

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.07.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.01.24 Bulletin 24/03.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : Fives Cryomec AG Société Anonyme
— CH.

⑦2 Inventeur(s) : BOEGLIN Stéphane, GEBEL Félicien
et DUVIVIER Pierre-Yves.

⑦3 Titulaire(s) : Fives Cryomec AG Société Anonyme.

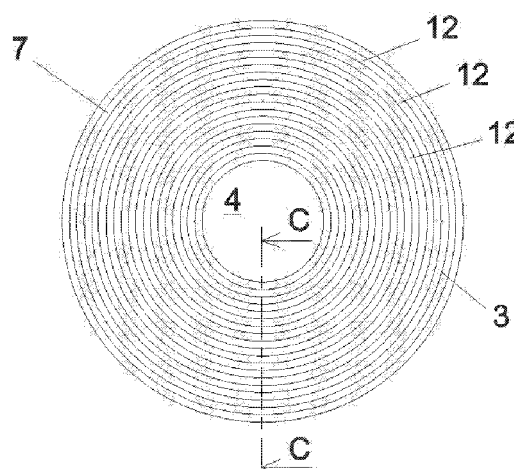
⑦4 Mandataire(s) : IP TRUST.

⑤4 POMPE POUR LIQUIDE CRYOGENIQUE.

⑤7 TITRE : POMPE POUR LIQUIDE CRYOGENIQUE

Pompe (1) pour liquides cryogéniques comprenant au moins un joint (2) statique apte à assurer une étanchéité entre une première pièce mécanique (3) et une seconde pièce mécanique (8), la première pièce mécanique (3) ayant un conduit (4) destiné à contenir un liquide cryogénique avec une ouverture (5) dans une extrémité (6) de la première pièce mécanique, ladite extrémité (6) de la première pièce mécanique présentant une surface (7) de contact, le joint ayant une première face (9) en appui sur la surface (7) de contact de la première pièce mécanique (3) et une seconde face (10) en appui sur une surface (11) de contact de la seconde pièce mécanique (8) disposée à une extrémité (15) de ladite seconde pièce mécanique, caractérisée en ce que la surface (7) de contact de la première pièce mécanique (3) comprend au moins une rainure (12) fermée entourant l'ouverture (5) dans l'extrémité (6) de la première pièce mécanique.

Figure pour l'abrégé : Figure 7



Description

Titre de l'invention : POMPE POUR LIQUIDE CRYOGENIQUE

Désignation du domaine technique concerné

[0001] La présente invention est relative aux installations cryogéniques de production, de stockage ou d'utilisation d'un liquide cryogénique. Elle concerne plus particulièrement les pompes qui assurent l'écoulement du liquide cryogénique dans lesdites installations. L'invention est particulièrement adaptée aux pompes pour de l'hydrogène liquide.

Problèmes techniques auxquels répond l'invention

[0002] Une pompe pour liquides cryogéniques comprend plusieurs joints statiques qui assurent l'étanchéité de la pompe vis-à-vis de son environnement extérieur, ou entre des compartiments internes à la pompe. Ces joints ont généralement une forme torique à l'intérieur de laquelle du liquide cryogénique peut se trouver. Ils sont maintenus entre des surfaces de contact, deux ou davantage selon la nature du joint, celle de son logement et la localisation du joint dans la pompe. Par exemple, un joint peut être placé entre deux surfaces parallèles avec uniquement deux surfaces de contact de part et d'autre de celui-ci, il peut être placé dans une saignée de section triangulaire avec 3 surfaces de contact, ou encore être placé dans une gorge de section rectangulaire, avec 4 surfaces de contact.

[0003] Dans les pompes pour liquides cryogéniques selon l'état de la technique, entre deux surfaces de contact parallèles, on trouve généralement des joints en cuivre ou des joints énergisés, par exemple des joints à lèvres avec ressort.

[0004] Les surfaces d'appui pour les joints statiques des pompes cryogéniques selon l'état de la technique peuvent être des surfaces lisses, mais présentant des stries d'usinage. Ces surfaces sont généralement obtenues par tournage ou par fraisage. L'avance de l'outil de coupe lors de l'usinage forme des stries en forme de spirale créant ainsi un chemin de fuite pour le liquide cryogénique.

[0005] Les surfaces de contact pour les joints statiques des pompes cryogéniques selon l'état de la technique peuvent également présenter des surfaces lisses, sans strie apparente d'usinage. Elles sont par exemple obtenues par une première étape de tournage ou fraisage suivie d'une rectification. Ce type d'état de surface est avantageux du fait de l'absence de stries d'usinage, mais la présence d'une impureté entre la surface et le joint statique peut créer un chemin de fuite. De même, un marquage de la surface par un objet, une rayure, par exemple lors du montage de la pompe, d'une manipulation ou de sa maintenance, peut également créer un chemin de fuite pour le liquide cryogénique. Ces surfaces peuvent ainsi être altérées dans le temps. Ainsi, la moindre imperfection peut entraîner un taux de fuite non négligeable.

- [0006] Ces chemins de fuite de petites dimensions peuvent ne pas être gênants pour certains liquides cryogéniques, mais ils le sont pour l'hydrogène du fait de la faible taille de la molécule d'hydrogène.
- [0007] Les joints utilisés dans les pompes cryogéniques sont généralement en cuivre. Du fait de la faible limite élastique du cuivre, la présence d'une impureté entre le joint et une surface de contact peut accentuer le risque d'une fuite.
- [0008] L'invention apporte une solution nouvelle à ce problème.

Résumé de l'invention

- [0009] Selon l'invention, il est proposé une pompe pour liquides cryogéniques comprenant au moins un joint statique apte à assurer une étanchéité entre une première pièce mécanique et une seconde pièce mécanique, la première pièce mécanique ayant un conduit destiné à contenir un liquide cryogénique avec une ouverture dans une extrémité de la première pièce mécanique, ladite extrémité de la première pièce mécanique présentant une surface de contact, le joint ayant une première face en appui sur la surface de contact de la première pièce mécanique et une seconde face en appui sur une surface de contact de la seconde pièce mécanique disposée à une extrémité de ladite seconde pièce mécanique, caractérisée en ce que la surface de contact de la première pièce mécanique comprend au moins une rainure fermée entourant l'ouverture dans l'extrémité de la première pièce mécanique.
- [0010] Avantageusement selon l'invention, la surface de contact de la première pièce mécanique comprend une pluralité de rainures fermées successives en partant de l'ouverture du conduit de la première pièce mécanique, une première rainure étant la plus proche de l'ouverture, la seconde rainure et les suivantes entourant la ou les rainures disposées plus près de l'ouverture du conduit de la première pièce mécanique.
- [0011] La ou les rainures fermées ont par exemple été formées par un outil de coupe lors d'une opération d'usinage. Par exemple, les rainures fermées sont formées par un outil de coupe lors de l'usinage par tournage de la surface de contact. Pour obtenir des rainures fermées, l'avance de l'outil vers le conduit, ou depuis le conduit, est réalisée alors que l'outil de coupe est en retrait de la surface. L'usinage est ainsi réalisé par une succession d'étapes d'usinage successives. Prenons l'exemple où l'usinage de la surface d'appui est réalisé à partir de l'extérieur de celle-ci, c'est-à-dire depuis un point le plus éloigné radialement du conduit. Alors qu'il est en position de retrait de la surface à usiner, l'outil de coupe est positionné radialement à une première position. L'outil est ensuite avancé vers la surface pour effectuer une première opération d'usinage. Une fois celle-ci réalisée, l'outil est ramené en retrait de la surface d'appui puis il est déplacé radialement à une seconde position, plus proche du conduit. L'outil est ensuite avancé vers la surface pour effectuer une seconde opération d'usinage.

L'opération est reproduite autant de fois que nécessaire pour usiner toute la surface d'appui. L'importance du déplacement radial de l'outil entre deux usinages, et la profondeur de pénétration de l'outil lors de l'usinage, sont adaptés selon la forme et les dimensions de la surface de coupe de l'outil de sorte d'obtenir un usinage de toute la surface d'appui. Celle-ci comprendra autant de rainures fermées qu'il y aura d'opérations de déplacement radial de l'outil en position de retrait suivies d'un usinage.

- [0012] Selon l'invention, la seconde pièce mécanique ayant un conduit destiné à contenir un liquide cryogénique avec une ouverture dans l'extrémité de la seconde pièce mécanique, le joint ayant une ouverture mettant en relation les ouvertures de la première et de la seconde pièce mécanique, la surface de contact de la seconde pièce mécanique comprend au moins une rainure fermée entourant l'ouverture dans l'extrémité de la seconde pièce mécanique.
- [0013] Avantageusement, la surface de contact de la seconde pièce mécanique comprend une pluralité de rainures fermées successives en partant de l'ouverture de la seconde pièce mécanique, une première rainure étant la plus proche de l'ouverture, la seconde rainure et les suivantes de la surface de contact de la seconde pièce mécanique entourant la ou les rainures de la surface de contact de la seconde pièce mécanique disposées plus près de l'ouverture dans l'extrémité de la seconde pièce mécanique.
- [0014] La présence de rainures fermées selon l'invention sur les deux surfaces de contact opposées entre lesquelles le joint statique est positionné permet d'assurer une étanchéité de part et d'autre du joint.
- [0015] Les rainures fermées présentent sur une surface de contact peuvent être concentriques. Elles peuvent également être circulaires. La distance entre deux rainures fermées voisines peut être la même pour l'ensemble des rainures fermées présentes sur une surface d'appui.
- [0016] Les rainures fermées forment des sillons fermés délimités par des arêtes saillantes. Celles-ci s'impriment dans le joint par une déformation locale de celui-ci du fait de la compression du joint qui résulte de l'effort de serrage exercé par les deux surfaces d'appui. Les arêtes forment ainsi des barrières successives qui bloquent l'échappement du liquide cryogénique.
- [0017] Selon sa nature et sa localisation dans la pompe, le joint statique peut également être en appui sur une troisième pièce mécanique, le joint ayant alors une troisième face en appui sur une surface de contact de la troisième pièce mécanique. On trouve ce type de joint notamment entre la culasse et la chemise et la chemise et le cylindre de la pompe. Dans ce cas, la surface de contact de la troisième pièce mécanique est dépourvue de rainure. Le logement dans lequel est placé le joint, formé par les trois pièces mécaniques, est avantagement de section triangulaire, tout comme le joint.

- [0018] Avantageusement selon l'invention, le joint statique est en polymère. Les polymères présentent une limite élastique qui est supérieure à celle du cuivre. De plus, ils résistent parfaitement aux températures cryogéniques. Ils présentent des caractéristiques d'étanchéité supérieures aux métaux. Ils supportent bien la traction et le fluage. L'utilisation d'un polymère permet également de palier à d'éventuelles imperfections pouvant être présentes sur les surfaces d'appui des joints statiques. Le polymère dispose d'une plasticité et des propriétés mécaniques qui lui permettent de mieux épouser ces imperfections que le cuivre ce qui améliore l'étanchéité au niveau du joint statique.
- [0019] Le joint statique peut être en Polytetrafluoroéthylène (PTFE), en Polychlorotrifluoroéthylène (PCTFE), ou en polyimide. Ces matériaux sont avantageux notamment, car leurs coefficients de dilation sont faibles par rapport à d'autres polymères. Le joint statique est ainsi plus à même de conserver une bonne stabilité dimensionnelle même lorsqu'il est soumis à une température allant des températures cryogéniques aux températures ambiantes.
- [0020] Une pompe selon l'invention est particulièrement apte à pomper de l'hydrogène liquide.

Brève description des figures

- [0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :
- [0022] [Fig.1] est une vue schématique et partielle, en coupe, d'une pompe au niveau d'un joint statique placé entre deux surfaces de contact selon un exemple de réalisation de l'invention dans lequel le joint statique permet d'obstruer un conduit, le joint étant en position de travail ;
- [0023] [Fig.2] est une vue schématique et partielle d'une pompe au niveau d'un joint statique selon la [Fig.1], en vue éclatée au niveau du joint pour une meilleure visualisation des surfaces de contact du joint ;
- [0024] [Fig.3] est une vue schématique et partielle, en coupe, d'une pompe au niveau d'un joint statique placé entre deux surfaces de contact selon un exemple de réalisation de l'invention dans lequel le joint statique permet d'assurer l'étanchéité lors de la continuité d'un conduit entre deux pièces, le joint étant en position de travail ;
- [0025] [Fig.4] est une vue schématique et partielle d'une pompe au niveau d'un joint statique selon la [Fig.3], en vue éclatée au niveau du joint pour une meilleure visualisation des surfaces de contact du joint ;
- [0026] [Fig.5] est une vue schématique et partielle, en coupe, d'une pompe au niveau d'un joint statique placé entre trois surfaces de contact selon un exemple de réalisation de

l'invention dans lequel le joint statique permet d'assurer l'étanchéité lors de la continuité d'un conduit entre deux pièces, le joint étant en position de travail ;

[0027] [Fig.6] est une vue schématique et partielle d'une pompe au niveau d'un joint statique selon la [Fig.5], en vue éclatée au niveau du joint pour une meilleure visualisation des surfaces de contact du joint ;

[0028] [Fig.7] est une vue schématique et partielle, en vue de dessus, d'une surface de contact comprenant des rainures selon un exemple de réalisation de l'invention ; et

[0029] [Fig.8] est une vue schématique et partielle, en coupe, de la surface de contact de selon la [Fig.7].

Description détaillée

[0030] En se reportant à la [Fig.1], on peut voir un joint plat statique 2 placé entre une première pièce mécanique 3 et une seconde pièce mécanique 8, selon un exemple de réalisation de l'invention dans lequel le joint statique permet d'obstruer un conduit 4 ayant un axe A, destiné à recevoir un liquide cryogénique, de la première pièce 3, le joint étant représenté en position de travail.

[0031] En se reportant à la [Fig.2], on peut voir le même joint plat statique 2 qu'en [Fig.2], mais dans une position de montage facilitant la description de l'invention. Le conduit 4 a une ouverture 5 dans une extrémité 6 de la première pièce mécanique, ladite extrémité 6 de la première pièce mécanique présentant une surface 7 de contact, le joint ayant une première face 9 en appui sur la surface 7 de contact de la première pièce mécanique 3 et une seconde face 10 en appui sur une surface 11 de contact de la seconde pièce mécanique 8 disposée à une extrémité 15 de ladite seconde pièce mécanique.

[0032] Le joint comprend une première face 9 destinée à être en appui sur une surface 7 de contact de la première pièce 3. Il comprend également une seconde face 10 destinée à être en appui sur une surface 11 de contact de la seconde pièce 8. La surface 7 de contact de la première pièce mécanique comprend des rainures fermées selon l'invention. La surface 11 de contact de la seconde pièce mécanique n'a pas besoin de disposer de rainures fermées selon l'invention, car elle n'a pas à assurer une fonction d'étanchéité. Après le positionnement du joint entre les deux pièces mécaniques, un effort de serrage est réalisé par les deux pièces mécaniques de sorte de comprimer le joint. Le joint étant en polymère, il se déforme lors de compression. Comme illustré en [Fig.8], les rainures fermées présentes sur la surface 7 de contact comprennent une arête saillante fermée formant une crête 18 entre deux sillons 17 fermés. La compression du joint et son matériau élastique permettent que la face 9 du joint épouse parfaitement la surface de contact de la première pièce mécanique 3. Ainsi, le joint remplit les sillons 17 et les arêtes saillantes s'impriment dans le joint en formant des barrières

successives, celles-ci étant autant d'obstacles à l'écoulement de liquide entre la face 9 du joint et la surface 7 de contact de la première pièce mécanique. Le joint permet ainsi d'obstruer totalement l'ouverture 5 du conduit 4 de la première pièce mécanique.

- [0033] En se reportant à la [Fig.3], on peut voir un joint plat statique 2 placé entre une première pièce mécanique 3 et une seconde pièce mécanique 8, selon un second exemple de réalisation de l'invention dans lequel le joint statique permet d'assurer l'étanchéité de la continuité fluidique entre un conduit 4 de la première pièce 3 et un conduit 13 de la seconde pièce 8, destiné à recevoir un liquide cryogénique, le joint étant représenté en position de travail.
- [0034] En se reportant à la [Fig.4], on peut voir le même joint plat statique 2 qu'en [Fig.3], mais dans une position de montage facilitant la description de l'invention. La seconde pièce mécanique 8 a un conduit 13 avec une ouverture 14 dans une extrémité 15 de la seconde pièce mécanique. Le joint a une ouverture 16 mettant en relation les ouvertures 5, 14 de la première et de la seconde pièce mécanique. Le joint comprend une première face 9 destinée à être en appui sur une surface 7 de contact de la première pièce 3. Il comprend également une seconde face 10 destinée à être en appui sur une surface 11 de contact de la seconde pièce 8. Dans cet exemple, le joint doit assurer une étanchéité sur ses deux faces 9, 10 opposées. Les deux surfaces 7, 11 de contact comprennent ainsi des rainures fermées selon l'invention. Comme dans le premier exemple de réalisation de l'invention, après le positionnement du joint entre les deux pièces mécaniques, un effort de serrage est réalisé par les deux pièces mécaniques de sorte de comprimer le joint. La compression du joint et son matériau élastique permettent que les deux faces d'appui du joint épousent parfaitement les surfaces de contact des pièces mécaniques. Ainsi, le joint remplit les sillons 17 des deux surfaces de contact et les arêtes saillantes de celles-ci s'impriment dans le joint en formant des barrières successives, empêchant l'écoulement de liquide entre les deux faces du joint et les surfaces de contact des pièces mécaniques. L'étanchéité lors du passage d'un liquide cryogénique du conduit 4 au conduit 13 est ainsi assurée.
- [0035] En se reportant à la [Fig.5], on peut voir un joint statique 2 de section triangulaire placé entre une première pièce mécanique 3, une seconde pièce mécanique 8, et une troisième pièce mécanique 19 selon un troisième exemple de réalisation de l'invention dans lequel le joint statique permet d'assurer une continuité fluidique étanche entre un conduit 4 de la première pièce 3 et un conduit 13 de la seconde pièce 8, le joint étant représenté en position de travail. Le logement dans lequel est placé le joint, formé par les trois pièces mécaniques, est de section triangulaire.
- [0036] En se reportant à la [Fig.6], on peut voir le même joint statique 2 qu'en [Fig.5], mais dans une position de montage facilitant la description de l'invention. Le joint comprend une première face 9 destinée à être en appui sur une surface 7 de contact de

la première pièce 3. Il comprend une seconde face 10 destinée à être en appui sur une surface 11 de contact de la seconde pièce 8. Il comprend également une troisième face 20 destinée à être en appui sur une surface 21 de contact de la troisième pièce 19. Dans cet exemple, le joint doit assurer une étanchéité sur ses deux faces 9, 10 opposées. Cette fonction étant assurée sur ces deux faces, la troisième face 20 du joint n'a pas besoin d'assurer une étanchéité. Il est néanmoins avantageux qu'elle assure également une étanchéité pour renforcer l'étanchéité globale obtenue par le joint. Seules les deux surfaces opposées 7, 11 de contact comprennent des rainures fermées selon l'invention. La troisième surface 21 de contact est parfaitement lisse et n'a ainsi pas de rainures.

[0037] La troisième surface de contact sert notamment de guidage lors de la mise en place du joint. Ainsi, la troisième face 20 du joint glisse sur la surface 21 de contact de la troisième pièce mécanique lors de mise en place du joint pendant le montage de la pompe. Un glissement de la troisième face du joint sur la surface de contact de la troisième pièce mécanique peut également résulter d'une dilatation différentielle de la troisième pièce mécanique par rapport aux deux autres. Si des rainures étaient présentes sur la troisième pièce mécanique, elles auraient pour effet d'abimer le joint, par un effet similaire à un rabotage.

[0038] Avantageusement, le joint a une section triangulaire légèrement plus grande que celle du logement où il est placé. Ainsi, lors de la compression du joint par le serrage des deux premières pièces 3,8, l'effort exercé par les deux premières surfaces de contact, celles qui comprennent des rainures fermées selon l'invention, entraîne une déformation du joint vers la troisième surface de contact. Cette configuration permet de remplir au mieux le volume dans lequel est placé le joint et maximise l'étendue des surfaces du joint en appui sur les surfaces de contact.

[0039] En se reportant à la [Fig.7], on peut voir représenté, en vue de dessus, la surface de contact 7 d'une pièce mécanique 3 comprenant une pluralité de rainures 12 fermées selon un exemple de réalisation de l'invention.

[0040] La surface de contact entoure un conduit 4 destiné à recevoir un liquide cryogénique. Dans cet exemple, les rainures fermées sont circulaires et concentriques autour de l'axe A du conduit 4, avec une distance constante entre deux rainures sur la longueur des rainures et une distance constante entre deux rainures successives. Les rainures pourraient être non circulaires, de forme quelconque. Ainsi, la distance d'une rainure à l'axe du conduit 4 peut varier sur la longueur de la rainure. De même, la distance entre deux rainures peut varier sur la longueur des rainures, celles-ci pouvant être plus proches par endroits et être plus éloignées à d'autres endroits. La distance séparant deux rainures successives peut également être différente d'une rainure à l'autre, celle-ci peut, par exemple, être relativement plus petite au voisinage du conduit 4 et être relativement plus grande sur l'extérieur de la surface de contact. La seule contrainte est

que les rainures soient fermées pour bloquer l'écoulement du liquide cryogénique.

[0041] En se reportant à la [Fig.8], on peut voir partiellement représentée la surface de contact de la [Fig.7], en coupe selon le plan de coupe CC représenté sur la [Fig.7]. Les rainures 12 fermées présentes sur la surface 7 de contact comprennent une arête saillante fermée formant une crête 18 entre deux sillons 17 fermés.

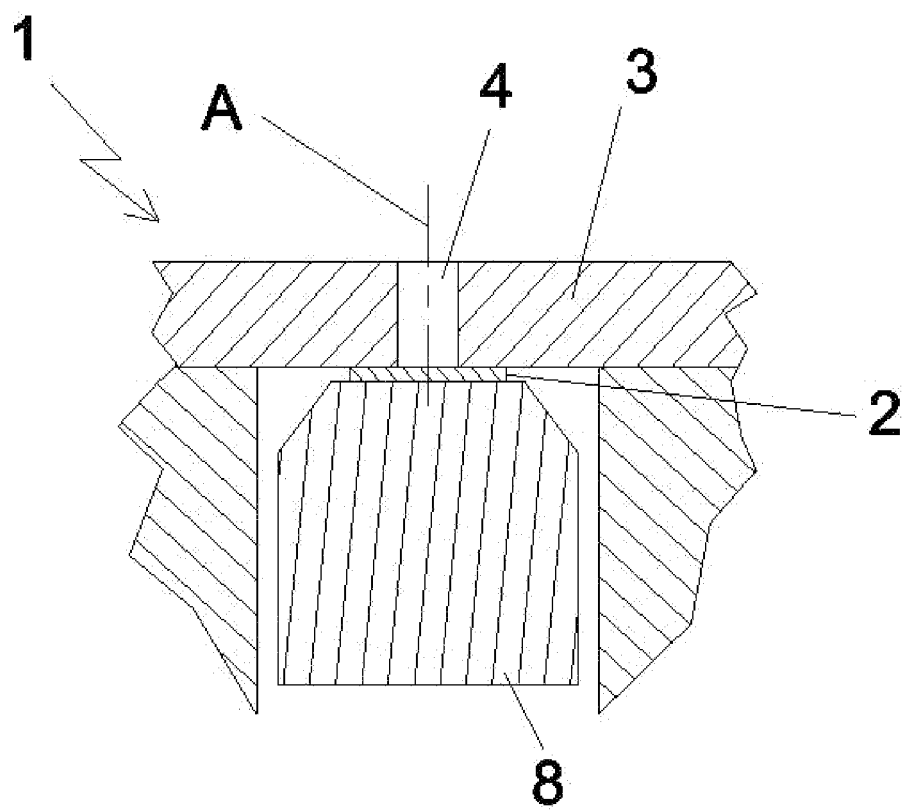
Revendications

- [Revendication 1] Pompe (1) pour liquides cryogéniques comprenant au moins un joint (2) statique apte à assurer une étanchéité entre une première pièce mécanique (3) et une seconde pièce mécanique (8), la première pièce mécanique (3) ayant un conduit (4) destiné à contenir un liquide cryogénique avec une ouverture (5) dans une extrémité (6) de la première pièce mécanique, ladite extrémité (6) de la première pièce mécanique présentant une surface (7) de contact, le joint ayant une première face (9) en appui sur la surface (7) de contact de la première pièce mécanique (3) et une seconde face (10) en appui sur une surface (11) de contact de la seconde pièce mécanique (8) disposée à une extrémité (15) de ladite seconde pièce mécanique, caractérisée en ce que la surface (7) de contact de la première pièce mécanique (3) comprend au moins une rainure (12) fermée entourant l'ouverture (5) dans l'extrémité (6) de la première pièce mécanique.
- [Revendication 2] Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que la surface (7) de contact de la première pièce mécanique (3) comprend une pluralité de rainures (12) fermées successives en partant de l'ouverture (5) du conduit (4) de la première pièce mécanique, une première rainure étant la plus proche de l'ouverture (5), la seconde rainure et les suivantes entourant la ou les rainures disposées plus près de l'ouverture (5) du conduit (4) de la première pièce mécanique.
- [Revendication 3] Pompe selon l'une des revendications précédentes, la seconde pièce mécanique (8) ayant un conduit (13) destiné à contenir un liquide cryogénique avec une ouverture (14) dans l'extrémité (15) de la seconde pièce mécanique, le joint (2) ayant une ouverture (16) mettant en relation les ouvertures (5, 14) de la première et de la seconde pièce mécanique, caractérisée en ce que la surface (11) de contact de la seconde pièce mécanique (8) comprend au moins une rainure (12) fermée entourant l'ouverture (14) dans l'extrémité (15) de la seconde pièce mécanique.
- [Revendication 4] Pompe selon la revendication 3, caractérisée en ce que la surface (11) de contact de la seconde pièce mécanique (8) comprend une pluralité de rainures (12) fermées successives en partant de l'ouverture (14) de la seconde pièce mécanique, une première rainure étant la plus proche de l'ouverture (14), la seconde rainure et les suivantes de la surface (11) de contact de la seconde pièce mécanique (8) entourant la ou les rainures la

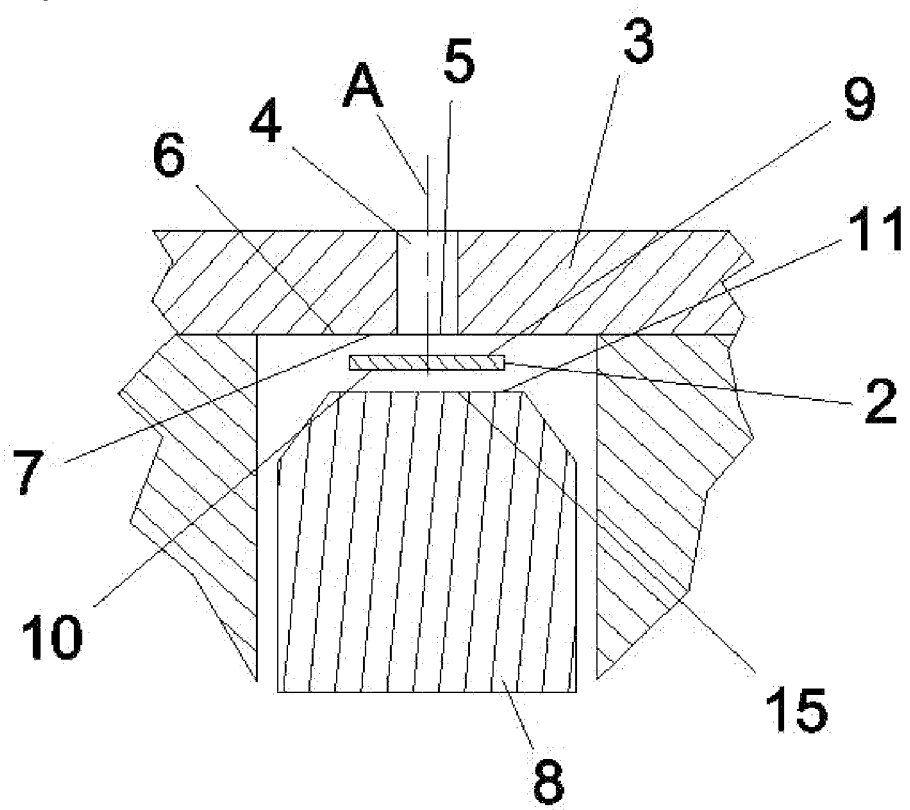
surface (11) de la surface de contact de la seconde pièce mécanique (8) disposées plus près de l'ouverture (14) dans l'extrémité (15) de la seconde pièce mécanique.

- [Revendication 5] Pompe selon la revendication 2 ou la revendication 4, caractérisée en ce que les rainures (12) fermées sont concentriques.
- [Revendication 6] Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ou les rainures (12) fermées forment des sillons (17) fermés délimités par des arêtes (18) saillantes.
- [Revendication 7] Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ou les rainures (12) fermées ont été formées par un outil de coupe lors d'une opération d'usinage.
- [Revendication 8] Pompe selon l'une des revendications précédentes, le joint (2) statique assurant également une étanchéité avec une troisième pièce mécanique (19), le joint ayant une troisième face (20) en appui sur une surface (21) de contact de la troisième pièce mécanique (19), caractérisée en ce que la surface (21) de contact de la troisième pièce mécanique (19) est dépourvue de rainure (12).
- [Revendication 9] Pompe selon la revendication 8, caractérisée en ce que le joint (2) statique forme un tore de section triangulaire.
- [Revendication 10] Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le joint (2) statique est en polymère.
- [Revendication 11] Pompe selon la revendication 10, caractérisée en ce que le joint (2) statique est en Polytetrafluoroéthylène (PTFE).
- [Revendication 12] Pompe selon la revendication 10, caractérisée en ce que le joint (2) statique est en Polychlorotrifluoroéthylène (PCTFE).
- [Revendication 13] Pompe selon la revendication 10, caractérisée en ce que le joint (2) statique est en polyimide.
- [Revendication 14] Pompe selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est apte à pomper de l'hydrogène liquide.

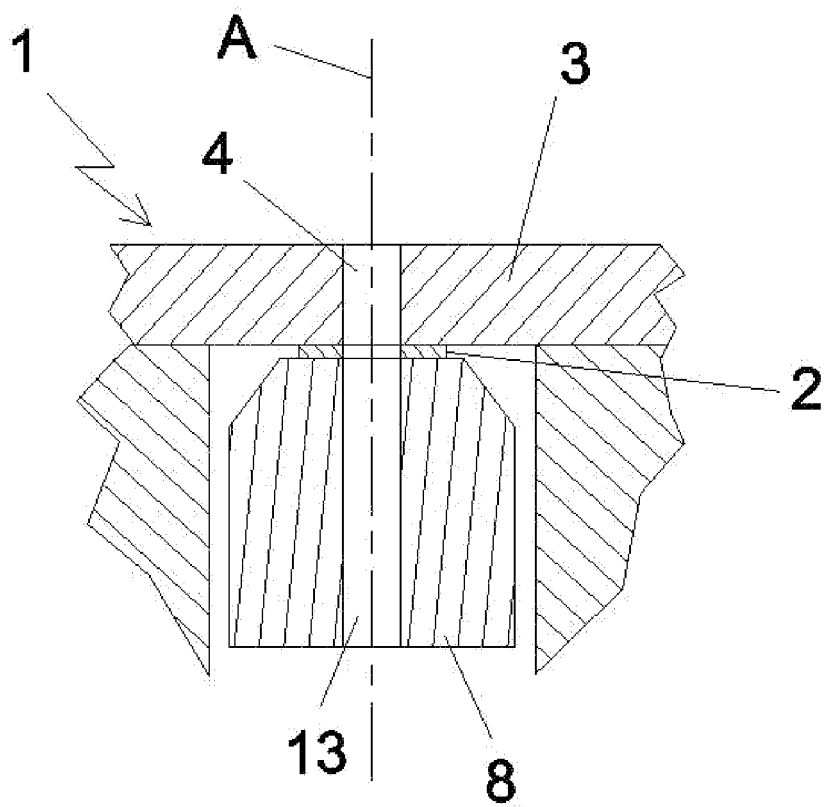
[Fig. 1]



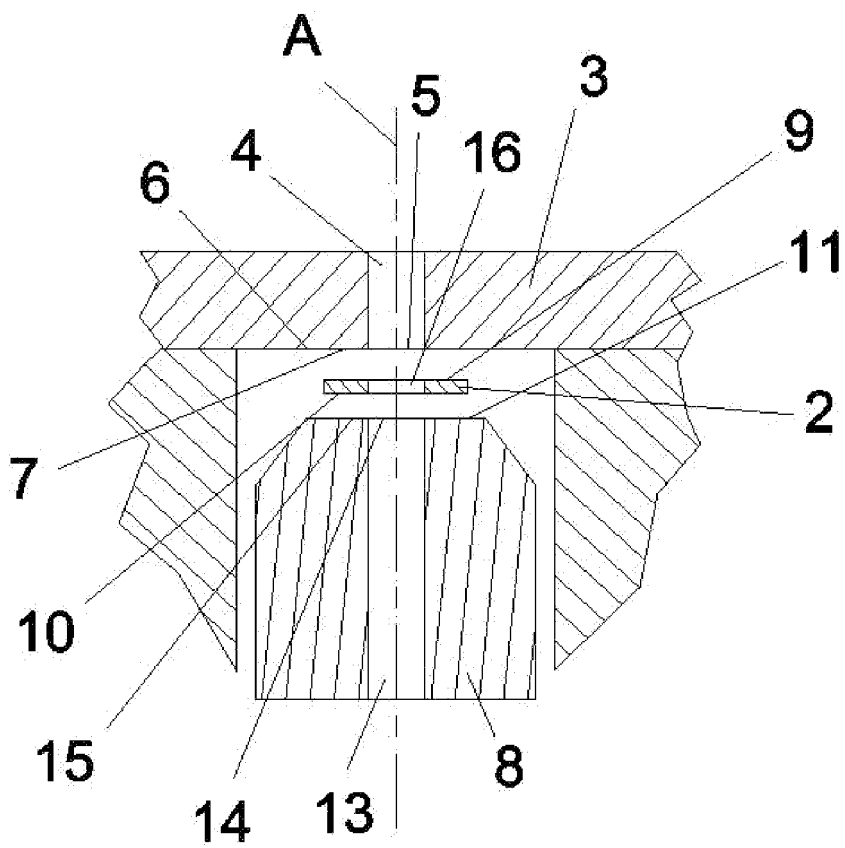
[Fig. 2]



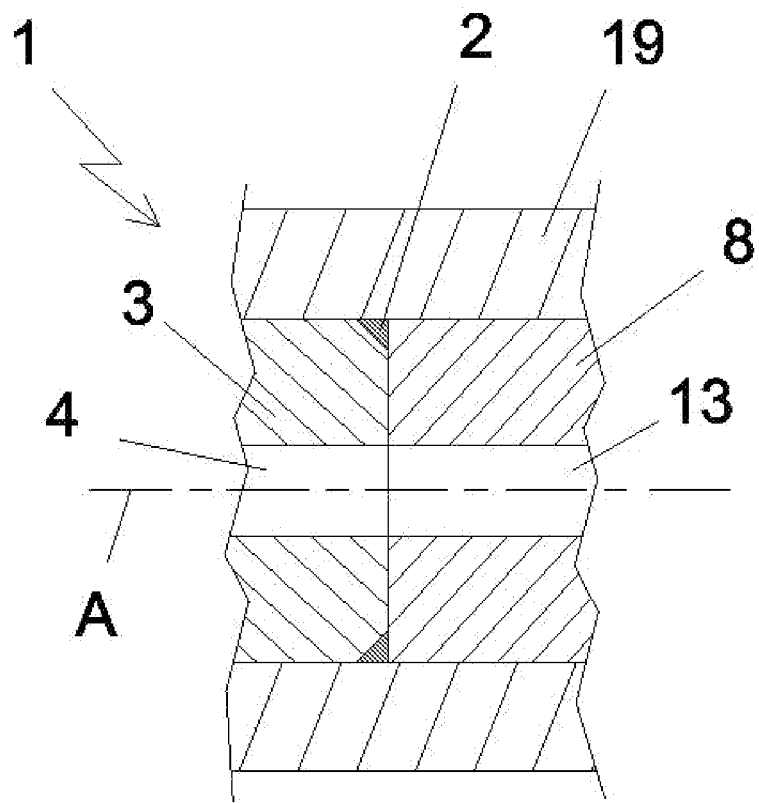
[Fig. 3]



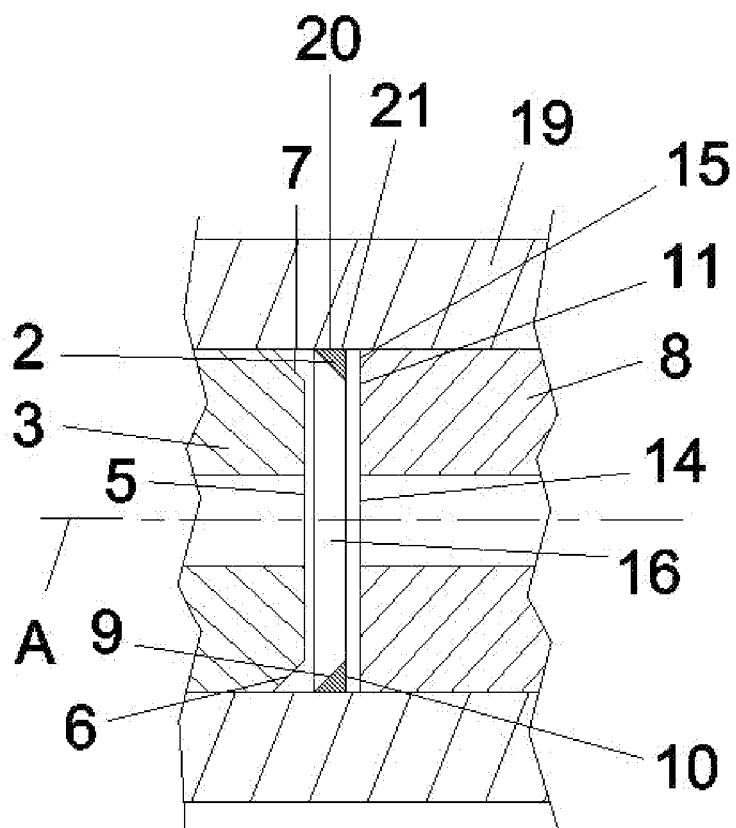
[Fig. 4]



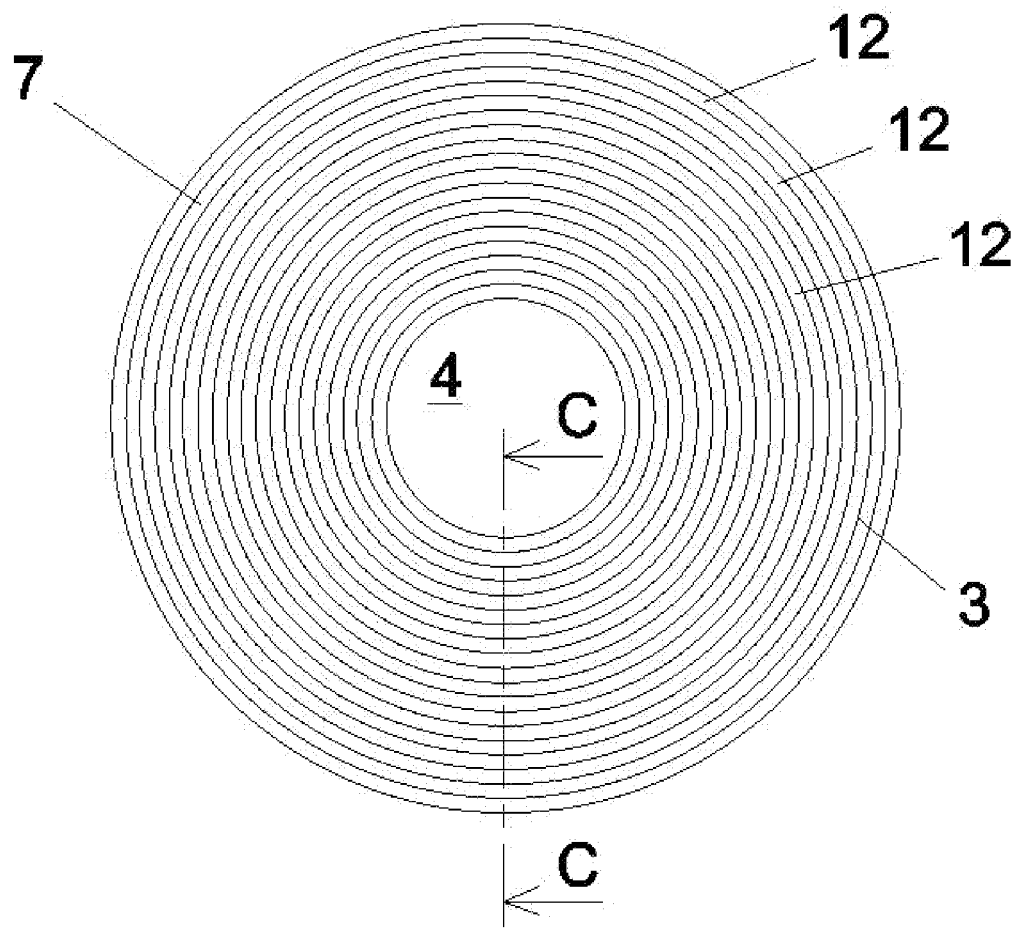
[Fig. 5]



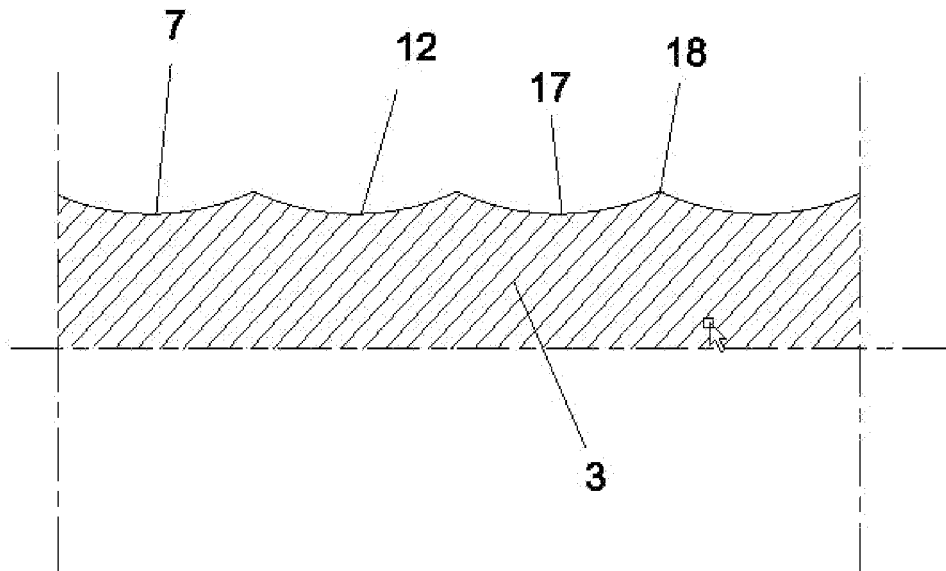
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 908376
FR 2207217

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 080 106 A (HAESLOOP WILLIAM G) 21 mars 1978 (1978-03-21) * colonne 2, ligne 18 - ligne 36 * * colonne 3, ligne 26 - ligne 33 * * colonne 3, ligne 53 - ligne 55 * * colonne 4, ligne 40 - ligne 53 * * figures 1, 2 * -----	1, 6, 7, 10-14 2-5, 8, 9	F04D7/00 F04D29/08 -----
A	* colonne 2, ligne 18 - ligne 36 * * colonne 3, ligne 26 - ligne 33 * * colonne 3, ligne 53 - ligne 55 * * colonne 4, ligne 40 - ligne 53 * * figures 1, 2 * -----		
Y	EP 1 929 189 B1 (FIVES CRYOMEC AG [CH]) 24 février 2010 (2010-02-24) * alinéa [0011] * * figures 1, 2 * -----	1-14	
Y	US 4 637 619 A (STANSBERRY WARREN W [US]) 20 janvier 1987 (1987-01-20) * colonne 1, ligne 26 - colonne 2, ligne 14 * * figures 1, 2 * -----	1-14	
Y	US 2006/179920 A1 (LAW CLAYTON E [US] ET AL) 17 août 2006 (2006-08-17) * alinéa [0004] * * alinéa [0014] - alinéa [0015] * * alinéa [0029] * * figures 2-5B * -----	1-14	
Y	FR 2 961 560 A3 (FIVES CRYOMEC AG [CH]) 23 décembre 2011 (2011-12-23) * page 8, ligne 24 - ligne 24 * * figure 1 * -----	1-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F04D F04B F04C F16J

Date d'achèvement de la recherche

10 février 2023

Examineur

Oliveira, Damien

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.

D : cité dans la demande

L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207217 FA 908376**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **10-02-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4080106	A	21-03-1978	DE 2700486 A1	14-07-1977
			ES 454973 A1	16-12-1977
			FR 2337842 A1	05-08-1977
			JP S5287701 A	22-07-1977
			JP S5731594 U	19-02-1982
			JP S6135757 Y2	17-10-1986
			US 4080106 A	21-03-1978

EP 1929189	B1	24-02-2010	AT 458944 T	15-03-2010
			CN 101223390 A	16-07-2008
			EP 1929189 A1	11-06-2008
			WO 2007009278 A1	25-01-2007

US 4637619	A	20-01-1987	CN 86104901 A	01-07-1987
			EP 0228179 A2	08-07-1987
			JP S62177365 A	04-08-1987
			US 4637619 A	20-01-1987

US 2006179920	A1	17-08-2006	AUCUN	

FR 2961560	A3	23-12-2011	CH 703376 A1	30-12-2011
			CN 202176479 U	28-03-2012
			DE 202011004320 U1	26-05-2011
			FR 2961560 A3	23-12-2011
			IT UD20110007 U1	22-12-2011
			JP 5774384 B2	09-09-2015
			JP 2012002224 A	05-01-2012
