



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 596 763 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

49 Date de publication de fascicule du brevet: **09.08.95** 51 Int. Cl.⁶: **B06B 1/06**

21 Numéro de dépôt: **93402496.9**

22 Date de dépôt: **11.10.93**

54 **Procédé et transducteur pour émettre des ondes acoustiques basse fréquence dans un liquide en immersion illimitée.**

30 Priorité: **05.11.92 FR 9213303**

43 Date de publication de la demande:
11.05.94 Bulletin 94/19

45 Mention de la délivrance du brevet:
09.08.95 Bulletin 95/32

84 Etats contractants désignés:
DE ES GB IT NL

56 Documents cités:
EP-A- 0 351 339 EP-A- 0 462 037
EP-A- 0 473 480 FR-A- 2 361 033
FR-A- 2 665 998 FR-A- 2 673 347

73 Titulaire: **ETAT-FRANCAIS représenté par le
DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT
(DPAG)**
26, Boulevard Victor
F-00460 Paris Armées (FR)

72 Inventeur: **Boucher, Didier**
Le St Michel bât C,
101, rue de la République
F-83140 Six Fours les Plages (FR)

EP 0 596 763 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 pour émettre des ondes acoustiques basse fréquence dans un liquide en immersion illimitée, et des transducteurs qui permettent la mise en oeuvre de tels procédés.

Le secteur technique de l'invention est celui de la réalisation de transducteurs électro-acoustiques.

L'application principale de l'invention est la possibilité d'émettre des ondes acoustiques à basses fréquences et à très grande profondeur.

On connaît en effet des transducteurs électro-acoustiques immergeables, et en particulier piézo-électriques, qui comportent 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. Lesdits moteurs électroacoustiques 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 électro-acoustiques sont excités électroniquement : ces transducteurs sont utilisés notamment pour émettre dans l'eau des ondes acoustiques basse-fréquence dans une direction déterminée.

Cependant, un des problèmes posés par ce type de transducteur est la propagation des ondes acoustiques émises par les faces arrière des pavillons, à l'intérieur du boîtier si celui-ci est également plein de liquide et qui sont alors retransmises dans le milieu ambiant malgré la rigidité dudit boîtier.

Diverses solutions ont été envisagées et proposées par des fabricants et/ou utilisateurs, tel que par exemple l'utilisation de boîtiers étanches remplis de gaz, mais nécessitant que le boîtier résiste aux pressions d'immersion dans le liquide, ce qui alourdit considérablement le poids du transducteur quand la profondeur d'immersion est très importante.

Une autre solution est de placer à l'arrière des pavillons entourant les extrémités des moteurs électro-acoustiques des masses ou des amortisseurs statiques tel que de la mousse, qui absorbe alors le rayonnement arrière et constitue avec lesdits pavillons, ce que l'on appelle des "baffles". Cette solution est également limitée dans ses ap-

plications en immersion profonde, puisque lesdites masses ou amortisseurs doivent pouvoir résister à la pression, à moins de conjuguer cette solution avec la solution précédente, avec un boîtier rigide, mais cela alourdit d'autant plus le système.

En fait, les deux solutions précédentes ne sont que des extrapolations de solutions retenues pour l'émission des ondes dans l'air.

Aussi, pour les profondeurs d'immersion assez importantes, deux autres types de solutions ont été développés et ont même fait l'objet de divers brevets.

Une première catégorie de solutions consiste à utiliser la possibilité de compenser la pression externe par une augmentation de la pression interne de différentes façons, afin de ne pas faire supporter à un boîtier étanche les efforts de résistance à la pression externe : on note pour cela en particulier, la demande FR. 2.361.033 déposée par l'Etat Français le 03 Août 1976 sur des transducteurs piézo-électriques et antennes immergeables à grande profondeur, dans laquelle lesdits moteurs sont disposés radialement contre la paroi interne d'un anneau constituant alors avec lesdits moteurs un transducteur, et plusieurs de ces transducteurs étant empilés coaxialement, de façon à constituer une antenne, dont l'enveloppe renferme un canal cylindrique contenant un piston et un matériau solide élastomère, qui par l'existence d'un faible jeu entre les parois de l'enveloppe, permet d'absorber les différentes déformations de celles-ci.

- Une autre demande de brevet No. FR. 2.634.292 de Monsieur Gilles GROSSO et intitulé "procédé et dispositif pour maintenir le gaz contenu dans une enceinte immergée en équilibre de pression avec l'extérieur" déposée le 15 Juillet 1988, consiste à associer à ladite enceinte immergée tel que le boîtier d'un transducteur piézo-électrique, plusieurs bouteilles contenant chacune une poche déformable prégonflée, à des pressions différentes, et permettant ainsi de compenser la pression hydrostatique à différentes profondeurs d'immersion.

- On peut enfin noter la demande de brevet FR. 2.665.814 du 10 Août 1990 de la société THOMSON sur des "transducteurs électroacoustiques destinés à être immergés", et comportant un système de compensation automatique de la pression d'immersion grâce à des chambres remplies de gaz et de volumes réduits, de manière à ne compenser que les efforts axiaux s'exerçant sur le pilier central de céramique de transducteur.

On pourrait citer d'autres demandes de brevets utilisant des systèmes pneumatiques de compensation de la pression extérieure d'immersion, mais comprenant toutes des moyens mécaniques et/ou

d'alimentation de gaz ou de stockage assez volumineux et/ou compliqués.

La deuxième catégorie de solution permet de s'affranchir des problèmes mécaniques et/ou pneumatiques ci-dessus, telle que décrite dans la demande de brevet FR. 2.665.998 DU 05 Mai 1988 déposée par l'Etat Français Délégué Général pour l'Armement : elle consiste à utiliser un boîtier rigide, mais non étanche, permettant de délimiter une cavité remplie du liquide ambiant à l'arrière des pavillons, dans laquelle on place des tubes élastiques fermés, étanches et remplis de gaz, et tel que la fréquence de résonance d'Helmholtz de la cavité soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble vibrant.

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.

Cependant, pour des grandes profondeurs, il est obligatoire d'augmenter de toutes façons la résistance desdits tubes, ce qui limite leur élasticité et ainsi ne permet pas d'obtenir des émetteurs de très basses fréquences, et alourdit quand même l'ensemble du transducteur.

Le problème posé est en effet de pouvoir émettre des ondes acoustiques de basses fréquences dans un liquide, sans limitation de profondeur et sans alourdir ou augmenter le volume et/ou la complexité de réalisation des transducteurs.

Une solution au problème posé est un procédé pour émettre des ondes acoustiques de basses fréquences dans un liquide, au moyen d'un transducteur comportant deux moteurs électro-acoustiques alignés sur un axe, placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale et coaxialement à l'intérieur d'un boîtier cylindrique creux, recouvrant l'ensemble desdits moteurs jusqu'aux pavillons d'extrémité de ceux-ci, et rempli dudit liquide, dans lequel :

- on réalise le boîtier en matériau élastique et résistant à la pression avec une ouverture périphérique circulaire au voisinage de son plan médian;
- on détermine les dimensions de ladite ouverture et les caractéristiques dudit boîtier, de telle façon que par couplage de l'élasticité de ce boîtier avec la masse de liquide située dans ladite ouverture, la fréquence de Helmholtz de la cavité déterminée par le boîtier, soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble constitué par lesdits moteurs électroacoustiques, ladite contre-masse et lesdits pavillons.

De préférence, on associe à chacun des deux bords de ladite ouverture une couronne de matériau résistant à la pression et faisant partie alors

intégralement dudit boîtier dont elles sont solidaires.

Le résultat est de nouveaux transducteurs et procédés d'émission d'ondes acoustiques basses fréquences, dans un liquide en grande profondeur.

En effet, ces procédés et les transducteurs appliquant ledit procédé répondent aux divers inconvénients cités précédemment, tout en répondant au problème posé. Le principe retenu dans la présente invention est le même que celui utilisé dans l'invention précédente citée dans l'art antérieur ci-dessus, soit la demande de brevet FR. 2.665.998, et qui utilise la fréquence de résonance d'Helmholtz de la cavité située à l'intérieur du boîtier, de telle façon que celle-ci soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble vibrant.

Cependant, cette fréquence de résonance dans la demande de brevet précédente, est obtenue par combinaison de l'élasticité de tubes situés dans ledit boîtier et de la masse d'eau située dans l'ouverture pratiquée dans le cylindre rigide constituant ledit boîtier, alors que dans la présente invention, le cylindre n'est plus rigide mais au contraire doit être élastique, permettant d'avoir ainsi la même fonction et donc de supprimer la présence des tubes nécessaires dans la demande de brevet ci-dessus ; la fonction de masse ou d'inertie de la précédente demande de brevet est toujours obtenue, mais augmentée dans la présente invention par la présence, d'une masse d'eau plus importante dans l'embouchure de l'ouverture grâce à la possibilité de rajouter des couronnes autour des ouvertures, ce qui n'était pas possible précédemment à cause de la présence des tubes. Ainsi on obtient globalement des effets similaires, même si les performances sont moins bonnes, cela permet de répondre justement aux besoins de profondeurs importantes et donc même illimitées de la présente invention. Celle-ci est donc nouvelle et différente des caractéristiques de toutes les demandes de brevets et d'équipements existants.

Par exemple, la suppression des tubes décrits et revendiqués dans la demande ci-dessus, permet d'éviter leur fabrication assez complexe car leur section doit être elliptique, ce qui en plus risque de provoquer leurs ruptures par écrasement. Ainsi, en éliminant la nécessité soit d'un boîtier résistant, soit de tubes élastiques résistants, on n'est effectivement plus limité en immersion puisque l'ensemble du boîtier et de tous les volumes sont pleins d'eau : on peut immerger ainsi de tels transducteurs jusqu'à des profondeurs au moins de 2 à 3000 mètres, alors que jusqu'à ce jour, on était limité à des profondeurs de l'ordre de 500 mètres.

Dans la présente invention, c'est l'élasticité du boîtier par couplage avec la masse d'eau située dans l'ouverture pratiquée dans ledit boîtier qui par

rupture d'impédance, arrête les ondes arrière émises par les faces arrière des pavillons. De plus, on améliore d'une part, cette élasticité et, d'autre part, l'importance de ladite masse d'eau en rajoutant, de préférence, des plaques circulaires ou couronnes à l'extrémité des bords de ladite ouverture : ainsi en changeant les caractéristiques dudit boîtier par modification de son élasticité et de ses dimensions et/ou de celles desdites couronnes, on augmente la masse d'eau située dans l'ouverture et on change l'inertie de ce dit boîtier, ce qui permet l'émission de fréquences encore plus basses.

On pourrait citer d'autres avantages de la présente invention, mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en démontrer la nouveauté et l'intérêt.

La description et la figure 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 et de l'étendue de la présente invention.

La figure unique ci-jointe est une vue en coupe axiale d'un transducteur suivant la présente invention.

Le transducteur tel que représenté en coupe sur cette figure comporte, d'une manière connue, deux moteurs 1 électro-acoustiques, alignés suivant 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, recouvrant l'ensemble desdits moteurs 1 jusqu'au pavillon 3 d'extrémité de ceux-ci, la cavité 7 ainsi délimitée par l'arrière desdits pavillons et ledit boîtier étant remplie dudit liquide 4.

Lesdits moteurs électro-acoustiques 1 peuvent être de type piézo-électriques, mais également des cylindres magnétostrictifs entourés d'une bobine d'excitation.

De tels transducteurs électro-acoustiques à double moteurs sont dits également double Tonpilz.

Sur la figure jointe, lesdits moteurs électro-acoustiques et la masse intermédiaire 2 sont représentés montés assemblés grâce à différentes pièces de liaison 11, reliées elles-mêmes à différentes pièces de fixation 12, reliant lesdits moteurs électro-acoustiques au boîtier 5 grâce à tout moyen de fixation et permettant une liberté de déplacement des pavillons 3 d'extrémité par rapport à ce dit boîtier, mais déterminant une cavité interne 7 quasiment fermée entre les bords respectifs 13 desdits pavillons et dudit boîtier.

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 le constituant sont du domaine connu et réalisables

par tout homme du métier.

La caractéristique principale du procédé de la présente invention et du transducteur suivant celui-ci est que ledit boîtier 5 est en matériau élastique résistant à la pression d'immersion; de plus, il comporte une ouverture périphérique 6 circulaire au voisinage de son plan médian et les dimensions de ladite ouverture 6 ainsi que les caractéristiques du matériau constituant ledit boîtier, en particulier ses caractéristiques d'élasticité, et les dimensions de celui-ci déterminant la masse inertielle de cet ensemble sont telles que par couplage de l'élasticité du boîtier 5 avec la masse du liquide 4 située dans ladite ouverture 6, la fréquence d'Helmholtz de la cavité 7 déterminée par le boîtier soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble constitué par lesdits moteurs électro-acoustiques 1, ladite contre-masse 2 et lesdits pavillons 3.

De préférence ladite fréquence d'Helmholtz de la cavité 7 est déterminée telle qu'elle soit inférieure à ladite fréquence fondamentale.

De façon à pouvoir d'une part augmenter la masse d'eau située dans l'ouverture 6 et d'autre part modifier l'inertie et l'élasticité dudit cylindre, lesdits bords de ladite ouverture 6 sont associés chacun à une couronne 8 de matériau résistant à la pression et qui peut donc être du même matériau que celui dudit cylindre 5 auquel il est solidaire et fait partie intégrante.

Lesdites couronnes 8 sont des plaques circulaires situées de préférence à l'intérieur dudit boîtier 5, de façon à ne pas augmenter son encombrement, mais elles pourraient être situées de part et d'autre de ladite ouverture ou même uniquement à l'extérieur.

De préférence, de façon à obtenir un meilleur effet de résonance, cette ouverture 6 est symétrique par rapport au plan médian perpendiculaire à l'axe xx' du transducteur.

Le matériau utilisé pour la réalisation dudit boîtier 5 et desdites couronnes ou plaques circulaires 8 peut être du métal ou de la fibre composite tel que de la fibre de carbone.

Revendications

1. Procédé pour émettre des ondes acoustiques basses fréquences dans un liquide (4), au moyen d'un transducteur comportant 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 creux, recouvrant l'ensemble desdits moteurs (1) jusqu'aux pavillons (3) d'extrémité de ceux-ci, et rempli dudit liquide (4), caractérisé en ce que :

- on réalise le boîtier (5) en matériau élastique et résistant à la pression avec une ouverture périphérique (6) circulaire au voisinage de son plan médian;
 - on détermine les dimensions de ladite ouverture (6) et les caractéristiques dudit boîtier (5), de telle façon que par couplage de l'élasticité de ce boîtier avec la masse de liquide située dans ladite ouverture (6), la fréquence de Helmholtz de la cavité (7) déterminée par le boîtier, soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble constitué par lesdits moteurs électro-acoustiques (1), ladite contre-masse (2) et lesdits pavillons (3).
2. Procédé pour émettre des ondes acoustiques basses fréquences dans un liquide (4) suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on associe à chacun des deux bords (9) de ladite ouverture (6) une couronne (8) de matériau résistant à la pression et faisant partie alors intégralement dudit boîtier (5) dont elles sont solidaires.
3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on augmente la masse d'eau située dans l'ouverture (6) et l'on change l'inertie dudit boîtier (5) en modifiant les dimensions de celui-ci pour permettre l'émission de fréquences plus basses.
4. Transducteur comportant deux moteurs (1) électroacoustiques 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 creux, recouvrant l'ensemble desdits moteurs (1) jusqu'aux pavillons (3) d'extrémité de ceux-ci et rempli dudit liquide (4), caractérisé en ce que ledit boîtier (5) est en matériau résistant à la pression et élastique, et comporte une ouverture périphérique (6) circulaire au voisinage de son plan médian, et les dimensions de celle-ci, ainsi que les caractéristiques dudit boîtier sont déterminées telles que par couplage de l'élasticité du boîtier (5) avec la masse d'eau de liquide située dans ladite ouverture (6), la fréquence d'Helmholtz de la cavité (7) déterminée par le boîtier est voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble constitué par lesdits moteurs électro-acoustiques (1), ladite contre-masse (2) et lesdits pavillons (3).
5. Transducteur pour émettre des ondes acoustiques basses fréquences dans un liquide (4) suivant la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits bords de ladite ouverture (6) sont associés chacun à une couronne (8) de matériau résistant à la pression et faisant partie intégralement du boîtier (5) dont elles sont solidaires.
6. Transducteur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits couronnes (8) sont des plaques circulaires situées entièrement à l'intérieur dudit boîtier (5).
7. Transducteur suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'ouverture (6) est symétrique par rapport au plan médian perpendiculaire à l'axe (xx') du transducteur.
8. Transducteur suivant l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que lesdits moteurs (1) sont des cylindres magnétostrictifs, entourés d'une bobine d'excitation.

Claims

1. Process for emitting low frequency sound waves into a liquid (4), by means of a transducer comprising two electro-acoustic drivers (1) aligned on an axis (xx'), located at either side of a central mass (2) and coaxially inside a hollow cylindrical casing (5), covering the whole of the said drivers (1) up to their end horns (3) and filled with the said liquid (4), characterised in that:
- the casing (5) is made of elastic material that withstands the pressure with a circular peripheral opening (6) in the vicinity of its median plane;
 - the dimensions of the said opening (6) and the characteristics of the said casing (5) are determined such that through interaction between the elasticity of this casing and the mass of liquid located in the said opening (6), the Helmholtz frequency of the cavity (7) determined by the casing is close to the fundamental frequency of the axial vibrations of the assembly made up of the said electro-acoustic drivers (1), the said mass (2) and the said horns (3).
2. Process for emitting low frequency sound waves into a liquid (4) according to claim 1, characterised in that with each of the two edges (9) of the said opening 6 is associated a ring (8) of pressure-resistant material which then forms an integral part of the said casing (5) to which the said rings are attached.

3. Process according to either of the claims 1 and 2, characterised in that the mass of water situated in the opening (6) is increased and the inertia of the said casing (5) is modified by changing the dimensions of the said casing to permit the emission of lower frequencies. 5
4. Transducer comprising two electro-acoustic drivers (1) aligned along an axis (xx'), positioned at either side of a central mass (2) and coaxially inside a hollow cylindrical casing (5), covering the whole of the said drivers (1) up to their end horns (3) and filled with the said liquid (4), characterised in that the said casing (5) is made of a material that withstands pressure and is elastic, and comprises a circular peripheral opening (6) in the vicinity of its median plane, and the dimensions of the said opening, together with the characteristics of the said casing, are determined such that through interaction between the elasticity of the casing (5) and the mass of water situated in the said opening (6), the Helmholtz frequency of the cavity (7) determined by the casing is close to the fundamental frequency of the axial vibrations of the assembly made up of the said electro-acoustic drivers (1), the said mass (2) and the said horns (3). 10 15 20 25
5. Transducer for emitting low frequency sound waves into a liquid (4) according to claim 4, characterised in that the said edges of the said opening (6) are each associated with a ring (8) of material which resists the pressure and forms an integral part of the casing (5) to which the said rings are attached. 30 35
6. Transducer according to claim 5, characterised in that the said rings (8) are circular plates located entirely inside the said casing (5). 40
7. Transducer according to any of the claims 4 to 6, characterised in that the opening (6) is symmetrical with respect to the median plane perpendicular to the axis (xx') of the transducer. 45
8. Transducer according to any of the claims 4 to 7, characterised in that the said drivers (1) are magnetostrictive cylinders, surrounded by an energising coil. 50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sendung von Niedrigfrequenzschallwellen in einer Flüssigkeit (4) mittels eines Wandlers, bestehend aus zwei auf einer Achse (xx') ausgerichteten elektro-akustischen Motoren (1), die auf beiden Seiten einer mittlere- 55

ren Gegenmasse (2) und koaxial innerhalb eines hohen zylindrischen Kastens (5) angeordnet sind, wobei der Kasten die besagten Motoren (1) bis hin zu ihren Endtrichtern (3) überdeckt und mit der besagten Flüssigkeit (4) gefüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass:

- man den Kasten (5) aus elastischem und druckbeständigem Material herstellt, mit einer kreisförmigen peripheren Öffnung (6) in der Nähe seiner mittleren Ebene;
- man die Abmessungen der besagten Öffnung (6) und die Merkmale des besagten Kastens (5) so festlegt, dass durch Kopplung der Elastizität dieses Kastens mit der in der besagten Öffnung (6) vorhandenen Flüssigkeitsmasse, die Helmholtz-Frequenz der vom Kasten bezeichneten Vertiefung (7) in der Nähe der Eigenfrequenz der axialen Vibrationen der aus den besagten elektro-akustischen Motoren (1), der besagten Gegenmasse (2) und den besagten Trichtern (3) gebildeten Einheit liegt.

2. Verfahren zur Sendung von Niedrigfrequenzschallwellen in einer Flüssigkeit (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man jedem der beiden Ränder (9) der besagten Öffnung (6) eine Krone (8) aus druckbeständigem Material zuordnet, die dann Bestandteil des besagten Kastens (5) sind, mit dem sie ein Stück bilden.

3. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass man die in der Öffnung (6) vorhandene Wassermasse erhöht und die Trägheit des besagten Kastens (5) abändert, indem man seine Abmessungen ändert, um die Sendung von niedrigeren Frequenzen zu ermöglichen.

4. Wandler mit zwei elektro-akustischen Motoren (1), die nach einer Achse (xx') ausgerichtet, auf jeder Seite einer mittleren Gegenmasse (2) und koaxial innerhalb eines hohen zylindrischen Kastens (5) angeordnet sind, wobei der Kasten die Einheit der besagten Motoren (1) bis zum an ihren Enden angeordneten Trichter (3) überdeckt, dadurch gekennzeichnet, dass der besagte Kasten (5) aus einem druckbeständigen und elastischen Material besteht und eine periphere, kreisförmige Öffnung (6) in der Nähe seiner mittleren Ebene aufweist, und deren Abmessungen sowie die Merkmale des besagten Kastens so beschaffen sind, dass durch Kupplung der Elastizität des Kastens (5) mit der Masse der in der besagten Öffnung (6) vorhandenen Flüssigkeit (4), die Helmholtz-

Frequenz der vom Kasten definierten Vertiefung (7) in der Nähe der Eigenfrequenz der axialen Vibrationen der von den besagten elektro-akustischen Motoren (1), der besagten Gegenmasse (2) und den besagten Trichtern (3) gebildeten Einheit liegt. 5

5. Wandler zur Sendung von Niedrigfrequenzschallwellen in einer Flüssigkeit (4) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass den besagten Rändern der besagten Öffnung (6) jeweils eine Krone (8) aus druckbeständigem Material zugeordnet ist, die Bestandteil des Kastens (5) sind und mit ihm ein Stück bilden. 10

6. Wandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den besagten Kronen (8) um kreisförmige Platten handelt, die völlig innerhalb des besagten Kastens (5) angeordnet werden. 15 20

7. Wandler nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (6) symmetrisch in bezug auf die mittlere, senkrecht zur Achse xx' des Wandlers verlaufenden Ebene ist. 25

8. Wandler nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den besagten Motoren (1) um magnetostriktive, von einer Erregungsspule umgebene Zylinder handelt. 30

35

40

45

50

55

