(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 462 037 B1**

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet: **07.09.94** (51) Int. Cl.5: **B06B 1/06**

(21) Numéro de dépôt: **91430011.6**

(22) Date de dépôt: **10.06.91**

(54) **Transducteur électro-acoustique immergé.**

(30) Priorité: **12.06.90 FR 9007552**

(43) Date de publication de la demande:
18.12.91 Bulletin 91/51

(45) Mention de la délivrance du brevet:
07.09.94 Bulletin 94/36

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(56) Documents cités:
EP-A- 0 367 681
US-A- 3 110 825

(73) Titulaire: **Grosso, Gilles A .**
58 Boucle de la Malogineste
F-83140 Six Fours les Plages (FR)

(72) Inventeur: **Grosso, Gilles A .**
58 Boucle de la Malogineste
F-83140 Six Fours les Plages (FR)

(74) Mandataire: **Moretti, René et al**
c/o Cabinet BEAU DE LOMENIE
"Prado-Mermoz"
232, Avenue du Prado
F-13008 Marseille (FR)

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).

EP 0 462 037 B1

Description

La présente invention est relative à un transducteur électro-acoustique immergé et à un procédé de fabrication de ce transducteur électro-acoustique.

Les transducteurs électro-acoustiques sont couramment utilisés, notamment pour émettre des signaux destinés aux communications et à la détection sous-marine.

Les transducteurs électro-acoustiques les plus couramment utilisés comprennent un moteur, ou partie active, qui est généralement constitué par un empilement de céramique piézo-électrique alternant avec des électrodes, l'ensemble formant un cylindre de forme allongée; sous l'action d'une tension appliquée aux céramiques, celles-ci se déforment; les céramiques sont arrangées et câblées de telle sorte que leurs déformations s'ajoutent, ce qui fait que l'on obtient des mouvements de contraction et de dilatation longitudinaux de l'empilement des céramiques piézo-électriques. Cet empilement est lié à une de ses deux extrémités longitudinales à une pièce d'appui généralement métallique, servant de support, souvent appelée contre-pièce d'appui ou contre-masse, qui est maintenue sensiblement immobile par rapport au boîtier du transducteur; l'empilement est lié à son autre extrémité à une autre masse, parfois appelée pavillon, qui vibre selon l'axe longitudinal de l'empilement, du fait des mouvements de celui-ci, résultant de la tension appliquée aux céramiques.

Ce pavillon est en contact avec le milieu de propagation souhaitée, généralement l'eau, en général par l'intermédiaire d'un revêtement élastique qui assure l'étanchéité du transmetteur.

L'évolution des techniques et technologies dans ce domaine a conduit à la réalisation de plusieurs types de montages mécaniques relativement standards, pour ces transducteur électro-acoustiques, particulièrement les trois types suivants.

Les transducteurs électro-acoustiques de type "TONPILZ", comportent le montage mécanique de base, brièvement décrit ci-dessus, qui comprend une contre-masse fixée dans un boîtier cylindrique par l'intermédiaire de suspensions limitant les mouvements du boîtier étanche par rapport à cette contre-masse, un empilement de céramiques piézo-électriques qui met en mouvement de vibration un pavillon.

L'empilement est précontraint axialement selon son axe longitudinal, par des moyens constitués en général par une tige vissée dans le pavillon, qui traverse l'empilement, qui est bloquée dans la contre-masse par un écrou et qui est mise en tension.

Les transducteurs électro-acoustiques de type "JANUS" correspondent sensiblement à deux transducteurs électro-acoustiques de type "TONPILZ", ayant une contre-masse commune et dont les empilements vibrent en opposition de phase.

Les transducteurs électro-acoustiques de type "FLEXTENSIONAL" utilisent un principe de précontrainte et de diffusion des vibrations dans le milieu de propagation quelque peu différent : dans ce type de transducteurs électro-acoustiques, par exemple les "FLEXTENSIONAL" de classe 4, le boîtier est constitué par une coque, généralement en composite verre époxy, de forme cylindrique à section elliptique; cette coque de section elliptique est, du fait de son élasticité, susceptible de s'aplatir et de s'arrondir; dans cette coque on dispose symétriquement par rapport à une âme centrale s'étendant selon l'axe de la coque cylindrique une ou plusieurs paires d'empilements de céramiques piézo-électriques, qui s'appuient à une extrémité sur des inserts métalliques qui s'étendent parallèlement à l'âme centrale, lesquels inserts métalliques s'appuient à l'intérieur de la coque, au voisinage de l'extrémité du grand axe de l'ellipse définissant la section de coque. EP-A-0 367 681 décrit un tel transducteur.

L'ensemble constitué des empilements et de la contre-masse centrale est introduit dans la coque, celle-ci étant précontrainte par pincement, selon le petit axe de l'ellipse; lorsque l'ensemble est en place à l'intérieur de la coque, on relâche la précontrainte, le grand axe de l'ellipse raccourcit, ce qui précontraint l'ensemble, selon l'axe longitudinal des empilements.

Bien que les éléments transducteurs le plus couramment utilisés soient constitués par des empilements de céramiques piézo-électriques, ces empilements de céramiques peuvent, dans certains cas, être remplacés par des transducteurs magnétostrictifs; ces transducteurs comprennent principalement un barreau allongé, construit dans un matériau généralement principalement constitué de terres rares, qui peut vibrer en se contractant et se dilatant selon son axe longitudinal , sous l'effet d'un champ magnétique créé par une bobine qui entoure ce barreau.

Les utilisations actuelles de ces transducteurs électro-acoustiques font que l'on recherche des moyens d'augmenter la puissance de ces transducteurs électro-acoustiques et d'émettre à des fréquences de plus en plus basses.

Dans le cas des transducteurs électro-acoustiques construits avec des empilements de céramiques piézo-électriques, on sait que la puissance est sensiblement proportionnelle au volume de céramique mise dans le transducteur électro-acoustique, la limite inférieure des fréquences susceptibles d'être émises étant liée à la fréquence propre

en compression longitudinale de l'empilement des céramiques; on est donc conduit, pour réaliser un transducteur électro-acoustique de grande puissance, capable d'émettre les fréquences les plus basses possibles, à réaliser un empilement formant un cylindre de grande hauteur.

Ce principe se heurte évidemment à des limites technologiques et surtout économiques; on est alors souvent conduit à réaliser une pluralité de transducteurs électro-acoustiques qui sont assemblés en antenne, aussi appelée réseau, ce qui complique le montage mécanique de l'ensemble, le câblage électrique et augmente le coût.

Le problème posé est donc de procurer des transducteurs électro-acoustiques susceptibles d'être immergés, et leur procédé de fabrication, permettant, sans augmentation sensible de l'encombrement du transducteur électro-acoustique, de fournir une puissance accrue et/ou susceptibles d'émettre à des fréquences relativement basses.

Selon l'invention, une solution au problème posé est de procurer un transducteur électro-acoustique comportant dans un boîtier, au moins une première pièce d'appui, ou pavillon, et au moins une deuxième pièce d'appui, ou contre-masse, comportant au moins deux éléments transducteurs de forme allongée selon un axe longitudinal dudit transducteur, comportant au moins une tige de précontrainte selon ledit axe longitudinal, entre lesdites premières et deuxièmes pièces d'appui desdits éléments transducteurs, tel que lesdits éléments transducteurs sont disposés côte à côte, et/ou constituent des cylindre coaxiaux ayant pour axe ledit axe longitudinal, et peuvent vibrer en phase, et tel qu'il comporte au moins une pièce ou ensemble, intermédiaire rigide, mobile, qui est montée ou empilée, intercalée entre lesdits éléments transducteurs, mécaniquement en série avec lesdits éléments transducteurs, de sorte que ladite pièce intermédiaire rigide peut être précontrainte grâce à ladite tige, simultanément avec lesdits éléments transducteurs, et de sorte que ladite pièce intermédiaire rigide est susceptible de vibrer en phase avec lesdits éléments transducteurs.

Avantageusement, un transducteur électro-acoustique selon l'invention comporte au moins deux éléments transducteurs de forme allongée selon un axe longitudinal, situés entre une première et une deuxième pièces d'appui, précontraints selon ledit axe longitudinal par un dispositif de précontrainte, qui tend à rapprocher lesdites pièces d'appui, lesquels éléments transducteurs comportent chacun deux extrémités longitudinales, parallèles, planes, lesquels éléments transducteurs sont parallèles, disposés côte à côte, et fonctionnent en phase, l'ensemble étant contenu dans un boîtier, et seule une première extrémité d'un premier desdits éléments transducteur est appuyée contre ladite première pièce d'appui, et seule une première extrémité d'un deuxième desdits éléments transducteurs est appuyée contre ladite deuxième pièce d'appui, et ledit transducteur comporte un ensemble intermédiaire rigide qui est intercalé entre lesdits premier et deuxième éléments transducteurs, qui comporte deux faces parallèles qui s'appuient respectivement sur les deuxièmes extrémités desdits éléments transducteurs et qui est susceptible d'être précontraint simultanément avec lesdits premier et deuxième éléments transducteurs, selon ledit axe longitudinal par ledit dispositif de précontrainte ; chacun desdits éléments transducteurs peut être constitué soit par au moins un barreau magnétostrictif, soit par au moins un empilement de céramiques piézo-électriques, alternant avec des électrodes formant un cylindre de forme allongée.

Dans un transducteur électro-acoustique selon l'invention, des jeux longitudinaux sont respectivement prévus entre ledit ensemble intermédiaire rigide et lesdites première et deuxième pièces d'appui, de sorte que lors des déplacements relatifs entre lesdites pièces d'appui dus aux forces développées par lesdits éléments transducteurs et aux forces dues audit dispositif de précontrainte, les contacts entre ledit ensemble intermédiaire rigide et lesdites pièces d'appui, sont évités.

Avantageusement, dans un transducteur électro-acoustique selon l'invention, ledit ensemble intermédiaire rigide est constitué par une seule pièce métallique rigide, qui peut être par exemple constituée d'une partie sensiblement cylindrique, ayant un axe, parallèle audit axe longitudinal, terminée à une extrémité par un fond qui comporte une desdites deux faces parallèles, qui s'appuie sur la deuxième extrémité d'un premier desdits éléments transducteurs, et à son autre extrémité, par une collerette externe qui comporte l'autre desdites deux faces parallèles, qui s'appuie sur la deuxième extrémité du deuxième desdits éléments transducteurs.

Dans un mode de réalisation préférentiel, ledit ensemble intermédiaire comporte au moins deux pièces intermédiaires rigides et au moins un élément transducteur intermédiaire qui est intercalé entre lesdites deux pièces intermédiaires rigides et disposé mécaniquement en série avec celles-ci.

Dans des modes préférentiels de réalisation de transducteurs électro-acoustiques selon l'invention, ledit dispositif de précontrainte comporte une ou plusieurs tiges, qui sont fixées respectivement par chacune de leurs deux extrémités à chacune desdites pièces d'appui, ou à une pièce intermédiaire, notamment pour l'application aux montages de type "TONPILZ" et "JANUS", ou bien est constitué par ledit boîtier qui est déformable, notamment pour l'application aux montages de type "FLEX-

TENSIONAL".

Dans un mode particulier de réalisation selon l'invention, les sections transversales des parties actives desdits premier et deuxième éléments transducteurs sont sensiblement égales.

Une solution au problème posé est également de procurer un procédé de fabrication de transducteurs électro-acoustiques du type comportant au moins un élément transducteur de forme allongée, précontraint axialement entre deux pièces d'appui, caractérisé en ce que l'on monte entre lesdites pièces d'appui, un premier élément transducteur de forme allongée, n'ayant qu'une première extrémité appuyée contre une des deux pièces d'appui et un deuxième élément transducteur de forme allongée, n'ayant qu'une première extrémité appuyée contre l'autre pièce d'appui, lesquels éléments transducteurs sont parallèles et disposés côte à côte et fonctionnent en phase, on intercale entre ces deux éléments transducteurs une pièce intermédiaire qui prend appui sur les deuxièmes extrémités desdits éléments transducteurs, et on précontraint axialement entre les deux pièces d'appui les deux éléments transducteurs et ladite pièce intermédiaire qui transmet les efforts longitudinaux entre les deux éléments transducteurs.

Les avantages apportés par les transducteurs électro-acoustiques selon l'invention sont nombreux.

En effet on peut par exemple, dans un transducteur électro-acoustiques selon l'invention, imbriquer un deuxième empilement de céramiques en forme de couronne, qui entoure sensiblement le premier empilement, les deux empilements ayant la même hauteur et les éléments actifs ayant sensiblement la même section, et on obtient ainsi un transducteur électro-acoustique dont la puissance sera sensiblement doublée par rapport aux transducteurs électro-acoustiques connus du même encombrement, quine comprennent que ledit premier empilement, puisque le volume de céramiques est doublé; en même temps, la longueur équivalente de l'empilement fictif ainsi réalisé par les deux empilements imbriqués est doublée ; par conséquent, la fréquence de résonance de l'empilement imbriqué selon l'invention, étant de façon approchée, inversement proportionnelle à la racine carrée de la longueur, sera donc diminuée de 40% par rapport au transducteur électro-acoustique connu de même encombrement.

Par ailleurs, le montage selon l'invention peut être utilisé de façon à imbriquer plus de deux empilements, sans augmenter sensiblement l'encombrement du transducteur, ce qui permet d'arriver à des performances encore supérieures en puissance et/ou fréquence basse.

La fiabilité des ensembles composés de transducteurs électro-acoustiques selon l'invention est nettement améliorée, et le colt de ces ensembles est nettement diminué.

Les transducteurs électro-acoustiques selon l'invention peuvent être construits aussi bien avec des transducteurs en céramiques piézo-électriques qu'avec des barreaux magnétostrictifs.

Les nombreux avantages et les caractéristiques de l'invention apparaîtront clairement dans les figures annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, des modes de réalisation de transducteurs électro-acoustiques selon l'invention et leur procédé de fabrication.

La figure 1 représente une vue en coupe transversale, à échelle réduite, d'un mode de réalisation de transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "TONPILZ".

La figure 2 représente une vue en coupe transversale, à échelle réduite, d'un autre mode de réalisation.

La figure 3 représente une vue en coupe transversale, à échelle réduite, d'un mode de réalisation de transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "JANUS".

La figure 4 représente une vue en coupe transversale, à échelle réduite, d'un mode de réalisation de transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "FLEXTENSIONAL".

La figure 5 représente une vue en coupe transversale, à échelle réduite, d'un mode de réalisation de transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "TONPILZ" équipé d'éléments transducteurs magnétostrictifs.

La figure 6 est une coupe selon VI-VI de la figure 5.

Selon la figure 1, on a représenté un transducteur électro-acoustique selon l'invention qui est équipé de de deux éléments transducteurs constitués de céramiques piézo-électriques, dans un montage de type "TONPILZ".

De façon connue, le transducteur électro-acoustique comporte dans ce type de montage, un boîtier métallique 3, une contre-masse 2, un pavillon 1, une tige de précontrainte 4 et un écrou 5 de blocage.

On voit que ledit boîtier 3 est fermé à une extrémité par un couvercle 13, de façon étanche grâce à un joint 14.

Ladite contre-masse qui constitue une pièce d'appui est montée à l'intérieur dudit boîtier par l'intermédiaire de dispositifs de suspension 11 qui prennent appui sur un épaulement interne dudit boîtier, et par l'intermédiaire d'un écrou de suspension 12; ladite contre-masse est maintenue centrée dans ledit boîtier grâce à une bague de centrage 21;

Sur ledit couvercle 13 est monté un connecteur étanche 18 lié à un câble électrique 19 qui amène

l'énergie électrique nécessaire à l'alimentation desdites céramiques piézo-électriques.

Un disque isolant 16 est monté entre ledit boîtier et ledit couvercle et délimite avec celui-ci une cavité 15 où sont logés les fils électriques qui assurent la connexion entre ledit connecteur et lesdits éléments transducteurs.

Ledit pavillon 1 qui constitue une deuxième pièce d'appui est généralement pourvu d'un revêtement élastique 17, qui peut être vulcanisé sur ledit pavillon, et qui est serré sur une extrémité dudit boîtier par des colliers 20, assurant ainsi l'étanchéité dudit transducteur électro-acoustique.

On voit que de façon connue, ledit transducteur électro-acoustique comporte un premier empilement de céramiques piézo-électriques 6 en forme de disques alternant avec des électrodes 10, de façon à constituer un premier cylindre allongé selon un axe longitudinal xx1, qui dans ce mode de réalisation est confondu avec l'axe dudit transducteur électro-acoustique.

Ladite tige de précontrainte est ancrée dans ledit pavillon par vissage d'une de ses extrémités filetées dans un trou taraudé usiné dans ledit pavillon.

On voit que conformément à l'invention, ledit transducteurs électro-acoustique comporte un deuxième empilement de céramiques piézo-électriques 7 en forme de couronne alternant avec des électrodes 10, de façon à constituer un deuxième cylindre allongé selon ledit axe xx1, et que ledit transducteur électro-acoustique comporte une pièce intermédiaire rigide 8, qui est intercalée entre lesdits premier et deuxième empilements de céramiques piézo-électriques, ladite pièce intermédiaire rigide 8 constituant ledit ensemble intermédiaire rigide dans ce mode de réalisation selon l'invention.

Dans les transducteurs électro-acoustiques connus, lesdits empilements prennent appui par une de leurs extrémités longitudinales sur une desdites pièces d'appui (pavillon) et par leur autre extrémité longitudinale sur l'autre pièce d'appui, (contre-masse). Dans un transducteur électro-acoustique selon l'invention, seule une première extrémité d'un premier desdits éléments transducteurs est appuyée contre une première pièce d'appui, seule une première extrémité d'un deuxième desdits éléments transducteurs est appuyé contre une deuxième pièce d'appui, et le transducteur comporte un ensemble intermédiaire rigide qui est intercalé entre lesdits premier et deuxième éléments transducteurs, qui comporte deux faces parallèles qui s'appuient respectivement sur les deuxièmes extrémités desdits éléments transducteurs, et qui est susceptible d'être précontraint simultanément avec lesdits premier et deuxième éléments transducteurs, selon ledit axe longitudinal (xx1) par ledit dispositif de précontrainte.

Plus précisément, dans ce mode particulier de réalisation selon l'invention, la face d'appui 1A dudit pavillon 1 est en regard de la première face d'appui A dudit premier empilement de céramiques 6, la deuxième face d'appui B dudit premier empilement est en regard de la première face d'appui 81, située sur le fond de ladite pièce intermédiaire rigide 8, la deuxième face d'appui 82 située sur la collerette externe de ladite pièce intermédiaire rigide 8 est en regard de la première face d'appui C dudit deuxième empilement de céramiques 7, la deuxième face d'appui D dudit deuxième empilement de céramique 7 est en regard de la face d'appui 2A située sur ladite contre-masse.

Lors du montage dudit transducteur électro-acoustique selon l'invention, on visse et on bloque ladite tige de précontrainte sur ledit pavillon, on fait coulisser autour de ladite tige ledit premier empilement qui vient au contact dudit pavillon, on fait coulisser autour de ladite tige et autour dudit premier ensemble de céramiques 6, ladite pièce intermédiaire rigide qui vient au contact dudit premier empilement par sa face 81, on fait coulisser autour de ladite tige et de ladite pièce rigide intermédiaire ledit deuxième empilement de céramiques 7 qui vient au contact de ladite collerette de ladite pièce intermédiaire rigide par sa face d'appui C, et on fait enfin coulisser autour de ladite tige et dudit empilement ladite contre-masse qui vient au contact par sa face 2A avec la face D dudit deuxième empilement.

On maintient ensuite ladite contre-masse et on exerce une traction sur ladite tige, selon son axe longitudinal et dans une direction opposée audit pavillon; ladite traction tend donc à rapprocher ledit pavillon vers la contre-masse, et par l'intermédiaire desdites faces d'appui en regard les unes des autres, ladite traction engendre une précontrainte de compression selon ledit axe xx1 dudit premier empilement entre lesdites faces d'appui 1A, 81 respectives dudit pavillon et de ladite pièce rigide intermédiaire, ladite traction engendre une précontrainte de compression selon ledit axe xx1 dudit deuxième empilement entre lesdites faces d'appui 82, 2A respectivement de ladite pièce intermédiaire rigide et de ladite contre-masse, ladite traction engendre une précontrainte de traction selon ledit axe xx1 de ladite pièce intermédiaire rigide.

De façon connue, on visse ensuite, sans faire cesser ladite traction, ledit écrou 5 sur la deuxième extrémité filetée de ladite tige jusqu'à ce qu'il vienne au contact de ladite contre-masse puis on relâche ladite traction, l'écrou maintenant l'ensemble en précontrainte.

L'ensemble ainsi constitué peut alors être monté dans ledit boîtier, et les opérations finales de montage réalisées.

Il est clair qu'un parallélisme de très bonne qualité doit être obtenu entre les faces d'appui de ces pièces, particulièrement entre lesdites faces d'appui 81 et 82 de ladite pièce intermédiaire rigide.

On voit que dans un transducteur électro-acoustique selon l'invention un jeu 9A, selon ledit axe longitudinal xx1 doit être prévu entre ladite contre-masse 2 et ladite pièce intermédiaire rigide 8. D'autre part un jeu 9B doit être prévu entre ladite pièce intermédiaire 8 et ledit pavillon 1, afin que lors des déplacements en vibration dudit pavillon et de ladite pièce rigide intermédiaire, sous l'action des mouvements de contraction et de dilatation desdits premier et deuxième empilements, les contacts entre ladite pièce intermédiaire rigide, ledit pavillon et ladite contre-masse soient évités. La valeur de ces jeux sera préférentiellement de l'ordre de quelques millimètres.

Dans ce document, dans les expressions - ensemble intermédiaire rigide - et - pièce intermédiaire rigide -, la rigidité dont il est question est la rigidité longitudinale de ladite pièce ou dudit ensemble, c'est-à-dire la rigidité vis à vis d'efforts de traction ou de compression, selon ledit axe longitudinal xx1; il est évident que par ailleurs la rigidité -on parlera alors de raideur - de ladite pièce intermédiaire ou dudit ensemble intermédiaire, selon tous autres axes non parallèles à xx1, doit être suffisante afin de garantir une bonne tenue mécanique; ladite rigidité longitudinale de ladite pièce intermédiaire ou dudit ensemble intermédiaire sera dans la majorité des cas nettement supérieure à la rigidité longitudinale desdits premier et deuxième empilements.

Il est à noter que ladite tige 4, ledit premier empilement, ladite pièce intermédiaire et ledit deuxième empilement sont préférentiellement gainés par des fourreaux isolant 40, sensiblement cylindriques; ces fourreaux servent en effet à assurer l'isolation électrique entre ces différentes pièces; ils permettent en outre, de minimiser les frottements qui pourraient intervenir entre ces pièces, du fait de leurs mouvements vibratoires relatifs.

Des passages (non représentés) sont bien sûr prévus dans ces différentes pièces qui permettent l'acheminement des fils électriques (non représentés) de ladite cavité 15 jusqu'auxdites électrodes desdits empilements.

Il est clair que le câblage électrique desdits premier et deuxième empilement est tel que les vibrations longitudinales respectives desdits empilements s'additionnent à chaque instant, ce qui fait que les amplitudes s'ajoutent, et donc que la puissance desdits transducteurs électro-acoustiques est sensiblement égale à la somme des puissances desdits premier et deuxième empilements.

On voit sur la figure que de façon connue, ledit transducteur électro-acoustique comporte des jeux 22, 23 qui correspondent respectivement à des espaces ménagés entre ledit boîtier et ledit pavillon d'une part, et entre ledit boîtier et ladite contre-masse d'autre part, lesquels espaces sont généralement remplis de gaz.

Sur la figure 2, on a représenté une coupe transversale d'un autre mode de réalisation d'un transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "TONPILZ".

Les éléments fonctionnels identiques à ceux de la figure 1 sont repérés par les mêmes numéros.

On voit sur la figure, que dans ce mode particulier de réalisation selon l'invention, ledit pavillon est en contact par une face d'appui 1A avec une première extrémité A dudit premier empilement de céramiques 6 en forme de disques, que ledit premier empilement est en contact par sa deuxième extrémité B avec la face 81 dudit ensemble intermédiaire rigide, ledit ensemble intermédiaire rigide étant en appui par une face 82 sur la première face d'appui C d'un deuxième empilement de céramiques 7, qui peuvent être en forme de couronne; néanmoins compte tenu du diamètre relativement important de cette couronne, lesdites céramiques 7 pourraient avantageusement être en forme de secteurs de couronne, afin par exemple d'obtenir une section des parties actives - des céramiques - dudit deuxième empilement sensiblement égale à la section dudit premier empilement. Ces choix de formes et de dimensions sont faits en fonction des performances demandées au transducteur.

On remarque sur cette figure, que conformément à l'invention, ledit ensemble intermédiaire rigide qui transmet les efforts de précontrainte en compression exercés par ladite tige 4 entre lesdits premier et deuxième empilement, est constitué par l'assemblage de cinq pièces intermédiaires rigides 8, et de quatre empilements intermédiaires 8A, 8B, 8C, 8D, de céramiques piézo-électriques, qui peuvent être en forme de couronnes ou de secteurs.

Selon l'invention, lesdits premier et deuxième empilements et lesdits empilements intermédiaires sont connectés de sorte que les mouvements vibratoires desdits empilements soient en phase.

On voit que lesdites pièces intermédiaires sont de forme cylindrique, ayant pour axe ledit axe longitudinal xx1, et munies chacune à une extrémité d'une collerette interne et à l'autre extrémité d'une collerette externe, lesquelles collerettes sont chacune munies d'une face d'appui, les deux faces d'appui de chacune desdites pièces intermédiaires rigides étant parallèles, et perpendiculaires audit axe longitudinal xx1.

Des jeux 9A sont prévus entre chaque pièce rigide intermédiaire qui sont susceptibles de vibrer

et ladite contre-masse, ainsi que des jeux entre chaque pièce intermédiaire rigide et ledit pavillon.

On voit que, conformément à l'invention, la précontrainte exercée par ladite tige qui tend à rapprocher ledit pavillon de ladite contre-masse, engendre une précontrainte de compression dans lesdits premier et deuxième empilements et lesdits empilements intermédiaires 8A, 8B, 8C, 8D, et engendre une contrainte de traction dans lesdites pièces intermédiaires rigides.

Sur la figure 3, on a représenté une vue en coupe transversale d'un mode de réalisation d'un transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "JANUS".

On voit sur cette figure, que de façon connue dans ce type de montage de transducteur électro-acoustique, le boîtier 3 généralement cylindrique d'axe longitudinal xx1, n'est pas fermé de façon étanche; à l'intérieur dudit boîtier sont disposés symétriquement par rapport à l'axe transversal yy1, coupant ledit transducteur électro-acoustique en son milieu, deux pavillons 1, reliés par une tige 4 de précontrainte, munie à chaque extrémité d'un filetage sur lequel sont vissés deux écrous 5 de blocage, qui sont en appui sur lesdits pavillons; sont également disposés à l'intérieur dudit boîtier et symétriquement par rapport audit axe yy1, deux premiers empilements de céramiques 6, deux pièces rigides intermédiaires 8, et deux second empilement de céramiques 7.

Dans ce type de montage, la contre-masse 2 centrale, est généralement de taille et de masse réduite par rapport aux montages des figures 1 et 2, et ladite tige 4 tend à rapprocher lesdits pavillons l'un de l'autre, de même qu'elle tend à rapprocher les deux premiers empilements de céramiques 6 l'un de l'autre, les deux pièces intermédiaires rigides l'une de l'autre, et les deux deuxièmes empilements de céramiques 7 l'un de l'autre.

On note que dans ce mode de réalisation, la tige 4 traverse la contre-masse, mais n'est pas liée rigidement à celle-ci.

La contre-masse, qui peut être en forme de disque, comporte deux faces d'appui parallèles 2A.

On voit sur la figure que, conformément à l'invention, chacun des pavillons s'appuie par une partie au moins de sa face 1A sur la première extrémité d'un premier empilement de céramiques piézo-électriques 6, qui peuvent être en forme de disque, lequel premier empilement s'appuie par sa deuxième extrémité sur une première face d'appui 81, située sur le fond d'une pièce intermédiaire rigide 8, qui peut être en forme de cloche, qui est munie à sa deuxième extrémité d'une deuxième face d'appui 82, qui est parallèle à ladite première face d'appui 81, laquelle pièce intermédiaire rigide s'appuie par ladite face 82 sur la première extrémité d'un deuxième empilement de céramiques piézo-électriques 7, qui s'appuie par sa deuxième extrémité, sur une face d'appui 2A de ladite contre-masse centrale.

On voit que ce type de montage dit "JANUS" se compose sensiblement de deux montages "TONPILZ" tels que décrits figures 1 et 2, qui seraient placés symétriquement par rapport à un axe transversal yy1, et qui auraient une contre-masse commune.

Dans le type de montage illustré figure 3, on fait vibrer en phase lesdits empilements de céramiques piézo-électriques situés d'un même côté dudit axe transversal yy1, et on fait vibrer avec une phase décalée de 180° lesdits empilements de céramiques piézo-électriques situés de l'autre côté dudit axe transversal yy1.

On voit sur la figure que, de façon connue dans ce type de montage, le revêtement élastique 17 qui recouvre lesdits pavillons 1, entoure également lesdits empilements de céramiques piézo-électriques.

Dans ce type de montage, l'ensemble constitué desdits pavillons, desdits empilements et de ladite contre-masse, revêtu dudit revêtement élastique 17, est introduit dans ledit boîtier et immobilisé dans celui-ci par des pièces 24 et 25 - généralement en forme de tubes - et de brides.

On voit également que la cavité 15 permettant le cheminement des fils d'alimentation desdites céramiques depuis celles-ci jusqu'au connecteur d'alimentation est située à l'intérieur de ladite contre-masse.

De façon connue, ce type de montage comporte des bafles 23, généralement réalisées en matériau alvéolaire, qui remplissent sensiblement l'espace compris entre ledit revêtement élastique et les parois dudit boîtier.

Sur la figure 4, on a représenté une vue en coupe transversale à échelle réduite d'un mode de réalisation d'un transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "FLEXTENSIONAL".

Le type de montage représenté est plus particulièrement celui dénommé "FLEXTENSIONAL" classe 4.

Dans ce type de montage, le boîtier dudit transducteur électro-acoustique est constitué par une coque 28, généralement en composite verre époxy, qui a une forme de cylindre d'axe perpendiculaire au plan de la figure 4, de section elliptique, dont le petit axe est porté par l'axe transversal yy1 et le grand axe est porté par l'axe longitudinal xx1.

Lesdites pièces d'appui sont constituées habituellement dans ce montage par une âme 27 centrale et deux inserts 26, qui s'étendent selon un axe perpendiculaire au plan de la figure ; de part et d'autre dudit axe transversal yy1, sont habituellement, et de façon connue, disposés des empile-

ments de céramiques, de forme allongée, qui sont appuyées à l'une de leurs extrémités sur un desdits inserts, préférentiellement par l'intermédiaire d'une glissière 41 et d'une cale 29, et à leur autre extrémité sur ladite âme; la précontrainte est réalisée dans ce type de montage par la coque elle-même, qui, lors du montage, est pincée selon son axe transversal yy1, afin qu'on introduise à l'intérieur l'ensemble constitué par lesdites glissières et cales, lesdits empilements et ladite âme, puis le pincement est relâché, ce qui tend à libérer ladite coque cylindrique selon ledit axe longitudinal xx1 et précontraindre ainsi lesdits empilements de céramique.

On voit sur la figure que selon l'invention, on intercale de chaque côté de ladite âme, entre un premier empilement de céramiques 6 et un deuxième empilement de céramiques 7, qui est parallèle audit premier empilement, une pièce intermédiaire rigide 8, qui transmet la précontrainte entre lesdits premier et deuxième empilement.

On voit qu'un revêtement élastique d'étanchéité 17 est prévu, qui entoure ladite coque.

Le mode général de fonctionnement de ces transducteurs électro-acoustiques est sensiblement identique à celui du montage de la figure 3, hormis le principe de précontrainte par la coque explicité ci-dessus, et le principe de transmission des vibrations au milieu de propagation. Dans le montage de la figure 4, en effet, on utilise ladite coque de section elliptique comme amplificateur de mouvements vibratoires des inserts provoqués par lesdits empilements; en effet, lesdits mouvements vibratoires des inserts selon l'axe longitudinal xx1, occasionnent des mouvements vibratoires de plus grande amplitude, des parties de la coque qui s'étendent de part et d'autre de ces inserts, lesquels mouvements sont transmis au milieu extérieur de propagation.

Sur la figure 5, on a représenté une vue en coupe transversale d'un mode de réalisation d'un transducteur électro-acoustique selon l'invention, dans un montage de type "TONPILZ" équipé d'éléments transducteurs magnétostrictifs.

Sur la figure 6, on a représenté une coupe selon VI-VI de la figure 5.

Dans ces figures, lesdits éléments transducteurs sont constitués par des barreaux 29 magnétostrictifs, qui sont susceptibles de vibrer selon leur axe longitudinal parallèle à l'axe xx1, sous l'effet du champ magnétique produit par des bobines 30.

Les barreaux si tués sur un même cercle d'axe xx1 sont reliés magnétiquement entre eux par des couronnes magnétiques 31 quine sont pas représentées sur la figure 6.

Sur ces figures, on voit qu'un premier élément transducteur est constitué par quatre premiers barreaux situés à l'extérieur de la pièce intermédiaire rigide 8; lesquels quatre premiers barreaux s'appuient par une première de leurs extrémités respectives sur la face d'appui 1A du pavillon 1 par l'intermédiaire d'une couronne 31, et par leur deuxième extrémité et par l'intermédiaire d'une couronne 31 sur la première face d'appui de ladite pièce intermédiaire rigide qui est constituée dans ce mode de réalisation par quatre pattes 83.

On voit qu'un deuxième élément transducteur est constitué par quatre deuxièmes barreaux situés à l'intérieur de la pièce intermédiaire rigide 8, lesquels quatre deuxièmes barreaux s'appuient par une première de leur extrémité et par l'intermédiaire d'une couronne 31 respectivement sur la face d'appui 2A de la contre-masse 2 et par leur deuxième extrémité et/ou par l'intermédiaire d'une deuxième couronne 31sur la deuxième face d'appui de ladite pièce intermédiaire rigide 8, qui est constituée par le fond 84, qui est traversé lui-même par la tige 4 de précontrainte.

On voit sur la figure 6 que ladite pièce intermédiaire rigide comporte dans sa partie tubulaire centrale, une section en couronne qui épouse avantageusement sur sa périphérie le contour des bobines 30 desdits quatre premiers barreaux, et dont le profil interne épouse le contour des bobines 30 desdits quatre deuxièmes barreaux.

Le domaine technique de l'invention est celui des transducteurs électro-acoustiques immergés.

Revendications

1. Transducteur électro-acoustique comportant dans un boîtier (3), au moins une première pièce d'appui (1) et au moins une deuxième pièce d'appui (2), comportant au moins deux éléments transducteurs (6,7) de forme allongée selon un axe longitudinal (xx1) dudit transducteur, comportant au moins une tige (4) de précontrainte selon ledit axe longitudinal (xx1) desdits éléments transducteurs entre lesdites premières et deuxièmes pièces d'appui, caractérisé en ce que lesdits éléments transducteurs sont disposés côte à côte et peuvent vibrer en phase, et en ce qu'il comporte au moins un ensemble intermédiaire rigide (8) qui est monté intercalé entre lesdits éléments transducteurs, en série avec lesdits éléments transducteurs .

2. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits éléments transducteurs comportent chacun deux extrémités longitudinales parallèles planes (A, B, C, D), et en ce que seule une première extrémité (A) d'un premier desdits éléments transducteurs (6) est appuyée contre ladite première pièce d'appui (1), et en ce que seule une première extrémité

(D) d'un deuxième desdits éléments transducteurs (7) est appuyée contre ladite deuxième pièce d'appui (2), et en ce que ledit ensemble intermédiaire rigide (8) comporte deux faces parallèles (81, 82) qui s'appuient respectivement sur les deuxièmes extrémités (B, C) desdits éléments transducteurs (6, 7).

3. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que chacun desdits éléments transducteurs (6, 7) est constitué par au moins un barreau magnétostrictif.

4. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que lesdits éléments transducteurs (6, 7) sont chacun constitués par au moins un empilement de céramiques piézo-électriques, alternant avec des électrodes (10), formant un cylindre de forme allongée.

5. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que des jeux longitudinaux (9A, 9B) sont respectivement prévus entre ledit ensemble intermédiaire rigide (8) et lesdites première et deuxième pièces d'appui (1, 2), de sorte que lors des déplacements relatifs entre lesdites pièces d'appui dus aux forces développées par lesdits éléments transducteurs (6, 7) et aux forces dues audit dispositif de précontrainte, les contacts entre ledit ensemble intermédiaire rigide et lesdites pièces d'appui, sont évités.

6. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit ensemble intermédiaire rigide (8) est constitué par une seule pièce métallique rigide.

7. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit ensemble intermédiaire comporte au moins deux pièces intermédiaires rigides (8) et au moins un élément transducteur intermédiaire (8A, 8B, 8C, 8D) qui est intercalé entre lesdites deux pièces intermédiaires rigides (8).

8. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 6 à 7, caractérisé en ce que ladite pièce rigide (8) est constituée d'une partie sensiblement cylindrique, ayant un axe parallèle audit axe longitudinal (xx1), terminée à une extrémité par un fond (84) qui comporte une desdites deux faces parallèles, qui s'appuie sur la deuxième extrémité d'un premier desdits éléments transducteurs, et à son autre extrémité, par une collerette externe qui comporte l'autre desdites deux faces parallèles, qui s'appuie sur la deuxième extrémité d'un deuxième desdits éléments transducteurs.

9. Transducteur électro-acoustique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les sections transversales des parties actives desdits premier et deuxième éléments transducteurs (6, 7) sont sensiblement égales.

10. Procédé de fabrication de transducteurs électro-acoustiques du type comportant au moins un élément transducteur de forme allongée, précontraint axialement entre deux pièces d'appui, caractérisé en ce que l'on monte entre lesdites pièces d'appui, un premier élément transducteur de forme allongée, n'ayant qu'une première extrémité appuyée contre une des deux pièces d'appui et un deuxième élément transducteur de forme allongée, n'ayant qu'une première extrémité appuyée contre l'autre pièce d'appui, lesquels éléments transducteurs sont parallèles et disposés côte à côte et fonctionnent en phase, on intercale entre ces deux éléments transducteurs une pièce intermédiaire qui prend appui sur les deuxièmes extrémités desdits éléments transducteurs, et on précontraint axialement entre les deux pièces d'appui les deux éléments transducteurs et ladite pièce intermédiaire qui transmet les efforts longitudinaux entre les deux éléments transducteurs.

Claims

1. Electro-acoustic transducer enclosed in a case (3) and containing at least one first supporting component (1) and at least one second supporting component (2), containing at least two transducer units (6, 7) of elongated shape along a longitudinal axis (xx1) of said transducer, containing at least one pre-stressed rod (4) along said longitudinal axis (xx1) of said transducer units between said first and second supporting components, characterized in that said transducer units are arranged side by side and can vibrate in phase, and in that it contains at least one rigid intermediate unit (8) which is fitted in between said transducer units, in series with said transducer units.

2. Transducer according to claim 1, characterized in that said transducer units each have two longitudinal flat parallel ends (A, B, C, D), and

in that only the first end (A) of the first of said transducer units (6) is in contact with the first said supporting component (1), and in that only the first end (D) of the second of said transducer units (7) is in contact with said second supporting component (2), and in that said rigid intermediate unit (8) has two parallel faces (81, 82) with are in contact respectively with the second ends (B, C) of said transducer units (6, 7).

3. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 2, characterized in that each of said transducer units (6, 7) is made up of at least one magnetostrictive bar.

4. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 2, characterized in that said transducer units (6, 7) are each made up of at least one stack of piezo-electric ceramics, alternating with electrodes (10), forming an elongated cylinder.

5. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 4, characterized in that longitudinal gaps (9A, 9B) are respectively allowed for between said rigid intermediate unit (8) and said first and second supporting components (1, 2), such that during relative displacements between said supporting components due to forces developed by said transducer units (6, 7) and to the forces due to said pre-stressing device, contacts between said rigid intermediate unit and said supporting components are avoided.

6. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 5, characterized in that said rigid intermediate unit (8) is made up of a single rigid piece of metal.

7. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 5, characterized in that said intermediate unit is made up of at least two rigid intermediate components (8) and at least one intermediate transducer unit (8A, 8B, 8C, 8D) which is interposed between said two rigid intermediate components (8).

8. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 6 to 7, characterized in that said rigid component (8) is made up of a part that is almost cylindrical, with its axis parallel to said longitudinal axis (xx1), finishing at one end by a base (84) which contains one of said two parallel faces, which is in contact with the second end of said first transducer unit, and having at its other end an external collar which contains the other one of said two parallel faces, which is in contact with the second end of the second of said transducer units.

9. Electro-acoustic transducer according to any one of claims 1 to 8, characterized in that the transverse sections of the active parts of said first and second transducer units (6, 7) are roughly equal.

10. Manufacturing process for electro-acoustic transducers of the type containing at least one transducer unit of elongated shape, pre-stressed axially between two supporting components, characterized in that a first transducer unit of elongated shape, having only its first end in contact with one of the two supporting components and a second transducer unit of elongated shape, having only its first end in contact with the other supporting component, are fitted between said supporting components, said transducer units being parallel and side-by-side and functioning in phase, and in that an intermediate component which is in contact with both ends of said transducer units is interposed between these two transducer units, and in that the two transducer units and said intermediate component, which transmits the longitudinal forces between the two transducer units, are pre-stressed axially between the two supporting components.

Patentansprüche

1. Elektroakustischer Wandler, der in einem Gehäuse wenigstens ein erstes Stützteil (1) und ein zweites Stützteil (2) umfaßt, der wenigstens zwei in Richtung einer Längsachse (xx1) des Wandlers langgestreckte Wandlerelemente (6, 7) umfaßt, der wenigstens eine Vorspannungsstange (4) in Richtung der Längsachse (xx1) der Wandlerelemente zwischen dem ersten und dem zweiten Stützteil aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Wandlerelemente nebeneinander angeordnet sind und in Phase vibrieren können, und daß er wenigstens eine starre Zwischeneinheit (8) aufweist, die zwischen den Wandlerelementen eingeschoben montiert und mit diesen in Reihe ist.

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerelemente jeweils zwei parallele Längsenden (A, B, C, D) aufweisen, und das nur ein erstes Ende (A) eines ersten dieser Wandlerelemente (6) sich auf das erste Stützteil (1) stützt, daß nur ein erstes Ende eines zweiten dieser Wandlerelemente

(7) sich auf das zweite Stützteil (2) stützt, und daß die starre Zwischeneinheit (8) zwei parallele Flächen (81, 82) aufweist, die sich jeweils auf die zweiten Enden (B, C) der Wandlerelemente (6, 7) stützen.

3. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Wandlerelemente (6, 7) aus wenigstens einem magnetostriktiven Stab gebildet ist.

4. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlerelemente (6, 7) aus einem Stapel piezoelektrischer Keramikteile im Wechsel mit Elektroden (10) gebildet sind, der einen langgestreckten Zylinder bildet.

5. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß longitudinale Spiele (9A, 9B) jeweils zwischen der starren Zwischeneinheit (8) und dem ersten bzw. dem zweiten Stützteil (1, 2) vorgesehen sind, derart, daß bei relativen Verschiebungen zwischen den Stützteilen aufgrund der von den Wandlerelementen (6, 7) erzeugten Kräfte und der von der Vorspannungseinrichtung verursachten Kräften die Kontakte zwischen der starren Zwischeneinheit und den Stützteilen vermieden werden.

6. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die starre Zwischeneinheit (8) aus einem einzigen starren Metallteil besteht.

7. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die starre Zwischeneinheit wenigstens zwei starre Zwischenteile (8) und wenigstens ein Zwischenwandlerelement (8A, 8B, 8C, 8D) aufweist, das zwischen die zwei starren Zwischenteile (8) eingeschoben ist.

8. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das starre Teil (8) aus einem im wesentlichen zylindrischen Bereich mit einer zur Längsachse (xx1) parallelen Achse besteht, der an einem Ende durch einen Boden (84) abgeschlossen ist, der eine der zwei parallelen Flächen umfaßt, die sich auf das zweite Ende eines ersten der Wandlerelemente stützt, und der an einem anderen Ende durch einen äußeren Kragen abgeschlossen ist, der die andere der parallelen Flächen umfaßt, die sich auf das zweite Ende eines zweiten der Wandlerelemente stützt.

9. Elektroakustischer Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der aktiven Bereiche des ersten und des zweiten Wandlerelements im wesentlichen gleich sind.

10. Verfahren zur Herstellung elektroakustischer Wandler mit wenigstens einem langgestreckten, zwischen zwei Stützteilen axial vorgespannten Wandlerelement, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Stützteilen ein erstes langgestrecktes Wandlerelement, das nur ein erstes an einem der zwei Stützteile abgestütztes Ende hat, und ein zweites langgestrecktes Wandlerelement, das nur ein erstes, an dem anderen Stützteil abgestütztes Ende hat, montiert werden, wobei die Wandlerelemente parallel und nebeneinander angeordnet sind und in Phase arbeiten, daß zwischen den Wandlerelementen ein Zwischenteil angeordnet wird, das sich auf die zweiten Enden der Wandlerelemente stützt, und daß zwischen den zwei Stützteilen die zwei Wandlerelemente und das Zwischenteil, das die Längskräfte zwischen den zwei Wandlerelementen überträgt, axial vorgespannt werden.

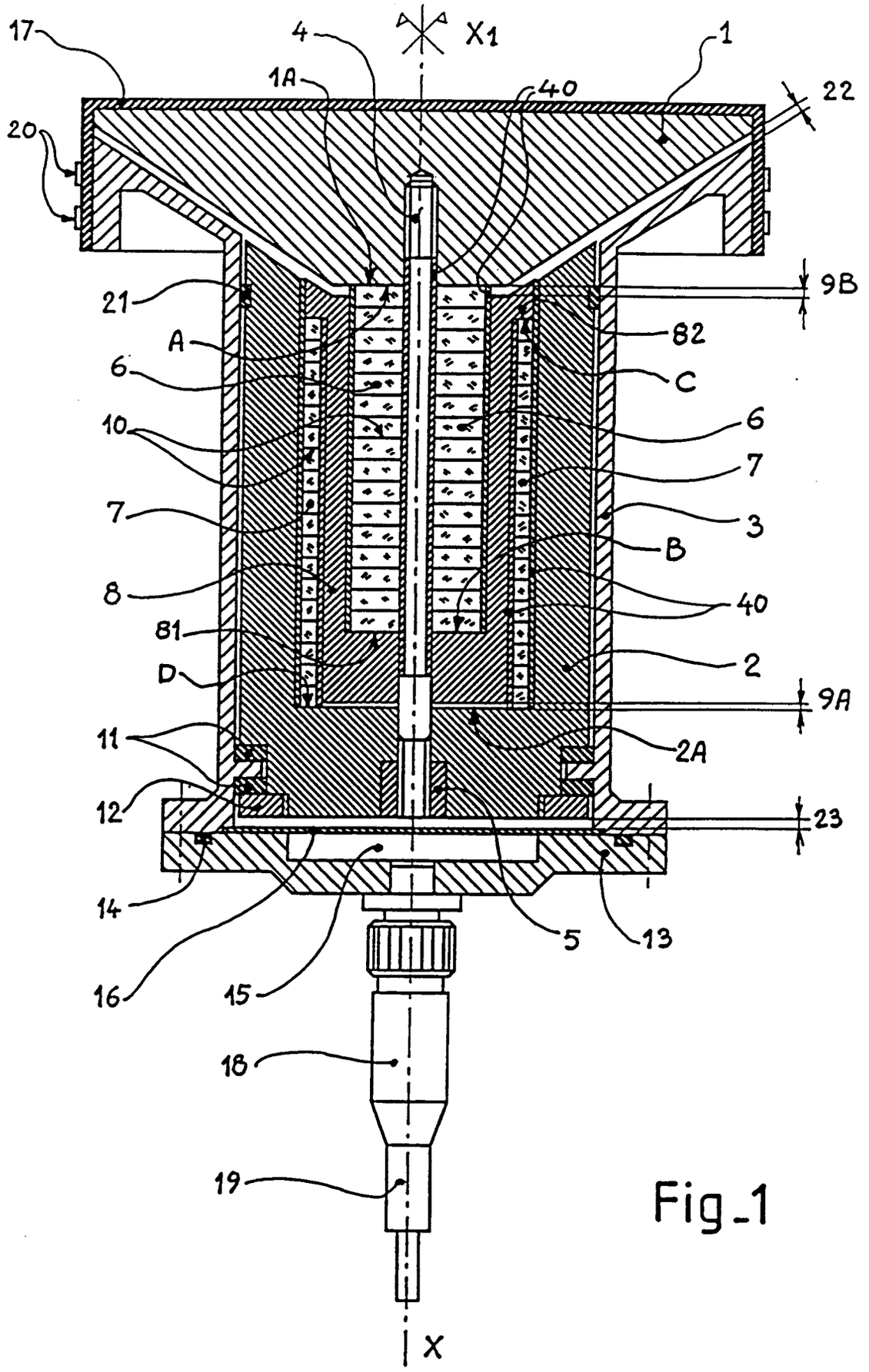

17
4
X1
1
1A
40
22
20
9B
21
82
A
C
6
6
10
7
7
3
B
8
40
81
2
D
9A
11
2A
12
23
14
5
13
16
15
18
19
X

Fig_1

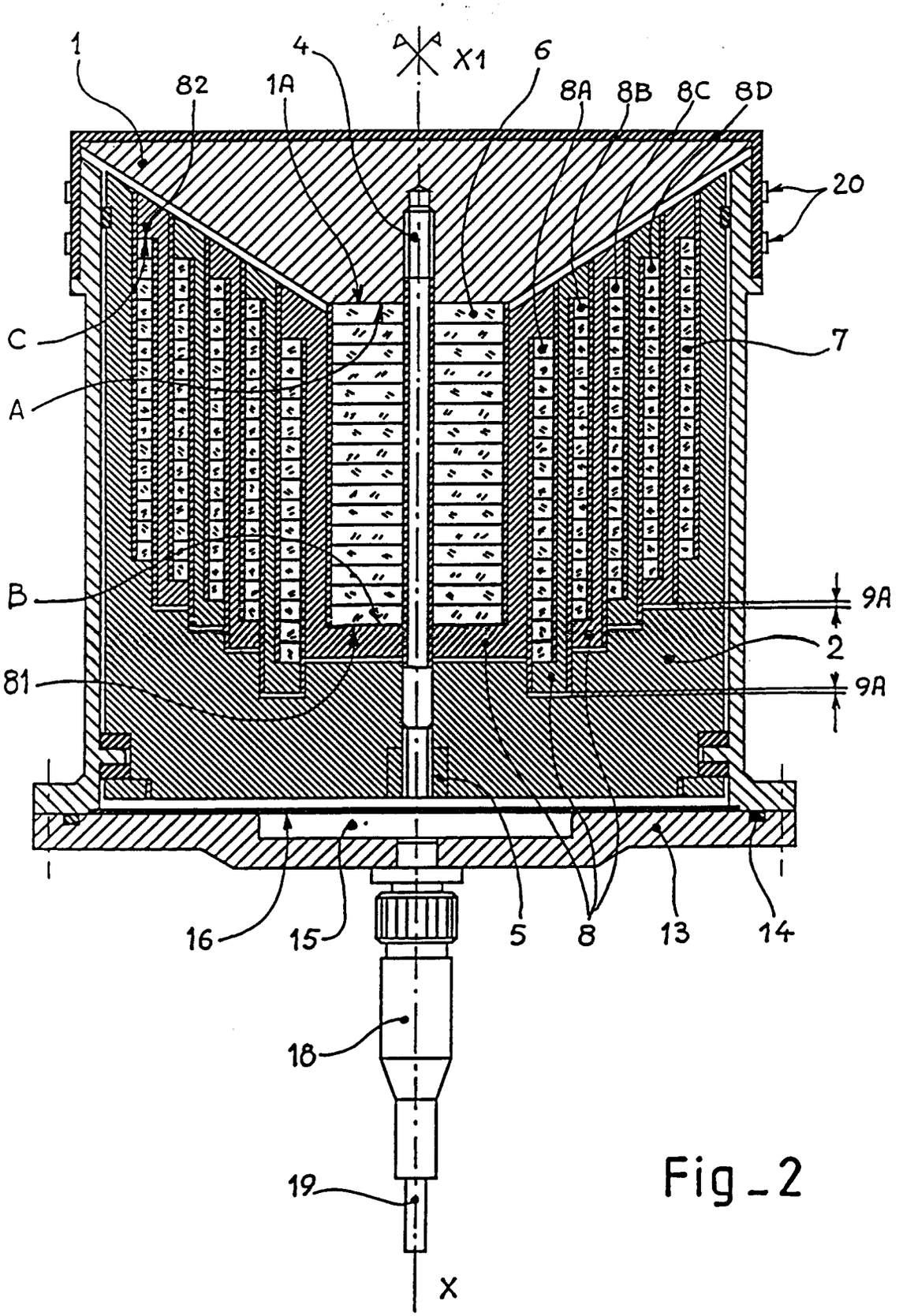


Fig_2

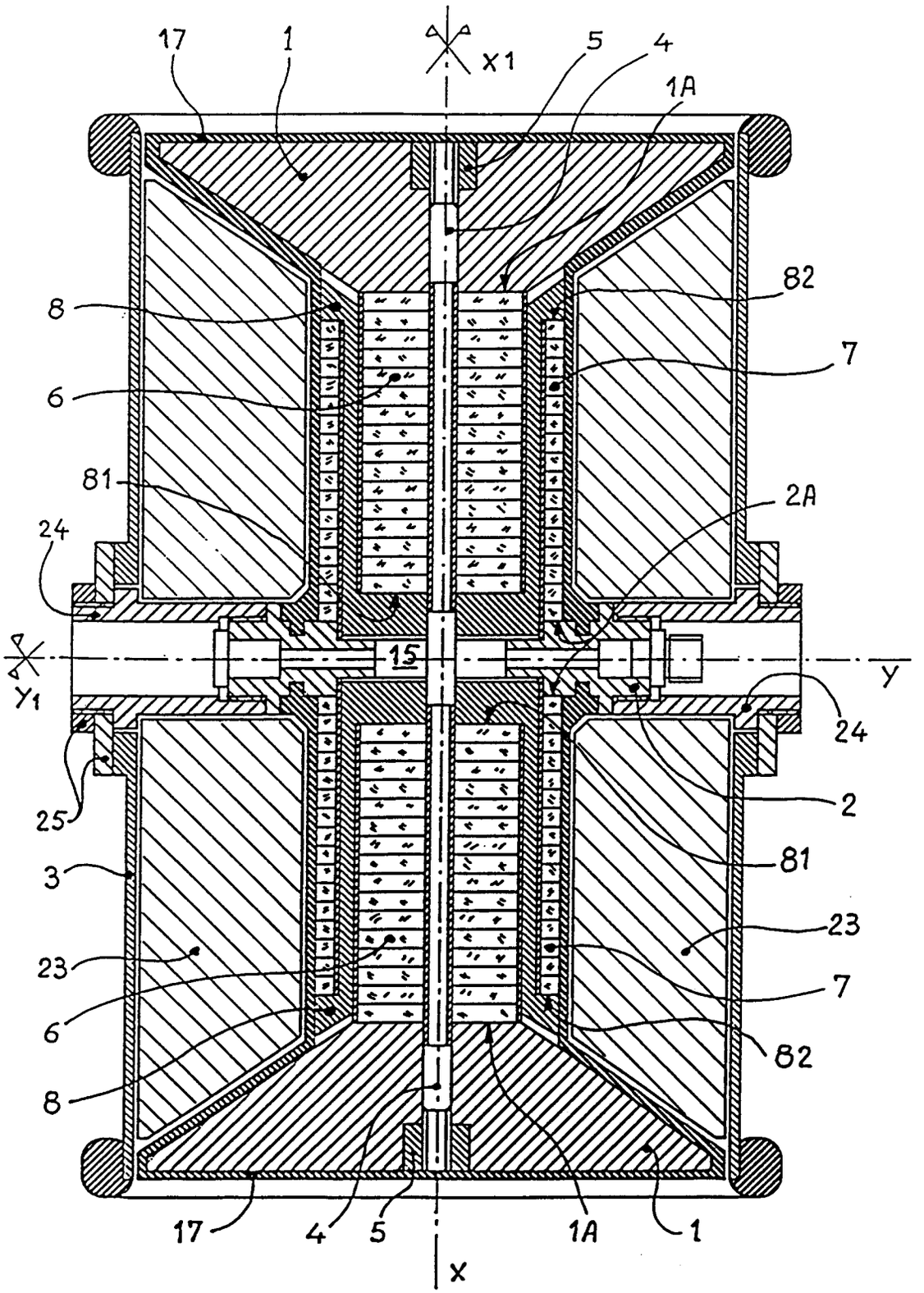

17
1
X1
5
4
1A
82
8
7
6
81
2A
24
Y1
15
Y
24
25
2
81
3
23
23
7
6
82
8
17
4
5
1A
1
X

Fig_3

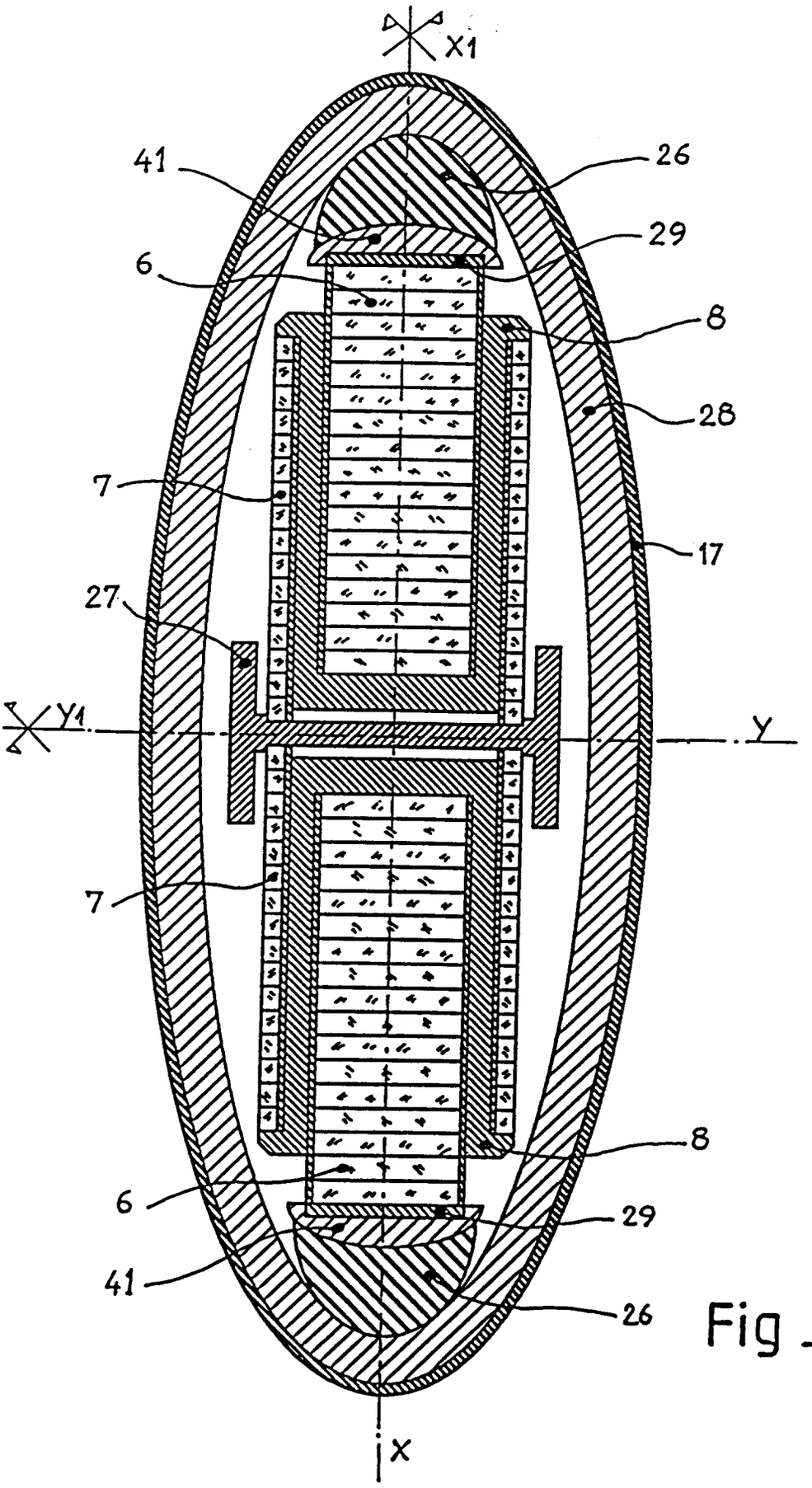


Fig_4

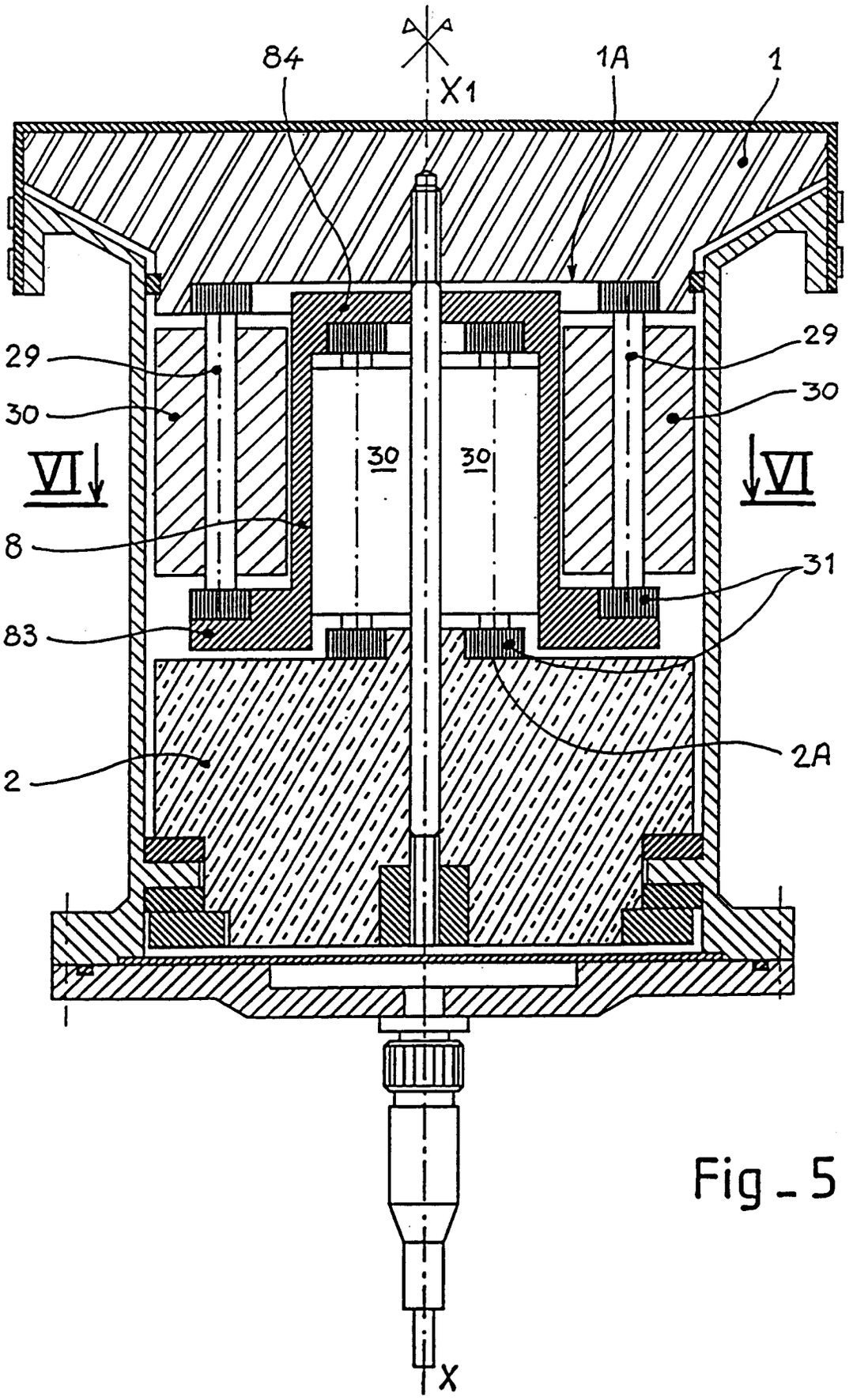


Fig_5

VI _ VI

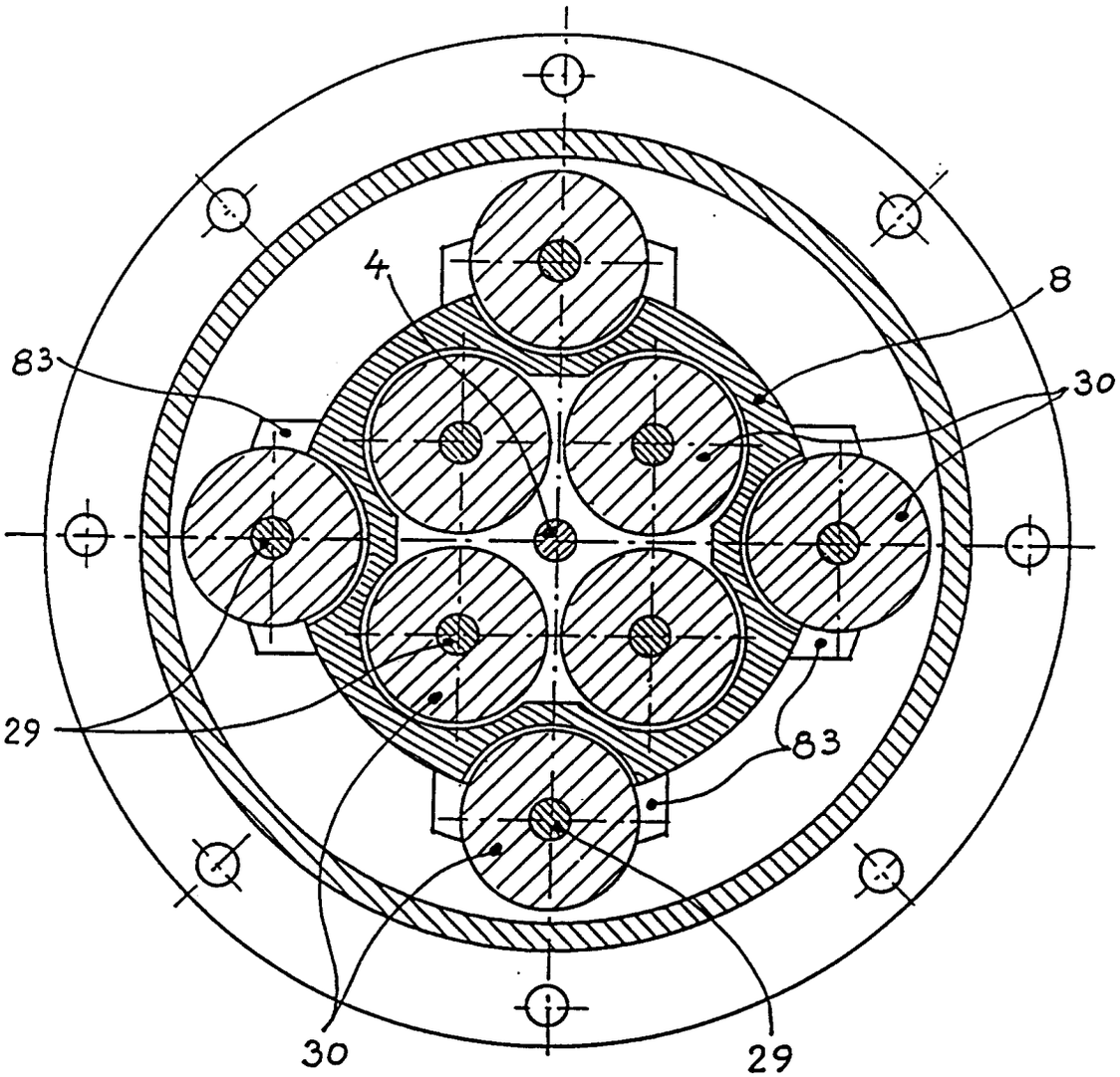


Fig _ 6