

(19)



(11)

EP 1 969 232 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
27.01.2016 Bulletin 2016/04

(51) Int Cl.:
F04B 43/04^(2006.01) F04B 43/00^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06831180.2**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/002596

(22) Date de dépôt: **28.11.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/063206 (07.06.2007 Gazette 2007/23)

(54) **CIRCULATEUR A MEMBRANE**

MEMBRANZIRKULATOR

DIAPHRAGM CIRCULATOR

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **30.11.2005 FR 0512182**

(43) Date de publication de la demande:
17.09.2008 Bulletin 2008/38

(73) Titulaire: **AMS R&D SAS**
60280 Venette (FR)

(72) Inventeur: **Jean-Baptiste Drevet**
75005 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Lavialle, Bruno François Stéphane**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 412 856 WO-A-80/02445
WO-A-2005/119062 FR-A- 2 744 769
US-A- 2 888 877

EP 1 969 232 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

[0001] La présente invention concerne un circulateur à membrane et plus généralement un dispositif par lequel une puissance mécanique est transformée en une puissance hydraulique, c'est-à-dire le produit d'un débit par une pression, pour un fluide liquide ou gazeux chargé ou non de particules ou pour tout matériau susceptible d'un écoulement (matériaux divisés, pulvérulents, fluidisés ou en émulsion...).

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] Il existe de nombreux types de pompes, aspirateurs, compresseurs, ventilateurs... qui accomplissent cette fonction. Récemment il est apparu une nouvelle technique pour assurer cette fonction - au moins pour un liquide - au moyen d'une membrane agissant comme un moyen de transformation intermédiaire - un média de transfert - d'une énergie mécanique (l'intégrale sur un intervalle de temps du produit d'une force par un déplacement) en une énergie hydraulique (l'intégrale sur le même intervalle du produit d'un débit par une pression), ce transfert passant par une énergie de déformation et cinétique de cette membrane, la déformation se propageant dans la membrane sous forme d'une ondulation et l'énergie correspondante étant progressivement transférée au fluide au contact duquel est la membrane.

[0003] Le document EP 880 650 illustre plusieurs modes de réalisation d'un tel circulateur de fluide en mettant en évidence certaines conditions à satisfaire pour qu'il y ait un transfert efficace d'énergie entre la membrane et le fluide conduisant à l'accroissement de l'énergie hydraulique du fluide. Ces conditions sont d'une part l'établissement d'une tension dans la membrane pour qu'il y ait une propagation des ondulations et d'autre part la présence de moyens de création d'un amortissement de l'amplitude de l'ondulation au cours de sa progression depuis un bord de la membrane où cette ondulation est engendrée par un actionneur mécanique jusqu'à un bord opposé.

[0004] Ce document enseigne, comme moyens de création de l'amortissement, des parois rigides dont l'écartement est décroissant depuis l'orifice d'admission jusqu'à l'orifice d'échappement du fluide traité par le circulateur.

[0005] De nombreux travaux ont été menés sur ce nouvel appareil afin de mieux caractériser les phénomènes mis en jeu qui n'avaient jamais été explorés auparavant et d'optimiser les paramètres qui régissent ces phénomènes. Ces travaux ont notamment permis de mieux cerner les conditions à satisfaire récitées de manière restrictive dans le document EP 880 650 qui d'ailleurs est le seul élément illustrant l'état antérieur de cette nouvelle technique.

[0006] C'est ainsi que les expériences ont montré que l'état de tension de la membrane est une variable qui est corrélée avec les caractéristiques mécaniques du maté-

riau de cette membrane. En réalité l'état initial de tension de la membrane au repos peut être égal à zéro si par exemple la membrane est dans un matériau, élastiquement déformable dans au moins une direction, associé à une géométrie telle qu'une déformation imposée à la membrane engendre une tension dans celle-ci, dans la direction susdite, qui permet la progression de cette déformation sous la forme d'une ondulation, le long de cette direction qui devient la direction de propagation. On appellera ce type de membrane, dans ce qui suit, une membrane possédant des moyens intrinsèques de création d'une tension. Il s'agira par exemple d'une membrane élastique discoïdale, pourvue ou non d'un orifice au centre, dans laquelle le bord extérieur demeure indéformé lors de son excitation par l'actionneur alors que la membrane au repos n'est pas tendue. Il peut également s'agir d'une membrane élastique plane dans laquelle les deux extrémités sont soumises à des forces qui s'opposent aux forces qu'imprime à la membrane le fluide dans lequel l'énergie est transférée. Grâce à la présence de ces forces, les conditions nécessaires à la propagation d'une déformation engendrée à une extrémité vers l'autre extrémité sont présentes.

[0007] On a également constaté qu'une membrane formée par une feuille plane au repos, indéformable en traction dans les directions de son plan, mais élastiquement déformable en flexion, par exemple autour d'un axe contenu dans ce plan, constitue un média permettant de fonctionner comme une membrane selon l'invention, si la membrane est soumise à une force de tension ou simplement de maintien, perpendiculaire ou présentant une composante perpendiculaire à l'axe autour duquel s'opère la flexion. Cette direction perpendiculaire est la direction de propagation.

[0008] Par ailleurs les investigations théoriques et expérimentales ont permis de préciser que l'on pouvait créer un amortissement forcé de l'amplitude de l'ondulation sans avoir nécessairement à faire décroître l'écartement des parois fixes entre lesquelles ondule la membrane. En effet une excitation de l'actionneur conduisant à l'application d'une force alternative ou d'un couple alternatif de forces de fréquence et d'amplitude données, à un bord de la membrane élastique placée dans un fluide en l'absence de parois l'encadrant, engendre des ondulations susceptibles de se propager le long de la membrane vers son bord opposé au bord excité avec une amplitude libre qui peut être caractérisée par des surfaces enveloppes de cette amplitude. Il faut considérer, pour se représenter ces surfaces enveloppes, une propagation d'ondes ou ondulations sans réflexion, c'est-à-dire dans le cas (théorique ou virtuel) où la membrane est de longueur infinie ou l'évolution de l'amplitude d'une ondulation première entre un premier instant après sa création et un second instant séparé du premier par un intervalle de temps relativement faible eu égard aux dimensions de la membrane. La forme de ces surfaces dépend de la nature de l'excitation du bord de la membrane. Ainsi, pour une excitation au moyen d'un action-

neur qui déplace le bord de la membrane, les surfaces enveloppes auront un profil en pavillon divergent ; dans le cas d'un actionneur transmettant un couple de forces au bord de la membrane, les surfaces auront plutôt le profil de deux courbes sécantes sur l'axe autour duquel est transmis le couple. Un amortissement forcé de cette ondulation est obtenu si des parois fixes entre lesquelles ondule la membrane sont placées entre (à l'intérieur de) ces surfaces enveloppes.

[0009] Cette condition n'emporte pas nécessairement une décroissance de leur écartement comme cela est décrit dans le document EP 880 650. On peut en effet constater, pour des géométries et des natures particulières de membranes, et notamment dans un fluide gazeux, que les courbes enveloppes divergent entre le bord excité et le bord opposé de la membrane, donc en réduisant simplement le degré de divergence on parvient à transférer une énergie hydraulique dans le fluide. Plus cette réduction est importante et plus on privilégiera la composante de pression dans cette énergie. La nature du matériau constituant la membrane ainsi que son homogénéité, ou son absence voulue d'homogénéité dans la direction de progression des ondulations, sont également des facteurs déterminant de la forme des surfaces enveloppes de l'amplitude d'une ondulation lors de sa propagation dans la membrane et donc sont des facteurs déterminant de la forme et de l'écartement relatif des parois rigides qui engendrent l'amortissement forcé de cette ondulation. En particulier, pour une membrane homogène, il est avantageux de prévoir son épaisseur décroissante dans la direction de propagation des ondulations. La courbe enveloppe d'une telle membrane amincie est plus divergente que pour une membrane d'épaisseur constante, toutes choses égales par ailleurs. On obtient du fait de cette géométrie de la membrane un fort taux d'amortissement puisque des parois fixes peuvent être très à l'intérieur de ces courbes enveloppes.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0010] L'ensemble de ces constatations et investigations expérimentales a permis de définir l'objet de l'invention comme un circulateur à membrane pour un matériau susceptible d'un écoulement, comprenant un corps de circulateur dans lequel est ménagé un circuit interne ayant au moins un orifice d'admission du matériau, une chambre de propulsion et au moins un orifice de refoulement de ce matériau, la chambre de propulsion étant à parois rigides entre lesquelles est placée une membrane déformable avec un bord voisin de l'orifice d'admission et un bord voisin de l'orifice de refoulement, la membrane formant le support d'une ondulation, tandis qu'un actionneur mécanique de la membrane est couplé à la membrane du côté de l'orifice d'admission pour appliquer au bord correspondant de la membrane une force alternative ou un couple de forces alternatives engendrant ladite ondulation, dans lequel les parois rigides du circulateur sont disposées à l'intérieur de surfaces enve-

loppes de l'amplitude libre de l'ondulation se propageant le long de la membrane, et dans lequel la membrane est associée par au moins l'un de ses bords à des moyens qui engendrent une tension dans la membrane au moins lors de la génération de l'ondulation de sorte qu'en fonctionnement, la tension régnant dans la membrane est plus élevée du côté de l'orifice de refoulement que du côté de l'orifice d'admission.

[0011] Cette variation de tension dans la membrane résulte de l'effet de troussage de la membrane par le fluide ayant acquis de l'énergie hydraulique tout au long de la chambre de propulsion.

[0012] Dans la définition ci-dessus du circulateur selon l'invention, il faut entendre par amplitude libre de l'ondulation, l'amplitude théorique ou virtuelle qui a été définie par les circulateurs de l'état de la technique (EP 880 650), c'est-à-dire ceux qui possèdent à la fois une chambre de circulation dont les parois convergent l'une vers l'autre de l'admission vers l'échappement et une membrane dans laquelle une tension est volontairement installée dans le sens de circulation du fluide. En revanche, cette définition concerne tous les circulateurs qui, tout en ayant une chambre de circulation à parois convergentes, ont une membrane dont la dimension dans le sens de propagation des ondulations est fixée par des moyens appropriés pour que dans la membrane, même sans tension initiale, l'allongement de la membrane accompagnant la création d'une ondulation soit génératrice d'une tension dans la direction de la propagation de l'ondulation, la membrane étant ou non en un matériau élastiquement déformable dans la direction de propagation. Il s'agit là de moyens intrinsèques d'établissement de cette condition de tension nécessaire à la propagation. Il existe d'autres exemples de ce type de moyens : un cadre dans le plan intérieur duquel s'étant la membrane, attelée aux traverses d'extrémité de ce cadre, soit par des moyens inextensibles si la membrane est élastique entre ces deux traverses, soit par des moyens extensibles si la membrane est inextensible entre les traverses (par exemple une feuille plane - métallique ou en matériau composite de synthèse - pouvant fléchir autour d'une direction de son plan). Une tension initiale peut être ou ne pas être installée au montage de la membrane dans le cadre. Ces dispositions peuvent se transposer au cas de membranes tubulaires douées d'une capacité d'extension radiale élastique.

[0013] Dans le cas d'une membrane en forme de disque, cette condition est satisfaite si le bord périphérique de la membrane est solidaire d'un cerclage indéformable, la membrane pouvant être pleine ou percée en son centre d'un orifice dont le bord est un moyen de contention du troussage de la membrane dans la direction de la propagation des ondulations. La caractéristique dimensionnelle de la membrane ne serait pas satisfaite si par exemple le bord du trou central de celle-ci était pourvu d'incisions radiales qui détruiraient la résistance à la dilatation de l'orifice.

[0014] Le cerclage indéformable extérieur de la membrane peut être constitué par un bourrelet de la membrane elle-même, indéformable en regard des efforts mis en jeu qui peuvent être faibles.

[0015] Il faut également entendre par « parois rigides » des parois qui peuvent posséder néanmoins une certaine souplesse dans l'absolu mais qui se comportent dans l'application comme des parois rigides à l'égard de toutes les autres matières intervenant dans l'appareil.

[0016] Dans un premier mode de réalisation de l'invention, une portion de la chambre de propulsion délimitée par le corps de circulateur et l'une des faces de la membrane est reliée à un orifice d'admission pour une alimentation externe en matériau à traiter, notamment à propulser, et à un orifice de refoulement lui-même relié à l'orifice d'admission de l'autre portion de la chambre de propulsion délimitée par le corps de circulateur et l'autre face de la membrane, cette autre portion aboutissant à l'orifice d'échappement du circulateur, les deux portions de chambre étant par ailleurs isolées l'une de l'autre.

[0017] Dans cette réalisation, on crée de chaque côté de la membrane un étage de circulation, ce qui permet toutes choses égales par ailleurs d'obtenir une performance en pression de la pompe plus importante ou, à performance égale de pouvoir choisir un matériau de membrane de module d'élasticité plus faible mais mieux approprié aux spécifications chimiques de l'application. En particulier, cette augmentation de performance peut être obtenue avec un encombrement inchangé.

[0018] Dans un autre mode de réalisation, le circulateur comporte une membrane discoïdale dont la périphérie extérieure est attelée à un équipement mobile d'excitation guidé le long d'un axe perpendiculaire au plan de la membrane par une colonne de guidage centrale solidaire du corps du circulateur. Cette forme d'organe d'excitation est avantageuse car elle concentre au niveau de l'axe central du circulateur toutes les fonctions de motorisation et de guidage, fonctions qui peuvent être assurées sous des dimensions réduites, ce qui permet de les obtenir à faible coût. La motorisation et le guidage des pièces mobiles sont en effet les fonctions les plus coûteuses du circulateur. Il est par exemple aisé de réaliser une motorisation au moyen d'un électroaimant à noyau plongeur avec un ressort de rappel, le noyau, coulissant sur la colonne de guidage, étant attelé à un étrier de sa liaison avec la périphérie de la membrane formant ainsi l'équipage mobile.

[0019] Dans une réalisation encore plus simple, l'équipage mobile comporte un aimant permanent annulaire autour de la colonne de guidage, formant noyau plongeur pour une bobine d'électroaimant et d'une armature disposées autour de l'aimant permanent.

[0020] Le circulateur selon l'invention peut présenter un corps sensiblement cylindrique qui définit plusieurs espaces de propulsion superposés, connectés en série entre un orifice d'admission et un orifice d'échappement, les membranes de chaque espace étant attelées par leur bord extérieur à un seul équipement mobile de motorisation.

On obtient ainsi dans un encombrement réduit, un circulateur qui peut fournir un fluide sous une pression importante.

[0021] Pour une autre application de l'invention, on aura prévu une structure dans laquelle le bord extérieur de la membrane (ou de son support) est pourvu de reliefs extérieurs qui constituent des organes de cisaillement du produit environnant à traiter. Pour augmenter l'efficacité de ce cisaillement qui devient un broyage, l'équipage mobile et la membrane sont animés d'un mouvement complémentaire continu ou alternatif de rotation autour de l'axe de guidage susdit.

[0022] Dans le but de fournir un circulateur silencieux, ce dernier comporte un générateur de vibrations pour engendrer dans le corps du circulateur une vibration de phase opposée à celle du déplacement alternatif de l'équipage mobile. En effet, le mouvement de l'équipage mobile est essentiellement alternatif, linéaire et sous une fréquence maîtrisée. Cette caractéristique se prête bien à la réalisation d'une isolation acoustique active. Le vibreur peut être de toute nature électromagnétique ou piézoélectrique.

[0023] Dans une autre forme de réalisation, la membrane est en forme de quadrilatère avec deux côtés opposés parallèles et le générateur de l'ondulation est un générateur d'un couple variable de forces alternatives.

[0024] Cette disposition est particulièrement adaptée aux membranes relativement légères, de faible densité surfacique, destinées à propulser un gaz à la manière d'un ventilateur. Dans cette application en effet, il est utile de privilégier le débit par rapport à la pression, donc de provoquer et de propager une ondulation d'amplitude importante. Le bord de la membrane opposé à celui excité est soumis à un maintien s'opposant à une variation de sa longueur sous l'effet des ondulations et au troussage de la membrane sous l'effet de l'action du fluide.

[0025] De nombreuses applications de ce circulateur d'air sont possibles. On mentionnera en particulier les appareils domestiques comme les sèche-mains ou les sèche-cheveux qui présenteront une forme tout à fait nouvelle par rapport à celle des appareils existants qui est dictée par la forme de révolution d'une turbine de soufflage de l'air.

[0026] Il faut également mentionner une application intéressante de ce circulateur dans le refroidissement de composants et cartes électroniques. Ceux-ci sont en effet de plus en plus puissants, concentrés par la miniaturisation dont ils font l'objet et installés dans tout calculateur comme un ordinateur personnel portable ou non, ou un calculateur embarqué dans un véhicule. Dans cette application l'une au moins des parois de la chambre de circulation forme radiateur pour le composant à refroidir. Elle est ainsi balayée par l'air propulsé dans cette chambre. Elle peut également être texturée avec des reliefs, des ailettes ou des nervures de petites tailles qui augmentent la surface d'échange.

[0027] Parmi les nombreuses autres applications du

circulateur de l'invention, on indiquera enfin celles dans lesquelles il constitue un organe de propulsion pour un engin, notamment nautique (flottant ou sous-marin), le circulateur étant solidaire par son corps de l'engin tandis que le fluide qui traverse la chambre de circulation et qui reçoit l'énergie de la membrane engendre une force de réaction qui propulse l'engin.

[0028] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après de plusieurs exemples de réalisation du circulateur.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0029] Il sera fait référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma illustrant une membrane selon l'invention et les courbes enveloppes de la propagation libre d'une ondulation sans réflexion, entretenue le long d'un de ses bords,
- la figure 2A illustre la notion d'amortissement forcé d'une membrane conforme à celle représentée à la figure 1, privilégiant le débit dans la puissance hydraulique,
- la figure 2B illustre l'allure de la courbe débit/pression correspondante,
- la figure 3A illustre la notion d'amortissement forcé d'une membrane conforme à celle représentée à la figure 1, privilégiant la pression dans la puissance hydraulique,
- la figure 3B illustre l'allure de la courbe débit/pression correspondante,
- les figures 4A et 4B sont deux coupes orthogonales passant par un axe central d'une géométrie de pompe mettant en oeuvre le circulateur selon l'invention
- les figures 5A et 5B sont les schémas en coupe illustrant deux variantes de réalisation d'une pompe à une membrane à deux étages de propulsion,
- la figure 6 est une vue en coupe d'un circulateur comportant plusieurs chambres de circulation en série sur le circuit de propulsion du fluide,
- la figure 7 est une vue schématique d'un circulateur conforme à l'invention appliqué au traitement d'effluents par pompage et broyage,
- la figure 8 est une vue schématique d'un ventilateur conforme à l'invention,
- la figure 9 illustre un mode de réalisation d'une membrane insérable dans un ventilateur,
- la figure 10 est un schéma illustrant une motorisation possible d'un ventilateur,
- la figure 11 illustre la fonction ventilation réalisée conformément à l'invention, appliquée au refroidissement d'un ensemble de composants électroniques.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

[0030] Au schéma de la figure 1, on a représenté une

membrane plane 1 en coupe ayant une extrémité (ou un bord) 2 soumise à une force 3 d'excitation mécanique alternative de cette extrémité 2, perpendiculaire au plan de la membrane 1, engendrée par un actionneur électromécanique. La membrane comporte un autre bord 4 de sorte qu'entre les deux bords est définie une direction de propagation 5 pour les ondulations engendrées par la force mécanique alternative 3.

[0031] Les bords 2 et 4 de la membrane peuvent être rectilignes ou circulaires concentriques. On mentionnera également les membranes de forme tubulaire dont les bords sont chacun à une extrémité d'un tube

[0032] Une tension de la membrane existante dans son état de repos ou née d'une résistance à son allongement sous l'effet de cette sollicitation mécanique est représentée par des forces 6a et 6b. Cette membrane, alors tendue, est le siège de la propagation de l'ondulation dans la direction de la tension.

[0033] Dans l'hypothèse où le bord 4 est à l'infini, avec une membrane d'épaisseur décroissante dans le sens 5 de la propagation et/ou en l'absence de réflexion de l'ondulation, l'amplitude libre théorique de l'ondulation va en augmentant depuis le bord 2 jusqu'au bord 4. L'amplitude est contenue entre les deux surfaces enveloppes de l'ondulation représentées à la figure 1 sous les références 7 et 8. Dans ce cas, le système accompagne un mouvement du fluide au voisinage de la membrane.

[0034] Si maintenant, comme illustré à la figure 2A, on contraint l'amplitude de l'ondulation de la membrane qui se propage entre les bords 2 et 4 à des valeurs plus faibles qu'à l'état libre, par des surfaces rigides 9 et 10 qui sont situées à l'intérieur des courbes enveloppes 7 et 8, il se produit un transfert d'énergie entre la membrane et le fluide qui se traduit par l'accroissement de l'énergie hydraulique du fluide représentée par la courbe de la pression en fonction du débit de la figure 1B. Cette énergie est transférée sur le parcours du fluide entre un orifice d'entrée 2a et un orifice de sortie 4a de l'espace confiné entre les parois. Dans le cas de la disposition des surfaces de la figure 2A, le système privilégie la composante débit dans l'énergie transférée au fluide comme le montre le graphique de la figure 2B. Il ne s'agit pas d'un transfert volumétrique de fluide comme la figure pourrait le laisser supposer. D'une manière générale, il existe un jeu entre les sommets des ondulations et les surfaces 9 et 10. Il est cependant possible que l'on souhaite établir un contact entre chaque sommet de l'ondulation et les parois fixes. Dans ce cas, la nature de la surface des parois sera fonction du rôle des contacts à réaliser (pour, par exemple, créer des écoulements particuliers du fluide dans la chambre de propulsion). L'énergie de déformation et cinétique de la membrane placée dans l'espace de circulation défini par les surfaces 9 et 10 se communique au fluide parce que l'amplitude de l'ondulation est contrainte à une valeur inférieure à sa valeur libre. Cette diminution de l'amplitude est accompagnée d'une variation de la longueur d'onde et permet le transfert d'énergie entre la membrane et le fluide.

[0035] Lorsque les parois 9 et 10 sont par exemple plus convergentes comme à la figure 3A, c'est la composante pression qui est dominante dans l'énergie transférée, comme le montre le graphe de la figure 3B.

[0036] Il faut remarquer qu'en fonctionnement, il se produit une sorte de trousseage de la membrane en direction de l'extrémité d'admission du fluide dont l'intensité est d'autant plus importante que l'énergie hydraulique acquise par le fluide est élevée. Cela se traduit par une variation des forces de tension de la membrane le long de la direction de propagation, la force 6b la plus élevée étant constatée au niveau de l'extrémité 4 de la membrane 1, voisine de l'orifice de refoulement 4a de la chambre de propulsion. Ainsi la tension dans la membrane n'est pas constante et l'une des conséquences de cette variation est, pour une membrane homogène, l'allongement de la longueur de l'ondulation entre l'admission et le refoulement. Dans les mêmes conditions la vitesse du fluide dans la chambre de circulation augmente de l'entrée 2a vers la sortie 4a de la chambre de circulation.

[0037] Le bord 2 de la membrane 1 peut être attelé à un générateur de couple de forces alternatives, imprimant à cette membrane non plus un déplacement linéaire alternatif comme dans l'exemple représenté mais un déplacement angulaire alternatif. De la même manière, cette sollicitation de la membrane engendre une ondulation du fait que la membrane est soumise aux mêmes conditions de tension intrinsèque ou extrinsèque.

[0038] Les figures 4A et 4B illustrent un mode de réalisation de l'invention sous la forme d'une pompe à membrane discoïdale. Le corps du circulateur ou de cette pompe est en deux parties. Une première partie 20 affecte la forme générale d'une coupelle avec un fond 21 et une jupe latérale 22, le fond 21 constituant l'une des parois rigides de la chambre de propulsion. Cette partie 20 est pourvue de deux embouts 23 et 24, l'embout 23 formant l'admission du circulateur et débouchant à la périphérie du fond 21 tandis que l'embout 24 est un embout de refoulement du circulateur, situé sur l'axe X de symétrie central de la partie 20 du corps de circulateur.

[0039] La partie ou coupelle 20 reçoit la deuxième partie 25 du corps du circulateur qui vient refermer l'ouverture de la jupe 22, cette deuxième partie 25 comprenant une paroi fixe 26 qui se place en regard de la paroi 21 de la première partie 20 pour délimiter la chambre de propulsion du fluide, cette partie ayant des extensions radiales 27 par lesquelles elle coopère avec la première partie 20 à l'intérieur de la jupe 22 pour fixer la position relative et l'écartement des deux parois 21 et 26 encadrant la chambre de propulsion. La liaison des deux parties 20 et 25 est assurée par tout moyen connu (bridage, collage, vissage, soudage...). La partie 25 comporte également dans l'axe de symétrie du circulateur, une colonne 28 centrale à l'opposé de l'embout 24 qui forme l'élément de guidage d'un équipement mobile décrit ci-après.

[0040] Entre les parois 21 et 26, la chambre de propulsion 29 contient une membrane élastiquement défor-

mable 30. Cette membrane 30 qui est en forme de disque possède un bourrelet périphérique 31 et un orifice central 32 limité par un bord 32a. Des orifices traversants 32b sont ménagés dans la membrane pour répartir le fluide admis de part et d'autre de cette membrane. Le bourrelet périphérique 31 constitue la racine de deux lèvres 33 et 34 souples de forme partiellement torique dont le bord libre est équipé de bourrelets cylindriques 33a, 34a qui referment de manière étanche la chambre de propulsion à la périphérie extérieure des parois fixes 21 et 26. Au niveau de l'embout 23, la liaison de la lèvre 34 avec la partie 20 du corps de circulateur laisse subsister un canal d'alimentation 35 faisant communiquer en permanence l'espace de la chambre de propulsion 29 compris entre les parois rigides 21 et 26 et l'espace intérieur de l'embout d'admission 23, en formant une chambre annulaire de répartition de l'admission dans la chambre de propulsion.

[0041] La deuxième partie 25 du corps du circulateur comporte autour de la colonne 28 une paroi cylindrique 36 qui forme le carter d'un organe électromagnétique comportant une bobine 37 dont l'axe est l'axe de révolution du circulateur et une armature 38 avec un entrefer 39. Aux bornes de l'entrefer 39, l'armature définit donc deux pôles qui s'inversent à chacune des inversions du courant électrique circulant dans l'enroulement 37. L'armature peut être réalisée en fer pur ou dans un matériau composite à base de poudre de fer-silicium dans une matrice en résine (connu sur le marché sous la marque SOMALLOY) ou être constituée par une structure feuilletée.

[0042] Le circulateur décrit comporte enfin un étrier 40 avec un noyau central 41 monté à coulissement sur la colonne 28 et équipé au droit de l'entrefer 39, d'un anneau 42 magnétisé de manière à présenter trois surfaces polaires cylindriques superposées notées NSN sur les figures. On indiquera que ce type d'anneau magnétisé peut être du genre plastoaimant, c'est-à-dire une matière magnétique finement divisée (poudre de ferrite, de terre rare - samarium -, de fer, de cobalt...) dans une matrice en matière plastique que l'on a, à la fabrication, magnétisée en contrôlant le sens de magnétisation. On peut concevoir l'aimant comme étant un assemblage d'aimants permanents et d'armatures appropriées.

[0043] Partant radialement du noyau 41, l'équipage mobile comporte des bras 43 qui le relient sous la jupe 36 au bourrelet 31 de la membrane 30. Ces bras sont visibles à la figure 4B alors que la figure 4A est une vue en coupe orthogonale à la précédente et passant par l'axe de révolution du circulateur. On notera que les bras 43 enserrant le bourrelet 31 par l'intermédiaire d'un anneau rigide 44 visible à la figure 4A. Les bras 43 passent entre les oreilles 27 de la deuxième portion 25 du corps du circulateur. On notera à la figure 4B que le plan de coupe passe par deux fentes de la jupe 36, fentes dans lesquelles les bras 43 peuvent librement évoluer.

[0044] On constate que la pompe représentée à ces figures 4A et 4B est d'une structure extrêmement simple. En effet elle comporte au maximum huit pièces, à savoir

un corps en deux parties, une membrane, un étrier, un aimant permanent, une armature en deux parties comme représentée à la figure 4A et un enroulement. On notera également que dans cette architecture, les composants les plus onéreux que sont l'aimant permanent, l'enroulement et son armature, sont de dimensions les plus réduites possibles afin d'obtenir le coût le plus bas. Les autres pièces sont des pièces amagnétiques et de préférence en matière plastique, la membrane étant dans un élastomère ou dans un silicone, ou dans toute matière synthétique appropriée, dont le prix de revient est extrêmement bas. Ainsi donc, l'architecture proposée à ces figures permet d'obtenir une pompe ou un circulateur très bon marché.

[0045] Le mode de réalisation représenté à la figure 5A est schématique et comporte une demi-vue à gauche, réalisée dans un plan de coupe similaire à celui de la figure 4B, alors que la demi-vue de droite est semblable au plan de coupe de la figure 4A. Dans cette réalisation, la partie motrice du circulateur est identique à celle précédemment décrite et les mêmes éléments portent les mêmes références. Ce circulateur comporte une membrane 50 dépourvue d'orifice central qui partage donc la chambre de propulsion délimitée par les deux parties du corps du circulateur, en deux parties 51 et 52. Les deux parties 53 et 54 du corps du circulateur sont telles que la partie 53 inférieure comporte un canal 55 d'alimentation débouchant dans la chambre annulaire 51a de distribution de l'admission du produit dans la partie 51 de la chambre de propulsion, l'échappement de cette partie 51 de chambre de propulsion étant relié à un canal 56 également ménagé ici dans la partie 53 du corps alors que la partie 54 du corps du circulateur comporte un canal 57 qui vient en communication avec le canal 56 pour conduire le produit de l'échappement de la partie de chambre 51 à la chambre de distribution périphérique 52a de l'admission de la partie de chambre 52. La partie de chambre 52 possède dans la partie de corps 54 un orifice d'échappement 58. Le canal 55 est relié d'une manière non représentée à une source de fluide tandis que l'orifice 58 présente, également non représentés, les moyens de sa connexion à une canalisation d'évacuation du fluide sous pression.

[0046] Dans ce mode de réalisation, on comprend que le fluide admis par le canal 55 dans la partie de chambre 51 est mis en circulation et subit une première élévation de pression puis subit une deuxième élévation de pression dans la partie de chambre de propulsion 52. Il se produit donc pour un même débit de fluide une double élévation de pression. Comme dans la réalisation précédente, l'alimentation électrique alternative de l'enroulement 37 conduit à un mouvement alternatif de l'étrier 40 et donc une excitation alternative du bord extérieur 59 de la membrane 50 perpendiculairement à son plan moyen. Dans cette réalisation comme dans la réalisation précédente, le nombre de pièces constitutif de la pompe ou du circulateur est très faible, d'où un prix de revient très bon marché. En outre, toutes choses égales par

ailleurs au point de vue dimensionnel, cette réalisation permet d'obtenir une pression de sortie du fluide traité plus importante que celle obtenue avec la réalisation précédente.

[0047] A la figure 5B, on a représenté une variante de réalisation de la figure précédente. La communication entre l'échappement de la partie de chambre 51 et la partie de chambre 52 est réalisée par un canal interne à la membrane 50 et référencé 56a, 56b et 56c. Il peut exister plusieurs conduits radiaux en étoile dans l'épaisseur de la membrane. Il peut y avoir avantage à retenir cette variante de réalisation en termes de gamme de circulateurs dans laquelle, pour une dimension, il suffit de changer la membrane pour disposer d'un circulateur de caractéristiques différentes. Pour une réalisation aisée de cette membrane à canaux internes, on mentionnera la possibilité de la réaliser en deux parties. Une première partie, en forme de disque, comporte un orifice central traversant et l'autre, aussi en forme de disque, lui est superposée et comporte des orifices périphériques traversants et des reliefs sur sa face tournée vers la première partie de membrane, définissant avec celle-ci des canaux radiaux reliant les orifices périphériques de la première partie (admission) à l'orifice central de la deuxième partie (échappement) en sandwich entre les deux parties réunies par tout moyen approprié.

[0048] La figure 6 illustre une réalisation d'un circulateur possédant deux étages séparés de propulsion du fluide traité avec deux membranes. Le corps 60 du circulateur à deux étages comporte trois parties 61, 62, 63. La partie 61 définit avec la partie 62 les parois d'une première chambre de propulsion 65 dont l'orifice d'admission est noté 66. La partie 62 possède un orifice d'échappement central 67 qui aboutit sous un répartiteur 64 rapporté sur la partie 62, ce répartiteur 64 formant l'une des parois rigides de la deuxième chambre de propulsion 68 délimitée par ailleurs par la troisième partie 63 du corps de circulateur. Le répartiteur 64 permet par des canaux radiaux 69 de conduire le fluide provenant de l'orifice d'échappement 67 dans une seconde chambre d'admission 70 pour la seconde chambre de propulsion 68, laquelle débouche dans un orifice d'échappement général 71. Les parties 61, 62, 63 du corps de circulateur ainsi que le répartiteur 64 sont fixées les unes aux autres par exemple par collage, par soudure ou par tout autre moyen connu.

[0049] La partie 61 du circulateur comporte comme dans les exemples précédents, une colonne de guidage 28 pour un moteur possédant les mêmes éléments que décrits précédemment avec les mêmes références. C'est ainsi que dans le cas particulier de la figure 6 l'étrier 43 est attelé à deux couronnes rigides 72, 73 superposées qui sont respectivement reliées à la périphérie des membranes 74 et 75. Les couronnes 72 et 73 peuvent osciller parallèlement à la direction de l'axe géométrique de révolution du circulateur et elles traversent le corps du circulateur par l'intermédiaire de voiles souples 76 et 77 qui isolent l'un de l'autre les deux étages du circulateur.

[0050] On comprend que le fluide admis en 66 est entraîné dans la chambre de propulsion 65 par la membrane 74 ondulante pour être refoulé au travers de l'orifice d'échappement 67 et par les canaux radiaux 69 pour atteindre la chambre 70 d'admission du deuxième étage de propulsion du fluide et par là être traité par la membrane oscillante 75 et ressortir du circulateur par l'orifice d'échappement 71.

[0051] L'exemple représenté à la figure 6 n'est pas limitatif et ce n'est pas sortir du cadre de l'invention que de prévoir d'autres étages dans lesquels le même débit de fluide, issu des étages précédents voit sa pression à nouveau élevée dans une ou plusieurs chambres de propulsion supplémentaires. Il faudra bien entendu adapter la puissance de l'élément moteur aux performances requises du circulateur ainsi construit.

[0052] A la figure 7 on a représenté une variante de réalisation du circulateur représenté aux figures 4A et 4D. On y retrouve certains des éléments déjà décrits avec les mêmes références. Ici la membrane est dépourvue des lèvres 33 et 34 et la chambre de distribution annulaire 78 de la chambre de propulsion est délimitée autour de la périphérie de la membrane 30 par un manchon 79 solidaire de la périphérie de la membrane 30 et de l'équipage moteur, coulissant le long de la colonne 28 et formant une paroi interne mobile de la chambre annulaire 78 de distribution de l'admission de la chambre de propulsion 29. Ce manchon comporte sur sa surface externe supérieure tournée vers la chambre 78, des reliefs 79a qui constituent des moyens de broyage du contenu de la chambre 78 du fait de leur mouvement alternatif dans cette chambre. L'équipage moteur peut également comporter un moyen électromagnétique, formé d'un bobinage 79b et d'un noyau en aimant permanent 79c, qui anime le manchon, la membrane et les reliefs d'un mouvement rotatif autour de la colonne 28, accroissant ainsi l'efficacité du broyage. Cette rotation, qui peut être continue, pas-à-pas, alternative..., se rajoute au mouvement alternatif linéaire du manchon le long de la colonne 28.

[0053] A la figure 8, on a représenté schématiquement un circulateur d'air 80 conforme à l'invention. La membrane 81 utilisée dans ce circulateur d'air est solidaire par l'un des ses bords d'extrémité d'une palette 82 susceptible d'être animée d'un mouvement rotatif oscillant par un moteur 83. La palette 82 applique donc un couple de forces alternatives sur la membrane, ce qui permet d'introduire dans la membrane une énergie presque exclusivement de déformation. Les parois du circulateur 80 définissent ici une chambre de circulation dont deux côtés convergent depuis un orifice d'admission 84 de l'air à propulser jusqu'à un orifice d'échappement 85.

[0054] Sur ce schéma, on a représenté un moyen par exemple magnétostatique (un aimant 87 attiré par une armature 86) de maintien de la membrane 81 formant le moyen nécessaire à l'établissement d'une tension extrinsèque de la membrane et résistant à sa tendance au troussage.

[0055] Un tel ventilateur ou soufflante d'air est très

avantageux parce qu'il ne comporte que très peu de pièces constitutives. En outre, son débit est important, les expériences l'ont montré, en comparaison de son encombrement général. Son rendement est avantageux car il n'y a pas de pertes de charges internes liées au changement de direction du flux d'air. Enfin, le bruit engendré par ce ventilateur est incomparablement moins élevé que celui constaté sur les ventilateurs du marché que sont par exemple les sèche-cheveux ou les sèche-mains du fait notamment d'une fréquence basse de fonctionnement.

[0056] A la figure 9, on a représenté un ensemble de membrane pour ventilateur, comprenant un cadre 90 dans lequel est maintenue une membrane 91. Plusieurs cas peuvent être envisagés. La membrane est en un matériau élastique et le cadre est rigide : la membrane est tendue lors de sa pose. La membrane est non élastique et le cadre est fléchi comme un arc dont la membrane serait la corde. La membrane est non élastique et le cadre est rigide : les moyens de liaison 92 de la membrane au cadre sont élastiques. Dans le cas d'une membrane non élastique, cette dernière, plane au repos par exemple, est inextensible dans toutes ou certaines des directions de son plan mais la membrane reste souple pour pouvoir fléchir autour d'un axe de ce plan. D'autres réalisations sont possibles en combinant les rigidités et les élasticités des moyens décrits de différentes autres manières.

[0057] La figure 10 illustre schématiquement un générateur de couple de forces alternatives, associé à une membrane 91 portée par un cadre 90. Ce générateur comporte une armature 93 fixe (solidaire d'un bâti non représenté dont est également solidaire le cadre 90) à l'intérieur de laquelle est logé un aimant permanent 94. Dans l'entrefer entre l'armature et l'aimant, une bobine 95 est logée de sorte à pouvoir osciller sous l'effet d'un courant alternatif qui la parcourt. Cette oscillation est transmise à la membrane par des bras 96, forçant ainsi une oscillation de la membrane à l'une de ses extrémités. Cette membrane est disposée entre deux flasques comme le montre le schéma de la figure 8.

[0058] Un exemple d'application d'un ventilateur selon l'invention est illustré par la figure 11. Cette figure représente un composant électronique 100 dont une des faces est de manière connue, pourvue d'un radiateur de dissipation de la chaleur produite lors de son fonctionnement. Ce radiateur est, selon l'invention, conformé en un tunnel avec deux flasques 101 et 102. Ce tunnel constitue le corps d'un ventilateur conforme à l'invention, dans lequel est logée une membrane 91 comme celle représentée à la figure 9, et motorisée avec un moteur du genre de celui représenté à la figure 10. Les surfaces du radiateur faisant face à la membrane seront de préférence rainurées pour augmenter les surfaces d'échange entre le radiateur et l'air propulsé par le circulateur. On comprend que tout le corps du circulateur d'air peut réaliser cette fonction de radiateur, architecture qui conduit à un ventilateur très compact et surtout ultraplât.

[0059] En revenant à la figure 4B, on remarquera la

présence sous la paroi 26 de la partie 25 du corps 20 du circulateur d'un excitateur 97, par exemple un vibreur piézo-électrique ou électromécanique, capable de créer dans le corps du circulateur une vibration d'amplitude réglable et de phase opposée au mouvement alternatif de l'équipage mobile constitué par l'étrier 43, l'aimant permanent et la membrane 30. Grâce à cet organe de vibration, on peut réaliser une isolation acoustique active qui permet de rendre le circulateur silencieux. Cette disposition ouvre le champ des applications des circulateurs à tous les domaines dans lequel le bruit est un facteur important. On mentionnera tout particulièrement les pompes d'aquarium domestique.

[0060] On mentionnera en dernier lieu un champ d'application important du circulateur selon l'invention. Il s'agit de son emploi à titre de propulseur. On comprend en effet par exemple en regard de la figure 8, que si l'on fixe le corps du circulateur 80 à la coque d'une embarcation quelconque, la circulation provoquée entre l'ouverture 84 d'entrée du fluide dans le circulateur et sa sortie au travers de l'ouverture 85 d'échappement, engendre une force de réaction sur la coque qui, si ce fluide est un liquide par exemple de l'eau, va propulser le corps du circulateur et donc le corps qui lui est associé en sens inverse des flèches représentées à la figure. Le circulateur selon l'invention peut donc constituer un moyen de propulsion pour tout engin nautique, qu'il soit flottant ou submersible.

Revendications

1. Circulateur à membrane pour un matériau susceptible d'un écoulement, comprenant un corps de circulateur dans lequel est ménagé un circuit interne ayant au moins un orifice d'admission (2a) du matériau, une chambre de propulsion et au moins un orifice (4a) de refoulement de ce matériau, la chambre de propulsion étant à parois rigides (9;10) entre lesquelles est placée une membrane (1) déformable avec un bord (2) voisin de l'orifice (2a) d'admission et un bord (4) voisin de l'orifice (4a) de refoulement, la membrane formant le support d'une ondulation, tandis qu'un organe d'excitation mécanique alternative de la membrane est couplé à la membrane du côté de l'orifice d'admission (2a) pour transmettre au bord correspondant de la membrane une énergie mécanique engendrant ladite ondulation, **caractérisé en ce que** les parois rigides (9;10) du circulateur sont disposées à l'intérieur de surfaces enveloppes (7;8) de l'amplitude libre de l'ondulation se propageant le long de la membrane (1), et **en ce que** la membrane (1) est associée par au moins l'un de ses bords à des moyens ayant pour effet l'établissement d'une tension (6a;6b) dans la membrane au moins lors de la génération de l'ondulation de sorte qu'en fonctionnement, cette tension régnant dans la membrane est variable entre une valeur supérieure (6b)

du côté de l'orifice (4a) de refoulement et une valeur inférieure (6a) du côté de l'orifice (2a) d'admission.

2. Circulateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une première portion (51) de la chambre de propulsion, délimitée par le corps (53) du circulateur et l'une des faces de la membrane (50), est reliée à un orifice d'admission pour une alimentation externe en matériau à traiter et à un orifice de refoulement lui-même relié à un orifice d'admission d'une seconde portion (52) de la chambre de propulsion, délimitée par le corps (54) du circulateur et l'autre face de la membrane (50), cette autre portion aboutissant à l'orifice de refoulement (58) du circulateur, les deux portions (51;52) de chambre étant par ailleurs isolées l'une de l'autre.
3. Circulateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la liaison entre le refoulement de la première portion (51) et l'admission de la seconde portion (52) est assurée par des canaux (56) internes au corps (53;54) du circulateur.
4. Circulateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la liaison entre le refoulement de la première portion (51) et l'admission de la seconde portion (52) est assurée par des canaux (56a ;56b ;56c) internes à la membrane (50) du circulateur.
5. Circulateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comporte une membrane discoïdale (30) dont la périphérie extérieure est attelée à un équipage mobile (40) d'excitation mécanique alternative linéaire, guidé le long d'un axe perpendiculaire au plan de la membrane par une colonne (28) de guidage central solidaire du corps du circulateur.
6. Circulateur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'équipage mobile (40) comporte un aimant permanent (42) annulaire autour de la colonne de guidage (28) formant noyau plongeur pour une bobine (37) d'électroaimant dans une armature fixe (38) disposée autour de l'aimant permanent (42).
7. Circulateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps du circulateur présente plusieurs espaces de propulsion superposés (65, 68) connectés en série entre un orifice d'admission (66) et un orifice de refoulement (71), les membranes (74, 75) de chaque espace étant attelées par leur bord extérieur à un seul équipage mobile (40).
8. Circulateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'équipage mobile comprend un manchon (79) autour de la membrane (30) comportant des reliefs (79a) de broyage du pro-

duit à traiter situé dans l'espace de circulation au voisinage de l'orifice d'admission.

9. Circulateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un générateur de vibrations (97) pour engendrer dans le corps du circulateur une vibration de phase opposée à celle du déplacement alternatif de l'équipage mobile (40).
10. Circulateur selon la revendication 1, dans lequel la membrane (81) est une lame en forme de quadrilatère avec deux côtés opposés parallèles, **caractérisé en ce que** le générateur de déformations est un générateur de couple de forces alternatives (82;93;94;95).
11. Circulateur selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le bord de la membrane (91) voisin du générateur de déformations (82;93;94;95) et celui opposé à ce dernier sont attelés à un bâti (90) en forme de cadre coopérant avec la membrane (91) pour assurer la tension nécessaire à la propagation des ondulations.
12. Circulateur selon l'une des revendications 10 à 11, **caractérisé en ce que** la membrane est de contour trapézoïdal.
13. Circulateur selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce qu'**au moins l'une des parois du corps (101) délimitant la chambre de propulsion, forme paroi d'échange thermique présentant une surface d'échange balayée par le matériau circulant.
14. Circulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le corps est solidaire d'un engin à propulser dans un milieu dont une partie constitue le matériau susceptible d'écoulement susdit traversant la chambre de propulsion du circulateur.

Patentansprüche

1. Membranzirkulator für ein zum Fließen geeignetes Material, umfassend ein Zirkulatorgehäuse, in dem ein innerer Kreis ausgebildet ist, der mindestens eine Einlassöffnung (2a) für das Material, eine Antriebskammer und mindestens eine Auslassöffnung (4a) für dieses Material hat, wobei die Antriebskammer starre Wände (9; 10) hat, zwischen denen eine verformbare Membran (1) mit einem Rand (2) nahe der Einlassöffnung (2a) und einem Rand (4) nahe der Auslassöffnung (4a) angeordnet ist, wobei die Membran den Träger für eine Welle bildet, während ein Organ für eine mechanische wechselnde Erregung

der Membran mit der Membran auf der Seite der Einlassöffnung (2a) gekoppelt ist, um auf den entsprechenden Rand der Membran eine mechanische Energie zu übertragen, die die genannte Welle erzeugt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die starren Wände (9; 10) des Zirkulators im Inneren von Umhüllungsflächen (7; 8) zur Umhüllung der freien Amplitude der Welle angeordnet sind, die sich entlang der Membran (1) ausbreitet, und dass die Membran (1) über mindestens einen ihrer Ränder mit Mitteln verbunden ist, die die Erzeugung einer Spannung (6a; 6b) in der Membran zumindest während der Erzeugung der Welle zur Folge haben, derart, dass im Betrieb diese in der Membran herrschende Spannung zwischen einem oberen Wert (6b) auf der Seite der Auslassöffnung (4a) und einem unteren Wert (6a) auf der Seite der Einlassöffnung (2a) variabel ist.

2. Zirkulator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Abschnitt (51) der Antriebskammer, der von dem Gehäuse (53) des Zirkulators und einer der Seiten der Membran (50) begrenzt ist, mit einer Einlassöffnung für eine externe Versorgung mit zu behandelndem Material und mit einer Auslassöffnung verbunden ist, die selbst mit einer Einlassöffnung eines zweiten Abschnitts (52) der Antriebskammer verbunden ist, der von dem Gehäuse (54) des Zirkulators und der anderen Seite der Membran (50) begrenzt ist, wobei dieser andere Abschnitt in die Auslassöffnung (58) des Zirkulators mündet, wobei die beiden Kammerabschnitte (51; 52) ferner zueinander isoliert sind.
3. Zirkulator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung zwischen dem Auslass des ersten Abschnitts (51) und dem Einlass des zweiten Abschnitts (52) durch im Inneren des Gehäuses (53; 54) des Zirkulators ausgebildete Kanäle (56) sichergestellt ist.
4. Zirkulator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung zwischen dem Auslass des ersten Abschnitts (51) und dem Einlass des zweiten Abschnitts (52) durch im Inneren der Membran (50) des Zirkulators ausgebildete Kanäle (56a; 56b; 56c) sichergestellt ist.
5. Zirkulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine diskoidale Membran (30) umfasst, deren Außenumfang an einer beweglichen Einrichtung (40) zur linearen mechanischen wechselnden Erregung gekoppelt ist, die entlang einer Achse, die senkrecht zur Ebene der Membran ist, mittels einer zentralen Führungssäule (28) geführt ist, die fest mit dem Gehäuse des Zirkulators verbunden ist.

6. Zirkulator nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Einrichtung (40) einen ringförmigen Dauermagneten (42) um die Führungssäule (28) herum umfasst, der einen Tauchkern für eine Magnetspule (37) in einem festen Anker (38) bildet, der um den Dauermagnet (42) herum angeordnet ist.
7. Zirkulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse des Zirkulators mehrere übereinander angeordnete Antriebsräume (65, 68) aufweist, die zwischen einer Einlassöffnung (66) und einer Auslassöffnung (71) in Reihe verbunden sind, wobei die Membranen (74, 75) jedes Raums über ihren Außenrand an eine einzige bewegliche Einrichtung (40) gekoppelt sind.
8. Zirkulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Einrichtung eine Hülse (79) um die Membran (30) herum umfasst, die Erhebungen (79a) zum Zerkleinern des zu behandelnden Produkts umfasst, das sich in dem Zirkulationsraum nahe der Einlassöffnung befindet.
9. Zirkulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Schwingungserzeuger (97) umfasst, um in dem Gehäuse des Zirkulators eine Schwingung mit einer Phase zu erzeugen, die der der Wechselbewegung der beweglichen Einrichtung (40) entgegengesetzt ist.
10. Zirkulator nach Anspruch 1, wobei die Membran (81) eine Lamelle in Form eines Vierecks ist, mit zwei gegenüberliegenden parallelen Seiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Generator für die Verformungen ein Generator (82; 93; 94; 95) zur Erzeugung eines Wechselkräftepaars ist.
11. Zirkulator nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand der Membran (91) nahe dem Generator (82; 93; 94; 95) für Verformungen und derjenige, der diesem letztgenannten gegenüberliegt, an ein Gestell (90) in Form eines Rahmens gekoppelt sind, das mit der Membran (91) zusammenwirkt, um die für die Ausbreitung der Wellen erforderliche Spannung sicherzustellen.
12. Zirkulator nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran eine trapezförmige Kontur hat.
13. Zirkulator nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Wände des Gehäuses (101), die die Antriebskammer begrenzt, eine Wärmetauschwand bildet, die eine von dem zirkulierenden Material überspülte Aus-

tauschfläche aufweist.

14. Zirkulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse fest mit einem anzutreibenden Gerät in einer Umgebung verbunden ist, von der ein Teil das oben genannte zum Fließen geeignete Material darstellt, das die Antriebskammer des Zirkulators durchfließt.

Claims

1. Diaphragm circulator for a flowable material, comprising a circulator body wherein an internal circuit is arranged, which has at least one inlet port (2a) for the material, one propulsion chamber and at least one discharge port (4a) for this material, the propulsion chamber having rigid walls (9, 10) between which a deformable diaphragm (1) is placed, with one edge (2) adjacent to the inlet port (2a) and one edge (4) adjacent to the discharge port (4a), the diaphragm forming the support for a ripple, while a reciprocating mechanical excitation device for the diaphragm is connected to the diaphragm on the inlet port side (2a), in order to transmit mechanical energy generating said ripple to the corresponding edge of the diaphragm, **characterised in that** the rigid walls (9; 10) of the circulator are arranged inside of envelope surfaces (7; 8) of the free amplitude of the ripple propagating along the diaphragm (1), and **in that** the diaphragm (1) is associated, via at least one of the edges thereof, with means having the effect of creating tension (6a; 6b) in the diaphragm, at least during generation of the ripple, whereby, during operation, this prevailing tension in the diaphragm is variable between an upper value (6b) on the discharge port side (4a) and a lower value (6a) on the inlet port side (2a).
2. Circulator of claim 1, **characterised in that** a first portion (51) of the propulsion chamber, defined by the circulator body (53) and one of the faces of the diaphragm (50), is connected to an inlet port for an external supply of a material being treated, and to a discharge port which is itself connected to the inlet port of a second portion (52) of the propulsion chamber, defined by the circulator body (54) and the other face of the diaphragm (50), this other portion terminating at the circulator discharge port, the two chamber portions (51; 52) being otherwise separated from one another.
3. Circulator of claim 2, **characterised in that** the connection between the discharge port of the first portion (51) and the inlet port of the second portion (52) is ensured by conduits (56) inside of the circulator body (53; 54).

4. Circulator of claim 2, **characterised in that** the connection between the discharge port of the first portion (51) and the inlet port of the second portion (52) is ensured by conduits (56a; 56b; 56c) inside of the diaphragm (50) of the circulator. 5
5. Circulator as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a disk-shaped diaphragm (30) the outer periphery of which is attached to a moving linear reciprocating mechanical excitation assembly (40), which is guided along an axis perpendicular to the plane of the diaphragm by a centre guide column (28) integral with the circulator body. 10
6. Circulator of claim 5, **characterised in that** the moving assembly (40) comprises an annular permanent magnet (42) surrounding the guide column (28), which forms the plunger core for a magnet coil inside a stationary armature (38) arranged around the permanent magnet (42). 15
7. Circulator as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the circulator body has several superimposed propulsion spaces (65, 68) connected in series between an inlet port (66) and a discharge port (71), the diaphragms (74, 75) of each space being attached via the outer edge thereof to a single moving assembly (40). 20
8. Circulator as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the moving assembly includes a sleeve (79) around the diaphragm (30), comprising relief surfaces (79a) for grinding the product being treated, which is situated in the circulation space in the vicinity of the inlet port. 25
9. Circulator as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a vibration generator (97) for generating in the circulator body a vibration which is opposite in phase to the reciprocating movement of the moving assembly (40). 30
10. Circulator of claim 1, wherein the diaphragm (81) is a blade having a quadrilateral shape with two opposing parallel sides, **characterised in that** the deformation generator is a reciprocating force couple generator (82; 93; 94; 95). 35
11. Circulator of claim 10, **characterised in that** the edge of the diaphragm (91) adjacent to the deformation generator (82; 93; 94; 95) is the one opposite thereto are attached to a frame-like housing (90) which cooperates with the diaphragm to provide the required tension for ripple propagation. 40
12. Circulator as claimed in one of claims 10 to 11, **characterised in that** the diaphragm is of a trapezoidal contour. 45
13. Circulator as claimed in any of claims 10 to 12, **characterised in that** at least one of the walls of the body (101) defining the propulsion chamber, forms a heat transfer wall having a transfer surface swept by the circulating material. 50
14. Circulator as claimed in any of the preceding claims, **characterised in that** the body is integral with a means of transport to be propelled in medium a portion of which comprises the aforesaid flowable material passing through the propulsion chamber of the circulator. 55

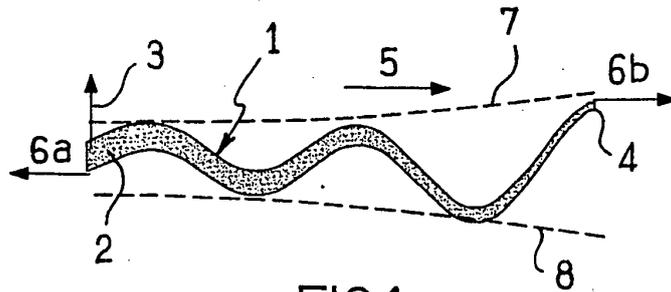


FIG.1

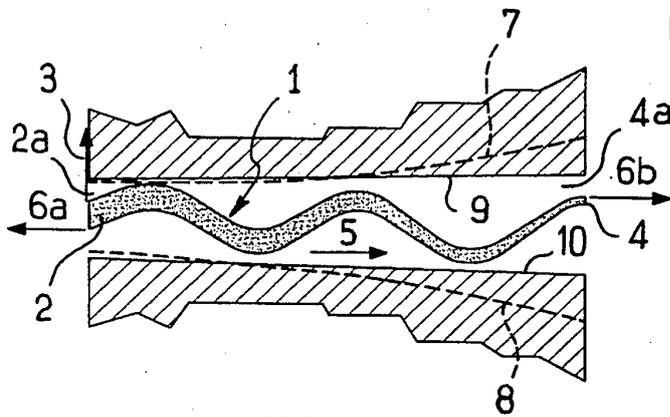


FIG.2A

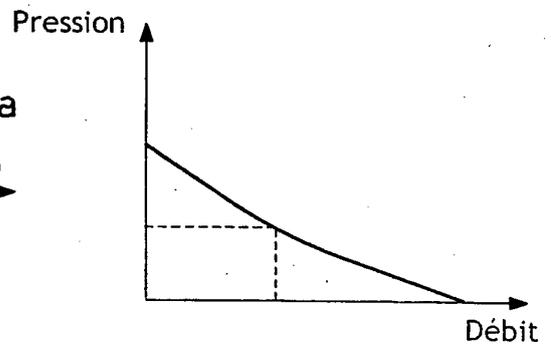


FIG.2B

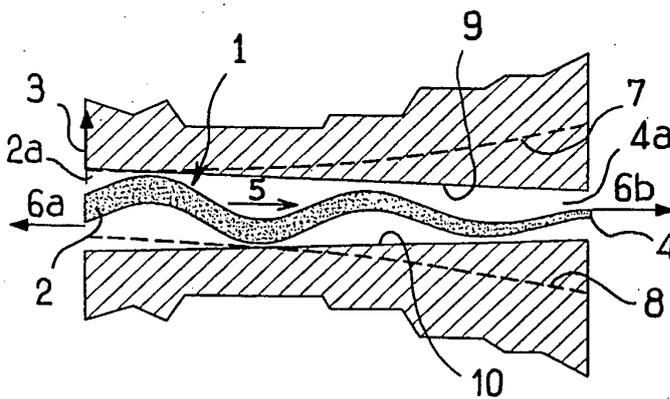


FIG.3A

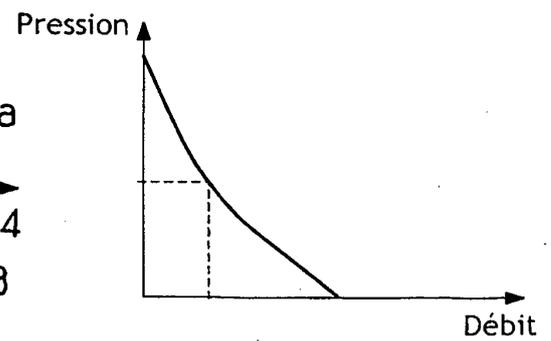


FIG.3B

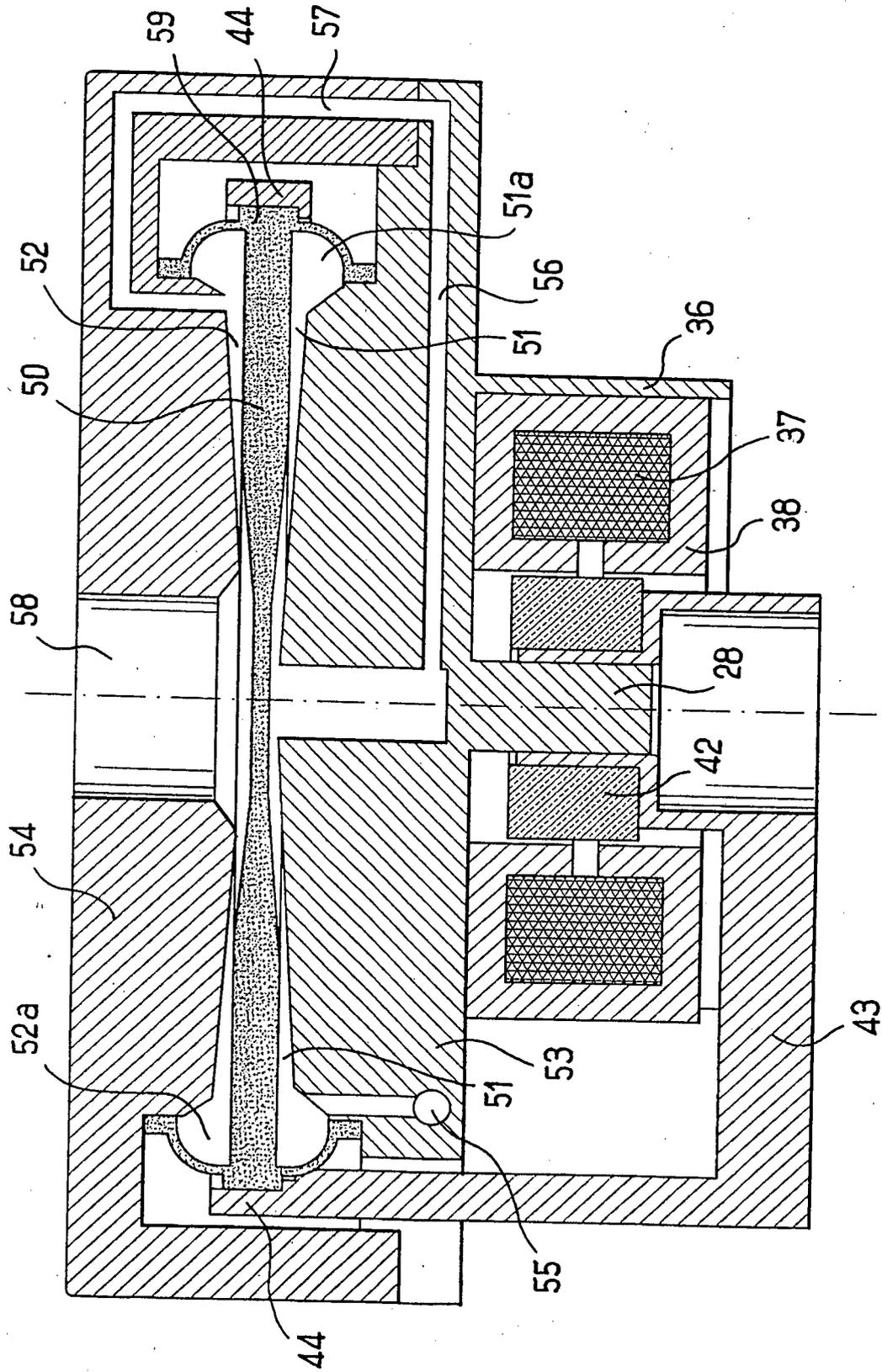


FIG.5A

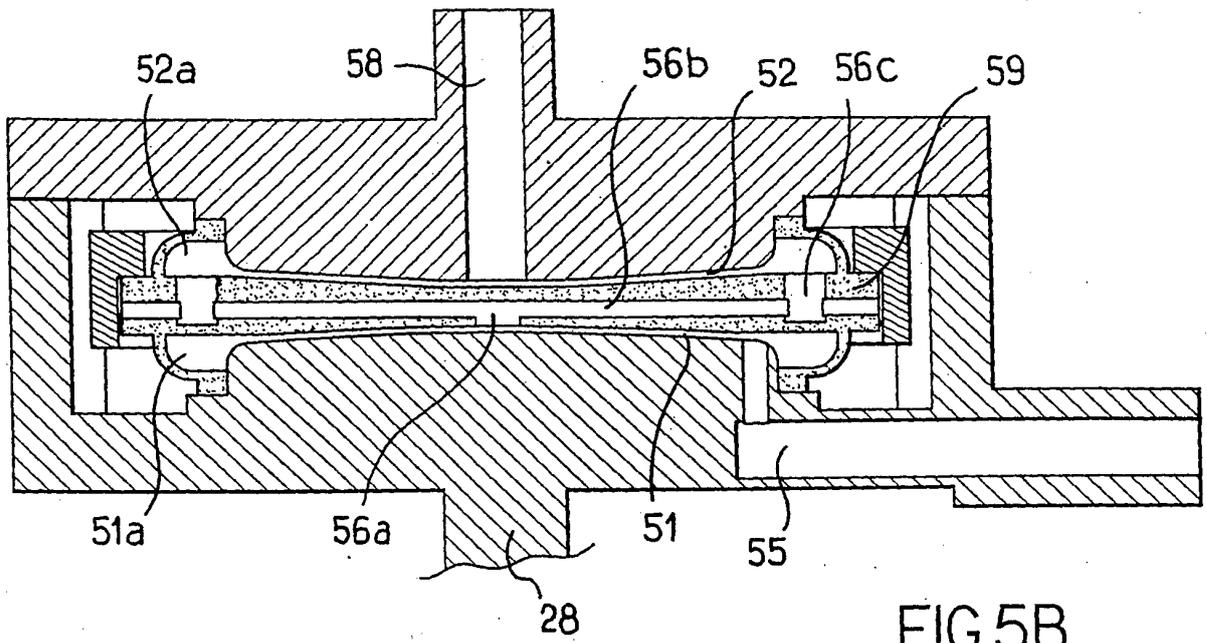


FIG. 5B

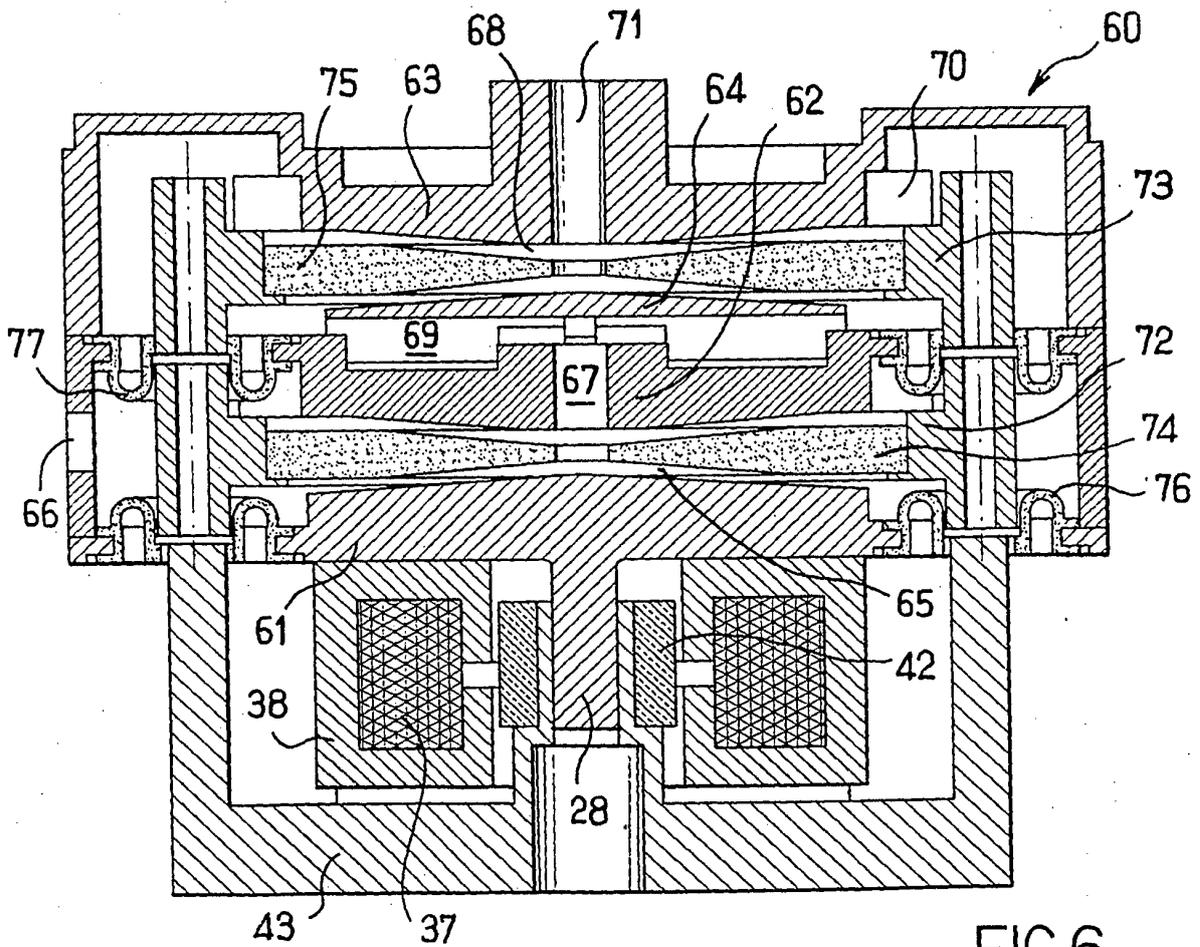


FIG. 6

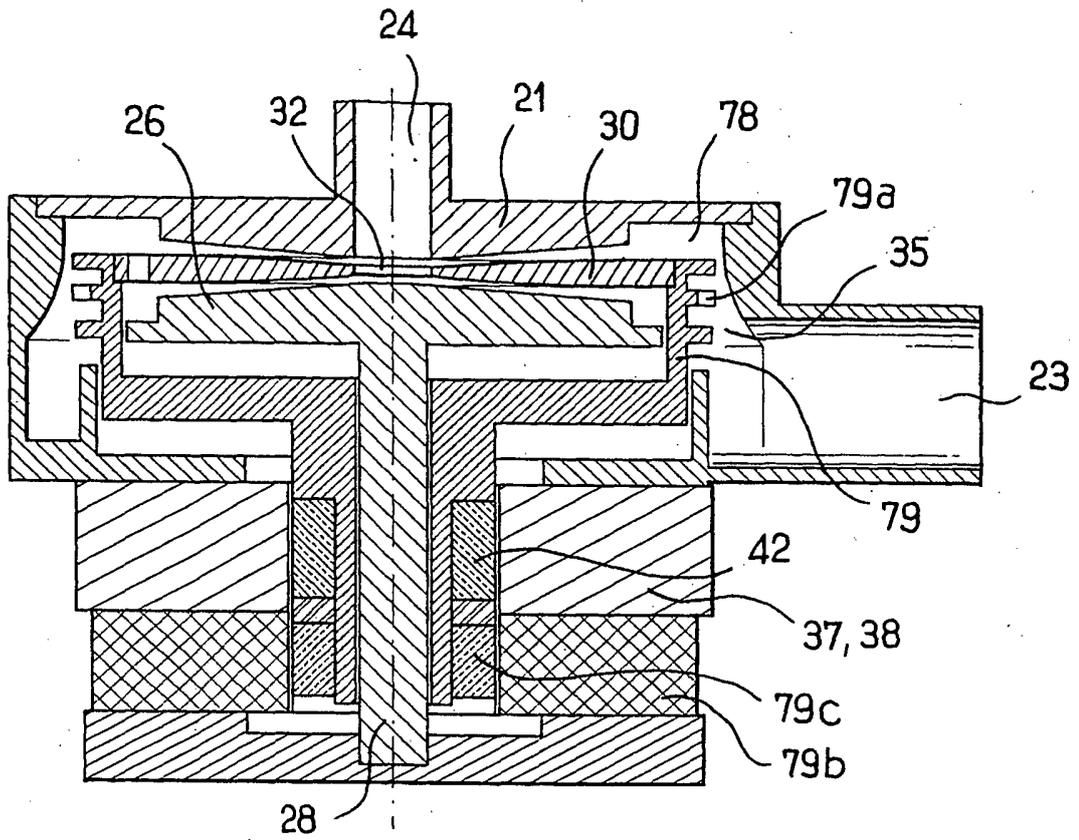


FIG.7

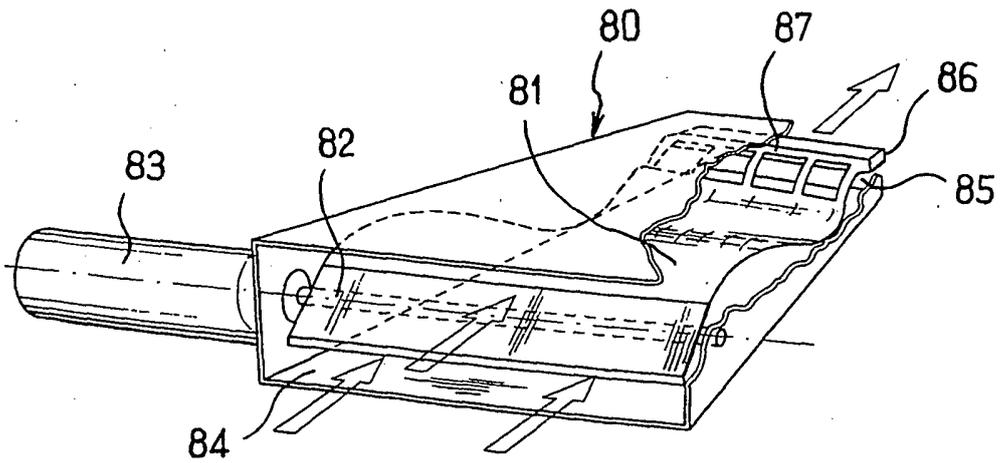


FIG.8

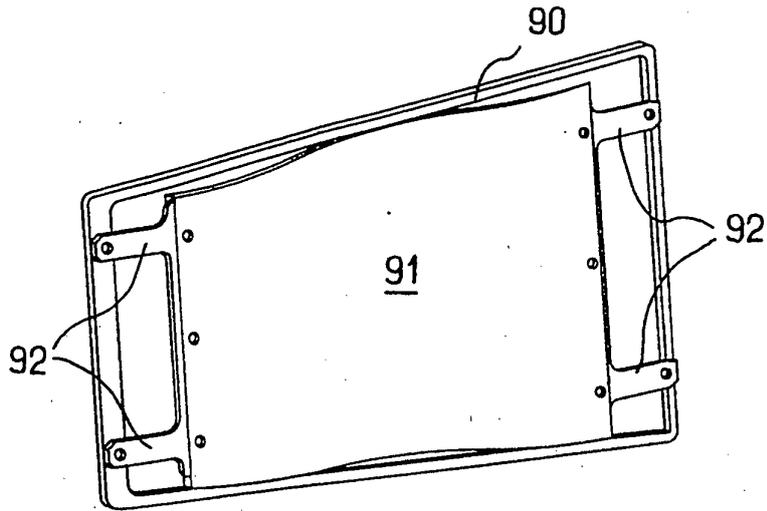


FIG.9

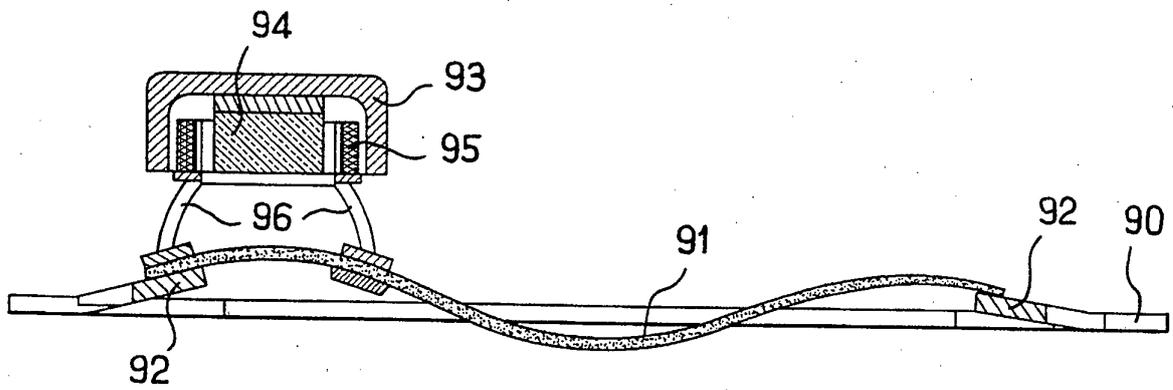


FIG.10

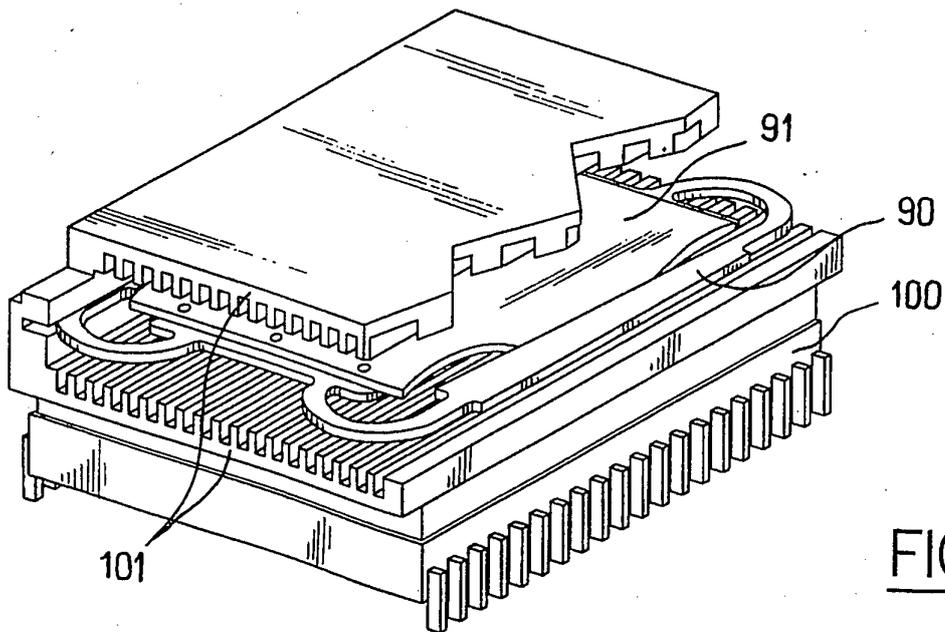


FIG.11

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 880650 A [0003] [0005] [0009] [0012]