

(19)



(11)

EP 3 529 493 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
17.06.2020 Bulletin 2020/25

(51) Int Cl.:
F04B 1/04^(2020.01) F04B 49/22^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17797399.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2017/052900

(22) Date de dépôt: **20.10.2017**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2018/078255 (03.05.2018 Gazette 2018/18)

(54) **POMPE CRYOGÉNIQUE**

KRYOGENE PUMPE

CRYOGENIC PUMP

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **24.10.2016 FR 1660288**

(43) Date de publication de la demande:
28.08.2019 Bulletin 2019/35

(73) Titulaire: **Cryostar SAS**
68220 Hésingue (FR)

(72) Inventeur: **BONVILAIN, Marc**
68120 Richwiller (FR)

(74) Mandataire: **Meilinger, Claudia Sabine**
Linde Aktiengesellschaft
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(56) Documents cités:
WO-A1-82/03337 DE-A1-102011 080 287

EP 3 529 493 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 une pompe cryogénique et plus particulièrement une pompe à piston cryogénique.

[0002] Une pompe cryogénique est utilisée pour augmenter la pression d'un liquide se trouvant à très basse température, généralement en dessous de -100°C . Dans le cas d'une pompe à piston, on retrouve une structure « classique » de pompe avec un piston se déplaçant dans un cylindre fermé à une extrémité définissant de la sorte une chambre de pompage qui est associée à des moyens d'alimentation en liquide et à des moyens de refoulement de liquide sous pression. Il convient d'éviter lors du passage du liquide cryogénique dans la pompe que le liquide se vaporise, d'une part, pour ne pas « perdre » le liquide et, d'autre part, pour éviter des problèmes de cavitation dans la pompe. Ainsi il est connu d'isoler la pompe en plaçant une enveloppe isolante autour d'une partie appelée tête de pompe et qui comprend notamment la chambre de pompage, les moyens d'alimentation et les moyens de refoulement, c'est-à-dire la partie de la pompe dans laquelle le fluide cryogénique circule.

[0003] Le document WO82/03337 divulgue une pompe à plusieurs cylindres pour un liquide cryogénique pourvue d'un système de décharge dans lequel la vanne d'entrée de chaque cylindre peut être maintenue de manière sélective dans la position ouverte ou fermée. Dans la position fermée, le fonctionnement du cylindre est normal, alors que dans la position ouverte, le liquide n'arrive pas à atteindre une pression suffisante à lui permettre de sortir au travers de la vanne de sortie, désactivant ainsi le cylindre. On remarque que pour chaque cylindre, l'admission de liquide cryogénique est faite radialement tandis que le refoulement du liquide sous pression se fait axialement.

[0004] Le document EP-2 600 001 illustre une pompe cryogénique à piston qui présente une tête de pompe non seulement isolée mais aussi refroidie. Le refroidissement est obtenu par circulation d'un fluide à basse température entre deux enveloppes isolantes.

[0005] Dans la pompe illustrée sur le dessin de ce document EP-2 600 001, on remarque que l'alimentation en liquide cryogénique (basse pression) se fait axialement (par rapport à l'orientation du cylindre de la pompe) tandis que le refoulement du liquide sous haute pression se fait radialement.

[0006] Une telle structure, qui est classique sur des pompes cryogéniques, présente deux principaux inconvénients.

[0007] Un premier inconvénient est la difficulté à réaliser la structure. Les contraintes de température et de pression auxquelles sera soumise la pompe sont importantes. Il faut avec ces contraintes tout d'abord réaliser un raccord pour le refoulement sur un corps de pompe et ensuite le faire passer à travers au moins une enveloppe isolante.

[0008] Le raccord pour le refoulement est le plus souvent d'un seul tenant avec le corps de pompe. La réalisation de ce raccord se fait habituellement à partir d'un corps massif par tournage-fraisage sur une machine-outil numérique à plusieurs axes et nécessite beaucoup d'enlèvement de matière. Ensuite, des tôles et brides sont rapportées pour former au moins une enveloppe d'isolation de la tête de pompe et la traversée d'une enveloppe d'isolation nécessite d'adapter l'enveloppe au raccord et ensuite de réaliser une liaison étanche, par soudure, entre l'enveloppe et le raccord. Au total, de nombreuses étapes sont nécessaires pour arriver au produit fini. Outre les étapes évoquées ci-dessus, il faut également prévoir au moins une trempe à l'azote pour stabiliser le produit, une étape de ressuage/radiographie pour le contrôle de la pièce produite et bien sûr des étapes de finition.

[0009] La complexité de la fabrication de la pompe augmente le prix de revient de la pompe et impose d'avoir un contrôle qualité rigoureux qui vient donc encore renchérisser la pompe.

[0010] Un second inconvénient d'une telle structure est son encombrement. Il convient en effet de prévoir de l'espace dans le prolongement de la pompe pour réaliser le raccordement de l'arrivée de liquide à comprimer et aussi de l'espace latéralement à la pompe pour raccorder le refoulement de liquide sous pression.

[0011] Le document DE 10 2011 080 287 décrit une pompe à piston destinée à être utilisée notamment pour un système de freinage de véhicule automobile. La pompe comporte un piston de transfert pour transférer du liquide ainsi qu'un ressort de rappel de piston qui est un ressort en spirale. Dans ce document, aucune problématique d'isolation thermique n'est posée.

[0012] La présente invention a alors pour but de fournir une pompe cryogénique (qui présente donc une isolation thermique), notamment une pompe à piston, qui présente une structure simplifiée en vue notamment de limiter son coût de fabrication.

[0013] Avantagusement, la pompe selon l'invention sera de préférence compacte et peu encombrante.

[0014] En outre, une pompe selon l'invention présentera de préférence une durée de vie augmentée par rapport à une pompe connue de l'art antérieur.

[0015] À cet effet, la présente invention propose une pompe cryogénique de type comportant :

- un corps de pompe à l'intérieur duquel se trouve un piston monté mobile en translation le long d'un axe dit axe longitudinal et délimitant une chambre de pompage,
- des moyens de refoulement de liquide sous pression hors de la chambre de pompage comportant une sortie réalisée dans un corps de clapet de refoulement monté sur l'axe longitudinal, ladite sortie étant fermée par un clapet de refoulement monté dans ledit corps de clapet de refoulement,
- des moyens d'alimentation en liquide dans la cham-

bre de pompage comportant un clapet d'alimentation disposé autour de la sortie de la chambre de pompage, et

- une chambre d'alimentation disposée autour du corps de clapet de refoulement en communication avec la chambre de pompage via au moins un passage dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par le clapet d'alimentation.

[0016] Selon la présente invention, la chambre d'alimentation est fermée du côté opposé au piston par un couvercle comportant un premier passage pour permettre une alimentation en liquide cryogénique de la chambre d'alimentation et un deuxième passage pour permettre un refoulement de liquide pompé.

[0017] Cette structure permet d'avoir une alimentation axiale de la pompe ainsi qu'un refoulement axial également. Il n'est donc plus nécessaire de prévoir une sortie radiale pour le refoulement du liquide sous pression, ce qui simplifie grandement la structure de la pompe cryogénique. En outre, il est plus facile de réaliser des raccords et/ou passages au niveau d'un couvercle que de l'enveloppe réalisée autour du corps de pompe.

[0018] Pour réaliser le refoulement du liquide pompé, il est proposé que le corps de clapet de refoulement soit par exemple une pièce monobloc, usinée et tubulaire, présentant un siège de clapet de refoulement. Le clapet de refoulement peut être par exemple un clapet conique coopérant avec le siège de clapet de refoulement. Une telle structure pour le corps de clapet et pour le clapet, déjà connue de l'art antérieur pour réaliser un clapet de refoulement, est particulièrement bien adaptée pour la structure de pompe selon la présente invention.

[0019] De manière originale, il est aussi proposé que les moyens d'alimentation comportent, d'une part, des orifices d'entrée disposés à la périphérie d'une face frontale du corps de clapet de refoulement et, d'autre part, un obturateur de forme annulaire adaptée à la forme et à la disposition des orifices d'entrée, ledit obturateur étant mobile entre une position ouverte autorisant le passage d'un fluide à travers les orifices d'entrée et une position fermée dans laquelle tous les orifices d'entrée sont obturés par ledit obturateur, des moyens élastiques venant précontraindre l'obturateur dans sa position fermée.

[0020] Avantageusement, pour des moyens de refoulement et des moyens d'alimentation tels que décrits ci-dessus, les orifices d'entrée sont de préférence intégrés dans le corps de clapet de refoulement en étant disposés à la périphérie de la partie creuse de ce corps de clapet. Ceci permet d'avoir une seule pièce à travers laquelle se fait à la fois l'alimentation en liquide basse pression et le refoulement du liquide haute pression. Ceci permet de simplifier encore la structure de la pompe et ainsi de limiter les assemblages nécessaires à sa réalisation.

[0021] Dans une pompe cryogénique selon l'invention, on peut prévoir que :

- le corps de clapet de refoulement est monté direc-

tement sur le corps de pompe par bridage et/ou

- le couvercle présente une forme globale de révolution autour de l'axe (24) longitudinal et/ou
- le couvercle présente une forme bombée, sa concavité étant orientée vers l'intérieur de la pompe et/ou
- le couvercle présente en outre un raccord de déga-

[0022] Pour isoler la pompe cryogénique décrite ici, le corps de pompe peut être entouré par une enveloppe de forme globalement cylindrique, fermée à l'extrémité se trouvant du côté du clapet de refoulement par le couvercle de manière à délimiter latéralement la chambre d'alimentation destinée à recevoir du liquide à pomper, ladite chambre d'alimentation s'étendant aussi partiellement autour du corps de pompe.

[0023] Pour une meilleure isolation, on prévoit de préférence que la pompe cryogénique comporte en outre une seconde enveloppe montée concentriquement autour de la première enveloppe de manière à former une enceinte d'isolation autour du corps de pompe. Dans cette variante de réalisation, un même couvercle est de préférence utilisé pour fermer la chambre d'alimentation autour du corps de pompe destinée à recevoir du liquide à pomper et l'enceinte d'isolation.

[0024] Des détails et avantages de la présente invention apparaîtront mieux de la description qui suit, faite en référence au dessin schématique annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue de côté d'une pompe cryogénique selon l'invention,

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale de la pompe de la figure 1,

La figure 3 est une première vue en perspective d'un corps de clapet de refoulement mis en oeuvre dans la pompe illustrée sur les figures 1 et 2, et

La figure 4 est une seconde vue du corps illustré sur la figure 3 mais sous un autre angle.

[0025] La figure 1 est une vue extérieure d'une pompe cryogénique de type pompe à piston. Elle est destinée à pomper un liquide cryogénique, par exemple de l'azote liquide, du gaz naturel liquéfié, de l'air liquide, Les applications d'une telle pompe sont nombreuses. À titre d'exemples non limitatifs, une telle pompe peut être utilisée au sein d'un véhicule (terrestre ou maritime) pour le système d'alimentation en carburant d'un moteur, ou bien encore dans une station de délivrance de liquide pour délivrer du liquide cryogénique à un véhicule ou pour le remplissage de bouteilles,

[0026] Cette pompe comporte un corps de pompe 2 dans lequel est réalisée une chambre de pompage visible sur la figure 2 et décrite plus loin. Le corps de pompe 2 comporte une première bride 4 pour permettre sa fixation sur un embiellage (non représenté). Cet embiellage est destiné à entraîner un piston par l'intermédiaire d'une tige de piston 6.

[0027] Pour éviter la vaporisation du liquide cryogéni-

que pompé, une enceinte isolante 8 entoure partiellement le corps de pompe 2, notamment la partie du corps de pompe 2 destinée à recevoir du liquide cryogénique, cette partie de la pompe étant aussi appelée tête de pompe. L'enceinte isolante 8 est fixée sur une seconde bride 10 du corps de pompe 2. Elle est fermée à l'une de ses extrémités par ladite seconde bride 10 et à son extrémité opposée par un couvercle 12. On remarque sur ce couvercle 12 la présence d'un raccord de dégazage 14, d'un raccord d'alimentation 16 en liquide cryogénique et d'un passage pour la traversée du couvercle par un corps de clapet de refoulement 18. La pompe illustrée est ainsi alimentée en liquide cryogénique à pomper par le raccord d'alimentation 16 et le liquide cryogénique sous haute pression quitte la pompe par un raccord de sortie 20 monté sur le corps de clapet de refoulement 18 pour alimenter une conduite de refoulement 22.

[0028] La figure 2 illustre l'intérieur de la pompe de la figure 1. On reconnaît ici le corps de pompe 2 à l'intérieur duquel est réalisé un alésage de forme globalement cylindrique circulaire définissant un axe longitudinal, dit axe 24 de la pompe. Cet alésage est usiné de manière à permettre de réaliser avec étanchéité le guidage d'un piston 26 : un joint à gaz 28 est prévu entre l'alésage et la tige de piston 6 tandis que le piston 26 coulisse dans une chemise 30, des joints étant prévus entre le piston 26 et la chemise 30.

[0029] L'alésage recevant le piston 26 avec son joint à gaz 28 et sa chemise 30 traverse le corps de pompe 2 de part en part. Du côté du piston 26, le corps de pompe 2 est fermé par le corps de clapet de refoulement 18 qui est illustré plus en détail sur les figures 3 et 4. L'espace, de volume variable, entre le piston 26 et le corps de clapet de refoulement 18 forme la chambre de pompage 31 déjà évoquée plus haut.

[0030] Le corps de clapet de refoulement 18 est une pièce tubulaire présentant une surface extérieure et une surface intérieure qui sont des surfaces de révolution autour de l'axe 24 de pompe. Du côté du corps de pompe 2, le corps de clapet de refoulement 18 présente une forme de disque dont le diamètre extérieur est adapté au diamètre intérieur de l'extrémité de l'alésage réalisé dans le corps de pompe 2. Ainsi, le corps de clapet de refoulement 18 peut venir s'emboîter dans le corps de pompe 2. Le diamètre du disque à l'extrémité du corps de clapet de refoulement 18 diminue si bien qu'il présente un épaulement. Ainsi, le corps de clapet de refoulement 18 présente une surface d'appui radiale 32 pour recevoir un anneau de bridage 34 pour permettre la fixation du corps de clapet de refoulement 18 par vissage sur une face frontale du corps de pompe 2.

[0031] Au-dessus de son disque d'extrémité, le corps de clapet de refoulement 18 présente un rétrécissement puis se rélargit progressivement pour retrouver sensiblement son diamètre au-dessus de l'épaulement et de la surface d'appui radiale 32. Des alésages axiaux 36 sont réalisés à travers le disque d'extrémité du clapet et débouchent d'une part dans la face frontale du corps de

clapet de refoulement 18 et d'autre part au niveau du rétrécissement de la surface extérieure du corps de clapet de refoulement 18.

[0032] À l'intérieur du corps de clapet de refoulement 18, au niveau du disque d'extrémité, se trouve un siège conique 38 coopérant avec un clapet conique 40.

[0033] Comme on peut le voir sur la figure 2, un obturateur 42 est logé dans l'alésage du corps de pompe 2. Il se présente sous la forme d'une rondelle et est mobile en translation dans le sens longitudinal. Du côté du corps de clapet de refoulement 18, l'obturateur 42 présente une face plane qui présente une forme et un état de surface adaptés pour venir fermer tous les alésages axiaux 36 du corps de clapet de refoulement 18 lorsque l'obturateur 42 vient reposer contre la face frontale dudit corps disposée dans l'alésage du corps de pompe 2. Un ressort 44 vient précontraindre l'obturateur 42 dans cette position fermée des alésages axiaux 36. L'obturateur 42 forme ainsi en coopération avec les alésages axiaux 36 un clapet utilisé pour l'alimentation de la pompe comme il ressortira plus loin dans la description du fonctionnement de la pompe.

[0034] Pour loger le ressort 44, l'alésage intérieur du corps de pompe 2 et la chemise 30 sont aménagés. Comme on peut le voir sur la figure 2, l'alésage intérieur du corps de pompe 2 s'élargit du côté du corps de clapet de refoulement 18. La chemise 30 présente un diamètre intérieur constant. Son diamètre extérieur augmente lorsque le diamètre intérieur de l'alésage du corps de pompe 2 augmente si bien que la chemise 30 présente un épaulement extérieur qui est adapté à l'épaulement intérieur de l'alésage du corps de pompe 2. Ces deux épaulements permettent un positionnement de la chemise 30 dans l'alésage du corps de pompe 2. Du côté du corps de clapet de refoulement 18, le diamètre de la paroi extérieure de la chemise 30 diminue pour recevoir le ressort 44 qui est alors monté entre la chemise 30 et une douille 46. Cette dernière vient en appui contre la face frontale du corps de clapet de refoulement 18 disposée dans l'alésage du corps de pompe 2. Sa surface intérieure sert de surface de guidage pour le ressort 44 et pour l'obturateur 42. Ce dernier peut ainsi se déplacer entre l'extrémité frontale de la chemise 30 et le corps de clapet de refoulement 18.

[0035] Pour limiter l'évaporation du liquide cryogénique comprimé dans la pompe, il est prévu l'enceinte isolante 8 évoquée plus haut. Cette enceinte présente une double enveloppe :

- une première enveloppe 48 cylindrique circulaire est soudée (cf. cordon de soudure 52 sur la figure 2) sur un anneau d'étanchéité 54 fixé sur la seconde bride 10, du côté du corps de clapet de refoulement 18.
- une seconde enveloppe 56 également de forme globalement cylindrique circulaire vient entourer la première enveloppe 48 en laissant un espace vide entre les deux enveloppes. Une extrémité de la seconde enveloppe 56 est montée de façon étanche, par

exemple soudée, sur la face extérieure de l'anneau d'étanchéité 54.

[0036] L'anneau d'étanchéité forme ainsi un second couvercle venant obturer à une extrémité l'espace se trouvant entre la première enveloppe 48 et la seconde enveloppe 56. Il est réalisé dans un matériau isolant adapté aux très basses températures. Il est fixé sur la seconde bride 10 par exemple par des vis.

[0037] Pour une meilleure isolation, un vide partiel est ici réalisé entre la première enveloppe 48 et la seconde enveloppe 56. Comme illustré sur la figure 1, un raccord 58 est alors utilisé pour relier l'enceinte isolante 8 à une pompe à vide (non représentée).

[0038] Le couvercle 12 vient fermer de manière étanche l'enceinte isolante 8 du côté opposé à l'anneau d'étanchéité 54 et crée ainsi autour de la tête de pompe une chambre de réserve 60 destinée à recevoir du liquide cryogénique basse pression pour alimenter la pompe en liquide cryogénique. Ce couvercle 12 se présente sous la forme globale d'un disque bombé présentant une concavité orientée vers le piston 26 et la chambre de réserve 60. Il est réalisé dans une matière isolante thermiquement adaptée à de très basses températures. Dans la forme de réalisation illustrée, la forme bombée du couvercle 12 est obtenue en combinant une partie centrale en forme de disque et une partie périphérique de forme conique. Le couvercle 12 s'étend de manière sensiblement transversale par rapport à l'axe longitudinal 24. Dans la forme de réalisation illustrée, la partie centrale (en forme de disque) s'étend transversalement. Si le couvercle présente une autre forme, on peut par exemple prévoir qu'il présente globalement une forme de révolution (ce qui est le cas dans la forme de réalisation illustrée) autour de l'axe longitudinal 24. Ce couvercle 12 et l'enceinte isolante 8 sont tels qu'ils présentent une surface de jonction se trouvant dans un plan transversal (par rapport à l'axe longitudinal 24) ou sensiblement transversal.

[0039] La chambre de réserve 60 est délimitée par le corps de pompe 2, la première enveloppe 48, l'anneau d'étanchéité 54 et le couvercle 12. Au niveau de ce dernier, l'étanchéité est réalisée par soudures du couvercle 12 sur la première enveloppe 48 et sur la seconde enveloppe 56. Le raccord d'alimentation 16 et le raccord de dégazage 14 peuvent eux aussi être soudés sur le couvercle 12 pour garantir à chaque fois une liaison étanche. Sur la forme de réalisation de la figure 2, il est par contre proposé que l'étanchéité soit réalisée par un ensemble de joints 50 adaptés pour une utilisation à très basse température et pour des liquides cryogéniques. On remarque dans la forme de réalisation préférée de la figure 2 que le corps de clapet de refoulement 18 traverse le couvercle 12 au centre de celui-ci, au niveau de la partie en forme de disque du couvercle 12. Le raccord d'alimentation 16 et le raccord de dégazage 14 sont quant à eux disposés au niveau de la partie périphérique conique du couvercle 12. Ces raccords sont de ce fait

un peu inclinés par rapport à l'axe longitudinal. L'angle d'inclinaison formé par chacun de ces raccords (raccord d'alimentation 16 et raccord de dégazage 14) avec l'axe longitudinal 24 est de préférence inférieur à 45°, de manière encore préférée inférieur) 30°, voire inférieur à 20°. On peut ainsi par exemple prévoir un angle d'inclinaison de l'ordre de 10 à 20°, par exemple 15°.

[0040] Le fonctionnement de la pompe décrite ci-dessus et illustrée au dessin est le suivant. On veille pour le fonctionnement de la pompe que le raccord de dégazage 14 soit en position haute pour bien collecter toutes les vapeurs issues d'une vaporisation éventuelle du liquide cryogénique. En outre, le raccord d'alimentation 16 (disposé par exemple de manière diamétralement opposée au raccord de dégazage 14) est relié à une source de liquide cryogénique à pomper. L'alimentation peut se faire par gravité si le réservoir de liquide est en position haute par rapport à la pompe ou bien à l'aide d'une autre pompe cryogénique. Il convient pour l'alimentation en liquide de veiller à ce que la chambre de réserve 60 soit en permanence alimentée et remplie de liquide pour éviter que du gaz n'entre dans la pompe.

[0041] Le piston 26 est entraîné dans un mouvement de va et vient dans la chemise 30 par l'intermédiaire de sa tige de piston 6 qui est raccordée à un embiellage non représenté.

[0042] Lorsque le piston 26 s'éloigne du corps de clapet de refoulement 18, le volume de la chambre de pompage 31 augmente et une dépression se crée de ce fait dans cette chambre. Cette dépression aspire l'obturateur 42 vers l'intérieur de la chambre de pompage 31 et ouvre ainsi les alésages axiaux 36 réalisés dans le corps de clapet de refoulement 18. Le ressort 44 est dimensionné en fonction des caractéristiques de la pompe et notamment pour permettre l'ouverture de l'obturateur 42 lors de la course du piston 26 quand il s'éloigne du corps de clapet de refoulement 18. Au cours de cette course, la chambre de pompage 31 se remplit de liquide cryogénique.

[0043] Par la suite, le sens de déplacement du piston 26 change et le piston 26 se rapproche alors du corps de clapet de refoulement 18. Le liquide cryogénique se trouvant dans la chambre de pompage 31 est poussé contre l'obturateur 42 qui se referme. Le liquide dans la chambre de pompage 31 poussé par le piston 26 provoque l'ouverture du clapet de refoulement par ouverture du clapet conique 40. Le liquide cryogénique est alors refoulé à haute pression (par exemple de 100 à 400 bar soit de 10 à 40.10⁶ Pa) dans la conduite de refoulement 22. Dès que la pression dans la chambre de pompage 31 passe en dessous de la pression régnant dans la conduite de refoulement 22, le clapet conique 40 se referme et vient reposer à nouveau contre son siège conique 38 en fermant de manière étanche le circuit de refoulement de la pompe.

[0044] Le fonctionnement de la pompe est ainsi très proche de celui d'une pompe de l'art antérieur mais avec une structure bien différente.

[0045] La structure originale de type « tout axial » permet de conserver les performances d'une pompe de l'art antérieur présentant des caractéristiques similaires (pression délivrée, puissance, etc.) avec deux principaux avantages, d'une part, une fabrication plus aisée et, d'autre part, un encombrement réduit.

[0046] Comme il ressort de la description qui précède, tous les échanges de fluide entre l'intérieur et l'extérieur de la pompe s'effectuent à travers le couvercle qui vient fermer l'enceinte isolante autour de la tête de pompe. Par rapport aux structures de l'art antérieur il n'est donc plus nécessaire de traverser cette enceinte isolante, ce qui permet déjà de faciliter sa réalisation. Alors que pour réaliser une enceinte isolante d'une pompe de l'art antérieur il convenait de réaliser des enveloppes « sur mesure » avec le plus souvent au moins une soudure longitudinale, il est possible de réaliser les deux enveloppes de l'enceinte isolante décrites plus haut à partir de tubes du commerce, et donc sans soudure longitudinale.

[0047] En outre, il n'est pas non plus nécessaire d'adapter le corps de pompe pour aménager dans celui-ci une sortie radiale. Cette sortie radiale dans les pompes de l'art antérieur crée une singularité dans la forme du corps de la pompe qui ne peut alors plus être considéré comme une pièce de révolution. Un usinage particulier doit alors être prévu. Ce dernier n'est plus nécessaire avec une structure telle que proposée ci-dessus puisque la forme globale du corps de pompe est une forme de révolution.

[0048] D'un point de vue encombrement, par rapport à une pompe comparable de l'art antérieur, la longueur de la pompe n'est pas affectée mais du fait de l'absence de sortie de refoulement radiale, l'encombrement en diamètre est sensiblement réduit.

[0049] Globalement, d'après les prototypes réalisés, il a remarqué que la nouvelle structure proposée a permis d'avoir une pompe proprement dite en deux parties (le corps de pompe avec le cylindre recevant le piston et le corps de clapet de refoulement intégrant également l'alimentation) qui sont plus simples à réaliser, à réparer et/ou changer que les éléments d'une pompe similaire de l'art antérieur.

[0050] Grâce au gain obtenu grâce à la présente invention en termes de compacité, la réalisation du corps de pompe permet aussi de limiter les copeaux produits lors de son usinage. Les opérations d'usinage sont aussi moins nombreuses et plus homogènes sur les pièces (pas de zone usinée différemment notamment pour prévoir une sortie radiale). De ce fait, les contraintes internes aux pièces au cours de l'usinage sont moins importantes ce qui permet aussi de limiter les trempes à l'azote à réaliser lors de la fabrication.

[0051] En outre, pour la réalisation de l'enceinte isolante, le nombre de soudures à réaliser a pu être divisé par deux. En outre, les soudures longitudinales de l'art antérieur, qui nécessitent des contrôles radiographiques ou similaires, ont été supprimées et remplacées par des

soudures radiales plus simples à réaliser et à contrôler.

[0052] Il est mentionné ici que la présence de l'enceinte isolante est (très) avantageuse mais reste optionnelle. Le couvercle fermant la chambre d'alimentation pourrait par exemple être fixé sur l'anneau de bridage maintenant le corps de clapet de refoulement. Selon une autre variante de réalisation, il serait possible de n'avoir que la première enveloppe, sans la seconde. Cette variante permet d'augmenter le volume de la chambre d'alimentation et de refroidir la tête de la pompe.

[0053] Tous ces avantages contribuent en plus à augmenter la fiabilité de la pompe (car il y a moins de soudures) et devraient permettre d'augmenter la tenue des pièces dans le temps.

[0054] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à la forme de réalisation préférée décrite ci-dessus et illustrée sur le dessin annexé. Elle concerne également les variantes de réalisation évoquées et les variantes à la portée de l'homme du métier.

[0055] Ainsi par exemple, on ne sortirait pas du cadre de l'invention en l'adaptant sur une pompe du type de celle divulguée par le document EP-2 600 001 avec une enceinte refroidissante et non pas seulement isolante comme décrite plus haut.

[0056] Dans la forme de réalisation décrite, les ouvertures axiales pour l'alimentation de la chambre de pompage sont intégrées au corps de clapet de refoulement. Un autre agencement avec séparation entre les moyens d'alimentation et les moyens de refoulement pourrait être envisagé. On pourrait avoir par exemple une pièce intégrant la douille autour du ressort de l'obturateur et les entrées de liquide dans la chambre de pompage distincte du corps de clapet de refoulement. De même, d'autres systèmes de clapet connus de l'homme du métier pourraient être utilisés tant pour l'alimentation de la pompe que pour le refoulement.

[0057] L'invention ne se limite pas à ces variantes mais à toute autre variante à la portée de l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

Revendications

1. Pompe cryogénique comportant :

- un corps de pompe (2) à l'intérieur duquel se trouve un piston (26) monté mobile en translation le long d'un axe (24) dit axe longitudinal et délimitant une chambre de pompage (31),
- des moyens de refoulement de liquide sous pression hors de la chambre de pompage (31) comportant une sortie réalisée dans un corps de clapet de refoulement (18) monté sur l'axe (24) longitudinal, ladite sortie étant fermée par un clapet de refoulement (40) monté dans ledit corps de clapet de refoulement (18),
- des moyens d'alimentation en liquide dans la chambre de pompage (31) comportant un clapet

d'alimentation (42) disposé autour de la sortie de la chambre de pompage, et
 - une chambre d'alimentation (60) disposée autour du corps de clapet de refoulement (18) en communication avec la chambre de pompage (31) via au moins un passage dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par le clapet d'alimentation (42),

caractérisée en ce que

la chambre d'alimentation (60) est fermée du côté opposé au piston (26) par un couvercle (12) comportant un premier passage pour permettre une alimentation en liquide cryogénique de la chambre d'alimentation (60) et un deuxième passage pour permettre un refoulement de liquide pompé.

2. Pompe cryogénique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le corps de clapet de refoulement (18) est une pièce monobloc, usinée et tubulaire, présentant un siège (38) de clapet de refoulement.
3. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le clapet de refoulement est un clapet conique (40) coopérant avec le siège (38) de clapet de refoulement.
4. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les moyens d'alimentation comportent, d'une part, des orifices d'entrée (36) disposés à la périphérie d'une face frontale du corps de clapet de refoulement (18) et, d'autre part, un obturateur (42) de forme annulaire adaptée à la forme et à la disposition des orifices d'entrée (36), ledit obturateur (42) étant mobile entre une position ouverte autorisant le passage d'un fluide à travers les orifices d'entrée (36) et une position fermée dans laquelle tous les orifices d'entrée (36) sont obturés par ledit obturateur (42), des moyens élastiques (44) venant précontraindre l'obturateur (42) dans sa position fermée.
5. Pompe cryogénique selon les revendications 2 et 4, **caractérisée en ce que** les orifices d'entrée (36) sont intégrés dans le corps de clapet de refoulement (18) en étant disposés à la périphérie de la partie creuse de ce corps de clapet.
6. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le corps de clapet de refoulement (18) est monté directement sur le corps de pompe (2) par bridage.
7. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le couvercle (12) présente une forme globale de révolution autour de l'axe (24) longitudinal.

8. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le couvercle (12) présente une forme bombée, sa concavité étant orientée vers l'intérieur de la pompe.
9. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le couvercle (12) présente en outre un raccord de dégazage (14).
10. Pompe cryogénique selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** le corps de pompe (2) est entouré par une enveloppe (48) de forme globalement cylindrique, fermée à l'extrémité se trouvant du côté du clapet de refoulement par le couvercle (12) de manière à délimiter latéralement la chambre d'alimentation (60) destinée à recevoir du liquide à pomper, ladite chambre d'alimentation (60) s'étendant aussi partiellement autour du corps de pompe (2).
11. Pompe cryogénique selon la revendication 10, **caractérisée en ce qu'**elle comporte une seconde enveloppe (56) montée concentriquement autour de la première enveloppe (48) de manière à former une enceinte d'isolation (8) autour du corps de pompe (2).
12. Pompe cryogénique selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le couvercle (12) ferme la chambre d'alimentation (60) autour du corps de pompe (2) destinée à recevoir du liquide à pomper et l'enceinte d'isolation (8).

35 Patentansprüche

1. Kryogene Pumpe, umfassend:
 - einen Pumpenkörper (2), in dessen Innerem sich ein Kolben (26) befindet, der entlang einer Achse (24), die als Längsachse bezeichnet wird und eine Pumpkammer (31) begrenzt, verschiebbar beweglich angebracht ist,
 - Mittel zur Abgabe von Flüssigkeit unter Druck aus der Pumpkammer (31), die einen Auslass umfasst, der in einem auf der Längsachse (24) angebrachten Abgabeventilkörper (18) ausgebildet ist, wobei der Auslass durch ein Abgabeventil (40) geschlossen wird, das in dem Abgabeventilkörper (18) angebracht ist,
 - Mittel zum Zuführen von Flüssigkeit in die Pumpkammer (31), die ein Zufuhrventil (42) umfasst, das um den Auslass der Pumpkammer herum angeordnet ist, und
 - eine Zufuhrkammer (60), die um den Abgabeventilkörper (18) herum in Verbindung mit der Pumpkammer (31) über mindestens einen Durchgang angeordnet ist, dessen Öffnen und

Schließen durch das Zufuhrventil (42) gesteuert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zufuhrkammer (60) auf der dem Kolben (26) gegenüberliegenden Seite durch einen Deckel (12) verschlossen wird, der einen ersten Durchgang zum Ermöglichen einer Zufuhr von kryogener Flüssigkeit in die Zufuhrkammer (60) und einen zweiten Durchgang zum Ermöglichen einer Abgabe von gepumpter Flüssigkeit umfasst.

2. Kryogene Pumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgabeventilkörper (18) ein einteiliges, bearbeitetes und rohrförmiges Teil mit einem Abgabeventilsitz (38) ist.
3. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgabeventil ein konisches Ventil (40) ist, das mit dem Abgabeventilsitz (38) zusammenwirkt.
4. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zufuhrmittel einerseits Einlassöffnungen (36) umfassen, die am Umfang einer Stirnseite des Abgabeventilkörpers (18) angeordnet sind, und andererseits ein ringförmiges Absperrorgan (42), das an die Form und Anordnung der Einlassöffnungen (36) angepasst ist, wobei das Absperrorgan (42) zwischen einer offenen Position, die den Durchgang eines Fluids durch die Einlassöffnungen (36) erlaubt, und einer geschlossenen Position, in der alle Einlassöffnungen (36) durch das Absperrorgan (42) verschlossen sind, beweglich ist, elastische Mittel (44), die das Absperrorgan (42) in seiner geschlossenen Position vorspannen.
5. Kryogene Pumpe nach den Ansprüchen 2 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlassöffnungen (36) in dem Abgabeventilkörper (18) integriert und am Umfang des hohlen Teils des Ventilkörpers angeordnet sind.
6. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abgabeventilkörper (18) durch Anflanschen direkt auf den Pumpenkörper (2) angebracht ist.
7. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (12) eine allgemeine Rotationsform um die Längsachse (24) aufweist.
8. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (12) eine gewölbte Form aufweist, deren Konkavität zum Inneren der Pumpe hin gerichtet ist.

9. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (12) ferner einen Entgasungsanschluss (14) aufweist.

10. Kryogene Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pumpenkörper (2) von einem Gehäuse (48) von im Allgemeinen zylindrischer Form umgeben ist, das am Ende, das sich auf der Seite des Abgabeventils befindet, durch den Deckel (12) verschlossen wird, so dass die Zufuhrkammer (60), die zur Aufnahme der zu pumpenden Flüssigkeit vorgesehen ist, seitlich begrenzt wird, wobei sich diese Zufuhrkammer (60) auch teilweise um den Pumpenkörper (2) herum erstreckt.

11. Kryogene Pumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein zweites Gehäuse (56) umfasst, das konzentrisch um das erste Gehäuse (48) herum angebracht ist, so dass es eine Isolierkammer (8) um den Pumpenkörper (2) herum bildet.

12. Kryogene Pumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (12) die Zufuhrkammer (60) um das Pumpengehäuse (2) herum, das zur Aufnahme der zu pumpenden Flüssigkeit vorgesehen ist, und die Isolierkammer (8) verschließt.

Claims

1. A cryogenic pump comprising:

- a pump body (2) inside which is a piston (26) mounted so as to be movable translationally along an axis (24), referred to as longitudinal axis, and delimiting a pumping chamber (31),
- means for discharging pressurized liquid out of the pumping chamber (31) comprising an outlet provided in a discharge valve body (18) mounted on the longitudinal axis (24), said outlet being closed by a discharge valve (40) mounted in said discharge valve body (18),
- means for supplying liquid in the pumping chamber (31) comprising a supply valve (42) positioned around the outlet of the pumping chamber, and
- a supply chamber (60) positioned around the discharge valve body (18) in communication with the pumping chamber (31) via at least one passage, the opening and closing of which are controlled by the supply valve (42),

characterized in that

the supply chamber (60) is closed on the side opposite to the piston (26) by a cover (12) comprising a first passage to allow a supply of cryogenic liquid from the supply chamber (60) and a second passage to allow discharge of pumped liquid.

2. The cryogenic pump according to claim 1, **characterized in that** the discharge valve body (18) is a single piece, machined and tubular, having a discharge valve seat (38).
3. The cryogenic pump according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the discharge valve is a conical valve (40) cooperating with the discharge valve seat (38).
4. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 3, **characterized in that** the supply means comprise, on the one hand, inlet ports (36) positioned at the periphery of a front face of the discharge valve body (18) and, on the other hand, a shutter (42) of annular shape adapted to the shape and arrangement of the inlet ports (36), said shutter (42) being movable between an open position allowing the passage of a fluid through the inlet ports (36) and a closed position in which all the inlet ports (36) are closed by said shutter (42), elastic means (44) pre-tensioning the shutter (42) in its closed position.
5. The cryogenic pump according to claims 2 and 4, **characterized in that** the inlet ports (36) are integrated in the discharge valve body (18) by being positioned at the periphery of the hollow part of this valve body.
6. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the discharge valve body (18) is mounted directly on the pump body (2) by clamping.
7. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the cover (12) has an overall shape of revolution around the longitudinal axis (24).
8. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the cover (12) has a domed shape, its concavity being oriented towards the inside of the pump.
9. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the cover (12) further has a degassing fitting (14).
10. The cryogenic pump according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** the pump body (2) is surrounded by a casing (48) of overall cylindrical shape, closed at the end located on the side of the discharge valve by the cover (12) in such a way as to laterally delimit the supply chamber (60) intended to receive liquid to be pumped, said supply chamber (60) also partially extending around the pump body (2).
11. The cryogenic pump according to claim 10, **characterized in that** it comprises a second casing (56) concentrically mounted around the first casing (48) in such a way as to form an insulating enclosure (8) around the pump body (2).
- 5 12. The cryogenic pump according to claim 11, **characterized in that** the cover (12) closes the supply chamber (60) around the pump body (2) intended to receive liquid to be pumped and the insulating enclosure (8).

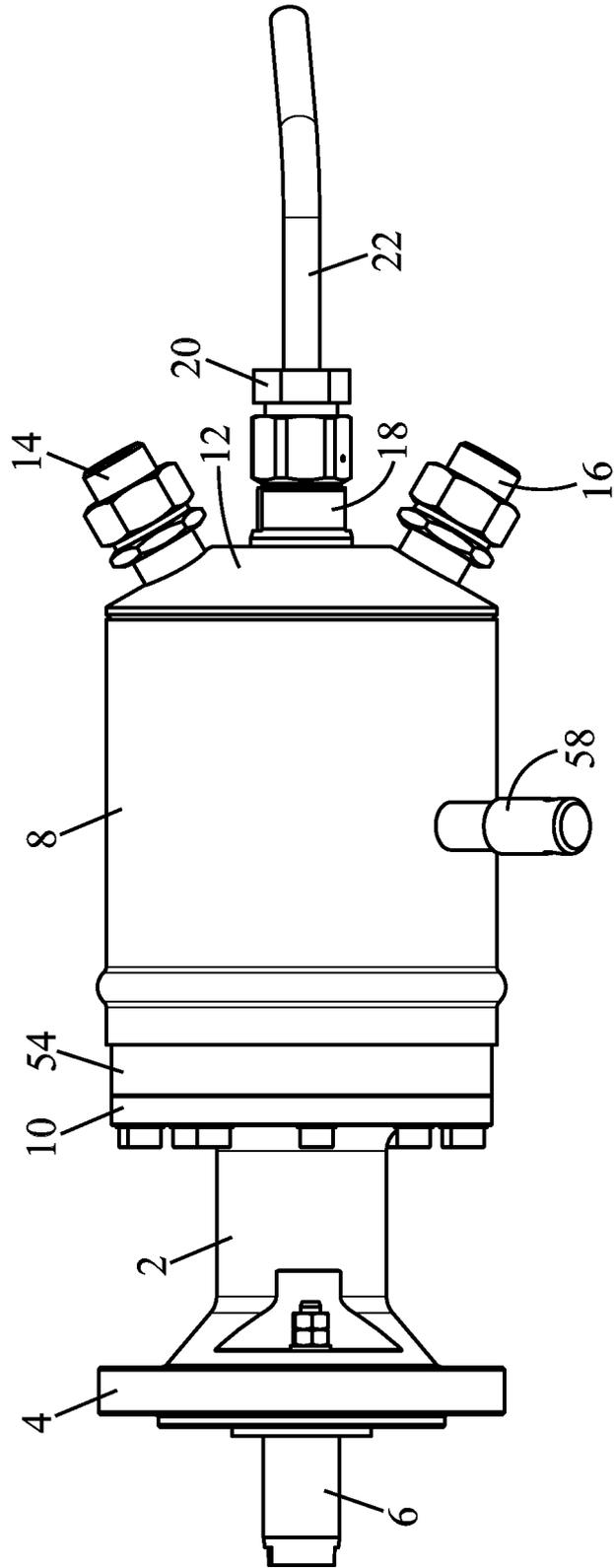


FIG. 1

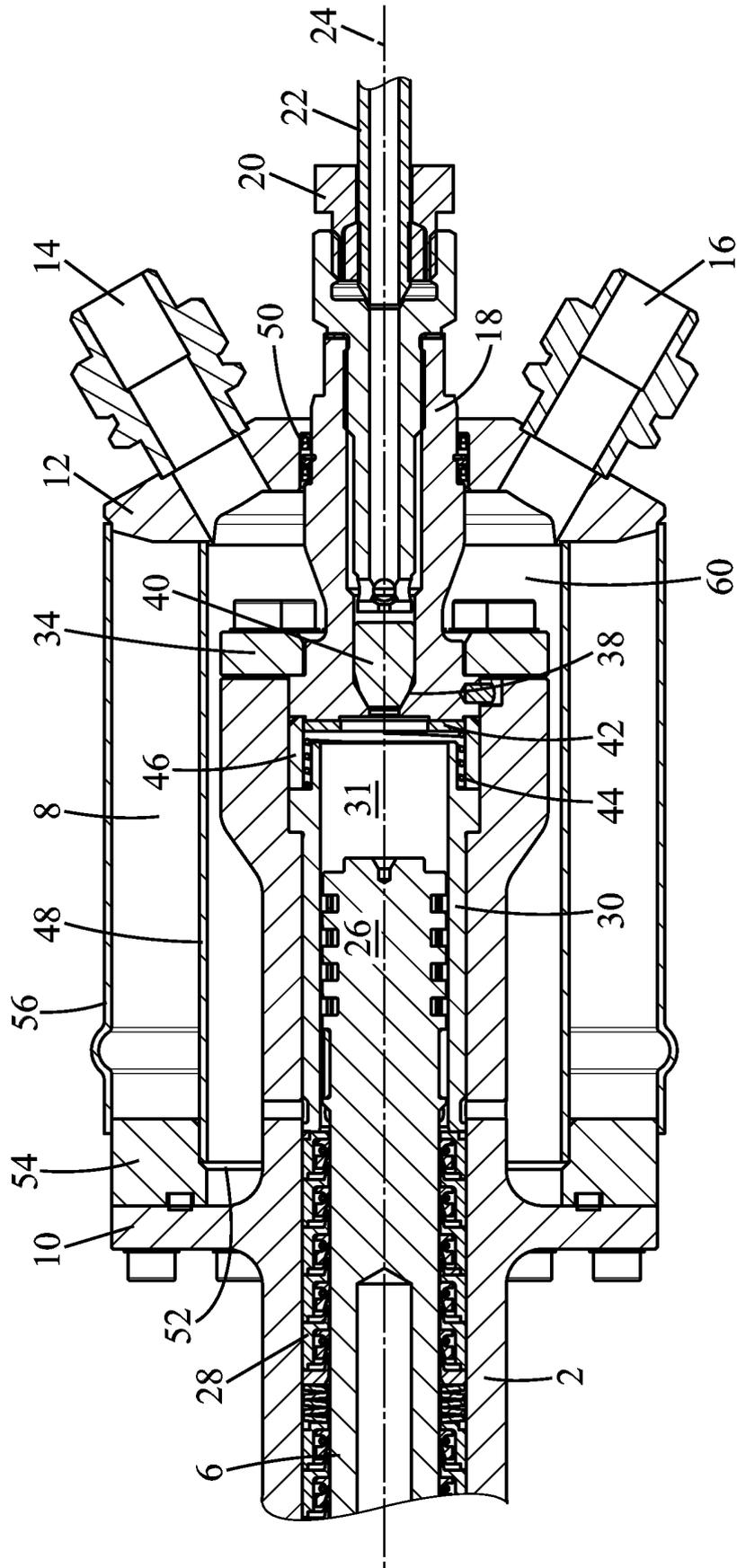


FIG. 2

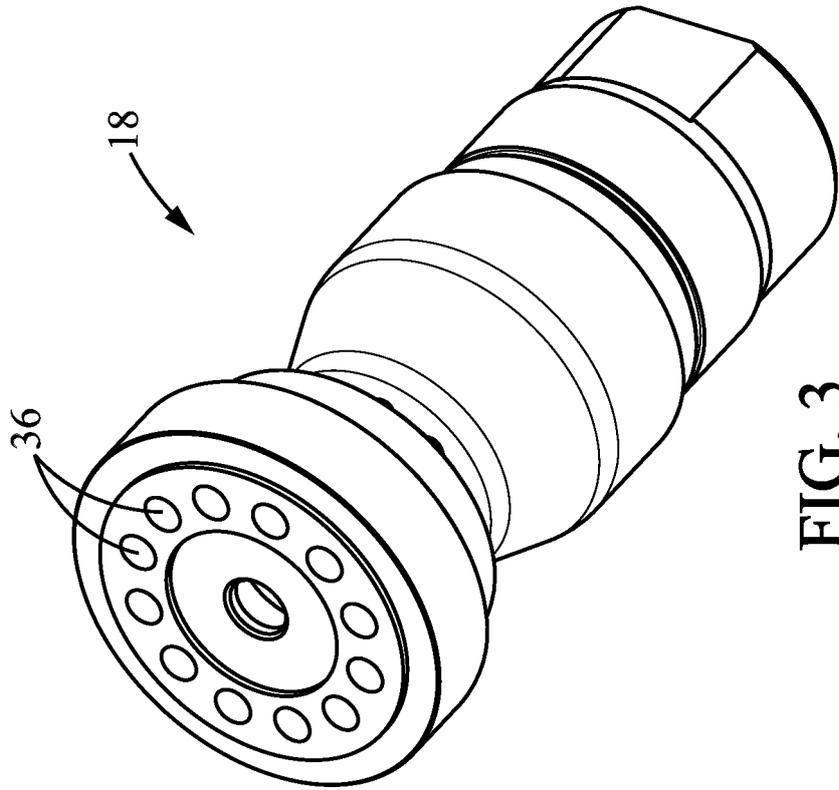


FIG. 3

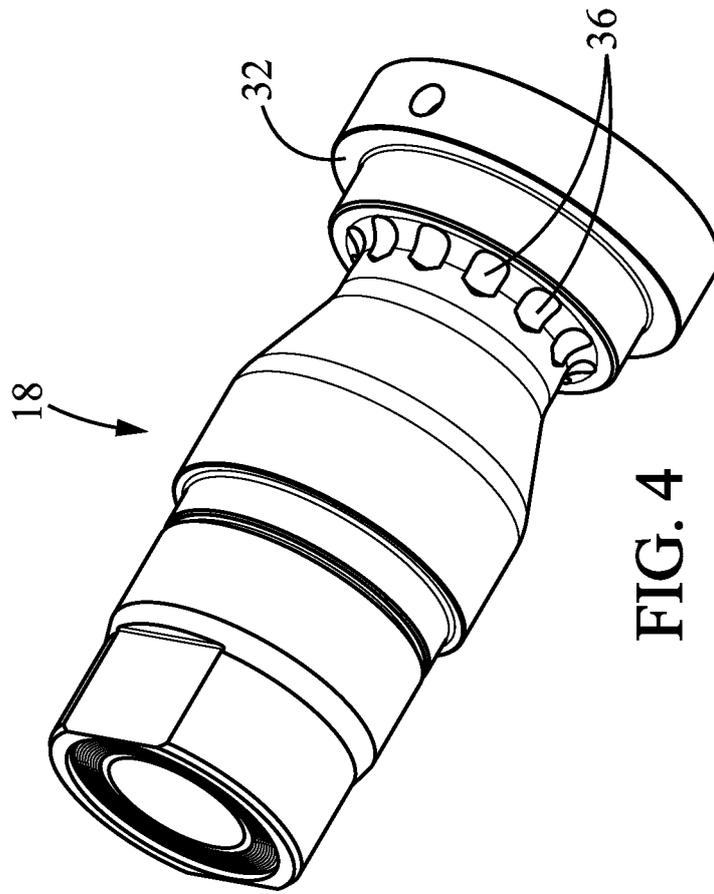


FIG. 4

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

- WO 8203337 A [0003]
- EP 2600001 A [0004] [0005] [0055]
- DE 102011080287 [0011]