



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.05.2023 Bulletin 2023/19

(21) Numéro de dépôt: **22205926.3**

(22) Date de dépôt: **07.11.2022**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F04D 3/02 (2006.01) **F04C 2/10** (2006.01)
F04C 11/00 (2006.01) **F04D 13/12** (2006.01)
F04D 29/18 (2006.01) **F04D 29/24** (2006.01)
F04D 29/54 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F04D 3/02; F04C 2/10; F04C 11/005; F04D 13/12;
F04D 29/181; F04D 29/242; F04D 29/548

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Etats d'extension désignés:

BA

Etats de validation désignés:

KH MA MD TN

(30) Priorité: **08.11.2021 FR 2111834**

(71) Demandeurs:

- **THALES**
92400 Courbevoie (FR)
- **Cetim**
60300 Senlis (FR)
- **SERV**
72500 Luceau (FR)

(72) Inventeurs:

- **FAGOT, Gaëtan**
44308 NANTES CEDEX 3 (FR)
- **MARY, Benoît**
44300 NANTES (FR)
- **JEANNEROD, Laurent**
72500 LUCEAU (FR)
- **GONZALEZ, Marco**
72500 LUCEAU (FR)
- **LIGERET, Fabien**
72500 LUCEAU (FR)

(74) Mandataire: **Atout PI Laplace**

Immeuble "Visium"
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) **POMPE HYDRAULIQUE**

(57) L'invention concerne une pompe hydraulique comprenant :

- un carter (14),
- une pompe à aube (20) comprenant un rotor mobile en rotation par rapport au carter (14) autour d'un premier axe (16) le rotor (46) comprenant plusieurs aubes en forme d'hélice,
- une zone de transition (28) appartenant au carter (14) et possédant, du côté de la pompe à aube (20), une rampe en forme d'hélice se développant dans le même sens que la forme en hélice des aubes,
- une pompe trochoïde (22) comprenant un rotor à denture externe solidaire du rotor de la pompe à aube (20), et un rotor à denture interne mobile en rotation par rapport au carter (14) autour d'un second axe parallèle et décalé du premier axe (16), la pompe trochoïde (22) étant alimentée par la pompe à aube (20) au travers de la zone de transition (28) en longeant la rampe.

Fig. 1

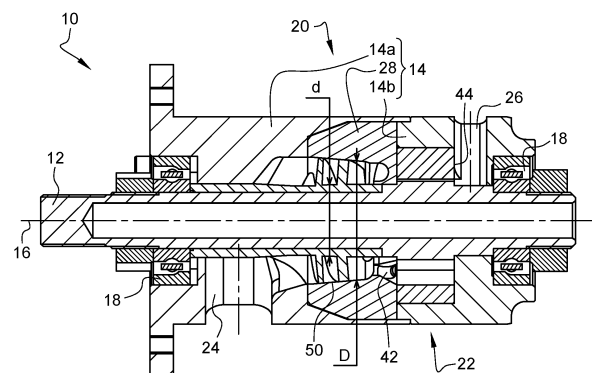


FIGURE 1

Description

[0001] L'invention concerne une pompe hydraulique destinée à transformer de l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Un fluide hydraulique véhiculé par la pompe hydraulique peut notamment être utilisé comme source d'énergie dans un moteur hydraulique ou plus simplement pour véhiculer du fluide, par exemple utilisé pour transporter de la chaleur ou pour lubrifier certains composants mécaniques. Plus précisément, certains organes, comme par exemple des machines électriques, ont besoin d'être refroidies lors de leur fonctionnement. Un fluide hydraulique peut circuler dans des parties d'une machine électrique pour y prélever de la chaleur et la transporter vers un échangeur pour y être évacuée.

[0002] Les paramètres principaux à prendre en compte dans le choix d'une pompe hydraulique pour assurer la circulation de fluide sont : la pression et le débit. Ces deux paramètres sont bien entendu liés. En effet, pour une pompe donnée, on peut définir une courbe reliant ces deux paramètres pour une vitesse de rotation donnée. Le point de fonctionnement sur cette courbe est défini en fonction du circuit hydraulique et notamment de ses différences de hauteur et de ses pertes de charge.

[0003] Les pompes volumétriques à engrenages sont largement utilisées pour la circulation de fluide hydraulique. Elles délivrent un débit variant peu en fonction de la pression contrairement aux pompes centrifuges. Les pompes à engrenage sont plus simples et plus robustes que les pompes à piston.

[0004] Dans la famille des pompes à engrenage, il est possible de distinguer les pompes à engrenage externe où deux roues à denture externe tournent dans une chambre et les pompes à engrenage interne possédant deux rotors imbriqués, l'un à denture interne et l'autre à denture externe engrenant l'un dans l'autre. Le rotor interne possède moins de dents que le rotor externe. Cette différence de nombre de dents permet de créer des cavités mobiles entre les dents, cavités qui déplacent le fluide. Les pompes à engrenage interne sont plus compactes que les pompes à engrenage externe. En effet, dans une pompe à engrenage externe, les deux roues dentées sont disposées côte à côte alors que dans une pompe à engrenage interne, les deux roues dentées sont disposées l'une dans l'autre. Dans une pompe à engrenage interne, il est possible de prévoir une excroissance du stator en forme de croissant séparant localement les deux rotors. Une pompe sans cette excroissance est souvent appelée pompe trochoïde ou « gerotor », l'appellation « gerotor » étant plus spécifique de la littérature anglo-saxonne.

[0005] Dans certaines utilisations particulières, comme par exemple en aéronautique, la pression atmosphérique peut être très basse en haute altitude et entraîner des difficultés de maintien de la circulation du fluide. En effet, une partie du circuit, notamment présent dans une bache servant de réservoir tampon peut être laissée à la pression environnante. En cas de vol en haute altitude,

la faible pression peut entraîner le désamorçage de la pompe hydraulique. D'autres phénomènes indésirables tels de la cavitation que peuvent également apparaître.

[0006] Par ailleurs, les pompes à engrenage fonctionnent bien à basse vitesse. Cependant, en aéronautique, les turbopropulseurs fonctionnent dans des plages de vitesse très élevées, typiquement entre 12000 et 30000 tours par minute. A ce jour, pour entraîner une pompe hydraulique au moyen de l'arbre d'un turbopropulseur, il est nécessaire de prévoir un réducteur de vitesse.

[0007] L'invention vise à pallier tout ou partie des problèmes cités plus haut en proposant une pompe hydraulique pouvant être directement entraînée, sans réducteur de vitesse par un arbre pouvant tourner à grande vitesse, typiquement jusqu'à 30000 tours par minute et pouvant fonctionner dans un environnement à très basse pression typiquement lorsque la pression atmosphérique correspond à une altitude supérieure à 10000 m.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet une pompe hydraulique, comprenant :

- un carter,
- une pompe à aube comprenant un rotor mobile en rotation par rapport au carter autour d'un premier axe, le rotor comprenant plusieurs aubes en forme d'hélice,
- une zone de transition appartenant au carter, et possédant, du côté de la pompe à aube, une rampe en forme d'hélice se développant dans le même sens que la forme en hélice des aubes,
- une pompe trochoïde comprenant un rotor à denture externe solidaire du rotor de la pompe à aube, et un rotor à denture interne mobile en rotation par rapport au carter autour d'un second axe parallèle et décalé du premier axe, la pompe trochoïde étant alimentée par la pompe à aube au travers de la zone de transition en longeant la rampe.

[0009] Un pas d'hélice des aubes, défini le long du premier axe, est avantageusement croissant en direction d'une sortie de la pompe à aube.

[0010] Pour chaque aube, une ligne d'extrados est avantageusement plus longue qu'une ligne d'intrados correspondante, les lignes d'intrados et d'extrados étant définies toutes deux sur une même surface cylindrique autour du premier axe.

[0011] Le stator de la pompe à aube peut comprendre une cavité dans laquelle le rotor de la pompe à aube tourne, une section de la cavité, et une section du rotor de la pompe à aube, possèdent avantageusement un diamètre décroissant en direction de la sortie de la pompe à aube, les sections étant définie perpendiculairement au premier axe.

[0012] Le rotor de la pompe à aube peut comprendre un arbre s'étendant selon le premier axe, les aubes s'étendant principalement radialement autour de l'arbre de la pompe à aube, un diamètre de l'arbre de la pompe à aube, défini perpendiculairement au premier axe, croît

avantageusement en direction de la sortie de la pompe à aube.

[0013] Chacune des aubes possède avantageusement un bord d'attaque se rapprochant de la sortie de la pompe à aube lorsque sa distance au premier axe augmente.

[0014] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

la figure 1 représente en coupe longitudinale un exemple de pompe hydraulique conforme à l'invention ;

la figure 2 représente en coupe transversale une pompe trochoïde appartenant à la pompe de la figure 1 ;

la figure 3 représente en vue longitudinale le rotor d'une pompe à aubes appartenant à la pompe de la figure 1 ;

la figure 4 représente une forme asymétrique que peut prendre des aubes de la pompe à aube ;

la figure 5 représente en perspective une pièce de transition appartenant à la pompe de la figure 1 ;

Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

[0015] L'exemple décrit se rapporte à une pompe hydraulique 10 destinée à être mise en œuvre dans le domaine aéronautique et principalement pour faire circuler un fluide hydraulique, notamment de l'huile permettant de refroidir une machine électrique entraînée par l'arbre d'un turbopropulseur. La pompe hydraulique 10 est entraînée directement, c'est-à-dire sans réducteur de vitesse, par l'arbre du turbopropulseur. Autrement dit, la pompe hydraulique 10 est destinée à fonctionner dans une plage de vitesse très élevée, pouvant typiquement atteindre une vitesse de l'ordre de 30000 tours par minutes.

[0016] L'invention n'est pas limitée au domaine aéronautique et peut être mise en œuvre dans tout autre domaine. L'intérêt principal de l'invention reste la possibilité d'atteindre des vitesses de rotation très élevée et de permettre un fonctionnement dans un environnement où la pression d'entrée de la pompe peut descendre bien en dessous de la pression atmosphérique classique au niveau du sol.

[0017] La figure 1 représente un exemple de pompe hydraulique 10 conforme à l'invention. La pompe hydraulique 10 est entraînée par un arbre moteur 12 tournant par rapport à un carter 14 autour d'un axe 16. La figure 1 est une vue en coupe dans un plan contenant l'axe 16. Un palier à deux roulements 18 guide la rotation de l'arbre moteur 12 par rapport au carter 14 autour d'un axe 16. La pompe hydraulique 10 comprend deux pompes montées en série : une pompe à aube 20 et une pompe trochoïde 22. La pompe à aube 20 permet le gavage de la pompe trochoïde 22. La pompe à aube 20 et la pompe trochoïde 22 sont entraînées par le même arbre moteur

12. Sur la figure 1, on distingue un conduit d'admission 24 réalisé dans le carter 14 et formant l'entrée de la pompe à aube 20 et un conduit de refoulement 26, également réalisé dans le carter 14 et formant la sortie de la pompe trochoïde 22. Une pièce de transition 28 forme à la fois la sortie de pompe à aube 20 et l'entrée de la pompe trochoïde 22. En pratique, le carter 14 peut être réalisé en plusieurs pièces mécaniques, deux dans l'exemple représenté : un premier flasque 14a et un second flasque 14b. La pièce de transition 28 est imbriquée dans la flasque 14a. Il est également possible d'imbriquer la pièce de transition 28 dans le flasque 14b. Les deux flasques 14a et 14b ainsi que la pièce de transition 28 sont tous trois solidaires les uns des autres. Tout autre type de maintien en position des flasques 14a, 14b et de la pièce de transition 28 est possible dans le cadre de l'invention. Pour faciliter la fabrication où l'assemblage des flasques 14a, 14b et de la pièce de transition 28, il est possible de prévoir de remplir les fonctions de ces pièces en un plus grand nombre ou un plus petit nombre de pièces mécaniques. Par la suite, on ne distinguera pas les deux flasques 14a, 14b et la pièce de transition 28 qui conjointement forment le carter 14. La fonction remplie par la pièce de transition 28 sera appelée zone de transition 28 du carter 14.

[0018] La figure 2 représente la pompe trochoïde 22 en coupe dans un plan perpendiculaire à l'axe 16. La pompe trochoïde 22 comprend un rotor à denture externe 30 entraîné en rotation par l'arbre 12 autour de l'axe 16. Le rotor à denture externe 30 est solide de l'arbre 12. En pratique, le rotor à denture externe 30 et l'arbre 12 peuvent être réalisés dans une même pièce mécanique. La pompe trochoïde 22 comprend également un rotor à denture interne 32 pouvant tourner librement dans le carter 14 autour d'un axe 34 décalé de l'axe 12 et parallèle à celui-ci. Le carter 14 comprend une cavité cylindrique 36 d'axe 34 formant le stator de la pompe trochoïde 22.

[0019] Le rotor à denture externe 30 comprend six dents et le rotor à denture interne 32 comprend sept dents dans l'exemple représenté. Le rotor à denture externe 30 entraîne en rotation le rotor à denture interne 32. De façon plus générale, le rotor à denture externe 30 comprend moins de dents que le rotor à denture interne 32. La différence de nombre de dents crée un espace interdentaire qui aspire le fluide dans une zone 38 où les dents se séparent et le refoule dans une zone 40 où les dents se rejoignent lors de la rotation des deux rotors 30 et 32. Sur la figure 2, les zones d'aspiration et de refoulement sont représentées respectivement à droite et à gauche de la figure. En pratique, la zone d'aspiration 38 correspond à une ouverture 42 réalisée dans la zone de transition 28 et la zone de refoulement 40 correspond à une ouverture 44 réalisée dans le carter 14 et communiquant avec le conduit de refoulement 26.

[0020] La figure 3 représente un rotor 46 de la pompe à aube 20. Le rotor 46 est solide de l'arbre 12. Le rotor 46 et le rotor à denture externe 30 de la pompe trochoïde 22 sont donc entraînés en rotation par rapport au carter

14 autour de l'axe 16 par le même arbre 12. Le rotor 46 de la pompe à aube 20 peut être directement réalisé avec l'arbre 12 ou réalisé dans une pièce mécanique séparée, comme représenté sur les figures 1 et 3. Le rotor 46 est immobilisé par rapport à l'arbre 12 par exemple au moyen d'une clavette 48. La réalisation séparée de l'arbre 12 et du rotor 46 permet d'éviter de réaliser un arbre 12 trop complexe.

[0021] Le rotor 46 tourne dans une cavité 50 formant le stator de la pompe à aube 20. La cavité 50 possède une forme de révolution autour de l'axe 16. Dans l'exemple représenté, la cavité 50 est réalisée dans la pièce de transition 28. On rappelle que la pièce de transition 28 et les flasques 14a, 14b sont solidaires les uns des autres.

[0022] Le rotor 46 comprend plusieurs aubes en forme d'hélice. Dans l'exemple représenté, le rotor 46 comprend quatre aubes 52, 54, 56 et 58. Un autre nombre d'aubes peut être envisagé. Le nombre d'aubes dépend notamment du pas souhaité de l'hélice. Ce pas peut être fixe et identique pour toutes les aubes. Alternativement, il est avantageux de faire varier le pas d'hélice de chaque aube entre l'entrée et la sortie de la pompe à aube 20. Un pas plus faible en entrée permet d'éviter les variations brutales de pression du fluide entre le conduit d'admission 24 et les aubes. En effet, pour permettre à la pompe hydraulique 10 de fonctionner avec une pression de fluide faible au niveau du conduit d'admission 24, il est avantageux de limiter la variation de pression de fluide au niveau de l'entrée de la pompe à aube 20, notamment pour éviter le risque de cavitation. Le pas de l'hélice peut ensuite croître en direction de la sortie de la pompe à aube 20 afin d'augmenter la pression de fluide progressivement avant d'atteindre la pompe trochoïde 22. Sur la figure 3, la variation de pas peut être visualisée par des cotes s'étendant parallèlement à l'axe 16. Une première cote c1 sépare les aubes 52 et 54 au plus près du conduit d'admission 24 et une seconde cote c2, supérieure à la cote c1, sépare les aubes 54 et 56 plus près de l'ouverture 42 réalisée dans la pièce de transition 28.

[0023] La figure 4 représente un exemple de profil des aubes 52, 54, 56 et 58. Ce profil est une coupe d'une aube par une surface cylindrique 60 d'axe 16 représentée à plat. Le profil s'étend entre un bord d'attaque 62 situé au plus près du conduit d'admission 24 et un bord de fuite 64 situé au plus près de la pièce de transition 28. Le profil est asymétrique. Plus précisément, une ligne d'extrados 66 est plus longue qu'une ligne d'intrados 68 correspondante. Les appellations d'intrados et d'extrados sont définies par similitude avec celles utilisées pour une aile d'avion. L'intrados correspond à la face de l'aube où la pression du fluide est la plus élevée et l'extrados correspond à la face de l'aube où la pression du fluide est la plus basse. Parmi les profils asymétriques, il est possible de choisir un profil défini par « National Advisory Committee for Aeronautics » connu par son acronyme NACA. La mise en œuvre d'un tel profil asymétrique permet d'augmenter la vitesse de rotation de la pompe à

aube 20 en limitant les risques de cavitation pour obtenir l'augmentation de pression et le débit souhaités. D'autres profils sont bien entendu possibles.

[0024] La cavité 50 formant le stator de la pompe à aube 20 est de révolution autour de l'axe 16. Entre les aubes 52, 54, 56, 58 et la cavité 50, un jeu fonctionnel est prévu pour permettre la rotation des aubes. Ce jeu fonctionnel est le plus faible possible pour limiter les fuites et améliorer le rendement de la pompe à aube 20. Le jeu fonctionnel est notamment fonction des tolérances de fabrication des différentes pièces mécaniques et des dilatations thermiques possibles lors du fonctionnement. Il est possible de réaliser une cavité 50 cylindrique sur toute la longueur de la cavité 50 définie le long de l'axe 26 et balayée par les aubes. Alternativement et avantageusement, la section de la cavité 50, définie perpendiculairement à l'axe 16, possède un diamètre D décroissant en direction de l'ouverture 42 formant la sortie de la pompe à aube 20. La décroissance du diamètre D est avantageusement continue afin de limiter les pertes de charge. Les dimensions radiales des aubes 52, 54, 56, 58 suivent cette décroissance. On considère que pour toute section, les diamètres nominaux des aubes et de la cavité 50 sont égaux aux jeux fonctionnels près. Cette évolution du diamètre D permet de réduire la section de passage du fluide de l'amont vers l'aval de la pompe à aube 20. Cette réduction de section de passage permet d'augmenter la vitesse du fluide et donc sa pression lors de son transit dans la pompe à aube 20. Ceci permet d'améliorer l'efficacité de la pompe à aube 20.

[0025] Alternativement ou en complément à la forme de la cavité 50, il est également possible d'agir sur le diamètre intérieur des aubes. Plus précisément, le rotor 46 de la pompe à aube 20 comprend un arbre 70 solidaire de l'arbre 12. Comme on l'a vu précédemment, l'arbre 70 et l'arbre 12 peuvent être réalisés en une seule pièce mécanique ou en deux pièces mécaniques séparées. L'arbre 70 est de révolution autour de l'axe 16. De l'arbre 70 s'étendent radialement, autour de l'axe 16, les aubes 52, 54, 56 et 58. L'arbre 70 et les aubes 52, 54, 56, 58 forment le rotor 46 de la pompe à aube 20. Le diamètre extérieur d de l'arbre 70, défini perpendiculairement à l'axe 16, peut être constant sur toute la zone où les aubes 52, 54, 56 et 58 sont implantées. Alternativement, le diamètre extérieur d de l'arbre 70 peut croître en direction de la sortie de la pompe à aube 20. Cette évolution du diamètre d de l'arbre 70 contribue à la réduction de section de passage du fluide en direction de la sortie de la pompe à aube 20. Avantageusement le diamètre extérieur d croît de façon continue en direction de la sortie de la pompe à aube 20 afin de limiter les pertes de charge.

[0026] Dans la pompe à aube 20, le fluide est en contact direct d'une part avec l'arbre 70 et d'autre part avec la cavité 50.

[0027] Le fait d'augmenter le diamètre d de l'arbre 70 et/ou de réduire le diamètre D de la cavité 50 en direction de la sortie de la pompe à aube 20 permet de mieux s'adapter à la définition de la pompe trochoïde 22 et plus

précisément à la position de l'ouverture 42 de la pièce de transition 28 formant à la fois la sortie de la pompe à aube 20 et la zone d'aspiration 38 de la pompe trochoïde 22.

[0028] Le bord d'attaque 62 des aubes 52, 54, 56 et 58 de la pompe à aube 20 peut s'étendre perpendiculairement à l'axe 16. Alternativement, il est possible d'incliner le bord d'attaque par rapport à une direction perpendiculaire à l'axe 16. Plus précisément, le bord d'attaque 62 se rapproche de la sortie de la pompe à aube 20 lorsque sa distance à l'axe 16 augmente. Cette inclinaison peut être constante et le bord d'attaque 62 peut former un segment de droite comme représenté sur la figure 3. L'inclinaison du segment de droite est représentée par un angle α . Il est également possible d'incliner le bord d'attaque 62 de façon évolutive lorsque sa distance à l'axe 16 augmente. Cette inclinaison permet d'améliorer la pénétration du fluide dans la pompe à aube 20 pour limiter le risque de cavitation et ses effets potentiellement destructeurs.

[0029] La figure 5 représente en perspective la pièce de transition 28. On distingue l'ouverture 42 formant la sortie de la pompe à aube 20 et la zone d'aspiration 38 de la pompe trochoïde 22. La pièce de transition 28 comprend une rampe 72 permettant de guider le fluide en sortie de la pompe à aube 20 avant d'atteindre l'ouverture 42. Autrement dit la rampe 72 est située entre la pompe à aube 20 et la pompe trochoïde 22 du côté de la pompe à aube 20. Le fluide longe la rampe 72 jusqu'à atteindre l'ouverture 42. La rampe 72 est avantageusement en forme en d'hélice se développant dans le même sens que la forme en hélice des aubes 52, 54, 56 et 58 afin de limiter les pertes de charges entre les deux pompes 20 et 22.

Revendications

1. Pompe hydraulique, comprenant :

- un carter (14),
- une pompe à aube (20) comprenant un rotor (46) mobile en rotation par rapport au carter (14) autour d'un premier axe (16), le rotor (46) comprenant plusieurs aubes (52, 54, 56, 58) en forme d'hélice,
- une zone de transition (28) appartenant au carter (14) et possédant, du côté de la pompe à aube (20), une rampe (72) en forme d'hélice se développant dans le même sens que la forme en hélice des aubes (52, 54, 56, 58),
- une pompe trochoïde (22) comprenant un rotor à denture externe (30) solidaire du rotor (46) de la pompe à aube (20), et un rotor à denture interne (32) mobile en rotation par rapport au carter (14) autour d'un second axe (34) parallèle et décalé du premier axe (16), la pompe trochoïde (22) étant alimentée par la pompe à aube (20)

au travers de la zone de transition (28) en longeant la rampe (72).

2. Pompe hydraulique selon la revendication 1, dans laquelle un pas d'hélice des aubes (52, 54, 56, 58) étant défini le long du premier axe (16) est croissant en direction d'une sortie (42) de la pompe à aube (20).
3. Pompe hydraulique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle pour chaque aube (52, 54, 56, 58), une ligne d'extrados (66) est plus longue qu'une ligne d'intrados (68) correspondante, les lignes d'intrados et d'extrados étant définies toutes deux sur une même surface cylindrique (60) autour du premier axe (16).
4. Pompe hydraulique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le stator de la pompe à aube (20) comprend une cavité (50) dans laquelle le rotor (46) de la pompe à aube (20) tourne, une section de la cavité, et une section du rotor (46) de la pompe à aube (20), possèdent un diamètre (D) décroissant en direction de la sortie (42) de la pompe à aube (20), les sections étant définie perpendiculairement au premier axe (16).
5. Pompe hydraulique selon la revendication 4, dans laquelle le diamètre (D) décroît de façon continue.
6. Pompe hydraulique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le rotor (46) de la pompe à aube (20) comprend un arbre (70) s'étendant selon le premier axe (16), les aubes (52, 54, 56, 58) s'étendant principalement radialement autour de l'arbre (70) de la pompe à aube (20), un diamètre (d) de l'arbre (70) de la pompe à aube (20), défini perpendiculairement au premier axe (16), croît en direction de la sortie (42) de la pompe à aube (20).
7. Pompe hydraulique selon la revendication 6, dans laquelle le diamètre (d) de l'arbre (70) croît de façon continue.
8. Pompe hydraulique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle chacune des aubes (52, 54, 56, 58) possède un bord d'attaque (62) se rapprochant de la sortie (42) de la pompe à aube (20) lorsque sa distance au premier axe (16) augmente.

Fig. 1

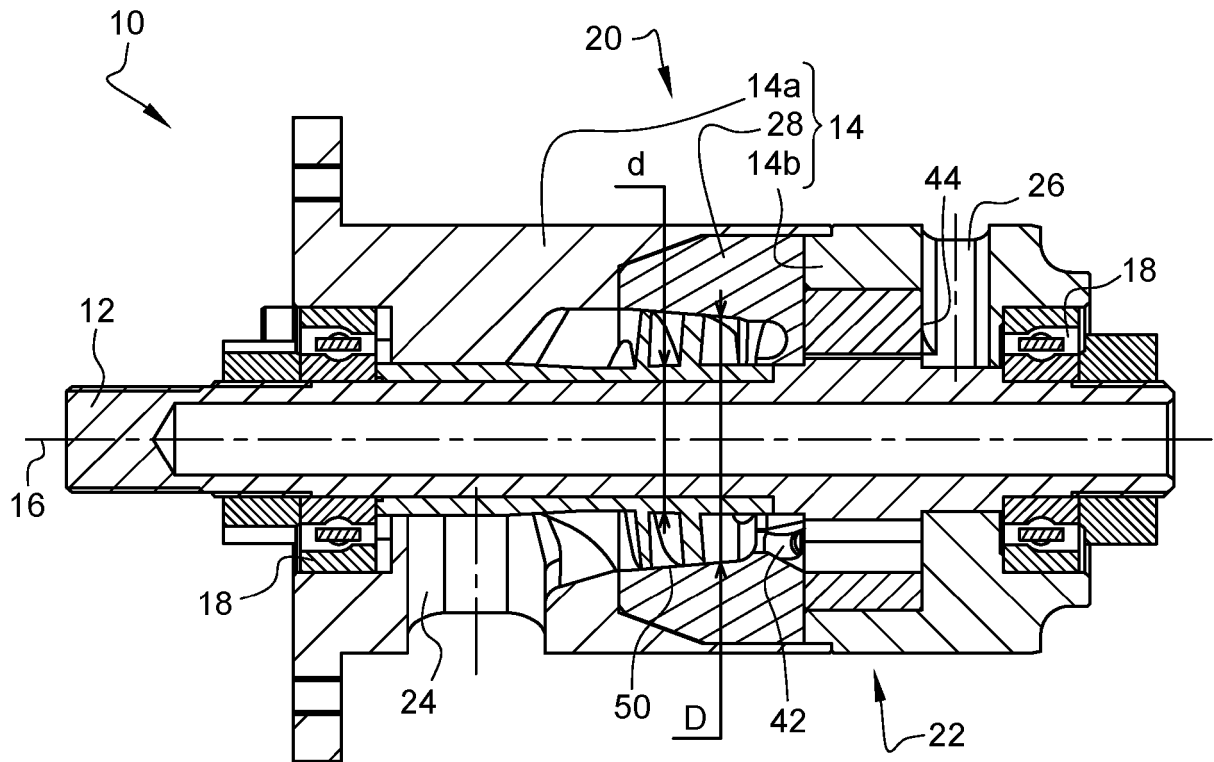


FIGURE 1

Fig. 2

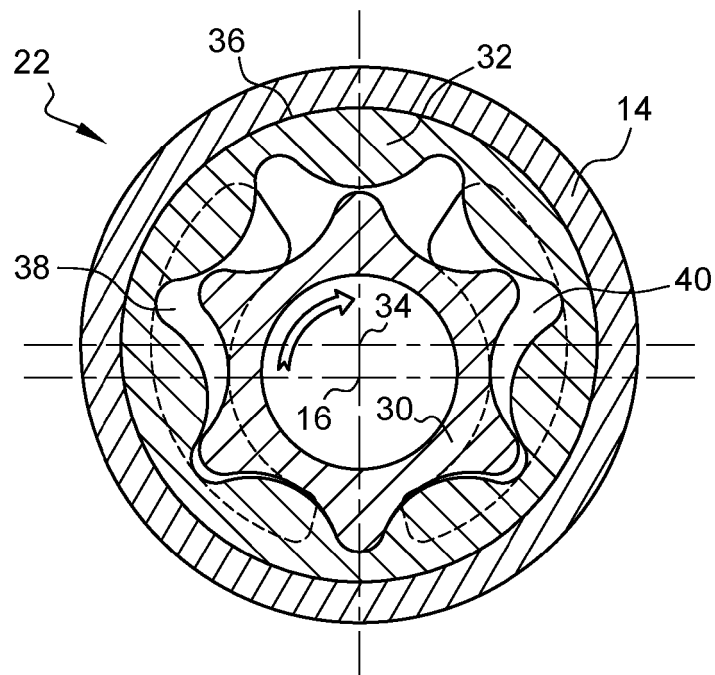


Fig. 3

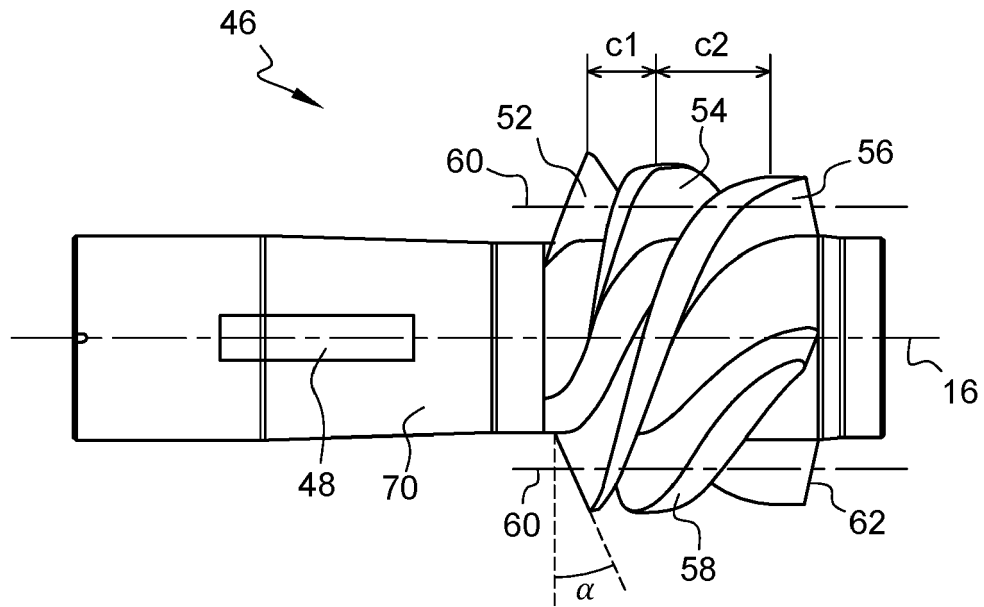


FIGURE 3

Fig. 4

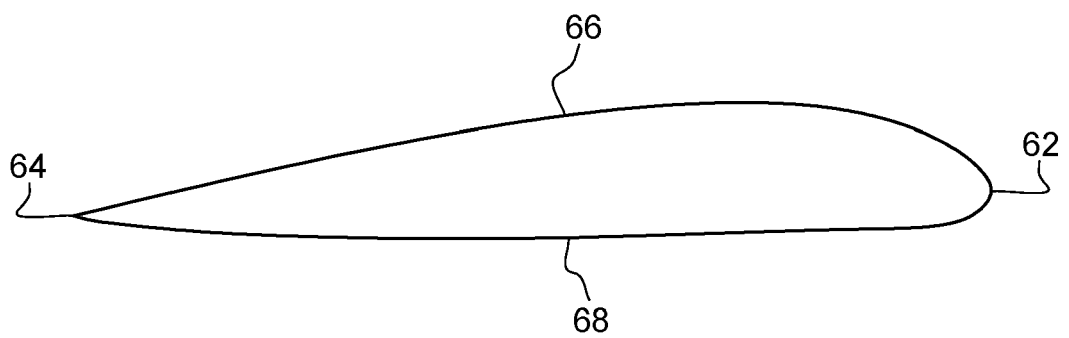


FIGURE 4

Fig. 5

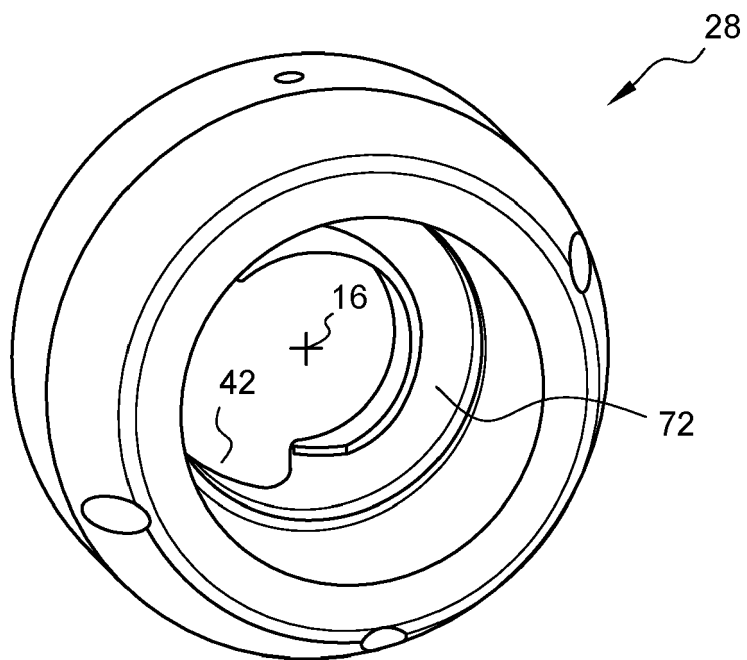


FIGURE 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 20 5926

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2017/211577 A1 (DUNCAN PATRICK WILSON [US] ET AL) 27 juillet 2017 (2017-07-27) * alinéas [0003], [0028] - [0035], [0042], [0043] * * figures 4-6,10 *	1-8	INV. F04D3/02 F04C2/10 F04C11/00 F04D13/12 F04D29/18 F04D29/24 F04D29/54
A	US 2005/191186 A1 (HARRIS PAUL [GB] ET AL) 1 septembre 2005 (2005-09-01) * alinéas [0021] - [0024], [0027] * * figure 2 *	1-8	
A	DE 10 2018 212497 A1 (ECKERLE TECH GMBH [DE]) 30 janvier 2020 (2020-01-30) * alinéas [0038] - [0047] * * figures 1,2,4 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F04D F04C F01C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 2 mars 2023	Examineur Gombert, Ralf
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 20 5926

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-03-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2017211577 A1	27-07-2017	DE 112015003595 T5	03-08-2017
		US 2017211577 A1	27-07-2017
		WO 2016022193 A1	11-02-2016
US 2005191186 A1	01-09-2005	EP 1486675 A1	15-12-2004
		US 2005191186 A1	01-09-2005
DE 102018212497 A1	30-01-2020	CN 112513464 A	16-03-2021
		DE 102018212497 A1	30-01-2020
		EP 3827170 A1	02-06-2021
		US 2021285448 A1	16-09-2021
		WO 2020020902 A1	30-01-2020

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82