

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 728 533 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

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

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: B06B 1/06

(21) Numéro de dépôt: 96400362.8

(22) Date de dépôt: 22.02.1996

(84) Etats contractants désignés:  
DE GB IT SE

(30) Priorité: 23.02.1995 FR 9502094

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

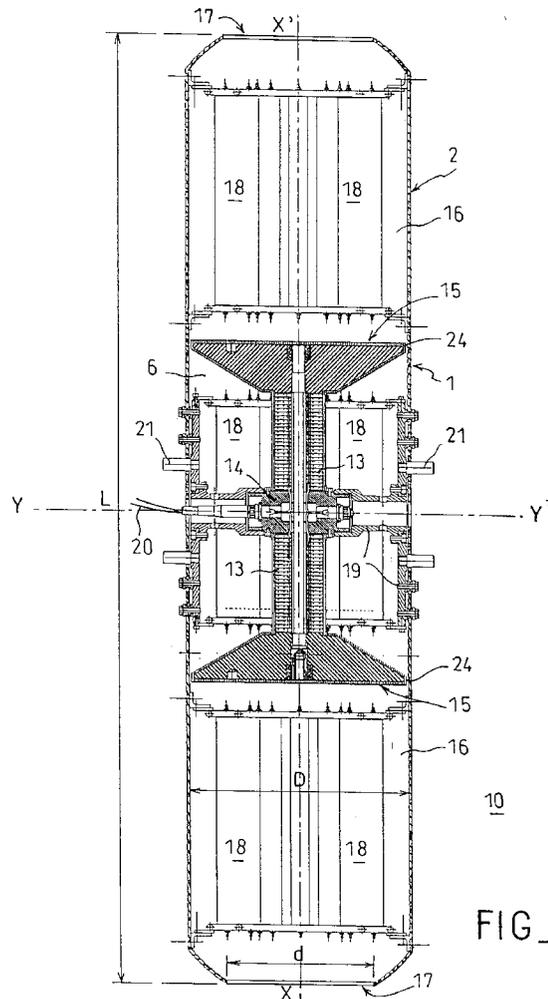
(72) Inventeurs:

- Ripoll, Yves  
83140 Six Fours les Plages (FR)
- Le Gall, Yves  
83140 Six Fours les Plages (FR)

(54) Procédé et transducteurs pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide avec une directivité marquée aux basses fréquences

(57) La présente invention a pour objet un procédé et des transducteurs pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide avec une directivité marquée aux basses fréquences, et dont l'application principale est la possibilité d'émettre de telles ondes dans des plans horizontaux pour étudier les différentes propriétés par couche et par tranche des océans.

Un transducteur (1) suivant l'invention comporte un boîtier rigide cylindrique creux (2) d'axe XX', ouvert à ses deux extrémités axiales et à l'intérieur duquel sont disposés coaxialement avec celui-ci deux moteurs électroacoustiques (13) identiques placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale (14) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (15) épousant la forme intérieure dudit boîtier rigide (2), qui s'étend dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons (15) et constitue avec ceux-ci deux cavités (16) dont la résonance correspond à la fréquence d'émission voulue.



EP 0 728 533 A1

## Description

La présente invention a pour objet un procédé et des transducteurs pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide avec une directivité marquée aux basses fréquences.

Le secteur technique de l'invention est le domaine de la fabrication des transducteurs électroacoustiques pour l'émission d'ondes acoustiques en immersion dans un liquide.

Les applications principales de l'invention sont toutes celles qui nécessitent essentiellement une directivité, soit celles qui n'ont besoin d'émission acoustique que dans au plus un plan directeur donné, plan dans lequel cette émission sera d'autant plus puissante que cette directivité du transducteur est élevée et que cette émission se propage et se concentre alors justement dans un volume de hauteur la plus faible possible autour du plan directeur d'émission au lieu d'être diffusée quasi uniformément dans toutes les directions suivant 360 stéradians.

Ainsi, une de ces applications principales est la possibilité d'émettre et/ou de recevoir des ondes acoustiques avec également alors un rendement électroacoustique ou plutôt une réponse par watt, telle que définie ci-après, élevée, 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. Celles-ci soumises aux lois physiques connues diminuent d'intensité au fur et à mesure de l'éloignement de leur source d'émission, peuvent être accélérées, ou déviées, ou ralenties lorsqu'elles rencontrent et se déplacent avec les courants, être atténuées, réfléchies ou réfractées par des variations de température, de densité, ou de salinité... Leur comportement étant prévisible et interprétable avec précision par des lois physiques, les perturbations du champ acoustique fournissent alors les informations nécessaires à la détermination de certaines propriétés des masses océaniques.

On utilise dans cette application des ondes acoustiques basses fréquences, et même aux plus basses fréquences possibles, car leur énergie est moins atténuée

avec la distance que pour des fréquences supérieures : ainsi les ondes de fréquences inférieures à 100 hertz parcourent des milliers de kilomètres sans perte importante d'énergie.

5 Quand ces ondes sont canalisées dans le chenal de profondeur dit de vitesse minimale dans lequel on positionne en général l'émetteur, et sont émises dans différentes directions, leur propagation multidirectionnelle, indispensable à la tomographie, échantillonne le  
10 plan vertical entre chaque couple de balises acoustiques émettrice et réceptrice.

Les ondes acoustiques émises dans une direction pratiquement parallèle à l'axe du chenal de vitesse minimale, longent celui-ci dans une région où le son se  
15 propage donc lentement.

En revanche, les ondes émises soit au-dessus ou au-dessous de cette profondeur du chenal de vitesse minimale, ou vers le haut, ou vers le bas, se déplacent  
20 près de la surface ou près du fond de l'océan, et suivant une trajectoire traversant des régions de vitesse élevée ; ainsi elles parviennent aux récepteurs les premières dans la plupart des régions de l'océan, car leur vitesse est en moyenne plus élevée, et un son unique bien net est reçu en un point éloigné sous forme de  
25 plusieurs reproductions du son d'origine.

Des dizaines de trajets du signal acoustique sont possibles et existent en effet pour chaque couple d'instruments émetteur-récepteur. Chaque signal se déplaçant le long d'un trajet différent des autres, traverse une  
30 partie différente de la colonne d'eau ; ainsi, les trajets proches de l'axe du chenal défini ci-dessus de vitesse minimale, ne fournissent des données que sur les caractéristiques de l'eau à cette profondeur. Suivant le trajet emprunté par chacun des signaux reçus par le récepteur, et qui est déterminé suivant son moment d'ar-  
35 rivée, on identifie la partie de la colonne d'eau ainsi échantillonnée.

Quand on utilise plusieurs émetteurs et récepteurs, on forme un réseau de trajectoires croisées, et plus on  
40 augmente le nombre de ces émetteurs et/ou de récepteurs, le nombre de trajets possibles pour ces faisceaux, augmente plus vite qu'avec des instruments classiques, qui ne relèvent les données que dans une seule direction.

45 La progression géométrique du nombre de données recueillies est l'un des avantages majeurs de la tomographie, car elle permet aux chercheurs de couvrir de très grandes zones avec relativement peu d'instruments.

50 Cependant, malgré tout l'intérêt indiqué ci-dessus et bien d'autres tels qu'exposés plus précisément dans l'article en référence cité précédemment, la fabrication et la mise en oeuvre des balises acoustiques nécessaires pour une telle application, posent de nombreux problèmes, en particulier dus à :

- leur autonomie nécessaire pendant de longues périodes ;

- l'impératif de directivité dans le plan vertical pour bien maîtriser et définir un plan d'émission, et la multidirectionnalité de celle-ci dans ce plan d'émission pour éviter des zones d'ombre et limiter le nombre de balises ;
- la profondeur importante de mouillage dans les océans, l'immersion des transducteurs qu'il faut maintenir à une profondeur intermédiaire, donc souvent bien au-dessus du fond, et de toutes façons à de grandes immersions subissant des pressions importantes.

Ainsi à ce jour, on utilise des ensembles composés d'au moins un émetteur-récepteur acoustique basses fréquences accouplé et fixé à un container de batteries lui assurant son autonomie : ces ensembles sont retenus à leur partie inférieure par un câble d'ancrage relié au fond avec un mécanisme de largage pour en assurer la récupération, et à leur partie supérieure à un câble tiré vers le haut par un ensemble de bouées flottantes, et portant des hydrophones ; leur position en coordonnées géographiques est déterminée par tout système, soit de surface, soit de fond. Une telle balise tomographique est décrite dans la publication citée précédemment de Messieurs SPINDEL et WORCESTER, avec des transducteurs de différents types connus, dont certains ont permis de réaliser des essais et des recherches lors de campagnes océanographiques, au cours des cinq à six dernières années.

Pour tenter d'assurer à la fois la directivité verticale et l'omnidirectionnalité horizontale des transducteurs, ceux-ci peuvent être choisis parmi ceux de type décrits dans les demandes de brevets, telles que FR. 2.600.227 publiée le 18 décembre 1987 et déposée sous priorité allemande par la société HONEY WELL ELAK NAUTIK sur un "transducteur électroacoustique tubulaire", ou FR. 2.674.717 publiée le 02 Octobre 1992 et déposée par la société THOMSON CSF sur une "antenne acoustique basse fréquence directive".

Une autre solution développée plus récemment est un transducteur de forme cylindrique externe, creux et ouvert en son centre et rayonnant les ondes acoustiques radialement dans toutes les directions, suivant un plan perpendiculaire à son axe, grâce en particulier à une disposition en couronne d'au moins six moteurs électroacoustiques cylindriques maintenus chacun entre deux contremasses, elles-mêmes communes à deux moteurs adjacents et portant des pavillons disposés parallèlement à l'axe pour couvrir la périphérie externe cylindrique du transducteur.

Ces différents équipements nécessitent cependant un stockage d'énergie assez important pour maintenir une émission pendant de longues périodes, car, d'une part, leur rendement électroacoustique est assez faible, de moins de 40 % en général de la puissance consommée, et d'autre part, soit leur directivité en site étant assez ouverte, ils génèrent des ondes dans des directions inutiles, soit ils sont directifs à la fois en site et en gise-

ment et ne permettent pas de couvrir tout un plan d'émission, sauf à en disposer plusieurs côte à côte, mais diminuant alors le rendement global et posant des problèmes de mise en oeuvre et d'installation.

5 Le problème posé est donc de réaliser un transducteur basses fréquences ayant essentiellement une bonne directivité d'émission en site par rapport à un plan de référence tout en étant omnidirectionnel en gisement dans ce plan et de plus ayant une réponse par watt notée  $S_w$ , c'est-à-dire un rapport de niveau sonore dans la direction ou le plan d'émission voulu de référence sur la puissance électrique appliquée, élevée, surtout en basses fréquences de 100 à 500 hz.

10 La solution au problème posé est un procédé pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide à partir d'un transducteur électroacoustique immergeable comportant un boîtier rigide cylindrique creux d'axe XX' et ouvert à ses deux extrémités axiales et à l'intérieur duquel sont disposés coaxialement avec celui-ci deux moteurs électroacoustiques identiques placés de part et d'autre d'une contremasse centrale et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon épousant la forme intérieure dudit boîtier rigide.

15 Ainsi les faces externes desdits pavillons 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 "Tonpiz" 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 L'objectif de la présente invention est donc très différent puisque, essentiellement, on veut pouvoir émettre omnidirectionnellement dans un plan directif donné et non pas dans une seule direction donnée et augmenter la réponse par watt de tels transducteurs, même et surtout à basses fréquences. Pour cela, tout d'abord, à partir d'un transducteur connu tel que ci-dessus, on prolonge ledit boîtier rigide dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons et on constitue ainsi deux cavités dont on détermine la résonance pour correspondre à la fréquence d'émission voulue et on dispose la paroi interne dudit boîtier rigide au plus près des bords du périmètre externe desdits pavillons.

25 En adaptant la résonance desdites cavités ainsi créées 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 une réponse par watt, correspondant à un rendement de 90 à 95 % de la puissance consommée, surtout dans les basses fréquences de 100 à 500 hz, mais la réponse par watt est également améliorée dans les hautes fréquences.

30 De plus, si on veut renforcer l'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 secondaires 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 décrites plus précisément ci-après, celles-ci peuvent enfermer, soit uniquement de l'eau, 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 pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide avec un objectif de directivité donnée et de plus avec une réponse par watt élevée. En effet, des transducteurs d'essai réalisés suivant la présente invention ont permis de réduire la puissance nécessaire consommée pour une émission donnée de 35 à 65 % de celle d'un transducteur omnidirectionnel actuel.

De plus, l'intérêt de la présence des cavités extérieures, au-delà des pavillons d'émission, est de permettre l'augmentation de la longueur totale du transducteur sans augmenter celle des moteurs électroacoustiques proprement dits, ce qui en diminue d'autant plus le prix de revient global par rapport à un transducteur dont on voudrait que la longueur totale des moteurs électroacoustiques soit égale à celle de la demi-longueur d'onde pour obtenir l'effet de directivité indiqué précédemment. Une des applications intéressantes des transducteurs suivant la présente invention est, comme indiqué précédemment, les utiliser dans le cadre de la tomographie acoustique de l'océan pour lequel elle satisfait tous les impératifs ; en effet, il est nécessaire pour cela :

- de pouvoir immerger les transducteurs jusqu'à 2.000 mètres d'immersion, ce qui est possible si on remplit les cavités indiquées précédemment de vessies elles-mêmes remplies de liquide et sinon de l'ordre de 1.200 mètres avec l'utilisation de tubes compliants ;
- d'émettre dans des bandes de fréquences assez larges, et aux plus basses fréquences possibles, pour avoir une propagation la plus lointaine des ondes ;
- d'avoir une bonne directivité verticale et omnidirectionnelle horizontale ;

- et enfin d'avoir la meilleure réponse par watt possible pour assurer une autonomie maximum sans alourdir les équipements.

5 Du reste, à ce jour, le manque d'équipement spécifique et adapté aux impératifs de cette application tomographique telle que définie précédemment et dont les critères de mise en oeuvre sont très stricts pour pouvoir obtenir des résultats fiables et interprétables, se traduit par le fait que la tomographie acoustique des océans n'est pas encore un outil opérationnel pour l'océanographie, malgré les essais, recherches et tests prometteurs réalisés à ce jour, alors qu'elle est la seule méthode qui permette une réelle analyse tridimensionnelle des océans complémentaire aux mesures satellites. La présente invention offre donc la possibilité de combler cette lacune et devrait permettre à la technique tomographique de se développer.

10 La présente invention peut également être utilisée dans le cadre de réalisations de sonars directifs et dans toute application dans laquelle on souhaite une réponse par watt élevée, dans la mesure où le stockage de l'énergie à fournir est limité.

15 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 figures ci-après représentent des exemples 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 l'invention ; en particulier les figures représentatives de courbes d'émission ne sont bien sûr que des représentations de résultats de tests et d'autres résultats avec d'autres configurations peuvent être obtenus.

20 La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un transducteur suivant l'invention.

25 La figure 2 représente les niveaux sonores émis en site et en gisement d'un transducteur suivant l'invention.

30 La figure 3 est une vue de la directivité du transducteur en gisement.

35 La figure 4 est une vue de la directivité en site d'un transducteur suivant l'invention.

40 La figure 5 est une vue d'ensemble d'une ligne de mouillage pour une utilisation tomographique d'un transducteur suivant l'invention.

45 Le transducteur électroacoustique immergeable 1 tel que représenté en coupe sur la figure 1, comporte d'une manière connue deux moteurs 13 électroacoustiques, alignés suivant l'axe XX', placés de part et d'autre d'une contremasse centrale 14 et coaxialement à l'intérieur d'un boîtier 2 rigide cylindrique, recouvrant l'ensemble desdits moteurs 1 jusqu'aux pavillons 15 d'extrémité de ceux-ci et ouvert lui-même à ses deux extrémités ; la cavité 6 ainsi délimitée par l'arrière desdits pavillons et le boîtier lui-même est en communication avec le liquide d'immersion extérieur 10, par les seuls espaces annulaires 24 entre la forme intérieure dudit boîtier rigide 2 et les bords périphériques des ex-

trémities des pavillons 15 : cet espace 24 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. Aucune autre communication ou évent n'est pratiqué dans le boîtier en dehors des trous nécessaires au passage de coque et aux fixations mais alors fermés et étanchéifiés pour éviter toute perte acoustique.

Suivant la présente invention, ledit boîtier rigide 2 s'étend selon son axe XX' au-delà des deux pavillons 15 et constitue avec ceux-ci deux cavités 16 dont la résonance correspond à la fréquence d'émission voulue.

Pour cela, lesdites cavités 16 peuvent contenir de l'eau, soit seule, soit avec 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.

Par ailleurs, pour permettre un meilleur accord de la résonance de la cavité avec la fréquence voulue, l'ouverture 17 desdites cavités 16 sur l'extérieur sont d'un diamètre d plus petit que le diamètre interne D du boîtier rigide 2 : 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.

De préférence également, ladite cavité 6 intérieure au dit boîtier 2 et située entre les deux pavillons 15 et dans laquelle se situent lesdits moteurs électroacoustiques 1 enferme des tubes élastiques 18, fermés, étanches et remplis de gaz, appelés donc compliants.

Lesdits moteurs électroacoustiques 1 peuvent être de type piézoélectrique, mais également des cylindres magnétostrictifs entourés d'une bobine d'excitation. De tels transducteurs électroacoustiques à double moteur, sont dits également double Tonpilz.

Sur cette figure 1, lesdits moteurs électroacoustiques 13 et la contremasse intermédiaire 14 sont représentés montés assemblés, grâce à différents pièces de liaison 19 reliant lesdits moteurs électroacoustiques au boîtier 2, grâce à tout moyen de fixation, et permettant une liberté de déplacement des pavillons 15 par rapport à ce dit boîtier, mais déterminant une cavité interne 6 quasiment fermée entre les bords respectifs 13 desdits pavillons et dudit boîtier, comme indiqué précédemment.

L'alimentation desdits moteurs électroacoustiques 19 est fournie par tout câble d'alimentation 20, fixé sur lesdites pièces de liaison 19 par un connecteur électrique ; l'ensemble des éléments, est rendu étanche malgré la totale immersion des différents éléments qui le constituent de façon à pouvoir l'immerger à toute profondeur, limitée simplement par la résistance des tubes compliants 18 quand ils sont présents.

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.

Pour permettre une immersion plus importante de ce transducteur, lesdits tubes compliants 18 peuvent être remplacés dans l'une quelconque des cavités 6, 16 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 10 ambiant : ceci peut s'appliquer soit pour la cavité 6, soit pour les cavités 16 d'extrémité, soit pour l'ensemble desdites cavités.

En fait, compte tenu de la présence des moteurs acoustiques 13 et des différents pièces d'assemblage 19 et du câble d'alimentation 20, il peut être de préférence disposé dans la cavité centrale 6 :

- soit plusieurs vessies indépendantes, qui sont glissées par des ouvertures dans le boîtier 2, après avoir été de préférence remplies, lesdites ouvertures devant être ensuite refermées pour assurer la continuité du boîtier rigide extérieur 2 au niveau de cette cavité centrale 6 ;
- soit une seule membrane occupant au moins une partie si ce n'est l'ensemble de la surface interne de la cavité 6 du transducteur 1 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.

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<sup>2</sup>, 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 :

- 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 /  $2,22 \times 10^9$ ).

Des essais en simulation ont démontré qu'on obtient effectivement une équivalence de compliance globale entre dix tubes compliants de 0,84 litre disposés dans une cavité de 45 litres, et la même cavité de 45 litres mais remplie de 32 litres de fluide de la famille des composés organiques totalement fluorés de type C8H18.

De plus, afin de ne pas perdre en rendement au niveau de la puissance efficace acoustique émise, il est préférable de choisir un fluide dont la viscosité n'est pas trop élevée, soit inférieure à celle de l'eau, de préférence de  $6,5 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{seconde}$ , qui est celle de l'huile silicone ; et même avec un produit de la famille des composés organiques totalement fluorés tel que C8H18, la viscosité cinématique est de  $4 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{seconde}$  : ce produit a en plus la caractéristique d'être stable, même aux températures assez basses, et aux températures ambiantes.

Pour obtenir l'effet de directivité voulu tel que représenté sur les figures 2, 3, et 4, la longueur totale L du boîtier rigide 2 est de la moitié environ à 20 % près, soit entre 0,8 et 1,2 de la moitié de la longueur d'onde des ondes acoustiques émises par ledit transducteur 1.

Ainsi, avec un transducteur réalisé suivant la présente invention, et respectant les données dimensionnelles ci-dessus, on a pu relever des courbes, telles que représentées sur la figure 2, de niveau sonore exprimé en décibels en fonction de la fréquence, en gisement 22, soit suivant l'axe YY' représenté sur la figure 4 et en site 23, soit suivant l'axe XX' représenté sur la figure 4. On remarque que dans la plage de fréquences de 200 à 600 Hz, la différence de niveau sonore d'émission suivant ces deux directivités montre bien que celle-ci est d'autant plus importante au profit du gisement, dans ce cas de figure autour de la fréquence de 400 Hz.

Pour un transducteur de type suivant l'invention "double Tonpiz" à résonance telle que définie précédemment et suivant les dimensions données, la figure 3 donne le tracé du niveau sonore en décibels suivant le plan d'émission en gisement YY' de la figure 1 et de la figure 5 également.

La figure 4 représente le tracé du niveau sonore en décibels en directivité de site suivant un plan vertical passant par l'axe XX' du transducteur dont la longueur est juste égale à celle de la demi-longueur d'onde de la fréquence émise pour avoir des lobes d'émission suivant l'axe XX' pratiquement annulé et concentrant donc toute la puissance d'émission émise suivant des lobes entourant le plan YY'.

La figure 5 représente une des applications principales de l'invention dans le domaine de la tomographie, dans lequel un ensemble permet de maintenir verticalement, dans un environnement océanique immergé 10, un container 5 de stockage d'énergie et de système électronique et électrique nécessaire au fonctionnement de l'émetteur 1 acoustique, solidaire dudit container : le transducteur 1 est relié à ce container par tout système d'accrochage à partir de pattes de fixation 21 telles que représentées sur la figure 1 latéralement et périphériquement dans la partie centrale du boîtier rigide 2 et relié directement aux moteurs acoustiques 1 de façon à laisser l'ensemble dudit boîtier résonner et non perturbé par les tractions du système d'accrochage.

Une ligne de mouillage comporte, d'une part vers le bas un câble 4 relié à un système d'ancrage 11 posé

au fond 9 de l'océan 10 et, d'autre part, un câble de traction 3 vers le haut, et relié à tout dispositif flottant non représenté sur la figure ; celui-ci peut être en submersion ou très près de la surface pour être repéré, et sa flottabilité doit être supérieure à celle de l'ensemble des éléments devant rester à une profondeur donnée telle que tous ceux représentés sur cette figure au-dessus du fond 9, et inférieure à la force du système d'ancrage 11 diminuée des efforts hydrodynamiques appliqués à l'ensemble.

Ladite ligne de mouillage inférieure 4 peut comporter un dispositif de largage 8 qui peut permettre de récupérer l'ensemble du mouillage, dont la source autonome acoustique 1 avec son container 5, sauf bien sûr le dispositif d'ancrage 11, et cela en fin d'opérations ou en cas de problèmes techniques sur les équipements : tout système connu de ce type peut être utilisé, et son procédé de mise en oeuvre est connu par ailleurs, sans qu'il soit nécessaire de le décrire plus précisément dans le présent descriptif.

De même, cette ligne de mouillage inférieure 4 peut comporter différents dispositifs de flottabilité et/ou de stabilisateur de mouillage 12, afin d'une part de ne pas trop tirer sur les systèmes d'accrochage entre les containers et le transducteur et, d'autre part, de stabiliser la ligne de mouillage suivant une direction à peu près stable, de façon à éviter des effets de giration qui pourraient être préjudiciables aux systèmes mécaniques et aux mesures.

Au-dessus du container 5 et fixé au câble de traction 3, un ensemble de réseaux d'hydrophones 7 ou flûtes d'écoute, permet de recueillir des ondes acoustiques pouvant être émises par d'autres dispositifs de balises du même type. Si d'autres émetteurs 1 sont disposés à des profondeurs différentes, la ligne de mouillage, 4 ou 3, de la présente balise peut disposer alors de réseaux d'hydrophones 7 disposés à ces mêmes profondeurs, suivant ce qui est indiqué précédemment.

L'ensemble du dispositif de maintien, constitué par les différents éléments de la ligne de mouillage 3, 4, définit donc un axe déterminé XX' vertical, et est fixé sur le container de stockage 5 et sur le transducteur 1 à leurs deux extrémités extrêmes, sans faire subir d'effort au boîtier rigide 2 du transducteur proprement dit.

Afin de protéger ledit émetteur 1 et le container 5, à leurs deux extrémités, il peut être disposé une couronne de protection supérieure et une couronne de protection inférieure qui enferment les dispositifs d'accrochage aux parties de lignes de mouillage 3 et 4.

## Revendications

1. Procédé pour émettre des ondes acoustiques dans un liquide (10) à partir d'un transducteur (1) électroacoustique immergeable comportant un boîtier rigide cylindrique creux (2) d'axe XX' et ouvert à ses deux extrémités axiales et à l'intérieur duquel sont

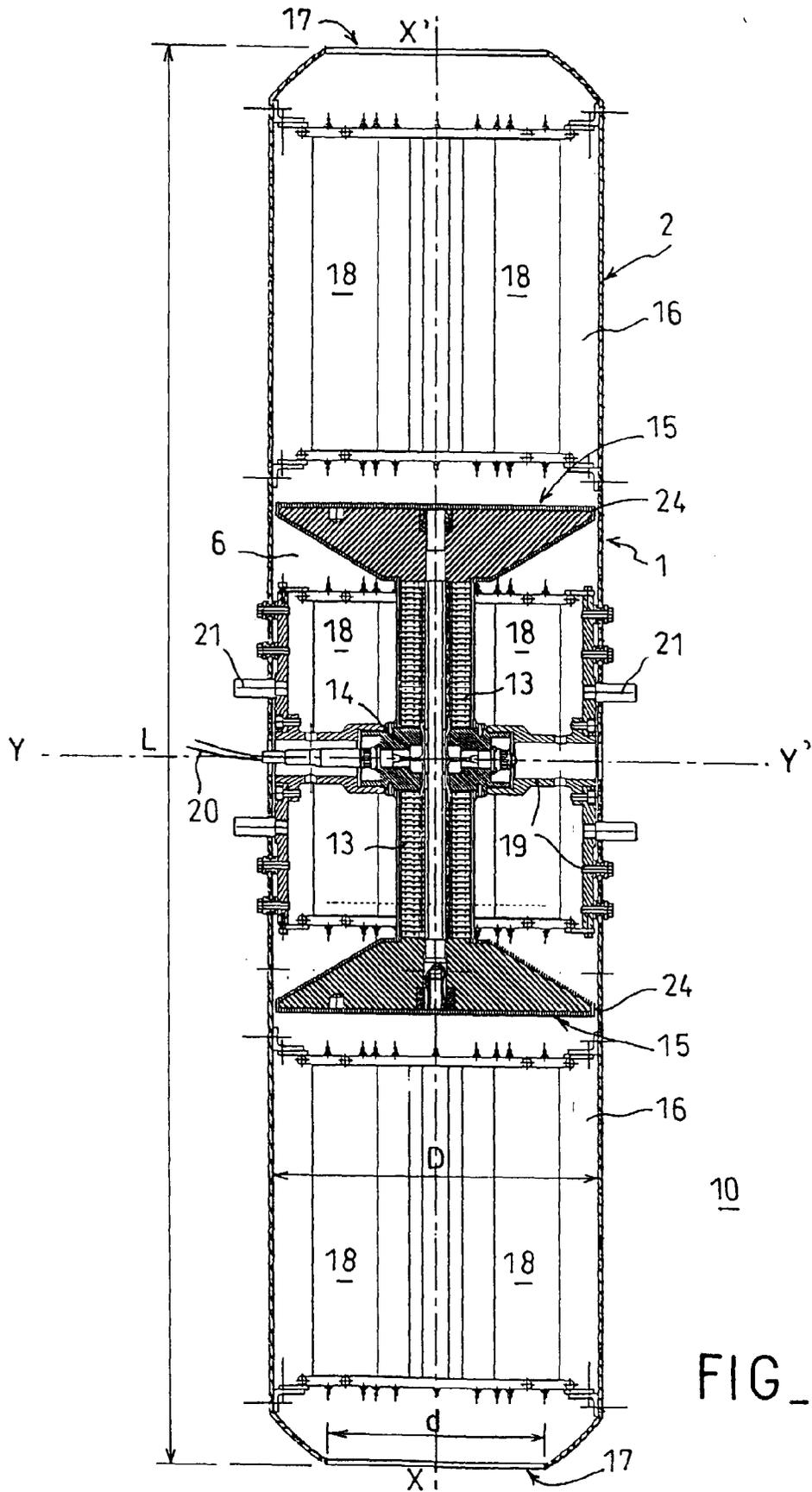
disposés coaxialement avec celui-ci deux moteurs électroacoustiques (13) identiques placés de part et d'autre d'une contremasse centrale (14) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (15) épousant la forme intérieure dudit boîtier rigide (2), caractérisé en ce que :

- on prolonge ledit boîtier rigide (2) dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons (15) et on constitue ainsi deux cavités (16) dont on détermine la résonance pour correspondre à la fréquence d'émission voulue.
- on dispose la paroi interne dudit boîtier rigide (2) au plus près des bords du périmètre externe desdits pavillons (15).

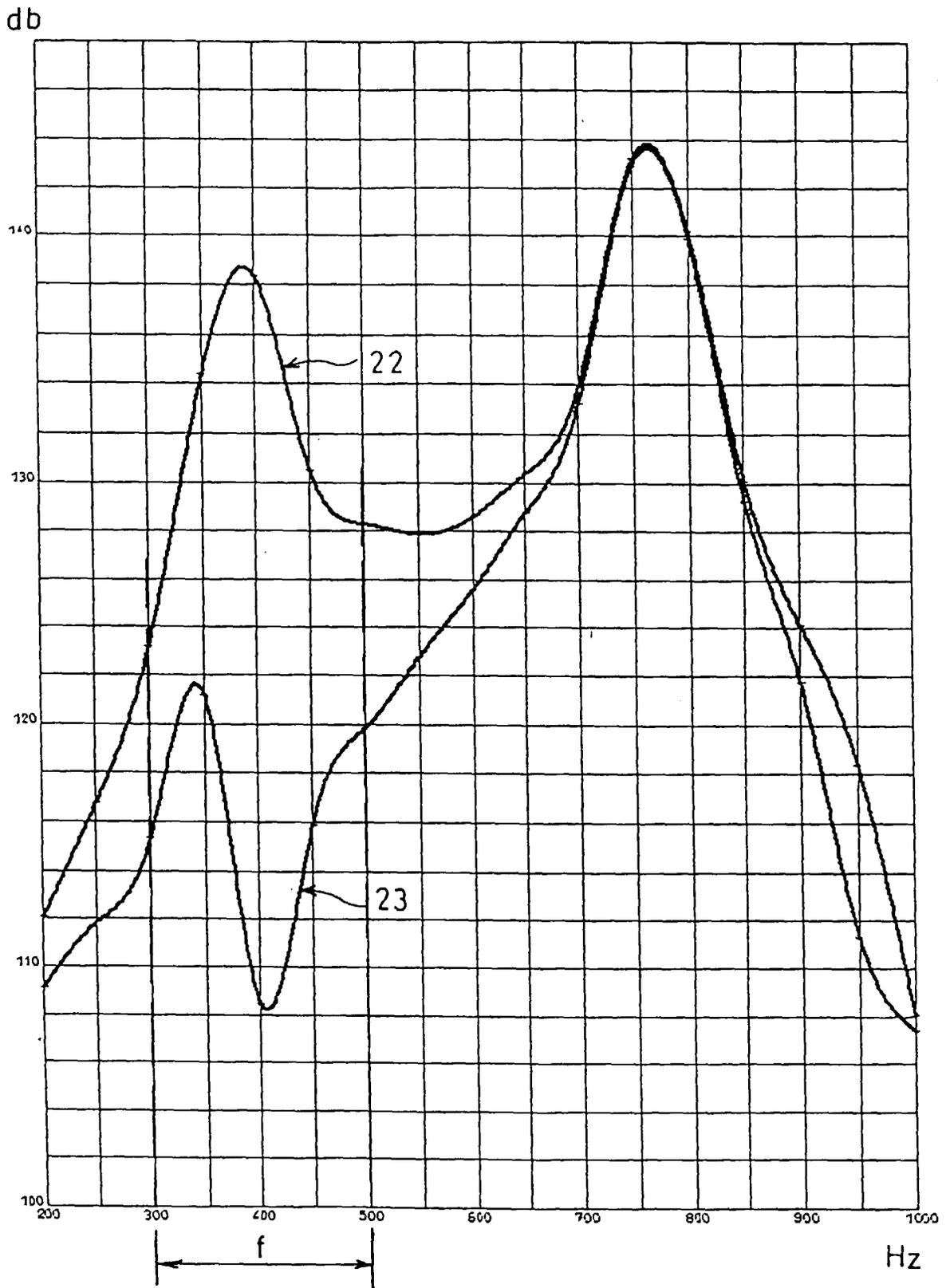
2. Procédé sur la revendication 1, caractérisé en ce qu'on prolonge ledit boîtier rigide (2) pour que sa longueur totale L soit de la moitié environ à 20 % près de la longueur d'onde des ondes acoustiques émises par ledit transducteur. 20
3. Transducteur électroacoustique immergeable (1) comportant un boîtier rigide cylindrique creux (2) d'axe XX' et ouvert à ses deux extrémités axiales et à l'intérieur duquel sont disposés coaxialement avec celui-ci deux moteurs électroacoustiques (13) identiques placés de part et d'autre d'une contremasse centrale (14) et dont les extrémités opposées sont entourées chacune d'un pavillon (15) épousant la forme intérieure dudit boîtier rigide (2), caractérisé en ce que ledit boîtier rigide (2) s'étend dans l'axe XX' au-delà des deux pavillons (15) et constitué avec ceux-ci deux cavités (16) dont la résonance correspond à la fréquence d'émission voulue. 25 30 35
4. Transducteur sur la revendication 3 caractérisé en ce que les dites cavités (16) enferment des tubes élastiques (18) fermés étanches et remplis de gaz. 40
5. Transducteur sur la revendication 3, caractérisé en ce que les dites cavités (16) 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 (10) d'immersion. 45
6. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les ouvertures (17) desdites cavités (16) sur l'extérieur dans l'axe XX' dudit boîtier rigide creux (2) sont d'un diamètre d plus petit que le diamètre interne D dudit boîtier rigide (2). 50 55
7. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la longueur totale L dudit boîtier rigide (2) est d'environ, à 20 %

près, égale à la longueur d'onde des ondes acoustiques émises par le transducteur.

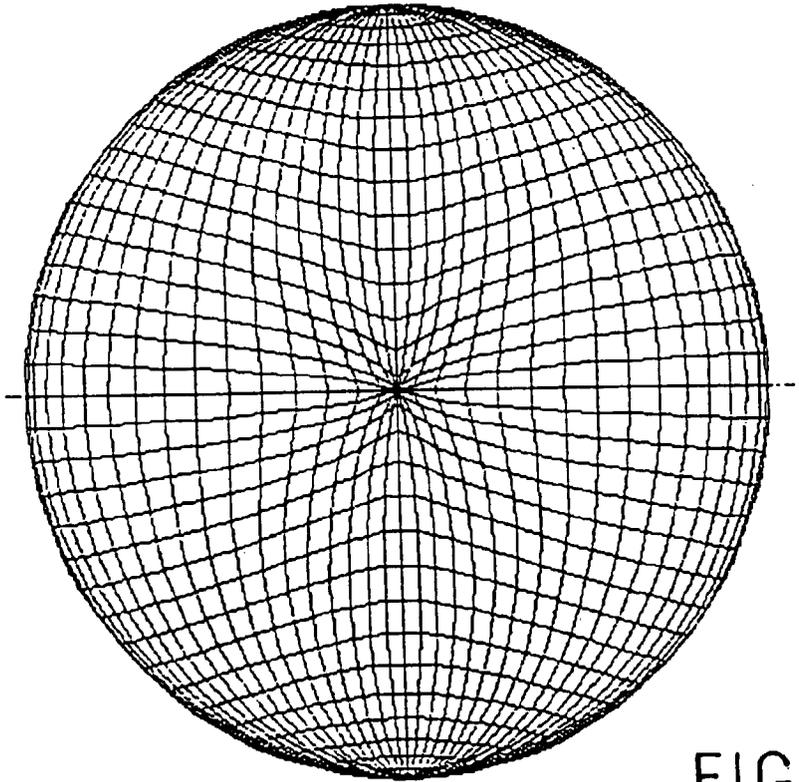
8. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la cavité (6) intérieure au dit boîtier (2), située entre les deux pavillons (15) et dans laquelle se situent lesdits moteurs électroacoustiques (13), enferme des tubes élastiques (18) fermés, étanches et remplis de gaz.
9. Transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la cavité (6) intérieure au dit boîtier (2), située entre les deux pavillons (15) et dans laquelle se situent lesdits moteurs électroacoustiques (13), enferme au moins une vessie souple occupant au moins une partie du volume de cette cavité qui la contient et remplie d'un fluide plus compressible que le liquide (10) d'immersion.



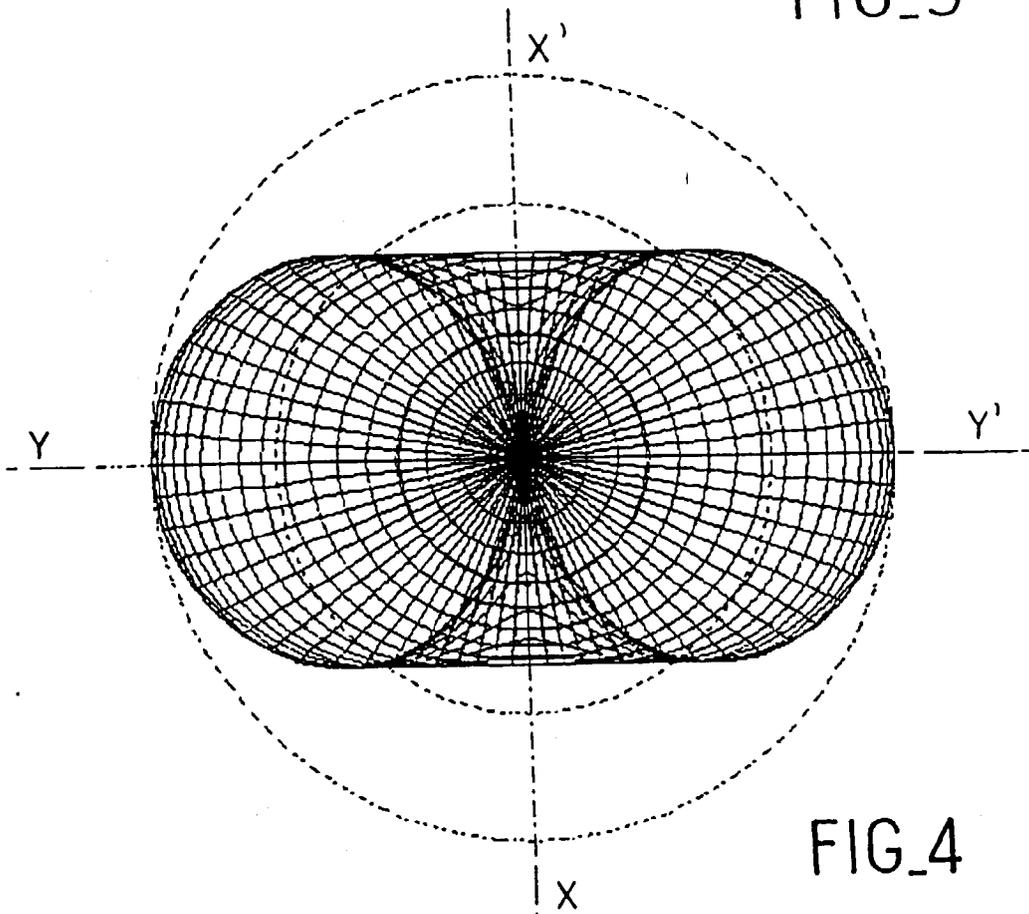
FIG\_1



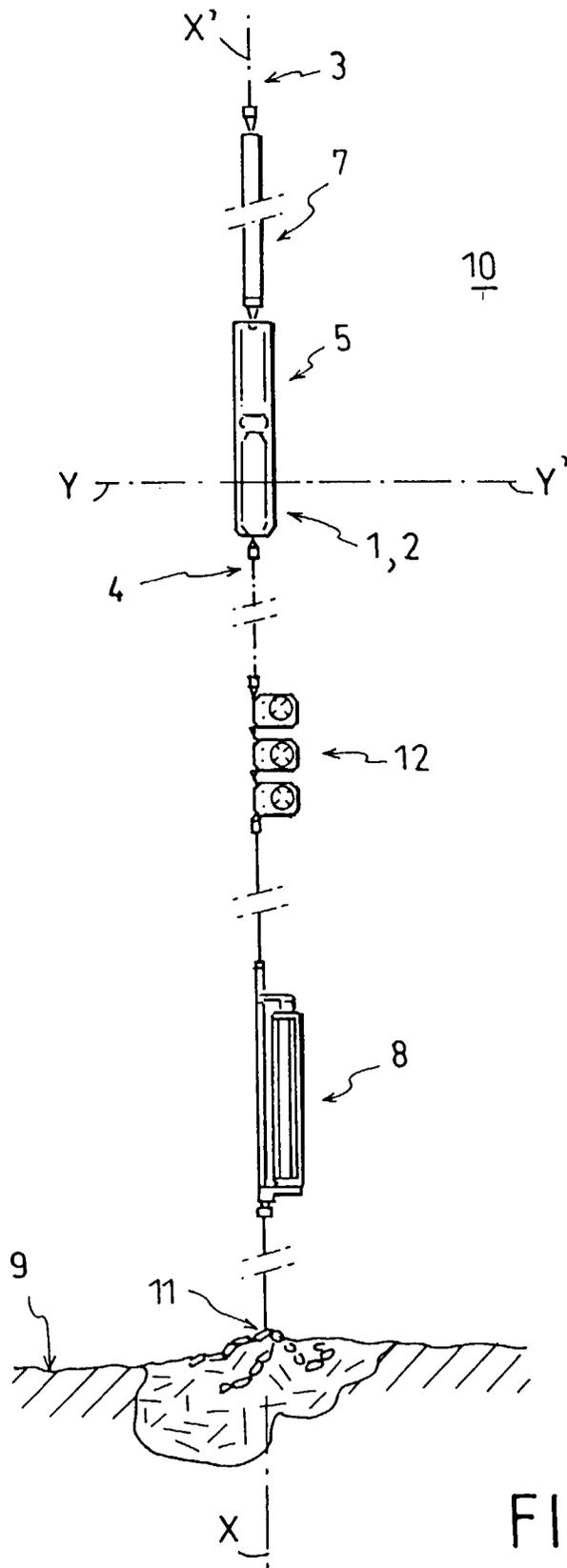
FIG\_2



FIG\_3



FIG\_4



FIG\_5



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 0362

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,D	FR-A-2 665 998 (FRANCE ETAT ARMEMENT) 21 Février 1992 * abrégé; figure 1 * ---	1	B06B1/06
A	US-A-2 390 847 (OLSON) * page 1, colonne 2, ligne 25 - page 2, colonne 1, ligne 60; figures 1,2 * ---	1	
A,D	EP-A-0 462 037 (GROSSO GILLES A) 18 Décembre 1991 ---		
A,D	FR-A-2 600 227 (HONEYWELL ELAC NAUTIK GMBH) 18 Décembre 1987 ---		
A,D	EP-A-0 506 529 (THOMSON CSF) 30 Septembre 1992 -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B06B G10K
Lien de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		9 Mai 1996	Anderson, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)