

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **78400182.8**

51 Int. Cl. 2: **F 04 D 29/16**

22 Date de dépôt: **15.11.78**

30 Priorité: **22.11.77 FR 7735036**

71 Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR)**

43 Date de publication de la demande: **30.05.79**
Bulletin 79/11

72 Inventeur: **Villard, Jean-Claude, Avenue de la République, F-38130 Echirolles (FR)**
Inventeur: **Berthereau, Gilbert, 24, rue Ronsart, F-38320 Eybens (FR)**

84 Etats contractants désignés: **BE CH DE FR GB LU NL SE**

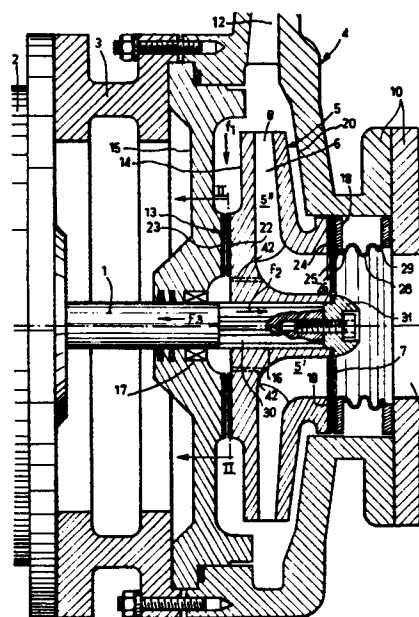
74 Mandataire: **Leclercq, Maurice et al, L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 7 (FR)**

54 **Pompe.**

57 La présente invention concerne la réalisation des étanchéités interne et de sortie d'arbre d'une pompe.

De part et d'autre d'une roue à aubes 5 est ménagé un couple de disques coaxiaux (22-23) et (24-25), la face d'un disque étant lisse et la face de l'autre disque présentant des rainures spirales, l'un des disques de chaque couple étant solidaire en rotation de la roue 5, le tout de façon que le liquide entre deux disques subisse un accroissement de pression radialement vers l'extérieur compensant au moins l'accroissement de pression dû au pompage par la roue 5.

Application notamment aux pompes pour liquides cryogéniques.



" POMPE "

La présente invention concerne une pompe du genre à roue à aubes montée en bout d'un arbre menant et placée dans un carter, chaque aube formant un conduit s'étendant d'un côté dans un corps axial de roue et débouchant en regard d'un conduit d'aspiration et
5 d'un autre côté radialement dans un voile de roue à extension radiale défilant en regard d'un conduit de refoulement tangentiel.

Les pompes actuellement connues sont rendues étanches au niveau de leur conduit d'aspiration, entre roue et carter (étanchéité dite interne) et au niveau de la sortie d'arbre au travers du carter,
10 par une configuration en labyrinthe de l'une des parties (fixe ou rotative) par rapport à l'autre, généralement associée à des joints d'étanchéité en matériau résistant à l'usure par frottement. Malgré ces dispositions, on est obligé de procéder à d'assez fréquents changements de joints et cela d'autant plus fréquemment que le liquide
15 pompé est à une température très différente de la température ambiante, qu'elle soit très chaude ou très froide. En outre, les défauts d'étanchéité, notamment de l'étanchéité interne, conduisent à des fuites qui généralement sont "recirculées" à l'aspiration de la pompe, ce qui contrecarre l'obtention d'un bon rendement de pom-
20 page.

Un objet de l'invention vise à réaliser des étanchéités de pompe, qui soient particulièrement efficaces en ce qu'elles évitent à coup sûr les fuites indésirables, ce qui améliore le rendement, et qui de surcroît présentent une usure par frottement quasiment nulle,
25 ce qui confère à la pompe ainsi équipée une très longue durée de vie et, en même temps, conduit à une maintenance particulièrement réduite; une pompe selon l'invention présente une très grande sécurité d'utilisation.

La pompe selon l'invention est caractérisée en ce que la roue de pompe est montée à léger débattement axial et en ce que le disque du dispositif d'étanchéité d'aspiration est monté en bout d'un moyeu axialement élastique et étanche, tel qu'un soufflet, fixé au carter autour d'un passage d'aspiration dudit carter. L'invention représente donc une transposition et une adaptation particulière aux pompes de la technique des paliers à rainures spirales qui a été proposée jusqu'à maintenant essentiellement pour servir de butée axiale à un arbre soumis à une forte poussée axiale, ce qui est le cas généralement de la plupart des pompes et turbines, ou de support d'arbre. Cette technique est décrite dans quelques publications, notamment dans un article intitulé "Nouvelles formes de paliers : les paliers à gaz et à rainure spirale " par E.A. MUIJDERMAN paru dans la " Revue Technique PHILIPS", tome 25, 1963/64 n° 9 - page 245 à 266. Brièvement résumée, cette technique consiste à "pomper" un fluide, qui est généralement un gaz, radialement vers le centre des deux disques, ce qui provoque un écartement des disques, en sorte que le supportage de la partie mobile en rotation s'effectue par l'intermédiaire du fluide en question. Un mérite de la présente invention est d'avoir discerné l'intérêt de cette technique pour assurer les étanchéités d'une pompe grâce à l'utilisation, à titre de fluide d'étanchéité, du liquide à pomper lui-même, et de prévoir les adaptations particulières à cette application qui consistent notamment à provoquer un accroissement centrifuge de la pression du fluide d'étanchéité, ce qui détermine un sens particulier de rotation du disque lisse par rapport au disque à rainures spirales, (alors que le sens centrifuge ou centripète, de l'effet de pompage est indifférent dans les applications proposées précédemment de butée axiale et de supportage d'arbre) et à doser cet accroissement de pression par des modalités constructives résultant de calculs et d'expérimentations relativement complexes, de façon à ce qu'il corresponde substantiellement à l'accroissement de pression dû à l'effet de pompage. De la sorte, la contre-pression ainsi développée à l'endroit des jonctions permet d'obtenir, lors de la rotation de la roue, un blocage complet des fuites sans aucune usure des pièces tournant l'une par rapport à l'autre, qui sont séparées par un mince film liquide débordant des rainures spirales pour s'interposer entre les portées sail-

lantes entre rainures du disque à rainures à spirales et la face lisse de l'autre disque en regard, alors qu'un certain frottement de pièces a lieu exclusivement aux moments du démarrage et de l'arrêt de la pompe et que des fuites le long des rainures peuvent intervenir à l'arrêt, si l'on ne met pas en oeuvre certaines mesures techniques détaillées plus loin, également conformes à l'invention. Ce procédé est particulièrement indiqué dans le domaine des pompes cryogéniques en évitant les jonctions à frottement solides subissant d'importantes contraintes thermiques. En outre, la mise en route d'une pompe cryogénique est rendue plus aisée et plus rapide grâce aux jonctions hydrodynamiques décrites. De plus, les arbres du moteur et de la pompe peuvent ne pas être alignés de façon aussi rigoureuse que dans les groupes moto-pompes classiques et l'on peut même, si on le désire, supprimer le supportage de pompe par le bloc moteur, ce qui réduit les pertes thermiques par conduction le long de ce supportage. On comprend également qu'on simplifie considérablement la technique de réalisation des pompes en même temps qu'on allège leur poids.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortent d'ailleurs de la description qui suit, à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'une pompe selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue à échelle agrandie selon la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe axiale d'une variante de réalisation ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe axiale d'une autre variante de réalisation.

En se référant aux figures 1 et 2, une pompe cryogénique comporte un arbre 1 d'un moteur 2 s'étendant au travers d'un support 3 vers un carter de pompe 4, où l'arbre 1 reçoit, en bout, une roue à aubes 5 formant une pluralité d'aubes constituées de conduits identiques 6 disposés autour de l'arbre 1 et présentant une partie d'aspiration axiale 7 dans un corps de roue 5' situé au voisinage de l'arbre 1 et une partie de refoulement radiale 8 dans un voile de roue 5" à extension radiale. Les parties d'aspiration 7 débouchent

en regard d'une ouverture de carter 9 sur laquelle est fixée, par bride 10, un conduit d'alimentation 11. Les parties de refoulement 8 débouchent dans le carter de pompe 4 en défilant en regard d'un conduit de refoulement tangentiel 12.

5 La roue à aubes 5 est associée à deux moyens principaux d'étanchéité, l'un de ces moyens désigné globalement par 13 se situe côté "sortie d'arbre" et vise à empêcher les fuites de liquide s'écoulant entre une paroi frontale 14 de la roue à aubes 5 et une paroi transversale 15 du carter de pompe 4 (selon la flèche f_1)
10 d'une part, entre l'arbre 1 et un moyeu 16 de la roue à aubes 5 vers l'aspiration (selon flèche f_2) et accessoirement le long de l'arbre 1 vers l'extérieur (selon flèche f_3), l'autre moyen d'étanchéité, désigné globalement par 18, se situe "côté aspiration" de la pompe et vise à éviter les fuites de recirculation de liquide,
15 qui risquent de se produire entre une extrémité 19 de la roue à aubes 5 et une autre paroi 20, incorporant l'ouverture d'aspiration 9, du carter de pompe 4.

Les deux moyens d'étanchéité 13 et 18 sont tous deux constitués de deux disques annulaires radiaux en regard 22 et 23
20 pour le moyen d'étanchéité 13 et 24, 25 pour le moyen d'étanchéité 18. Les disques 22 et 24 sont solidarisés avec la roue à aubes 5, tandis que les disques 23 et 25 sont fixes en rotation, le disque 23 étant fixé sur la paroi de carter 15, tandis que le disque 25 est fixé de façon étanche, de préférence par sa périphérie intérieure 26, à une extrémité d'un soufflet 28, dont une autre extrémité 29 est fixée à la paroi de carter 20 à la périphérie de l'ouverture d'aspiration 9.

Chaque couple de disques 22 et 23 d'une part et 24, 25 d'autre part doit pouvoir venir en contact face contre face et s'écarter quelque peu l'un de l'autre et cela simultanément et dans le
30 même sens pour les deux couples de disques 22 et 23, 24 et 25. A cet effet, puisque le disque 23 est non seulement immobilisé en rotation axiale, mais également en translation axiale, puisque solidarisé avec la paroi de carter 15, la roue à aubes 5 est montée avec un léger débattement axial sur l'arbre 1 grâce à des cannelures 30, interdisant cependant tout débattement en rotation, ce débattement axial étant d'ailleurs limité par une butée 31 plus ou moins

vissées en bout d'arbre 1. Pour ce qui concerne le couple de disques 24, 25, puisque le disque 24 solidarisé avec la roue à aubes 5 est non seulement mobile en rotation, mais également subit des déplacements axiaux égaux et concomittents à ceux du disque 22, c'est-à-dire dans un sens qui est contraire à celui souhaité pour le disque 24 en regard du disque 25, on assure à ce dernier disque un assez fort débattement grâce à la présence du soufflet 28. On précise que c'est seulement à l'arrêt de la pompe, lorsque la roue à aubes 5 cesse de tourner que les disques 22 et 23 d'une part, 24 et 25 d'autre part doivent se rapprocher l'un de l'autre jusqu'à venir en appui face contre face. Ce rapprochement est assuré pour le disque 22 normalement par l'effet de poussée exercée sur la roue à aubes 5 en direction du moteur 2 due, au repos, à l'effet de pression -même résiduelle - sur la partie d'aspiration axiale 7 et pour le disque 25 par l'effet de pression exercée en fin de marche par la pression de refoulement, même résiduelle, dans le carter de pompe 4. On précise dès maintenant que cet effet de pression s'exerce sur les disques 22 (en direction du disque 23) et 25 (en direction du disque 24) non seulement à la fin d'une opération de pompage, mais également et d'ailleurs de façon accentuée pendant l'opération de pompage, car d'une part s'ajoute, dans la roue à aubes 5, à l'effet de pression statique sur la partie d'aspiration axiale 7, l'effet dynamique de circulation du liquide dans les conduits 6 s'exerçant dans le même sens et que d'autre part la pression de refoulement s'exerce dans toute sa plénitude sur toute la face du disque 25 grâce à la fixation du soufflet 28 le long de sa périphérie interne (alors qu'un soufflet de plus fort diamètre aurait diminué cet effet, car il aurait fait intervenir sur une partie radialement intérieure du disque 25 la seule pression d'aspiration plusieurs fois inférieure à la pression de refoulement). Mais cet effet accentué de pression tendant à rapprocher l'un vers l'autre les disques 22 et 23 d'une part, 24 et 25 d'autre part est combattu par un autre effet qu'on va maintenant expliciter, en sorte que c'est précisément pendant la rotation de la roue à aubes 5 que le disque 22 s'écarte du disque 23 et le disque 25 du disque 24.

En effet, pour chaque couple de disques 22, 23 et 24, 25, le disque en rotation 22 (ou 24) présente une face en regard de l'au-

tre disque, qui est tout à fait lisse, tandis que dans la face de l'autre disque 23 ou 25 respectivement qui est fixe en rotation a été pratiquée une pluralité de rainures en forme de spirales 40 (voir figure 2) de profondeur égale à quelques centièmes de millimètre, 5 dégageant entre elles, un nombre égal de portées saillantes en spirales 41 qui, avantageusement, ont la même surface transversale que les gorges 40.

De façon connue en soi, ainsi qu'il a été expliqué plus haut, une rotation dans le sens de la flèche F du disque mobile en 10 rotation (22 ou 24) par rapport au disque fixe en rotation (23 ou 25 respectivement) provoque un important effet de pompage sur le liquide selon les flèches a et un accroissement notable de la pression depuis la périphérie interne (où cette pression est égale à la pression d'aspiration) vers la périphérie externe (où la pression qui 15 règne est la pression de refoulement). On sait que cet accroissement de pression dépend de différents paramètres, dont notamment la nature et en particulier la viscosité du liquide, le nombre et la forme des rainures (qui ont toutefois toujours une allure logarithmique) et la vitesse de rotation (qui est ici imposée par le moteur 20 travaillant sensiblement à vitesse constante). On peut ainsi déterminer, par le calcul et par des essais, un accroissement de pression tel qu'il est au moins égal et en tout cas peu supérieur à l'accroissement réel de pression dû à la roue à aubes 5 depuis la pression d'aspiration jusqu'à la pression de refoulement. Dans un tel cas, 25 pendant le fonctionnement de la pompe, aucune fuite ne peut plus se produire entre le côté haute pression de refoulement et le côté basse pression d'aspiration par les deux voies possibles qui ont été équipées des moyens d'étanchéité décrits précédemment. A l'arrêt, l'effet dynamique sur le liquide entre les disques cesse, mais comme 30 indiqué précédemment, la roue à aubes a tendance à s'arrêter dans une position qui applique le disque 22 contre le disque 23 et le disque 25 contre le disque 24 assurant ainsi une étanchéité satisfaisante bien que partielle, car les rainures spirales constituent alors autant de conduits de fuites présentant cependant une forte perte 35 de charge du fait à la fois de leur allongement grâce à la forme en spirale et de leur très faible profondeur. On notera qu'on peut prévoir un ou plusieurs canaux 42 assurant un apport liquide suffisant

au démarrage. Bien entendu, le moyen d'étanchéité d'arbre décrit sert également à recevoir la poussée axiale exercée sur la roue à aubes, supprimant ainsi toute autre disposition à cet effet.

A la figure 3, qui est une version améliorée de la figure 1, une roue 30 à aubes 31, montée sur un arbre 32 est équipée, du côté de la sortie d'arbre, d'une paire de disques 33 et 34; le disque 33 est lisse et s'étend sur une assez grande extension radiale de la roue 30 à partir de la périphérie de l'arbre 32. Au contraire, le disque à spirales a une extension radiale moindre et se situe en regard d'une partie périphérique extérieure du disque 33. Le long d'un bord radialement intérieur du disque 34 est ménagée dans une paroi 35 d'un carter de pompe, une gorge annulaire 36 coaxiale à l'arbre 32 dans laquelle débouche un conduit 37 relié à une source extérieure de gaz. Au-delà de la gorge 36, en direction de l'arbre 32, est pratiquée dans la paroi de carter 35 une succession de rainures étagées en labyrinthes 38. De la sorte, on peut interdire en tout cas toute entrée d'air vers les disques 33 - 34, ce qui serait préjudiciable en cas de pompage de liquide cryogénique (risque de blocage par condensation solide de vapeur d'eau, ou entraînement d'impuretés dangereuses en cas de pompage d'oxygène liquide, par exemple en formant par insufflation de gaz "chaud" (qui parviendrait d'une phase gazeuse du liquide pompé par exemple) un bouchon contre toute entrée d'air susceptible d'être aspirée de l'atmosphère extérieure via la sortie d'arbre. On notera que pendant le fonctionnement de la pompe, la jonction à labyrinthe 38 permet d'éviter une trop grande fuite de gaz vers l'extérieur.

Selon la variante de réalisation représentée à la figure 4, une roue à aubes 42 est ici équipée, côté sortie d'arbre 43, d'un disque rotatif lisse 44 à large extension radiale, tandis qu'une paroi de carter 45 est ici équipée d'un disque à rainures 46 s'étendant radialement sur une partie radialement extérieure du disque lisse 44, tandis qu'en regard de la partie restante radialement intérieure 44' de disque lisse 44 est formée, sur la paroi de carter 45, une portée lisse 47 assurant une bonne étanchéité à l'arrêt de la pompe, les parties 46 et 47 étant séparées par une gorge 48. On obtient ainsi une meilleure étanchéité à l'arrêt de la pompe par appui face contre face de la partie radialement intérieure 44' du disque 44 et de la portée 47. En variante, cette portée 47 peut être ména-

gée radialement à l'extérieur du disque à rainures spirales 46 comme indiqué en 47'.

L'invention s'applique à toutes les pompes à roues, ou turbopompes pour le véhiculage de liquides, et plus particulière-
5 ment de liquides cryogéniques.

REVENDICATIONS

1. Pompe, du genre à roue à aubes montée en bout d'un arbre menant et placée dans un carter, chaque aube formant un conduit s'étendant d'un côté dans un corps axial de roue et débouchant en regard d'un conduit d'aspiration et d'un autre côté radialement dans un
5 voile de roue à extension radiale défilant en regard d'un conduit de refoulement tangentiel, ladite pompe étant équipée, à son côté sortie d'arbre d'une part, et à son côté d'aspiration d'autre part, d'une paire de disques en regard dont un est à rainures spirales, coaxiaux audit arbre, dont l'un est solidaire en rotation du carter de pompe
10 et dont l'autre est solidaire en rotation de ladite roue de pompe, caractérisée en ce que la roue de pompe est montée à léger débattement axial et en ce que le disque du dispositif d'étanchéité d'aspiration est monté en bout d'un moyeu axialement élastique et étanche, tel qu'un soufflet, fixé au carter autour d'un passage d'aspiration
15 dudit carter.

2. Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le disque du dispositif d'étanchéité d'aspiration est fixé au soufflet par sa périphérie radialement intérieure.

3. Pompe selon l'une quelconque des revendications 1 et 2,
20 caractérisée en ce que le disque à rainures spirales présente en outre une partie radiale lisse adaptée à venir en contact avec une partie en regard du disque lisse.

4. Pompe selon la revendication 3, caractérisée en ce que la partie lisse du disque à spirales est située plus près de l'arbre
25 que la partie à spirales du disque.

5. Pompe selon la revendication 3, caractérisée en ce que la partie lisse du disque à spirales est située à une distance radiale de l'arbre plus éloignée que la partie à spirales du disque.

6. Pompe selon l'une quelconque des revendications 3 à 5,
30 caractérisée en ce que le disque lisse est solidaire en rotation de

de la roue, tandis qu'un disque à spirales est solidaire en rotation du carter.

7. Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'un des disques d'une paire de disques présente une gorge annulaire
5 radialement intérieure à la partie à spirales du disque à spirales, ladite gorge étant raccordée par canalisation à une source de gaz, tandis qu'une partie radialement intérieure à ladite gorge forme un labyrinthe d'étanchéité.

8. Pompe selon la revendication 1, caractérisée par une
10 perforation dans le voile du corps de roue débouchant dans une zone radialement intérieure au dispositif d'étanchéité de sortie d'arbre.

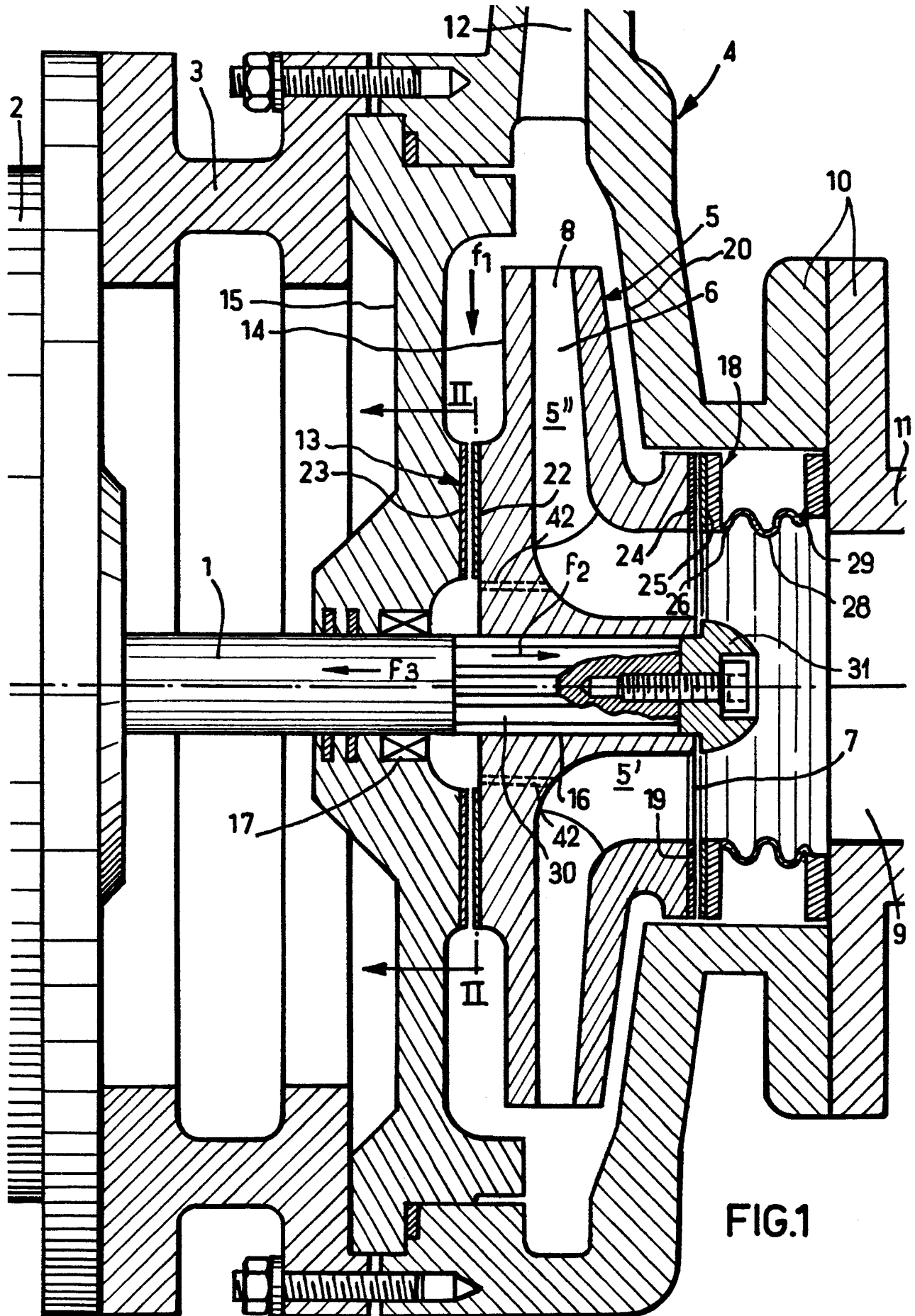
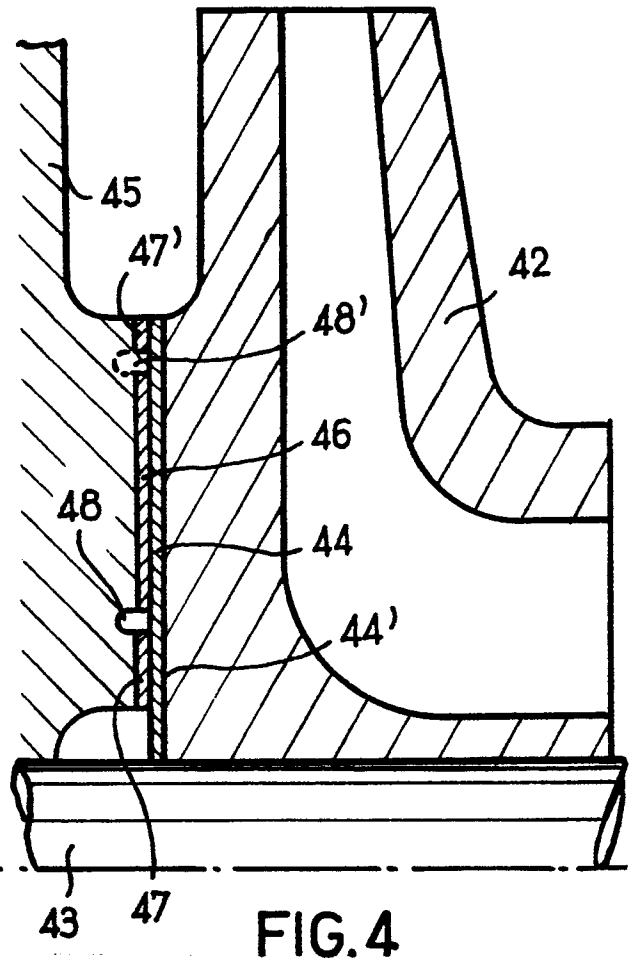
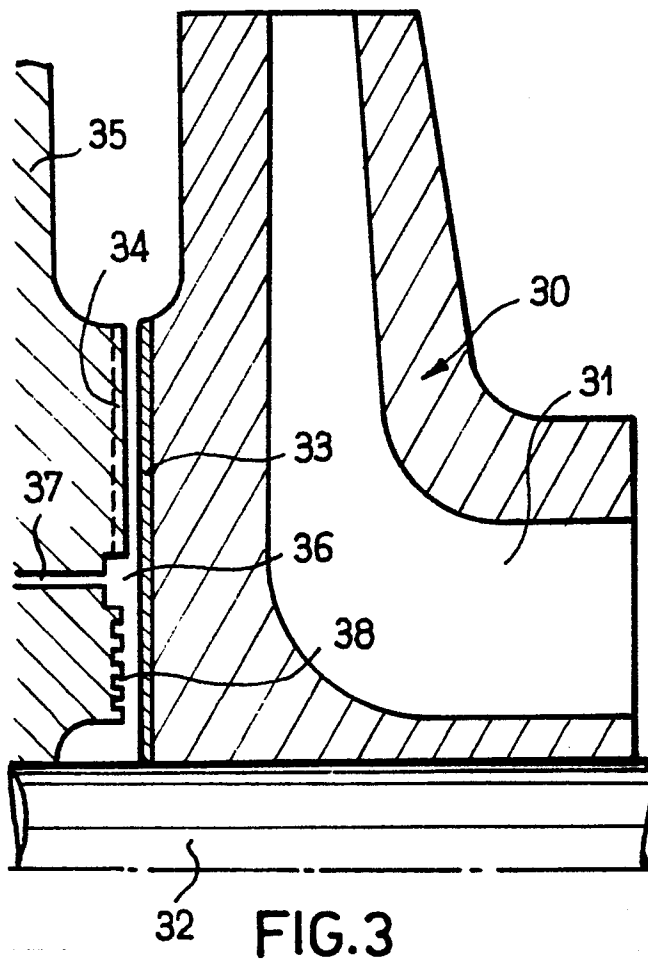
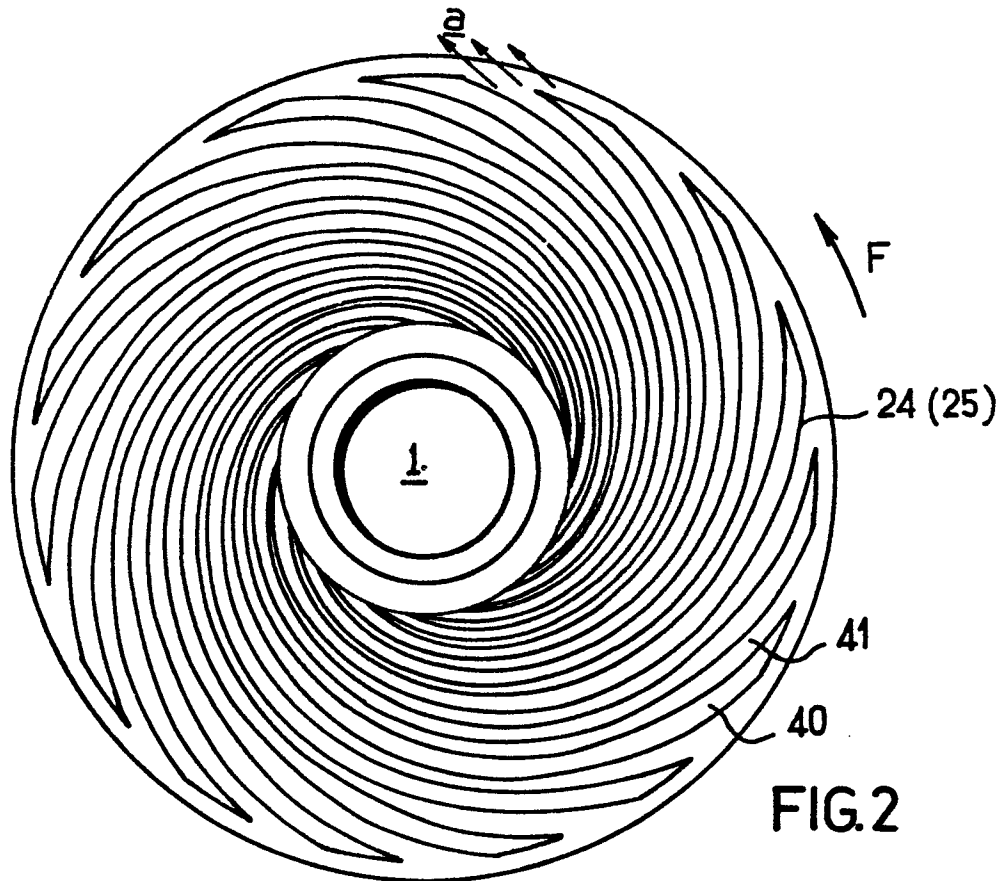


FIG.1



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ²)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<u>BE - A - 370 787 (THE ALLEN)</u> * Figure 1; page 6, alinéa 2; page 8, alinéa 1 * ---	1	F 04 D 29/16
	<u>FR - A - 2 296 124 (WARMAN)</u> * Figures 3,5; page 7, lignes 30-34 * ---	1	
	<u>FR - A - 1 505 487 (GUINARD)</u> * Figures 3-6; page 2, lignes 21-36 * ----	3,4,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ²)
			F 04 D 29/00 5/00 7/04
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
☒ Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		24-01-1979	KOVAC