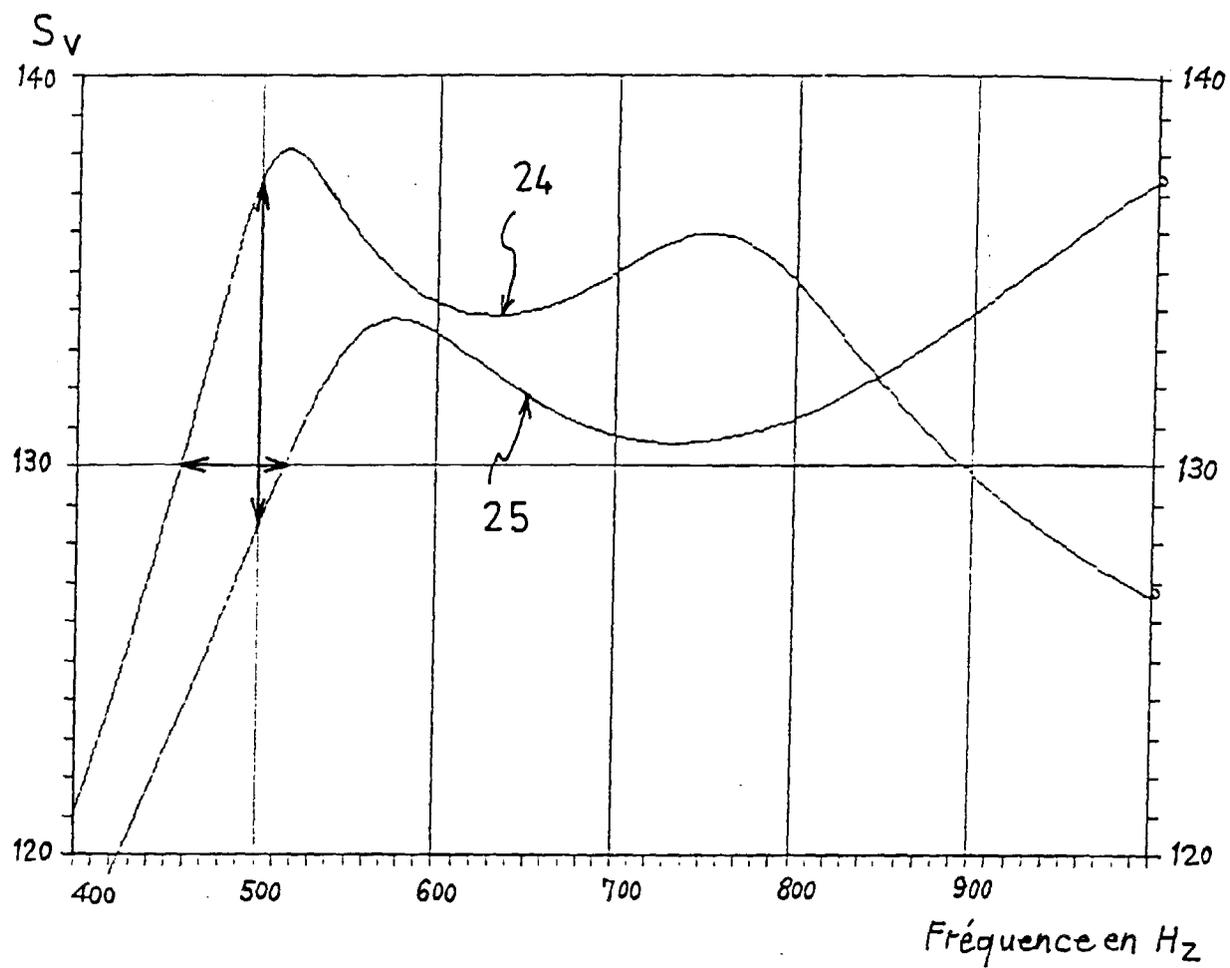
Revendications

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) délimitant avec ledit pavillon une cavité (7) qui enferme ledit pilier moteur et ayant des dimensions et un volume externe déterminé, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence, à une puissance et suivant un rendement électroacoustique donné, caractérisé en ce que :

- on place en arrière dudit pavillon (3) à l'intérieur dudit boîtier (5) une charge dynamique (17) solidaire de celui-ci fermant partiellement sa section intérieure et partageant ladite cavité intérieure (7) en deux parties arrière (71) et avant (72) communiquant;
- on rapproche le bord externe périphérique (16) des pavillons (3) de la paroi interne du boîtier (5) ;
- on émet des ondes acoustiques à des fréquences

- ces plus basses que celles de la plage initiale donnée et au plus avec la même puissance consommée initiale donnée.
2. Procédé d'émission d'ondes acoustiques suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on rapproche au maximum le bord externe périphérique (16) du pavillon (3) de la paroi interne du boîtier (5) pour réduire l'espace "e" ainsi délimité à quelques dixièmes de millimètre. 5
10
 3. Procédé d'émission d'ondes acoustiques selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on utilise ledit transducteur ainsi réalisé dans une plage de fréquence entourant celle propre de la cavité arrière (71). 15
 4. Transducteur immergeable dans un fluide (4) pour l'émission d'ondes acoustiques à basse fréquence comportant au moins un pavillon (3) solidaire de l'extrémité d'un pilier moteur (1), un boîtier rigide (5) délimitant avec ledit pavillon une cavité (7) qui enferme ledit pilier moteur, et ayant des dimensions et un volume externe déterminés, lequel transducteur transmettant des ondes dans une plage de fréquence, à une puissance et suivant un rendement électroacoustique donné, caractérisé en ce que il comporte en arrière dudit pavillon (3) et à l'intérieur du boîtier (5) une charge dynamique (17) solidaire de celui-ci fermant partiellement sa section intérieure et partageant la cavité interne (7) en deux parties arrière (71) et avant (72) communiquant. 20
25
30
 5. Transducteur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la distance "e" séparant le bord externe périphérique (16) des pavillons (3) et la paroi interne du boîtier (5) est de moins de 1 mm. 35
 6. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 5, caractérisé en ce que ladite charge dynamique (17) est constituée d'une paroi pleine (23) 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 (18) au travers duquel passe celui-ci, lequel orifice porte un conduit (19) s'étendant en arrière de la paroi (23) par rapport au pavillon (3) et laissant un passage périphérique (20) libre autour dudit pilier moteur (1). 40
45
 7. Transducteur suivant la revendication 6, caractérisé en ce que ladite paroi pleine (23) comporte différents orifices (21) disposés autour dudit pilier moteur (1) et portant des conduits (22) ouverts. 50
 8. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que ladite paroi (23) est située au plus proche de l'arrière du pavillon (3). 55
 9. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que ledit boîtier (5) est cylindrique et enferme deux moteurs électroacoustiques identiques (1) placés de part et d'autre d'une contremasse centrale (2) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (3) associé à une charge dynamique (17).





FIG_2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 0363

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 596 763 (FRANCE ETAT) 11 Mai 1994 * colonne 6, ligne 7 - ligne 27; figure 1 *	1-6,9	B06B1/06
A,D	FR-A-2 665 998 (FRANCE ETAT ARMEMENT) 21 Février 1992 * abrégé; figure 1 *	1	
A,D	EP-A-0 462 037 (GROSSO GILLES A) 18 Décembre 1991		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B06B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		9 Mai 1996	Anderson, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1501 03.92 (P04C02)