

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 88107267.2

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: F04D 13/02 , F04D 29/02

22 Date de dépôt: 06.05.88

30 Priorité: 12.05.87 FR 8706702

43 Date de publication de la demande:  
 23.11.88 Bulletin 88/47

84 Etats contractants désignés:  
 CH DE FR GB IT LI NL

71 Demandeur: Comadur SA  
 Avenue Léopold-Robert 105  
 CH-2301 La Chaux-de-Fonds(CH)

72 Inventeur: Delabre, Guy  
 Prés-Verts  
 CH-2300 La Chaux-de-Fonds(CH)

74 Mandataire: Barbeaux, Bernard et al  
 ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA  
 Passage Max. Meuron 6  
 CH-2001 Neuchâtel(CH)

54 Pompe à entraînement magnétique.

57 L'invention concerne les pompes à entraînement magnétique.

Dans la pompe selon l'invention qui comprend notamment un corps (20) comportant deux parties (22, 36) assemblées de façon étanche, deux ouvertures (32, 34) pour l'entrée et la sortie d'un liquide à pomper et des moyens de raccordement (46, 48) pour permettre de brancher des tuyaux (42, 44) aux endroits de ces ouvertures, et un dispositif rotatif (2), par exemple une hélice, monté à l'intérieur de ce corps pour aspirer le liquide par une ouverture et le refouler par l'autre, les deux parties assemblées du corps et le dispositif rotatif sont réalisés en une céramique composée principalement d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), d'oxyde de zirconium ( $\text{ZrO}_2$ ), de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ou de carbure de silicium ( $\text{SiC}$ ).

Une telle pompe peut être réalisée sans joint et permet de véhiculer pratiquement n'importe quel genre de liquide, aussi bien à haute qu'à basse température.

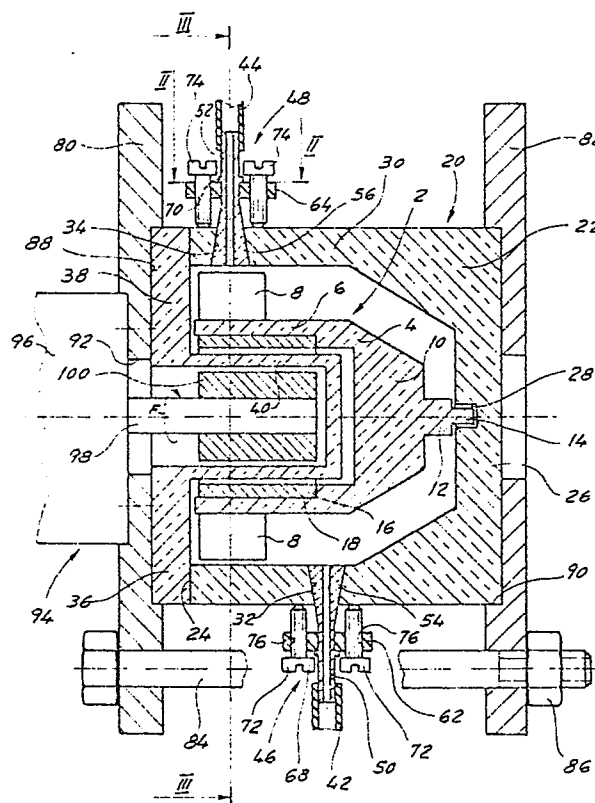


Fig. 1

## POMPE A ENTRAINEMENT MAGNETIQUE

La présente invention a pour objet une pompe entraînement magnétique qui comprend un corps comportant deux parties assemblées de façon étanche, deux ouvertures pour l'entrée et la sortie d'un liquide à pomper et des moyens de raccordement pour permettre de brancher des tuyaux aux endroits de ces ouvertures; un dispositif rotatif monté à l'intérieur de ce corps pour aspirer le liquide par l'une des ouvertures et le refouler par l'autre; au moins un aimant permanent moteur placé à l'extérieur du corps; un moteur pour entraîner cet aimant en rotation autour d'un axe; au moins un aimant permanent suiveur lié au dispositif rotatif pour transmettre à celui-ci le mouvement de rotation de l'aimant moteur; et des moyens de fixation pour rendre le corps solidaire d'une partie fixe du moteur.

Les pompes de ce genre, dans lesquelles le dispositif rotatif peut être une hélice, un disque avec des ailettes sur une de ses faces ou un engrenage, sont employées actuellement dans de nombreux domaines comme la chimie, la médecine, la mécanique (par exemple pour le polissage avec un liquide chargé de particules abrasives), le chauffage et la réfrigération ou l'industrie alimentaire. Elles ont également des applications plus particulières comme, par exemple, l'alimentation en eau douce ou de mer d'un aquarium.

Dans une pompe conventionnelle, à entraînement direct, on est obligé de prévoir un joint mécanique pour assurer l'étanchéité du corps de la pompe à l'endroit où il est traversé par l'arbre du moteur ou du réducteur de vitesse qui entraîne le dispositif rotatif et, du fait de la rotation de cet arbre, le joint s'use, ce qui provoque inévitablement des fuites de liquide qui peuvent endommager les composants du moteur et/ou du réducteur si il y en a un. D'autre part, il y a forcément des frottements entre l'arbre et le joint, ce qui conduit à une baisse de rendement de la pompe.

Avec un entraînement magnétique ces problèmes sont résolus. De plus, cet entraînement agit comme un embrayage et évite les surcharges qui pourraient détériorer le moteur.

Les pompes à entraînement magnétique présentent donc de gros avantages par rapport aux pompes à entraînement direct mais on peut encore leur reprocher au moins deux choses.

La première c'est que, vu la façon dont elles sont réalisées actuellement, elles ne seraient pas étanches si l'on ne prévoyait pas au moins un joint statique entre les parties du corps qui sont assemblées et si l'on ne remplaçait pas ce joint plus ou moins fréquemment.

La seconde c'est que la même pompe ne peut

généralement servir qu'à véhiculer certains liquides et pas d'autres et ceci principalement à cause des matériaux qui ont été employés pour fabriquer le corps de cette pompe et les éléments qu'il contient. Par exemple, une pompe spécialement étudiée pour transvaser ou faire circuler des liquides très corrosifs ou des liquides abrasifs peut très bien ne pas convenir pour des produits plus inoffensifs comme des produits alimentaires ou pharmaceutiques.

L'invention a pour but de fournir une pompe à entraînement magnétique qui ne nécessite, elle, aucun joint d'étanchéité et donc pratiquement pas d'entretien.

Un autre but de l'invention est de fournir une pompe qui puisse être utilisée pour pomper des liquides très divers et ceci aussi bien à haute qu'à basse température, ce qui n'est souvent pas le cas pour les pompes du même genre qui existent actuellement.

Ces buts sont atteints grâce au fait que dans la pompe selon l'invention les parties assemblées du corps ainsi que le dispositif rotatif sont réalisés chacun en une céramique formée principalement de l'un des composés suivants: alumine ( $Al_2O_3$ ), oxyde de zirconium ( $ZrO_2$ ), nitrure de silicium ( $Si_3N_4$ ) et carbure de silicium ( $SiC$ ).

En effet, on a découvert qu'en utilisant une telle céramique pour fabriquer les parties assemblées du corps de la pompe on pouvait, par un usinage correct, leur faire présenter des surfaces de contact parfaitement polies et qu'il suffisait ensuite de presser ces surfaces l'une contre l'autre pour qu'elles adhèrent entre elles et pour obtenir une jonction totalement étanche entre ces parties du corps.

De plus, étant donné que les céramiques qui sont à base de ces composés résistent très bien à l'usure et que le dispositif rotatif est lui aussi constitué de l'une d'elles de simples trous ou de simples parties en relief à l'intérieur du corps peuvent souvent servir de paliers pour ce dispositif. Toutefois, si ce n'est pas le cas ou si cela permet d'améliorer les qualités de la pompe (rendement, vitesse de fonctionnement, longévité, etc.) on peut utiliser des roulements notamment à billes qui sont réalisés eux aussi entièrement en une céramique qui fait partie de celles que l'on vient d'indiquer. De tels roulements existent déjà dans le commerce.

Par ailleurs, comme on le verra par la suite, on peut s'arranger pour que le liquide à pomper ne soit en contact qu'avec des pièces en céramique et, comme ce genre de matière est pratiquement inerte à tous les agents chimiques, dans ce cas ce

n'est pas seulement un très grand nombre de liquides que la pompe selon l'invention permet de transférer mais à peu près tous.

Comme on le sait il existe actuellement plusieurs techniques pour fabriquer des pièces en céramique. Celles qui conviennent le mieux pour l'obtention des éléments d'une pompe selon l'invention sont d'une part le pressage de granulés élaborés à partir d'une poudre très pure du composé de base avec adjonction de liants organiques et éventuellement d'autres composés (oxydes, métaux, etc.) et le frittage, avec usinage avant ou après cette dernière opération, et d'autre part l'injection. Dans un cas comme dans l'autre on est évidemment obligé de procéder en plus à une rectification pour aboutir aux surfaces de contact parfaitement polies dont il a été question précédemment.

D'autre part, si l'on choisit d'utiliser une céramique d'alumine le mieux est d'opter pour une céramique blanche qui contient au moins 96 % en poids d'alumine, surtout si l'on fait appel à la technique du frittage car cette opération est alors plus facile qu'avec des céramiques dont la concentration en alumine est plus faible et surtout si la pompe doit véhiculer des produits comme des liquides pharmaceutiques qui ne doivent en aucune manière perdre de leur pureté.

Parmi les céramiques d'alumine blanches qui existent actuellement et que l'on peut employer on peut citer par exemple celles qui ont les compositions suivantes:

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 96 % ,  $\text{SiO}_2$  : 3 % , autres oxydes : 1 %

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 99,4 % ,  $\text{MgO}$  : 0,3 % , autres oxydes : 0,3 %

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 99,9 % , impuretés: 0,1 %

Naturellement, la troisième solution est celle qui est la meilleure pour les produits dont on vient de parler.

Ceci dit, il est bien clair que d'autres céramiques d'alumine peuvent aussi être utilisées. C'est le cas par exemple des céramiques rouges, vertes ou bleues qui contiennent respectivement des oxydes de chrome ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), de nickel ( $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ) et de cobalt ( $\text{Co}_3\text{O}_4$ ) et des céramiques noires qui contiennent plusieurs oxydes métalliques autres que celui d'aluminium, dans des proportions variables.

Enfin, parmi les céramiques qui ne sont pas à base d'alumine et qui peuvent également convenir pour réaliser les pièces d'une pompe selon l'invention on peut citer, à titre d'exemple, celles qui ont les compositions suivantes, avec des pourcentages en poids:

$\text{ZrO}_2$  : environ 94,5 %  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : environ 5,5 %

$\text{Si}_3\text{N}_4$  : environ 95 %  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  : environ 5 %

$\text{SiC}$  : environ 98 %  $\text{Al}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{SiO}_2$  : environ 2 %

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'une forme particulièrement intéressante d'exécution et de trois variantes possibles de celle-ci. Cette description se réfère au dessin annexé sur lequel:

- la figure 1 est une vue en coupe axiale, partielle, de cette forme d'exécution;

- les figures 2 et 3 sont des vues en coupe respectivement selon les plans II-II et III-III de la figure 1;

- les figures 4, 5 et 6 sont des vues en coupe axiale et partielles des trois variantes en question; et

- la figure 7 est une vue en plan de l'arrière de l'hélice montrée à la figure 6.

La pompe que l'on a choisie comme exemple pour illustrer l'invention et que l'on peut voir sur les figures 1 à 3 est une pompe dont le dispositif rotatif est une hélice 2, par exemple en céramique d'alumine, que l'on appelle aussi couramment une turbine et qui a pu être réalisée en faisant appel à l'une ou l'autre des deux techniques de fabrication dont on a parlé précédemment.

Comme le montre la figure 1 cette hélice 2 a un arbre 4 en forme de cloche qui présente une partie cylindrique creuse 6, entourée à l'une de ses extrémités par des pales 8, et qui se prolonge de l'autre côté par une partie tronconique pleine 10 et deux parties cylindriques successives 12 et 14, également pleines, de diamètre de plus en plus faible, dont la plus petite 14 est destinée à constituer un pivot pour l'hélice et la plus grande 12 une portée pour ce pivot.

Si l'on se reporte maintenant à la figure 3 on constate que les pales 8 sont au nombre de quatre, ce qui n'est bien entendu qu'une possibilité, qu'elles sont la fois courtes, droites et assez épaisses, que leurs extrémités sont arrondies de façon à former des portions d'un même cercle centré sur l'axe de l'arbre 4 et qu'elles sont orientées à peu près tangentiellement par rapport à un autre cercle de même centre que le précédent, ce qui signifie que la pompe que l'on est en train de décrire n'est pas réversible.

D'autre part, en revenant à la figure 1 on voit que la partie cylindrique 6 présente à l'intérieur un évidement 16 qui sert de logement à un aimant permanent également cylindrique 18, par exemple en ferrite ou en samarium-cobalt, dont l'épaisseur est égale à la profondeur de cet évidement et qui est fixé à l'hélice par collage.

Naturellement, cet aimant cylindrique 18 pourrait très bien être remplacé par plusieurs petits aimants en forme de bagues et placés côte à côte.

On pourrait aussi prévoir un aimant moins épais et le maintenir en place non pas en le collant mais en le serrant simplement entre le fond de

l'évidement et une bague plastique déformable introduite dans ce dernier.

Si l'on continue à regarder la figure 1 on s'aperçoit que l'hélice 4 que l'on vient de décrire est placée dans un corps 20 qui comprend une cuve 22 extérieurement cylindrique et assez épaisse, qui a pu être réalisée elle aussi en céramique d'alumine, de préférence par la méthode du pressage et du frittage, et qui présente à la fois un bord 24 très plat et parfaitement poli, un fond 26 avec à l'intérieur un trou central borgne 28, dans lequel est engagé le pivot 14 de l'hélice, et une paroi 30 percée de deux trous tronconiques 32 et 34 qui ont un diamètre décroissant lorsque l'on passe de l'intérieur à l'extérieur de la cuve et un tour également parfaitement poli et qui constituent deux ouvertures respectivement pour l'entrée et la sortie d'un liquide à pomper.

Telle qu'elle est représentée sur le dessin la paroi 30 a une surface interne qui est composée d'une partie cylindrique située du côté du bord 24 et d'une partie tronconique un peu moins importante qui se trouve du côté du fond 26 et qui correspond à celle 10 de l'arbre de l'hélice mais il est bien clair que cette surface pourrait aussi être totalement cylindrique.

De même il n'est pas obligatoire que les ouvertures 32 et 34 soient situées dans un même plan diamétral et à l'opposé l'une de l'autre comme sur la figure.

Par contre, pour que la pompe puisse fonctionner correctement, il est nécessaire, d'une part, que le diamètre de la partie cylindrique de la surface interne de la paroi ne soit que très légèrement supérieur à celui du cercle circonscrit aux pales de l'hélice et, d'autre part, que l'ouverture de sortie 34 soit suffisamment près du bord 24 pour se trouver en face de ces pales et que l'ouverture 32 en soit plus éloignée de façon à déboucher dans l'espace libre et assez vaste que l'arbre de l'hélice laisse subsister entre lui et la paroi de la cuve. Cette ouverture d'entrée peut se trouver par exemple à peu près à mi-hauteur de la cuve.

Ceci dit, le corps 20 comporte aussi un couvercle rond 36, sensiblement de même diamètre que la cuve 22 et qui ferme celle-ci complètement, simplement en étant pressé contre son bord 24 par des moyens d'assemblage que l'on décrira ultérieurement.

Ce couvercle 36, qui a pu être fabriqué en utilisant la même technique et de préférence la même céramique que pour la cuve, a la forme d'un chapeau renversé avec un bord large et plat 38 dont l'épaisseur est à peu près la même que celle de la partie supérieure de la paroi de la cuve et une calotte cylindrique 40 nettement plus mince que ce bord 38, qui sert de moyeu à l'hélice 2. On voit en effet que la partie cylindrique creuse 6 de

cette dernière entoure complètement cette calotte.

Naturellement, pour que la fermeture de la cuve soit vraiment étanche il a fallu polir aussi la surface intérieure du bord 38 ou tout au moins le pourtour de celle-ci afin que ce bord puisse adhérer parfaitement à celui de la cuve.

Avant de préciser par quels moyens des tuyaux peuvent être raccordés au corps 20 il faut encore dire une chose. C'est que, pour une raison que l'on indiquera plus loin, il est avantageux de réaliser la cuve 22, le couvercle 36 et l'hélice 2 de façon à ce que cette dernière dispose d'un jeu assez important et aussi bien axial que radial.

Dans le mode d'exécution que l'on est en train de décrire les moyens qui permettent de raccorder des tuyaux 42 et 44 à la pompe sont constitués par deux dispositifs identiques et entièrement démontables 46 et 48.

Chacun de ces dispositifs de raccordement se compose d'un tube 50, respectivement 52, également en céramique, qui présente à l'une de ses extrémités un collet 54, respectivement 56, dont la surface a été polie et dont la forme tronconique correspond exactement à celle de l'ouverture 32, respectivement 34, de la paroi de la cuve 22, dans laquelle ce collet est engagé et d'un système mécanique, placé à l'extérieur de la cuve, pour exercer une traction sensiblement axiale sur ce tube.

Comme on peut s'en rendre compte en regardant les figures 1 et 2, ce système se compose de trois éléments.

Le premier élément est une plaquette en matière plastique, par exemple ronde, 62, respectivement 64, qui présente une échancrure 66 et qui est placée autour du tube, entre son collet tronconique 54, respectivement 56, et un autre collet 68, respectivement 70, par exemple cylindrique, qu'il présente dans sa partie centrale et dont le diamètre est évidemment inférieur au diamètre minimal de l'ouverture 32, respectivement 34, de la paroi de la cuve.

Les deux autres éléments sont des vis 72, respectivement 74, également en matière plastique, qui passent dans deux trous taraudés 76, respectivement 78, de la plaquette, situés de part et d'autre du tube et dont les pointes tronquées viennent prendre appui contre la paroi 28 lorsque le tube est en place.

Bien entendu, lorsque l'on monte les dispositifs de raccordement on doit continuer à serrer ces vis après que la plaquette soit venue buter contre les collets 68 et 70 pour obliger les surfaces des autres collets 54 et 56 des tubes à adhérer parfaitement aux tours des trous 32 et 34. Autrement, le corps 2 de la pompe ne serait pas étanche.

Par ailleurs, toujours à propos de ces dispositifs de raccordement, il faut encore noter que

les collets tronconiques 54 et 56 des tubes sont également prévus pour ne pas dépasser la surface interne de la cuve. Pour le dispositif de sortie 48 c'est une nécessité.

On va maintenant parler des moyens d'assemblage de la cuve 22 et du couvercle 36 auxquels on a fait allusion précédemment.

Comme le montrent les figures 1 et 3 ces moyens comprennent deux flasques métalliques circulaires 80 et 82, de diamètre supérieur à celui du corps 20, qui sont placés à chaque bout de celui-ci et qui sont reliés entre eux par plusieurs boulons 84 qui les traversent et qui portent à leurs extrémités des écrous de serrage 86.

Sur la figure 3 ces boulons sont au nombre de trois mais il pourrait aussi n'y en avoir que deux, diamétralement opposés, ou au contraire y en avoir plus, par exemple quatre ou cinq régulièrement répartis autour du corps.

De plus, si l'on regarde la figure 1, on constate que les faces en regard des deux flasques 80 et 82 présentent deux évidements respectifs peu profonds 88 et 90, de même diamètre que le corps et dans lesquels sont engagés le fond de la cuve 22 et le couvercle 36. Ceci permet d'assurer facilement une parfaite coaxialité de ces éléments au moment du montage de la pompe et d'éviter qu'ils se décalent ensuite l'un par rapport à l'autre lorsque cette pompe fonctionne.

Enfin, toujours d'après la figure 1 on voit que, dans ce mode d'exécution, les moyens d'assemblage de la cuve et du couvercle sont aussi ceux qui permettent de monter le corps à l'avant d'un moteur électrique unidirectionnel 94.

Pour simplifier on a simplement représenté sur cette figure une partie d'un élément fixe 96 de ce moteur, par exemple d'une pièce d'un carter ou d'un châssis, à laquelle est fixé le flasque 80, par des moyens adéquats non visibles qui peuvent être des vis, et son arbre de sortie 98 qui est entouré à son extrémité par un aimant permanent moteur cylindrique 100, sensiblement de même longueur que l'aimant suiveur 18 porté par l'hélice et qui passe à travers un trou central 92 de ce flasque pour pénétrer à l'intérieur de la calotte cylindrique 40 du couvercle 36, l'axe de cet arbre 98 coïncidant bien entendu avec celui du corps 20.

Ainsi, lorsque le moteur tourne dans le sens de la flèche F l'aimant moteur 100 peut, grâce à la relative minceur de la calotte 40 du couvercle, entraîner facilement l'aimant suiveur 18 de l'hélice dans le même sens.

D'autre part, étant donné que, comme on l'a déjà indiqué, l'hélice dispose d'un certain jeu à la fois radial et axial à l'intérieur du corps, dès que le moteur commence à tourner elle se positionne automatiquement de façon que son axe de rotation coïncide exactement avec celui de l'arbre 98 et

que les plans médians, perpendiculaires à ces axes, des aimants fassent de même et si la pompe est réalisée correctement il est possible qu'il n'y ait plus alors aucun contact entre l'hélice et le corps et que celle-ci tourne en flottant dans le liquide pompé.

Dans ce cas il n'y a des frottements entre l'hélice et le corps qu'aux moments du démarrage et de l'arrêt de la pompe ce qui fait que son rendement est très bon et qu'elle ne s'use que très lentement.

En plus de cela la pompe que l'on vient de décrire présente les avantages suivants:

- les pièces qui la composent sont simples et faciles à fabriquer;

- comme les tubes de raccordement 46 et 48 sont maintenus en place mécaniquement il n'y a aucune opération de collage ou de brasage à effectuer pour les fixer à la cuve;

- il est facile de la démonter complètement, par exemple pour un nettoyage ou une stérilisation; et
- il est également facile de changer le moteur ou de lui adjoindre un réducteur de vitesse.

On peut toutefois lui reprocher une chose: c'est que son champ d'application peut être un peu restreint par le fait que l'aimant suiveur 18 est en contact avec le liquide qui est pompé.

Pour éviter cela il suffit de la modifier légèrement pour aboutir à la variante de la figure 4.

La seule différence entre le mode d'exécution des figures 1 à 3 et cette variante c'est que, dans cette dernière, l'évidement 16 de la partie cylindrique creuse 6 de l'hélice 2 est plus profond ou que l'aimant permanent suiveur 18 est plus mince et que cet aimant est entièrement recouvert par un tube également en céramique 102 qui est collé sur lui et qui comble l'évidement en question.

Ainsi, le liquide pompé ne peut plus être en contact qu'avec de la céramique, ce qui veut dire qu'il peut être pratiquement quelconque.

Les deux autres variantes qui sont représentées sur les figures 5 à 7 sont également très proches du mode d'exécution des figures 1 à 3.

Dans les deux cas la cuve 22, les dispositifs de raccordement 46 et 48, le flasque 82 qui n'est pas fixé au moteur 94, la forme extérieure de l'arbre 4 de l'hélice 2 et les pales 8 restent inchangés.

Dans les deux cas également le couvercle 36 n'est plus constitué que par un disque d'épaisseur constante et relativement faible par rapport à celle de la cuve et le flasque 80 dans l'évidement 88 duquel ce couvercle est engagé est devenu au contraire plus épais afin que l'arbre 98 du moteur 94 devenu, lui, beaucoup plus court et beaucoup plus gros ne sorte pas du trou central 92 que ce flasque continue à présenter et que l'extrémité de cet arbre se trouve au contraire à une certaine distance du couvercle.

En effet, dans la variante de la figure 5, l'arbre 98 doit pouvoir porter à son extrémité un aimant moteur en forme de disque qui continue à porter le repère 100 et qui est collé à l'intérieur d'un évidement 104 dans lequel il n'est que partiellement logé.

D'autre part, on voit que dans cette même variante la partie cylindrique 6 de l'hélice n'est plus creuse et que cette hélice présente elle aussi, sur sa face en regard du couvercle, un évidement central 106 dans lequel est collé un aimant permanent suiveur également en forme de disque, de diamètre sensiblement égal à celui de l'aimant moteur 100 et qui est toujours désigné par le repère 18.

Dans la variante de la figure 6 cette face de l'hélice en regard du couvercle présente au contraire plusieurs petits évidements 108, par exemple six (voir figure 7), répartis régulièrement suivant un cercle centré sur l'axe de cette hélice et dans lesquels sont logés de petits aimants suiveurs 18 et c'est autant de petits aimants moteurs 100 que l'arbre 98 du moteur porte à son extrémité.

Naturellement, l'invention n'est pas limitée au mode d'exécution et aux variantes qui viennent d'être décrits.

On pourrait imaginer par exemple de faire arriver le liquide par le fond de la cuve et prévoir à l'intérieur de celle-ci une plaque en céramique d'alumine supplémentaire, fixe, avec un trou central pour le pivot de l'hélice et d'autres trous pour le passage du liquide, qui formerait un double-fond.

Sans faire cela on pourrait aussi inverser la position de la cuve et du couvercle. Dans ce cas ce serait ce dernier qui serait percé d'un trou borgne pour le pivot de l'hélice et le fond de la cuve qui serait mince ou qui présenterait un renforcement cylindrique dans lequel se trouverait l'aimant moteur.

Une autre possibilité consisterait à supprimer les flasques, à réaliser la cuve avec une bride autour de son ouverture, à prévoir des trous dans cette bride et dans le couvercle, à assembler ce dernier et la cuve par des boulons et des écrous et à utiliser ces mêmes boulons et d'autres écrous ou à faire appel à d'autres moyens pour monter le corps à l'avant du moteur.

Par ailleurs on pourrait s'arranger, en modifiant un peu la forme de la paroi de la cuve, pour que la disposition du tube de sortie 52 par rapport à cette dernière ne soit pas radiale comme dans le mode d'exécution qui a été décrit mais tangentielle ou entre les deux, ce qui pourrait faciliter la pénétration du liquide dans ce tube.

On pourrait également remplacer les dispositifs de raccordement 46 et 48 par de simples embouts extérieurs réalisés d'une seule pièce avec la cuve ou concevoir la pompe différemment de façon à ce

que l'aimant moteur se trouve autour de l'aimant suiveur, comme cela se fait déjà dans certaines pompes à entraînement magnétique existantes, ou encore modifier la forme de l'hélice pour rendre la pompe réversible.

Enfin, comme on l'a déjà fait comprendre l'invention peut également s'appliquer à des pompes à disque ou à engrenage.

## Revendications

1. Pompe à entraînement magnétique comprenant un corps (20) comportant deux parties (22, 36) assemblées de façon étanche, deux ouvertures (32, 34) pour l'entrée et la sortie d'un liquide à pomper et des moyens de raccordement (46, 48) pour permettre de brancher des tuyaux (42, 44) aux endroits de ces ouvertures; un dispositif rotatif (2) monté à l'intérieur du corps pour aspirer le liquide par l'une des ouvertures et le refouler par l'autre; au moins un aimant permanent moteur (100) placé à l'extérieur du corps; un moteur (94) pour entraîner cet aimant moteur en rotation autour d'un axe; au moins un aimant permanent suiveur (18) lié au dispositif rotatif pour transmettre à celui-ci le mouvement de rotation de l'aimant moteur; et des moyens de fixation (80, 86) pour rendre le corps solidaire d'une partie fixe (96) du moteur, caractérisée par le fait que les parties assemblées (22, 36) du corps (20) ainsi que le dispositif rotatif (2) sont réalisés chacun en une céramique formée principalement de l'un des composés suivants: alumine ( $Al_2O_3$ ), oxyde de zirconium ( $ZrO_2$ ), nitrure de silicium ( $Si_3N_4$ ) et carbure de silicium (SiC).

2. Pompe selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ladite céramique contient au moins 96 % en poids d'alumine.

3. Pompe selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ladite céramique est à base d'alumine et contient également un autre oxyde métallique.

4. Pompe selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ladite céramique est à base d'alumine contient également plusieurs autres oxydes métalliques.

5. Pompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les deux parties (22, 36) du corps (20) présentent des surfaces de contact respectives qui sont polies et que ces parties sont assemblées de façon étanche simplement en pressant ces surfaces l'une contre l'autre.

6. Pompe selon la revendication 5, caractérisée par le fait que le dispositif rotatif est une hélice (2) qui comprend un arbre (4), dont l'aimant suiveur (18) est solidaire, et plusieurs pales (8) disposées autour de cet arbre.

7. Pompe selon la revendication 6, caractérisée par le fait que les deux parties assemblées du corps (20) sont constituées respectivement par une cuve (22) qui présente un fond (26), une paroi (22) et un bord (24) et par un couvercle (36) qui ferme cette cuve en étant seulement pressé contre son bord.

8. Pompe selon la revendication 7, caractérisée par le fait que la cuve (22) et le couvercle (36) sont assemblés au moyen de deux flasques (80, 82) qui appuient respectivement sur ce couvercle et sur le fond de cette cuve et qui sont reliés entre eux par des boulons (86) et des écrous de serrage (86) disposés autour du corps (20).

9. Pompe selon la revendication 8, caractérisée par le fait que les flasques (80, 82) présentent deux évidements respectifs (88, 90) dans lesquels le couvercle (36) et le fond (26) de la cuve (22) sont engagés, pour permettre de positionner ce couvercle et cette cuve l'un par rapport à l'autre.

10. Pompe selon la revendication 8 ou 9, caractérisée par le fait que l'un (80) des flasques (80, 82) est fixé à la partie fixe (96) du moteur (94) afin que ces flasques constituent également lesdits moyens de fixation avec les boulons (84) et les écrous (86) qui les relient.

11. Pompe selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée par le fait que le fond (26) de la cuve (22) présente à l'intérieur un trou central borgne (28) dans lequel est engagé un pivot (14) que l'arbre (4) de l'hélice (2) présente à l'une de ses extrémités et que les pales (8) de cette hélice se trouvent à l'autre extrémité de cet arbre.

12. Pompe selon la revendication 11, caractérisée par le fait que l'arbre (4) de l'hélice (2) présente à l'opposé du pivot (14) une partie cylindrique creuse (6) avec à l'intérieur un évidement (16) dans lequel est logé l'aimant suiveur (18), également cylindrique, que le couvercle (36) présente lui aussi, en son centre, une partie cylindrique creuse (40) qui pénètre à l'intérieur de celle de l'arbre de l'hélice pour servir de moyeu à cette dernière, et que l'aimant moteur (100) également cylindrique, est placé coaxialement à l'intérieur de cette partie creuse du couvercle.

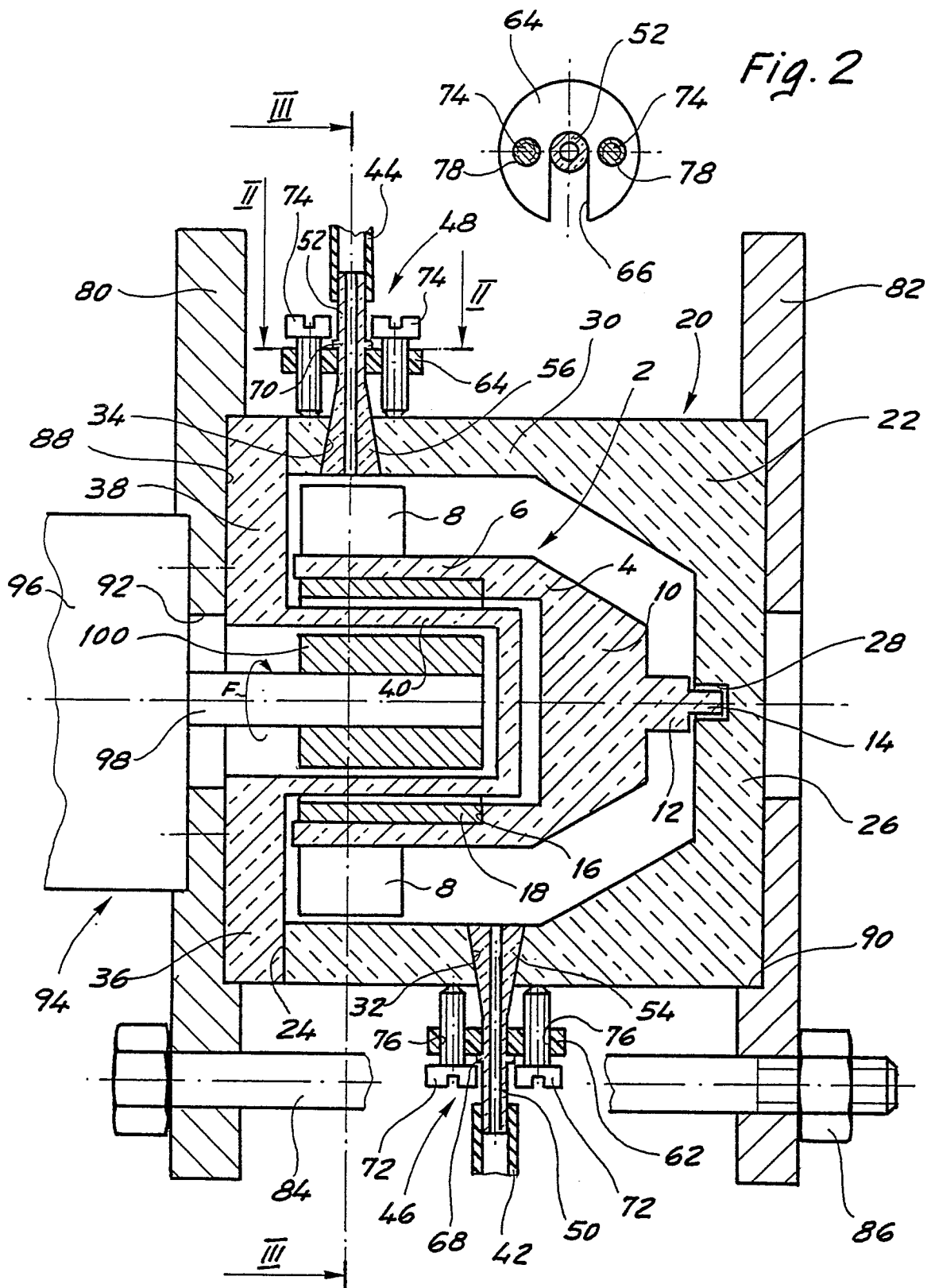
13. Pompe selon la revendication 12, caractérisée par le fait que l'aimant suiveur (18) est entièrement recouvert par un tube (102) réalisé également en une céramique à base d'alumine, d'oxyde de zirconium, de nitrure de silicium ou de carbure de silicium.

14. Pompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les ouvertures (32, 34) du corps (20) sont entourées par des surfaces d'appui respectives orientées vers l'intérieur de celui-ci et que les moyens de raccordement comprennent, pour chacun des

tuyaux, un tube (50, respectivement 52) réalisé également en une céramique à base d'alumine, d'oxyde de zirconium, de nitrure de silicium ou de carbure de silicium, qui présente à l'une de ses extrémités une surface d'appui orientée vers l'extérieur du corps et complémentaire de celle de l'ouverture dans laquelle cette extrémité est engagée, et un système mécanique (62, 72, respectivement 64, 74) placé à l'extérieur du corps pour exercer une force de traction sensiblement axiale sur ce tube et maintenir sa surface d'appui appliquée contre celle de ladite ouverture.

15. Pompe selon la revendication 14, caractérisée par le fait que les surfaces d'appui qui entourent les ouvertures (32, 34) du corps (20) et les surfaces d'appui des tubes (50, 52) sont tronconiques.

16. Pompe selon la revendication 14 ou 15, caractérisée par le fait que ledit système mécanique comprend une plaquette en matière plastique (62, respectivement 64) qui est placée de façon amovible autour du tube (50, respectivement 52) auquel ce système est associé et qui est percée de deux trous taraudés (76, respectivement 78) situés de part et d'autre de ce tube et deux vis également en matière plastique (72, respectivement 74) qui passent dans les trous de la plaquette et qui, en prenant appui contre le corps (20) par leur pointe, obligent cette plaquette à venir se presser contre un collet (68, respectivement 70) que présente également ledit tube.





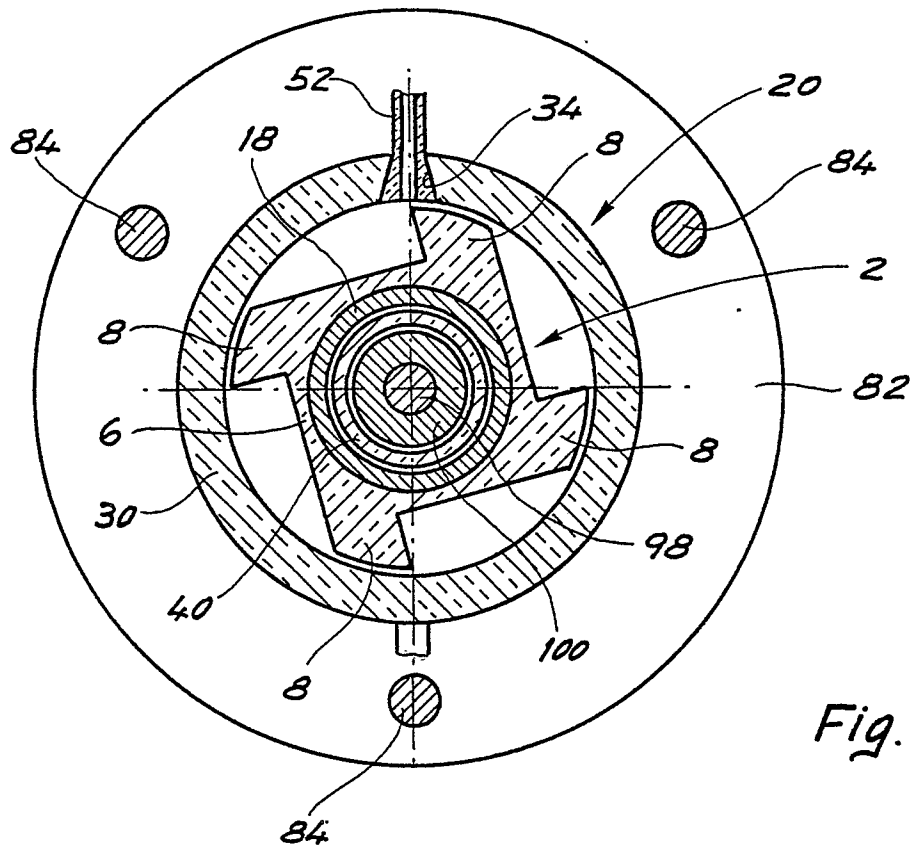
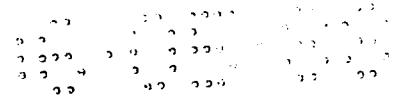


Fig. 3

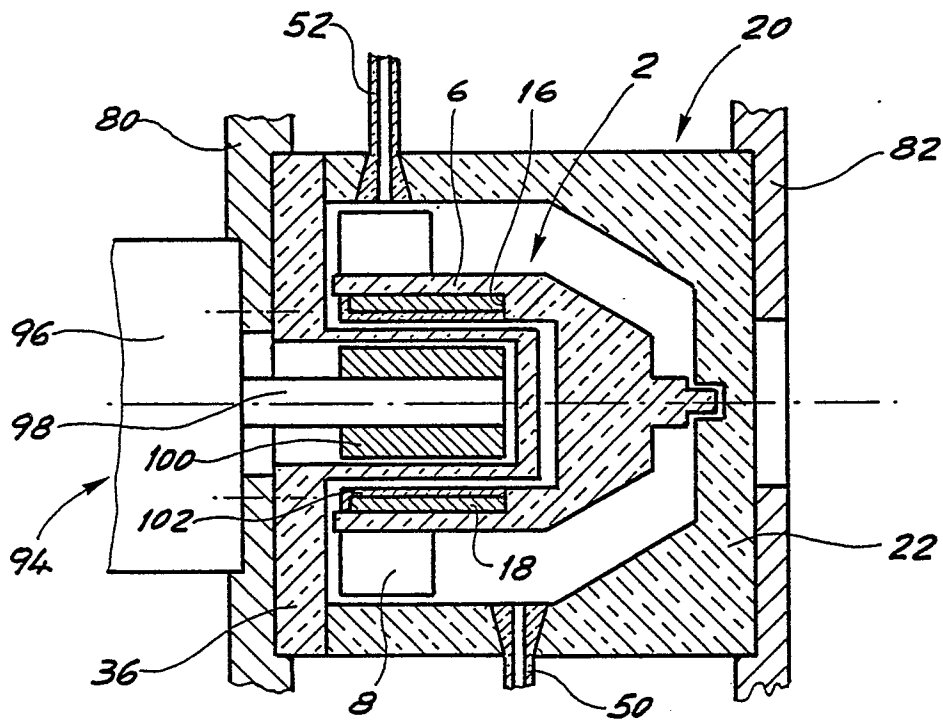


Fig. 4

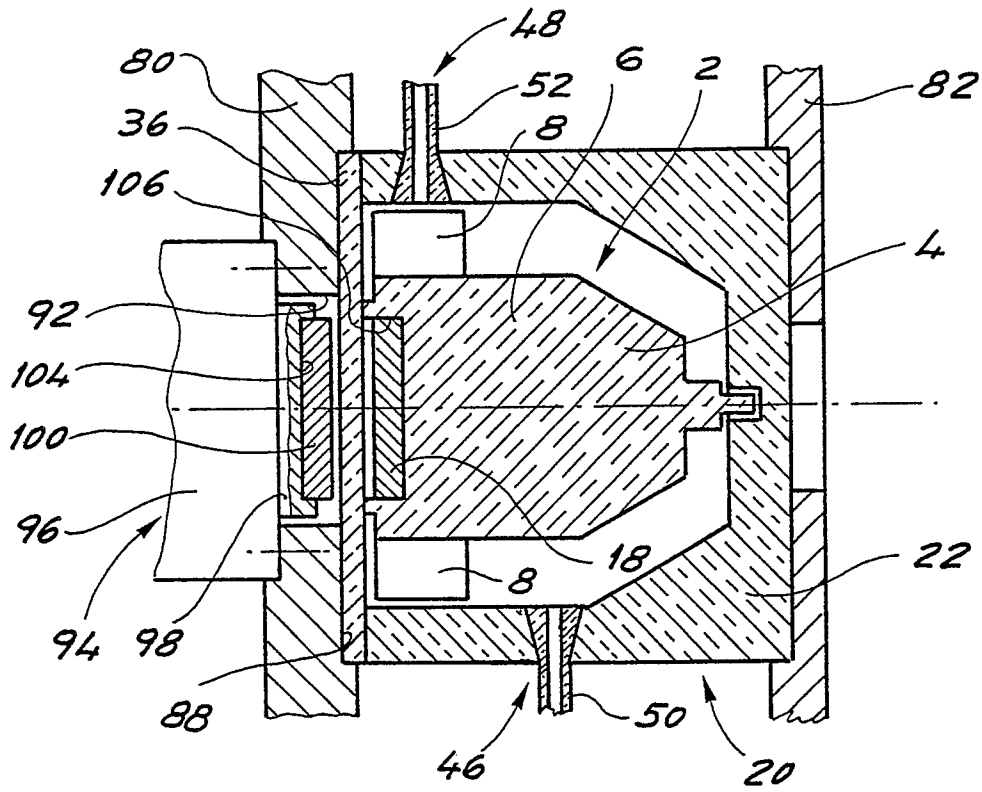


Fig. 5

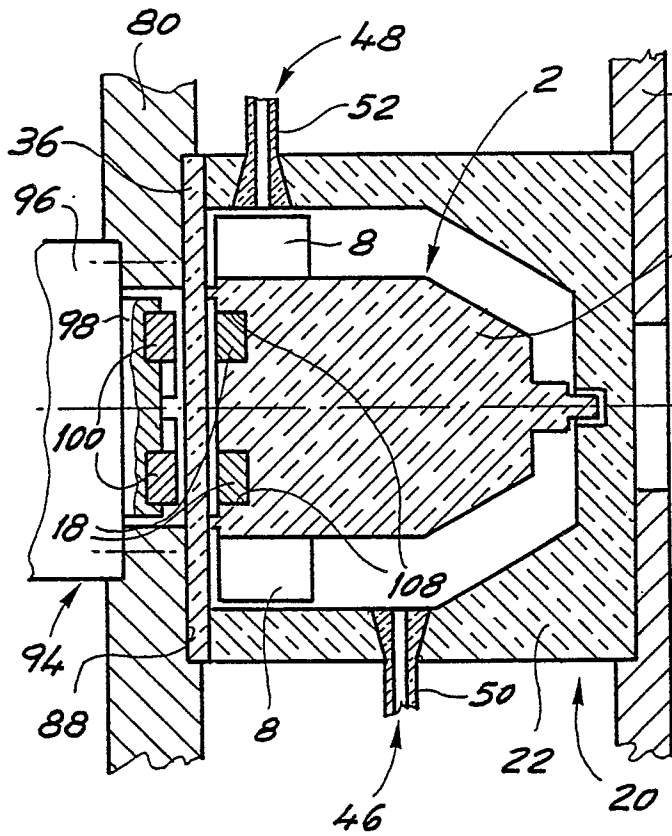


Fig. 6

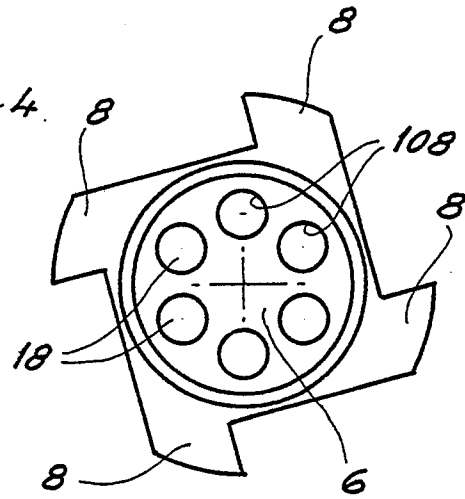


Fig. 7



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 10 7267

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	US-A-3 306 221 (GOODPASTURE) * Figures 1-3; colonne 1, lignes 34-59 *	1-4	F 04 D 13/02 F 04 D 29/02
Y	FR-A-2 579 199 (NORITAKE) * Page 1, lignes 1-7; page 7, lignes 14-20 *	1	
Y	US-A-3 776 660 (ANDERSON) * Figure 1; colonne 1, lignes 3-5; colonne 2, lignes 58-62; colonne 3, lignes 52-64; revendication 3 *	1-3	
A		5	
Y	DERWENT JAPANESE PATENT GAZETTE, Section Chemical, semaine 8650, résumé no. 86-330021/50, L02, 28 janvier 1987, Derwent Publications Ltd, Londres, GB; & JP-A-61 247 659 (KUBOTA) 04-11-1986 * Résumé *	4	
A	DE-A-1 653 710 (FELDMÜHLE) * Figure 1; page 2, alinéa 1 *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	US-A-2 060 899 (RUSSELL) * Figure 1; page 1, colonne de gauche, lignes 26-53 *	1,8	F 04 D 7/00 F 04 D 29/00 F 04 D 13/00 H 02 K 49/00
A	DE-A-3 413 930 (FRIEDRICHSFELD) * Figures; revendications 1-3,5,8; page 5, alinéa 3, lignes 1-3; page 6, alinéa 2, lignes 1-4; page 12, alinéa 2, lignes 5-9; page 13, lignes 11-12 * -/-	1,6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-08-1988	Examineur TEERLING J.H.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	US-A-3 139 832 (SAUNDERS) * Figures 1,2,6; colonne 1, lignes 14-19; colonne 2, lignes 26-31; colonne 3, lignes 18-46 * -----	1,6,8,9,11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-08-1988	Examineur TEERLING J.H.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			