

(19)



(11)

EP 3 359 308 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

13.11.2019 Bulletin 2019/46

(51) Int Cl.:

B06B 1/06 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2016/052559

(21) Numéro de dépôt: **16790667.6**

(22) Date de dépôt: **05.10.2016**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2017/060620 (13.04.2017 Gazette 2017/15)

(54) **DISPOSITIF D'ÉMISSION/RÉCEPTION ACOUSTIQUE SOUS-MARINE À LARGE BANDE**

SENDEEMPFÄNGERVORRICHTUNG FÜR BREITBANDIGE UNTERWASSERAKUSTIK

BROADBAND UNDERWATER ACOUSTIC TRANSCEIVER DEVICE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **EYMARD, Raphaël**

13610 Le Puy Sainte Réparate (FR)

• **MATTE, Guillaume**

13600 La Ciotat (FR)

(30) Priorité: **09.10.2015 FR 1559619**

(74) Mandataire: **Jacobacci Coralie Harle**

32, rue de l'Arcade

75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:

15.08.2018 Bulletin 2018/33

(56) Documents cités:

US-A- 4 373 143

US-B2- 6 690 621

US-B2- 8 027 224

(73) Titulaire: **iXBlue**

78100 Saint-Germain-en-Laye (FR)

(72) Inventeurs:

• **MOSCA, Frédéric**

13790 Chateauneuf-le-rouge (FR)

EP 3 359 308 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'émission/réception acoustique sous-marin à large bande. Ce dispositif a des applications notamment pour le positionnement, la détection, la télémétrie ou la communication acoustique sous-marin.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] Les transducteurs acoustiques sous-marins sont connus et utilisés de longue date. Il en existe plusieurs types qui peuvent mettre en œuvre des matériaux magnétostrictifs, électrostrictifs ou piézoélectrique. Parmi les types de transducteurs connus on peut citer les deux suivants :

Le Tonpilz qui est un empilement composé d'une contremasse arrière, d'éléments électroactifs, typiquement piézoélectriques, et d'un pavillon avant. Les éléments électroactifs sont pris en sandwich entre la contremasse arrière et le pavillon avant et cet ensemble est généralement maintenu par une tige de précontrainte centrale étendue entre la contremasse arrière et le pavillon. Un Tonpilz peut être soit résiné, soit, plus généralement, inséré dans un boîtier rempli d'un fluide dont les propriétés acoustiques sont adaptées au mode de fonctionnement recherché : par exemple, de l'huile de Ricin pour la transparence acoustique ou de l'air pour le bafflage.

[0003] Le transducteur FFR (« Free Flooded Ring ») qui est un anneau électroactif, typiquement piézoélectrique, inséré dans un fluide, qui peut être soit de l'eau de mer si l'anneau est préalablement résiné, soit de l'huile de ricin, par exemple, si l'anneau est inséré dans une capuche étanche. Afin d'obtenir des directivités hémisphériques, une « tape », généralement un disque métallique, est installée à l'arrière de l'anneau, jouant le rôle de réflecteur acoustique.

[0004] L'augmentation des performances d'un grand nombre de dispositifs acoustiques sous-marins nécessite l'utilisation de signaux acoustiques exploitant une large bande de fréquence.

[0005] La largeur de la bande de fréquence exploitable par un transducteur acoustique sous-marin est généralement proportionnelle à la fréquence centrale de cette bande. Les transducteurs constituant l'état de l'art mis en œuvre pour les applications visées couvrent généralement une octave, soit $2/3$ de la fréquence centrale.

[0006] En fonction des portées recherchées, les bandes de fréquences exploitées diffèrent. En effet, pour une distance de propagation identique, les hautes fréquences acoustiques sont plus absorbées par le milieu, l'Océan en l'espèce, que les fréquences moins élevées.

[0007] Ainsi, en fonction des besoins, il peut être utile de disposer d'un dispositif d'émission/réception capable d'exploiter au moins deux bandes distinctes, d'une octa-

ve chacune par exemple. La bande couvrant les basses fréquences (de fréquence centrale F_{BF}) pour les applications visant la grande portée, mais de largeurs de bandes plus réduites (typiquement : $2/3 F_{BF}$), et la bande couvrant les hautes fréquences (de fréquence centrale F_{HF}), visant des portées plus courtes mais de largeurs de bandes plus larges ($2/3 F_{HF}$).

[0008] Enfin, les dispositifs émetteurs/récepteurs acoustiques constitués d'éléments électroactifs, nécessitent généralement pour leur application une ouverture angulaire qui soit au moins hémisphérique.

[0009] Afin d'augmenter la bande de fréquence exploitable des dispositifs d'émission/réception acoustique sous-marin, il a été proposé de modifier la structure des transducteurs ou, pour un meilleur résultat, d'associer ensemble plusieurs transducteurs ayant des structures et/ou caractéristiques dynamiques différentes, en particulier ayant des bandes de fréquence exploitables différentes.

[0010] Par exemple, dans les documents EP 0413633 A1 « Emetteur large-bande sous-marin » de Safare-Crouzet ou US8027224 « Broadband Underwater Acoustic Transducer » de Brown et al., il est proposée de couvrir plusieurs sous-bandes par mise en œuvre de sphères et/ou d'anneaux de type FFR (« Free Flooded Ring ») associés. Toutefois, une telle solution pose la difficulté du masquage du rayonnement dans l'axe d'alignement des transducteurs associés.

[0011] On connaît également d'autres modalités d'élargissement de la bande passante par les documents US4373143 « Parametric Dual Mode Transducer », US6690621 « Active Housing Broadband Tonpilz Transducer » et US5579287 « Process and transducer for emitting wide band and low frequency acoustic waves in unlimited immersion depths ».

OBJET DE L'INVENTION

[0012] Contrairement à ces solutions associant des transducteurs, la présente invention propose une combinaison de transducteurs de types différents, au moins un élément du dispositif étant commun au fonctionnement des transducteurs combinés. Ainsi, la solution proposée par la présente invention consiste à s'affranchir des effets du masquage en utilisant une pièce fonctionnelle commune à deux transducteurs de type différent et émettant chacun dans une bande souhaitée.

[0013] Cette approche se distingue de celle du document US4373143 où il est utilisé un transducteur de type Tonpilz basse fréquence dont le pavillon sert de contremasse à une antenne de Tonpilz haute fréquence, donc avec deux transducteurs de même type. En outre, dans ce même document, les deux émetteurs sont excités simultanément pour produire une émission non-linéaire de type paramétrique. Elle se distingue également du document US6690621 où un transducteur Tonpilz couvrant la basse fréquence est juxtaposé à une céramique annulaire active couvrant la haute fréquence, cette dernière

formant le boîtier annulaire du système.

[0014] L'invention considérée ici, consiste en la combinaison fonctionnelle de deux transducteurs de types différents : le Tonpilz et le FFR (« Free Flooded Ring »).

[0015] La présente invention propose donc de combiner un transducteur Tonpilz et un transducteur FFR pour couvrir une bande de deux octaves, le Tonpilz couvrant l'octave basse fréquence (BF) et le FFR, l'octave haute fréquence (HF), ce dernier étant disposé vers l'avant dans le sens des émissions. En outre, un élément de chaque transducteur est rendu fonctionnellement commun et c'est la « tape » réfléchissante du transducteur FFR qui est également le pavillon du Tonpilz (et inversement), ceci afin d'éviter notamment deux problèmes résultant d'une simple association de transducteurs. A savoir, d'une part, le transducteur placé vers l'avant sur l'axe d'émission masque le transducteur placé vers l'arrière et, d'autre part, l'émission vers l'arrière du transducteur placé vers l'avant se réfléchit sur la surface émettrice du transducteur placé vers l'arrière (tape pour le FFR, pavillon pour le Tonpilz), cette réflexion pouvant interférer destructivement avec l'onde directe/vers l'avant émise par le transducteur placé vers l'avant.

[0016] Grâce à cette mise en œuvre d'un élément en commun entre les deux transducteurs de type différent, le Tonpilz n'a plus de pièce masquant son rayonnement dans l'axe et l'onde émise vers l'arrière par le FFR est bafflée par l'empilement du Tonpilz et ne peut se réfléchir. Une telle configuration présente un autre avantage dans le cas où les deux sous-bandes fréquentielles sont adjacentes et où le Tonpilz couvre la bande basse. En effet, la résonance de cavité du FFR peut être excitée par l'émission du Tonpilz et donc augmenter la sensibilité à l'émission du Tonpilz dans le haut de sa bande.

[0017] En outre, si on souhaite encore augmenter les bandes de fréquences exploitables, on peut mettre en œuvre des moyens additionnels. En effet, un FFR couvre naturellement une bande d'une octave, par couplage entre les résonances de cavité et le mode radial de la céramique. En revanche, un Tonpilz couvre naturellement, dans le meilleur des cas, une demi-octave. Il est donc utile d'élargir la bande du Tonpilz en couplant le mode masse-ressort du Tonpilz avec d'autres modes. Pour la partie haute de la bande, on peut utiliser le mode de cavité du FFR qui lui est combiné. En bas de bande, la solution proposée consiste à intégrer un baffle acoustique cylindrique autour du transducteur Tonpilz et notamment autour de son empilement d'anneaux et/ou de l'élément mis en commun, c'est à dire du pavillon servant de « tape », et ainsi de générer un mode de cavité radial d'une manière semblable à ce qui est obtenu dans une structure de type Janus-Helmholtz (cf. US5579287) et dont la fréquence est ajustée sur le bas de la bande basse fréquence. Il est ainsi possible de couvrir une octave avec une telle solution de type Tonpilz bafflé combiné à un FFR. A noter enfin que ce baffle qui doit être massif et être le moins élastique possible, peut remplir d'autre fonction, comme par exemple servir de protection ou de

support à une cage de protection pour le transducteur complet.

[0018] On peut enfin noter que le système d'émission/réception acoustique sous-marin à large bande de l'invention présente une directivité hémisphérique.

[0019] Ainsi, la présente invention concerne un dispositif d'émission/réception acoustique sous-marin à large bande comportant au moins un transducteur de type Tonpilz et un transducteur de type FFR « Free Flooded Ring »,

le transducteur de type Tonpilz, de forme cylindrique, étant symétrique de révolution autour d'un axe antéropostérieur, ledit transducteur de type Tonpilz comportant des éléments disposés d'arrière vers l'avant le long de son axe antéropostérieur de révolution, lesdits éléments étant au moins : une contremasse arrière, des éléments électroactifs et un pavillon avant,

le transducteur de type FFR étant symétrique de révolution autour d'un axe antéropostérieur, ledit transducteur de type FFR comportant des éléments disposés d'arrière vers l'avant le long de son axe antéropostérieur de révolution, lesdits éléments étant au moins : une « tape » et un anneau électroactif. Selon l'invention, les transducteurs de type Tonpilz et de type FFR sont alignés, leurs axes antéropostérieurs de révolution se superposant, le transducteur de type Tonpilz étant disposé vers l'arrière et le transducteur de type FFR étant disposé vers l'avant et ayant leurs directions d'émission frontale respectives orientées vers l'avant, et les transducteurs sont combinés au sein du dispositif par mise en commun d'un de leurs éléments, ledit élément commun, dit élément tape-pavillon, étant la « tape » du FFR et le pavillon du Tonpilz.

[0020] Dans divers modes de mise en œuvre de l'invention, les moyens suivants pouvant être utilisés seuls ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont employés :

- les éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz sont recouvert d'une couche d'une composition protectrice,
- l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est recouvert d'une couche d'une composition protectrice,
- la couche de composition protectrice est résinée ou vulcanisée et est typiquement à base de Polyuréthane, de polyéthylène chlorosulfoné ou de nitrile,
- au moins une tige de précontrainte est étendue antéropostérieurement entre la contremasse arrière et l'élément tape-pavillon commun,
- ladite au moins une tige de précontrainte est serrée de manière à ce que les éléments électroactifs pris en sandwich entre la contremasse arrière et l'élément tape-pavillon soient contraints serrés entre ces derniers,
- le transducteur de type Tonpilz comporte des éléments électroactifs creux en forme de bagues ou anneaux ou disques troués et la tige de précontrainte est centrale/axiale,

- le transducteur de type Tonpilz comporte des éléments électroactifs creux en forme de bagues ou anneaux et le dispositif comporte un ensemble de tiges de précontrainte, les tiges de précontrainte étant extérieures aux éléments électroactifs,
 - le transducteur de type Tonpilz comporte des éléments électroactifs creux en forme de bagues ou anneaux et le dispositif comporte un ensemble de tiges de précontrainte, une des tiges de précontrainte étant centrale/axiale et les autres tiges de précontrainte étant extérieures aux éléments électroactifs,
 - le dispositif comporte une seule tige de précontrainte, ladite tige de précontrainte étant portée par l'axe antéropostérieur de révolution du transducteur de type Tonpilz,
 - les éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz sont pleins et le dispositif comporte un ensemble de tiges de précontrainte, les tiges de précontrainte étant extérieures aux éléments électroactifs,
 - l'élément tape-pavillon commun sert de support pour l'anneau électroactif du transducteur FFR par l'intermédiaire de suspensions en élastomère,
 - l'élément tape-pavillon commun est plein,
 - l'élément tape-pavillon commun est creux,
 - l'élément tape-pavillon commun est ajouré,
 - l'élément tape-pavillon commun est un cylindre,
 - l'élément tape-pavillon commun est un cône,
 - l'élément tape-pavillon commun est plat,
 - l'élément tape-pavillon commun est contourné,
 - l'élément tape-pavillon commun est hémisphérique,
 - l'élément tape-pavillon commun est lisse en surface,
 - l'élément tape-pavillon commun est rainuré,
 - l'élément tape-pavillon commun est structuré, en particulier en surface côté du transducteur de type FFR,
 - l'élément tape-pavillon commun est en métal, notamment en acier, aluminium ou magnésium dans un alliage,
 - l'élément tape-pavillon commun est un composite, notamment à base de verre ou de carbone,
 - l'élément tape-pavillon commun peut être bi-matériau,
 - l'élément tape-pavillon commun bi-matériau comporte un cœur en époxy et un pourtour métallique,
 - l'élément tape-pavillon commun est ajusté pour réaliser un mode de papillonnage,
 - l'élément tape-pavillon commun comporte au moins un orifice non traversant de fixation d'extrémité de tige de précontrainte,
 - l'orifice non traversant est taraudé pour fixation d'une tige de précontrainte filetée,
 - une cavité annulaire comportant un fluide est disposée contre la périphérie latérale du transducteur de type Tonpilz, au moins contre les éléments électroactifs,
 - un anneau de garde constitué d'une masse métallique rigide est disposé en périphérie latérale du dispositif, au moins en regard du transducteur de type Tonpilz,
 - l'anneau de garde forme un baffle rigide,
 - l'anneau de garde est séparé des éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz par une couche de matériau,
 - l'anneau de garde est séparé des éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz par la cavité annulaire,
 - l'anneau de garde est séparé des éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz par la cavité annulaire et au moins une couche de matériau,
 - l'anneau de garde est recouvert extérieurement, en périphérie du dispositif par une couche de matériau,
 - l'anneau de garde et la contremasse arrière sont un seul et même élément,
 - l'anneau de garde et la contremasse arrière sont des éléments distincts,
 - l'anneau de garde et la contremasse arrière sont séparés par une couche de matériau d'amortissement acoustique,
 - la couche de matériau d'amortissement acoustique est un élastomère ou une mousse à cellules ouvertes ou fermées,
 - l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est plaqué contre l'élément tape-pavillon commun,
 - l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est enrobé au moins en partie par une matière de protection, l'anneau électroactif du transducteur de type FFR étant appliqué contre l'élément tape-pavillon commun par l'intermédiaire d'une couche de matière de protection et l'extrémité frontale de l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est fermée et un fluide est disposé à l'intérieur dudit anneau électroactif du transducteur de type FFR, ledit fluide venant au contact de l'élément tape-pavillon commun,
 - le fluide de la cavité annulaire est choisi parmi : un gaz, une composition gazeuse, un liquide, un gel,
 - le fluide disposé à l'intérieur de l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est choisi parmi : un gaz, une composition gazeuse, un liquide, un gel
 - le liquide est un liquide d'adaptation d'impédance acoustique choisi parmi : l'huile de Ricin, des isoparaffines (notamment Isopar®), l'huile silicone, du Perfluorocarbène...
 - le dispositif est recouvert d'une membrane d'étanchéité réalisant une compensation hydrostatique,
 - le matériau constituant la matière de protection est le même que celui de la membrane d'étanchéité,
 - les éléments électroactifs du transducteur de type Tonpilz et du transducteur de type FFR sont des céramiques piézoélectriques.
- 55 DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION
- [0021] La description qui va suivre en regard des des-

sins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

[0022] Sur les dessins annexés :

- la Figure 1 représente une vue en coupe d'un dispositif selon l'invention, et
- la Figure 2 représente la courbe de réponse en émission dudit dispositif.

[0023] La coupe de la Figure 1 passe par l'axe de révolution de symétrie du dispositif 1 d'émission/réception acoustique sous-marine, axe qui correspond aux axes frontaux d'émission avant de chacun des deux transducteurs Tonpilz et FFR ou, en d'autres termes, qui porte ces axes. Le transducteur de type Tonpilz 2, 3, 4, 5 est vers la gauche de la Figure 1 et, aussi, l'arrière du dispositif en considérant la direction d'émission frontale 13 du dispositif qui est orientée vers la droite de la Figure 1. Le transducteur de type FFR 4, 6 est vers la droite de la Figure 1 et, aussi, l'avant du dispositif.

[0024] Le transducteur de type Tonpilz comporte de l'arrière vers l'avant du dispositif, une contremasse arrière 2, un empilement de disques piézoélectriques et plus spécifiquement ici des anneaux 3 piézoélectriques afin qu'une tige de précontrainte 5 puisse passer au centre de l'empilement, et un pavillon qui est l'élément tape-pavillon commun 4. La tige de précontrainte 5 est tendue entre la contremasse arrière 2 et l'élément tape-pavillon commun 4 afin d'appliquer une contrainte à l'empilement des anneaux 3.

[0025] Le transducteur de type FFR comporte de l'arrière vers l'avant du dispositif, l'élément tape-pavillon commun 4 et un anneau piézoélectrique 6. La partie centrale de l'anneau piézoélectrique 6 est fermée à l'avant par une paroi avant 8 et à l'arrière par l'élément tape-pavillon commun 4 et forme une cavité centrale fermée. Un fluide 7, par exemple un liquide qui est de l'huile de ricin, est disposé dans cette partie/cavité centrale de l'anneau piézoélectrique 6. Le fluide vient donc au contact de l'élément tape-pavillon commun 4. Dans le mode de réalisation présenté sur la figure 1, l'anneau piézoélectrique 6 ne s'applique pas directement sur l'élément tape-pavillon commun 4 et une couche d'un matériau est interposée entre les deux. Dans un mode de réalisation particulier, le pavillon-tape sert de support pour l'anneau électroactif du transducteur FFR par l'intermédiaire de suspensions en élastomère. Sur la Figure 1, c'est la membrane d'étanchéité 11 qui sert également de suspension entre les deux 4, 6.

[0026] Cette combinaison des deux transducteurs Tonpilz et FFR présente un autre avantage dans le cas où les deux sous-bandes fréquentielles de chaque transducteur sont adjacentes et où le Tonpilz couvre la bande basse. En effet, la résonance de cavité du FFR peut être excitée par l'émission du Tonpilz et donc augmenter la sensibilité à l'émission du Tonpilz dans le haut de sa bande.

[0027] D'une manière générale, le transducteur de type Tonpilz peut être soit résiné, soit inséré dans un boîtier rempli d'un fluide dont les propriétés acoustiques sont adaptées au mode de fonctionnement recherché: par exemple, de l'huile de Ricin pour la transparence acoustique ou de l'air pour un bafflage. A noter que dans le cas où on utilise de l'air pour le bafflage, le baffle comporte un boîtier rigide qui renferme la cavité d'air et le transducteur est alors généralement limité à des immersions moins profondes.

[0028] Dans le dispositif 1 représenté Figure 1, en périphérie latérale du transducteur de type Tonpilz, une cavité 9 latérale comportant un fluide, par exemple un liquide qui est de l'huile de ricin, est aménagée. Cette cavité 9 latérale est annulaire du fait que le transducteur de type Tonpilz est sensiblement cylindrique, tout comme l'autre transducteur, le FFR. La cavité 9 latérale s'étend en regard et contre au moins une partie de l'empilement des anneaux 3. Dans l'exemple représenté Figure 1, cette cavité remonte sur une partie latérale de l'élément tape-pavillon commun 4 et ne vient pas au contact de la contremasse arrière 2, une couche 12 d'un matériau étant disposée entre les deux 9, 2.

[0029] Dans une variante de réalisation, le fluide est de l'air ou un gaz ou une composition gazeuse afin d'obtenir un effet de bafflage. La pression du fluide gazeux sera adaptée aux besoins.

[0030] Afin d'encore améliorer la largeur de bande de fréquence exploitable, on a disposé en périphérie du dispositif, en regard du transducteur de type Tonpilz, un anneau de garde 10. Dans cet exemple, l'anneau de garde 10 est distinct de la contremasse arrière 2 et est séparé d'elle par une couche de matériau à propriété d'élasticité, typiquement à module d'élasticité < 100 MPa ou, dans une variante, par un évent fluide. Dans le cas d'espèce, c'est la membrane d'étanchéité 11 qui recouvre également le dispositif qui forme la séparation.

[0031] Sur la Figure 2, la courbe de réponse en fréquence, pour l'émission, permet de visualiser les effets de chaque type de transducteur et l'apport de la mise en œuvre de l'élément tape-pavillon commun. Un dispositif à bafflage a été analysé pour produire cette courbe. Les fréquences les plus basses sont sur la gauche le long de l'axe des abscisses de fréquence. Le pas de graduation des ordonnées est de 10dB. La courbe représentée correspond au rapport de transmission par rapport au voltage appliqué, en dB en tant qu'unité arbitraire.

[0032] L'action du transducteur de type Tonpilz est visible dans la partie « Octave BF » avec principalement le mode masse-ressort MMR. On peut noter une remontée de la courbe vers les plus basses fréquences grâce à la mise en œuvre du bafflage qui crée un mode de cavité du baffle MCB.

[0033] L'action du transducteur de type FFR est visible dans la partie « Octave HF » avec principalement un mode radial de l'anneau MRA et, plus bas en fréquence, un mode de cavité de l'anneau MCA qui permet d'élargir la réponse en basse fréquence.

[0034] Dans le mode d'utilisation préféré du dispositif, en fonction des fréquences basses ou hautes que l'on souhaite produire, on alimente seulement un des deux transducteurs par un courant alternatif de fréquence(s) en rapport avec celle(s) que l'on souhaite produire. Si on le souhaite, les ondes générées le sont d'une manière discontinue afin de permettre une réception entre les émissions. Le courant alternatif peut avoir une forme d'onde autre que sinusoïdale et notamment toute forme utile à la génération d'ondes pures et/ou avec des harmoniques et/ou autres effets linéaires ou non linéaires. On envisage cependant le cas où les deux transducteurs sont alimentés en même temps par des courants alternatifs adaptés à chacun d'eux.

[0035] On comprend que l'invention peut être réalisée de bien d'autres manières. Par exemple, on peut omettre l'anneau de garde 10 ou mettre en œuvre un élément monobloc formant à la fois la contremasse arrière 2 et l'anneau de garde 10. En outre, les disques ou anneaux 3 du transducteur de type Tonpilz et/ou l'anneau piézoélectrique 6 peuvent être réalisés de diverses manières connues notamment sous forme d'éléments de transduction monoblocs ou composites, dans ce dernier cas par assemblage de transducteurs élémentaires formant un disque ou un anneau.

Revendications

1. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine à large bande comportant au moins un transducteur de type Tonpilz (2, 3, 4, 5) et un transducteur de type FFR « Free Flooded Ring » (4, 6), le transducteur de type Tonpilz (2, 3, 4, 5), de forme cylindrique, étant symétrique de révolution autour d'un axe antéropostérieur (13), ledit transducteur de type Tonpilz (2, 3, 4, 5) comportant des éléments disposés d'arrière vers l'avant le long de son axe antéropostérieur de révolution, lesdits éléments étant au moins : une contremasse arrière (2), des éléments électroactifs (3) et un pavillon avant (4), le transducteur de type FFR (4, 6) étant symétrique de révolution autour d'un axe antéropostérieur, ledit transducteur de type FFR (4, 6) comportant des éléments disposés d'arrière vers l'avant le long de son axe antéropostérieur (13) de révolution, lesdits éléments étant au moins : une « tape » (4) et un anneau électroactif (6),
caractérisé en ce que les transducteurs de type Tonpilz et de type FFR sont alignés, leurs axes antéropostérieurs de révolution se superposant, le transducteur de type Tonpilz étant disposé vers l'arrière et le transducteur de type FFR étant disposé vers l'avant et ayant leurs directions d'émission frontale respectives orientées vers l'avant, et **en ce que** les transducteurs sont combinés au sein du dispositif par mise en commun d'un de leurs éléments, ledit élément commun, dit élément tape-pavillon (4), étant

la « tape » du FFR et le pavillon du Tonpilz.

2. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins une tige de précontrainte (5) est étendue antéropostérieurement entre la contremasse arrière (2) et l'élément tape-pavillon (4) commun.
3. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément tape-pavillon (4) commun sert de support pour l'anneau électroactif du transducteur FFR (6) par l'intermédiaire de suspensions en élastomère.
4. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une cavité annulaire (9) comportant un fluide est disposée contre la périphérie latérale du transducteur de type Tonpilz, au moins contre les éléments électroactifs (3).
5. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un anneau de garde (10) constitué d'une masse métallique rigide est disposé en périphérie latérale du dispositif, au moins en regard du transducteur de type Tonpilz.
6. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'anneau de garde (10) et la contremasse arrière (2) sont des éléments distincts.
7. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'anneau de garde et la contremasse arrière (2) sont séparés par une couche (12) de matériau d'amortissement acoustique.
8. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'anneau électroactif (6) du transducteur de type FFR (4, 6) est enrobé au moins en partie par une matière de protection, l'anneau électroactif (6) du transducteur de type FFR étant appliqué contre l'élément tape-pavillon (4) commun par l'intermédiaire d'une couche de matière de protection et **en ce que** l'extrémité frontale (8) de l'anneau électroactif du transducteur de type FFR est fermée et un fluide (7) est disposé à l'intérieur dudit l'anneau électroactif du transducteur de type FFR, ledit fluide venant au contact de l'élément tape-pavillon (4) commun.
9. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon la revendication 4, **caractérisé en ce**

que le fluide de la cavité annulaire (9) est choisi parmi : un gaz, une composition gazeuse, un liquide, un gel et **en ce que** le fluide (7) disposé à l'intérieur de l'anneau électroactif (6) du transducteur de type FFR est choisi parmi : un gaz, une composition gazeuse, un liquide, un gel.

10. Dispositif (1) d'émission/réception acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments électroactifs (3) (6) du transducteur de type Tonpilz et du transducteur de type FFR sont des céramiques piézoélectriques.

Patentansprüche

1. Sendeempfangervorrichtung für breitbandige Unterwasserakustik (1) mit wenigstens einem Wandler vom Typ Tonpilz (2, 3, 4, 5) und einem Wandler vom Typ FFR "Free Flooded Ring" (4, 6), wobei der Wandler vom Typ Tonpilz (2, 3, 4, 5), von zylindrischer Form, rotationssymmetrisch um eine Längsachse (13) ist, wobei der Wandler vom Typ Tonpilz (2, 3, 4, 5) Elemente aufweist, die von hinten nach vorne entlang seiner Rotationslängsachse angeordnet sind, wobei die Elemente wenigstens eine hintere Gegenmasse (2), elektroaktive Elemente (3) und eine vordere Wandung (4) sind, wobei der Wandler vom Typ FFR (4,6) rotationssymmetrisch um eine Längsachse ist, wobei der Wandler vom Typ FFR (4, 6) Elemente aufweist, die von hinten nach vorne entlang seiner Rotationslängsachse (13) angeordnet sind, wobei die Elemente wenigstens ein "Klopfer" (4) und ein elektroaktiver Ring (6) sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandler vom Typ Tonpilz und vom Typ FFR aufeinander ausgerichtet sind, wobei sich deren Rotationslängsachsen überlagern, wobei der Wandler vom Typ Tonpilz hinten angeordnet ist und der Wandler vom Typ FFR vorne angeordnet ist und deren jeweilige Richtung der frontalen Abstrahlung nach vorne gerichtet ist, und daß die Wandler innerhalb der Vorrichtung durch gemeinsame Verwendung eines ihrer Elemente kombiniert sind, wobei das gemeinsame Element, als Klopfer-Wandung-Element (4) bezeichnet, der "Klopfer" des FFR und die Wandung des Tonpilzes ist.
2. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich wenigstens ein Vorspannungsstab (5) in der Längsrichtung zwischen der hinteren Gegenmasse (2) und dem Klopfer-Wandung-Element (4) erstreckt.
3. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß das gemeinsame Klopfer-Wandung-Element (4) mittels Aufhängungen aus Elastomer als Abstützung für den elektroaktiven Ring des FFR-Wandlers (6) dient.

4. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein ein Fluid aufweisender ringförmiger Hohlraum (9) am seitlichen Umfang des Wandlers vom Typ Tonpilz, wenigstens an den elektroaktiven Elementen (3), angeordnet ist.
5. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein aus einer steifen metallenen Masse gebildeter Haltering (10) am seitlichen Umfang der Vorrichtung, wenigstens gegenüber dem Wandler vom Typ Tonpilz, angeordnet ist.
6. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Haltering (10) und die hintere Gegenmasse (2) getrennte Elemente sind.
7. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Haltering (10) und die hintere Gegenmasse (2) durch eine Schicht aus schalldämpfendem Material getrennt sind.
8. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektroaktive Ring (6) des Wandlers vom Typ FFR (4, 6) wenigstens teilweise mit einer Schicht aus einem Schutzmaterial beschichtet ist, wobei der elektroaktive Ring (6) des Wandlers vom Typ FFR mittels einer Schicht aus einem Schutzmaterial an das gemeinsame Klopfer-Wandung-Element (4) angedrückt ist, und daß das frontale Ende (8) des elektroaktiven Rings des Wandlers vom Typ FFR geschlossen ist und sich im Inneren des elektroaktiven Rings des Wandlers vom Typ FFR ein Fluid (7) befindet, wobei das Fluid mit dem gemeinsamen Klopfer-Wandung-Element (4) in Berührung ist.
9. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Fluid des ringförmigen Hohlraums (9) aus einem Gas, einer gasförmigen Mischung, einer Flüssigkeit, einem Gel ausgewählt ist und daß das im Inneren des elektroaktiven Rings (6) des Wandlers vom Typ FFR befindliche Fluid (7) aus einem Gas, einer gasförmigen Mischung, einer Flüssigkeit, einem Gel ausgewählt ist.
10. Sendeempfangervorrichtung für Unterwasserakustik (1) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß die elektroaktiven Elemente (3) (6) des Wandlers vom Typ Tonpilz und des Wandlers vom Typ FFR piezoelektrische Keramiken sind.

Claims

1. A broadband underwater acoustic transceiver device (1) including at least a transducer of the Tonpilz type (2, 3, 4, 5) and a transducer of the FFR ("Free Flooded Ring") type (4, 6), the Tonpilz transducer (2, 3, 4, 5), cylindrical in shape, having a symmetry of revolution about an anteroposterior axis (13), said Tonpilz transducer (2, 3, 4, 5) including elements arranged from the rear to the front along its anteroposterior axis of revolution, said elements being at least: a rear counter-mass (2), electroactive elements (3) and a front horn (4), the FFR transducer (4, 6) having a symmetry of revolution about an anteroposterior axis, said FFR transducer (4, 6) including elements arranged from the rear to the front along its anteroposterior axis of revolution (13), said elements being at least: a "plug" (4) and an electroactive ring (6), **characterized in that** the Tonpilz and FFR transducers are aligned with each other, their anteroposterior axes of revolution being superimposed to each other, the Tonpilz transducer being arranged rearward and the FFR transducer being arranged forward and their respective front transmission directions being directed forward, and **in that** the transducers are combined within the device by putting in common one of their elements, said common element, called plug-horn element (4), being the "plug" of the FFR and the horn of the Tonpilz.
2. The underwater acoustic transceiver device (1) according to claim 1, **characterized in that** at least one prestress rod (5) is anteroposteriorly extended between the rear counter-mass (2) and the common plug-horn element (4).
3. The underwater acoustic transceiver device (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the common plug-horn element (4) serves as a support for the electroactive ring of the FFR transducer (6) through elastomeric suspensions.
4. The underwater acoustic transceiver device (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** an annular cavity (9) containing a fluid is arranged against the lateral periphery of the Tonpilz type transducer, at least against the electroactive elements (3).
5. The underwater acoustic transceiver device (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

a guard ring (10) consisted of a rigid metallic mass is arranged at the lateral periphery of the device, at least opposite the Tonpilz type transducer.

6. The underwater acoustic transceiver device (1) according to claim 5, **characterized in that** the guard ring (10) and the rear counter-mass (2) are distinct elements.
7. The underwater acoustic transceiver device (1) according to claim 6, **characterized in that** the guard ring and the rear counter-mass (2) are separated by a layer (12) of acoustic damping material.
8. The underwater acoustic transceiver device (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the electroactive ring (6) of the FFR type transducer (4, 6) is coated at least in part with a protective material, the electroactive ring (6) of the FFR type transducer being applied against the common plug-horn element (4) through a layer of protective material and **in that** the front end (8) of the electroactive ring of the FFR type transducer is closed and a fluid (7) is placed inside said electroactive ring of the FFR type transducer, said fluid coming into contact with the common plug-horn element (4).
9. The underwater acoustic transceiver device (1) according to claim 4, **characterized in that** the fluid of the annular cavity (9) is chosen among: a gas, a gaseous composition, a liquid, a gel, and **in that** the fluid (7) placed inside the electroactive ring (6) of the FFR type transducer is chosen among: a gas, a gaseous composition, a liquid, a gel.
10. The underwater acoustic transceiver device (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the electroactive elements (3) (6) of the Tonpilz type transducer and of the FFR type transducer are piezoelectric ceramics.

Figure 1

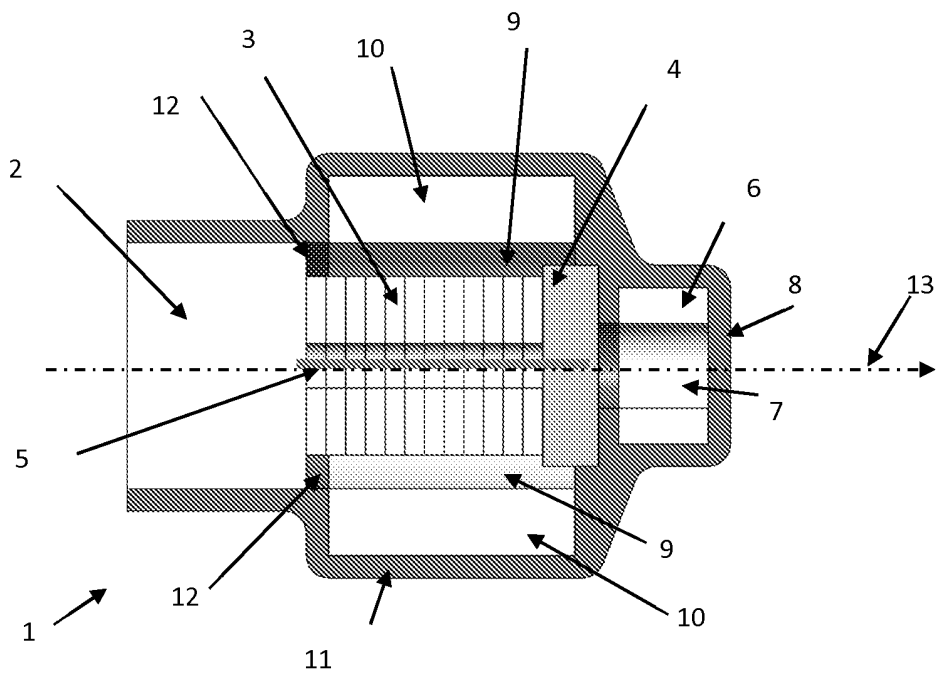
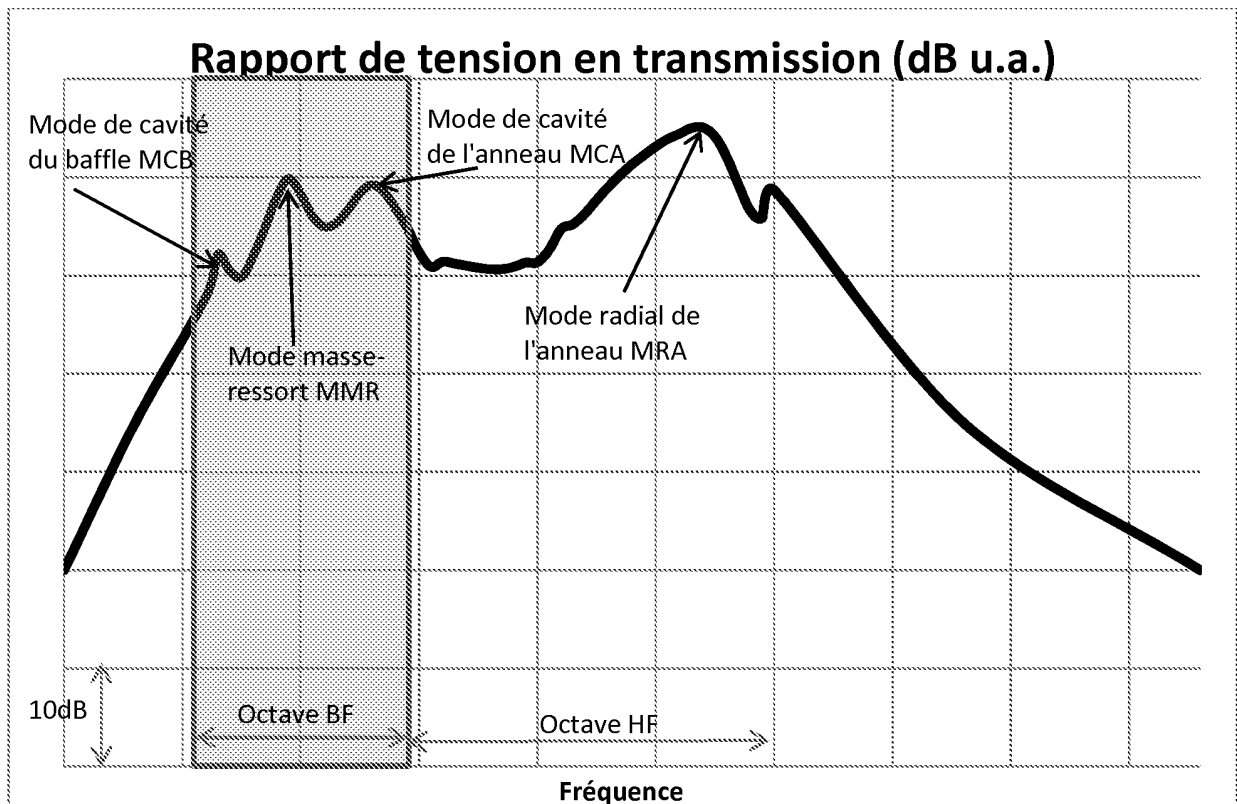


Figure 2



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0413633 A1 [0010]
- US 8027224 B [0010]
- US 4373143 A [0011] [0013]
- US 6690621 B [0011] [0013]
- US 5579287 A [0011] [0017]