



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.11.2013 Bulletin 2013/46

(51) Int Cl.:
F04B 15/08 (2006.01) **F04B 39/04** (2006.01)
F04B 49/02 (2006.01) **F04B 51/00** (2006.01)
F04B 53/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13162045.2**

(22) Date de dépôt: **03.04.2013**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **10.05.2012 FR 1254262**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Richard, Frédéric 95620 Parmain (FR)**
• **Quintard, Jacques 95590 Presles (FR)**
• **Trouchet, Charles 44600 Saint Nazaire (FR)**

(74) Mandataire: **Pittis, Olivier L'Air Liquide, S.A., Direction de la Propriété Intellectuelle, 75, Quai d'Orsay 75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(54) **Dispositif de compression pour installation de travail par jets de fluide cryogénique**

(57) L'invention porte sur un dispositif de compression comprenant un premier compartiment (7), un deuxième compartiment (8) comprenant une paroi périphérique (1) solidarisée au premier compartiment (7), un passage (16) étant aménagé entre les premier et deuxième compartiments (7, 8), un piston (5) agencé dans le passage (16) et mobile en translation dans au moins une partie des premier et deuxième compartiments (7, 8) et des moyens d'étanchéité (4) agencés autour du piston (5) au niveau du passage (16), le deuxième compartiment (8) comprenant en outre au moins un orifice

d'échappement (9) aménagé dans la paroi périphérique (1) du deuxième compartiment (8) et des moyens (11) de détection d'un flux de fluide agencés au niveau de l'orifice d'échappement (9). Selon l'invention, les moyens (11) de détection d'un flux de fluide comprennent un micro-rupteur comprenant au moins deux pôles électriques et une languette (12) actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) de manière à ce que la languette (12) assure ou interrompe un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe par l'orifice d'échappement (9).

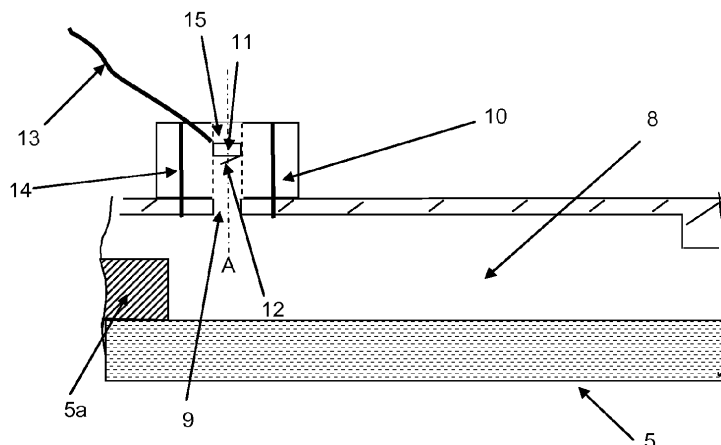


Figure 3a

Description

[0001] L'invention porte sur un dispositif de compression à piston amélioré grâce à une détection plus fiable et rapide des fuites pouvant se produire autour dudit piston. L'invention concerne en outre une installation de travail par jets de fluide à température cryogénique sous haute pression dont le fonctionnement est amélioré et rendu plus sûr grâce à l'utilisation d'un dispositif de compression selon l'invention, laquelle installation est apte à et conçue pour réaliser un traitement de surface, un décapage, un nettoyage, un écoulement ou la découpe d'un matériau.

[0002] Le traitement de surface de matériaux revêtus ou non, en particulier le décapage de peinture, de revêtement ou analogue, l'écrouissage ou analogue, notamment de béton, la découpe d'un matériau ... peut être opéré par mise en oeuvre de jets cryogéniques sous très haute pression, comme proposé par les documents US-A-7,310,955 et US-A-7,316,363.

[0003] Pour ce faire, on utilise typiquement un ou plusieurs jets de fluide cryogénique sous haute pression, en général d'azote liquide, à une pression de 300 à 5000 bars, typiquement entre 1000 et 4000 bar, et à température cryogénique comprise par exemple entre -100 et -200°C, typiquement entre -140 et -160°C, qui sont distribués par une ou plusieurs buses animées ou non d'un mouvement rotatif ou d'un mouvement d'oscillation.

[0004] Un procédé de travail par jets de fluide cryogénique haute pression, en particulier un procédé de traitement de surface, de décapage, d'écrouissage, de nettoyage ou de découpe d'un matériau est réalisé au moyen d'une installation de travail apte à et conçue pour produire des jets de fluide cryogénique haute pression.

[0005] Habituellement, ce type d'installation de travail comprend des moyens d'alimentation en fluide, comportant notamment un réservoir de fluide cryogénique à basse pression, typiquement entre 3 et 6 bar, par exemple de l'azote à l'état liquide, et au moins un conduit d'amenée de fluide, lesquels moyens d'alimentation alimentent un échangeur thermique interne et un premier dispositif de compression apte à et conçu pour comprimer le fluide cryogénique à une première pression allant typiquement jusqu'à 1000 bar.

[0006] Le fluide cryogénique comprimé à la première pression alimente ensuite, via au moins un autre conduit d'amenée de fluide, un deuxième dispositif de compression apte à et conçu pour comprimer le fluide cryogénique à la première pression à une deuxième pression supérieure à la première pression, ladite deuxième pression allant typiquement jusqu'à 5000 bar, de préférence jusqu'à 4000 bar.

[0007] Le fluide comprimé à la deuxième pression est ensuite véhiculé via une ligne de convoyage jusqu'à un échangeur thermique externe où il subit un refroidissement. Il en résulte un fluide à une pression typiquement supérieure à 300 bar et allant généralement jusqu'à 5000 bar, de préférence jusqu'à 4000 bar, et à une température

cryogénique comprise entre -100 et -200°C, typiquement entre -140°C et -160°C, qui est envoyé vers un outil de décapage ou analogue délivrant un ou plusieurs jets de fluide cryogénique.

[0008] Généralement, le deuxième dispositif de compression comprend un compartiment de compression dans lequel se trouve le fluide cryogénique à comprimer. La compression du fluide est réalisée par un piston de compression mobile en translation dans le compartiment de compression, lequel piston est agencé dans un passage aménagé dans une paroi dudit compartiment.

[0009] En outre, des moyens d'étanchéité, typiquement un joint d'étanchéité, généralement un joint d'étanchéité formé d'un matériau plastique avec un cerclage métallique, sont agencés autour du piston, au niveau du passage aménagé dans une paroi du compartiment dans lequel a lieu la compression du fluide. Ces moyens d'étanchéité sont aptes à et conçus pour assurer une étanchéité fluidique entre l'intérieur et l'extérieur du compartiment, l'extérieur du compartiment étant généralement à la pression atmosphérique.

[0010] Le joint d'étanchéité du deuxième dispositif de compression est soumis à de fortes contraintes thermiques et mécaniques qui engendrent une usure à terme, voire une rupture complète, du joint d'étanchéité.

[0011] En effet, les mouvements en translation aller et retour du piston ayant lieu lors des nombreux cycles de compression du fluide cryogénique engendrent une usure progressive du joint d'étanchéité par frottement répété du piston contre ledit joint.

[0012] De plus, le joint d'étanchéité est soumis à des cycles thermiques répétés résultant des cycles de compression. En effet, lors du remplissage du fluide cryogénique dans le compartiment de compression, le fluide est à température cryogénique, alors qu'après compression, le fluide a une température proche de la température ambiante.

[0013] L'usure du joint d'étanchéité altère progressivement ses performances d'étanchéité fluidique. Il s'ensuit des fuites de fluide au niveau du passage aménagé dans une paroi du compartiment de compression du dispositif de compression, et donc une perte en efficacité dudit dispositif, notamment une diminution de la pression de fluide comprimé dans le compartiment de compression.

[0014] Lorsque le deuxième dispositif de compression fonctionne normalement, la fréquence du mouvement en translation du piston est typiquement de l'ordre de 25 coups par minute, c'est-à-dire 25 aller-retours du piston par minute.

[0015] Lorsqu'une baisse significative de la pression de fluide comprimé dans le compartiment de compression survient, quelle qu'en soit la raison, la machine continue de fonctionner, c'est-à-dire de délivrer le fluide cryogénique dans le compartiment de compression et de le comprimer.

[0016] Afin de ramener la pression de fluide dans le compartiment de compression à la pression de consigne,

c'est-à-dire la pression de compression du fluide souhaitée, la fréquence du mouvement du piston augmente jusqu'à ce que la pression de consigne soit à nouveau atteinte. Ceci peut subvenir lors de baisses transitoires de la pression de fluide dans le compartiment de compression ou bien encore lors du démarrage de la machine avant que la pression ne soit établie, et permet de réguler la pression du fluide cryogénique distribué par l'installation de travail.

[0017] L'augmentation de la fréquence du mouvement du piston au-delà d'une valeur seuil prédéterminée, typiquement au-delà de 28 coups par minute, déclenche un décompte d'une durée prédéterminée, typiquement de l'ordre de 10 secondes.

[0018] Si la fréquence des mouvements du piston redevient inférieure à cette valeur seuil avant le terme de la durée typique d'environ 10 secondes, l'installation de travail par jets de fluide cryogénique haute pression continue de fonctionner et le décompte est stoppé et réinitialisé.

[0019] Si la fréquence des mouvements du piston reste anormalement élevée pendant un temps trop long, c'est-à-dire typiquement au-delà de 28 coups par minute pendant une durée de 10 secondes consécutives, c'est le signe d'un dysfonctionnement du deuxième dispositif de compression. L'arrêt de l'installation de travail est alors déclenché automatiquement, ce qui entraîne notamment l'arrêt du mouvement de translation du piston et l'arrêt de l'alimentation en fluide du compartiment de compression.

[0020] Or, le processus décrit ci-dessus est également déclenché lors de l'usure ou de la rupture du joint d'étanchéité, ces phénomènes produisant eux aussi une diminution de la pression de fluide dans le compartiment de compression. Dans ce cas, la fréquence des mouvements du piston reste anormalement élevée pendant la durée de typiquement 10 secondes et l'installation de travail ne cesse de fonctionner qu'au bout de ladite durée.

[0021] Il s'ensuit que, pendant la durée de typiquement 10 secondes, l'installation est toujours alimentée en fluide cryogénique et le piston poursuit son mouvement de translation à travers le joint d'étanchéité et ce, à fréquence élevée, c'est-à-dire typiquement au-delà de 28 coups par minute. Le déplacement du piston à travers le joint usé entraîne alors le détachement de morceaux de joints, notamment dans le compartiment de compression.

[0022] Ces morceaux de joints deviennent très durs du fait des températures cryogéniques régnant dans le compartiment de compression. Il s'ensuit un risque accru de casse d'éléments constitutifs du dispositif de compression, notamment du piston qui est généralement formé d'un matériau relativement fragile, tel la céramique.

[0023] La casse du piston nécessite alors une intervention longue et coûteuse, qui impacte négativement la productivité de l'installation, et ce de façon plus importante que s'il avait fallu procéder simplement au changement du joint d'étanchéité usé.

[0024] Différentes solutions ont été proposées pour

détecter l'usure du joint d'étanchéité au cours du fonctionnement d'un dispositif de compression à piston, mais aucune n'est idéale car soit de trop grande complexité, d'encombrement excessif ou de temps de réponse insuffisant pour éviter la casse du piston. A ce titre, on peut citer les documents WO-A-2007/009278, US-A-4128831, WO-A-2007/000189, EP-A-0950815, US-A-2012/097026, US-A-3914752, et US-A-3887196.

[0025] Le problème à résoudre est dès lors de proposer un dispositif de compression, notamment un dispositif de compression de fluide cryogénique, qui soit amélioré de manière à minimiser grandement, voire éliminer, les problèmes susmentionnés, et qui soit en outre d'une complexité de mise en oeuvre réduite et d'une efficacité améliorée par rapport aux solutions de l'art antérieur.

[0026] En particulier, un but de l'invention est de proposer une installation de travail par jets de fluide à température cryogénique sous haute pression dont le fonctionnement est amélioré et rendu plus sûr que dans l'art antérieur.

[0027] La solution de l'invention est alors un dispositif de compression comprenant un premier compartiment, un deuxième compartiment comprenant une paroi périphérique solidarisée au premier compartiment, un passage étant aménagé entre les premier et deuxième compartiments, un piston agencé dans le passage et mobile en translation dans au moins une partie des premier et deuxième compartiments et des moyens d'étanchéité agencés autour du piston au niveau du passage de manière à assurer, dans des conditions normales d'utilisation, une étanchéité fluide entre lesdits premier et deuxième compartiments, le deuxième compartiment comprenant en outre au moins un orifice d'échappement aménagé dans la paroi périphérique du deuxième compartiment et des moyens de détection d'un flux de fluide agencés au niveau de l'orifice d'échappement de manière à détecter un flux de fluide s'échappant du deuxième compartiment par l'orifice d'échappement et résultant d'un flux de fluide passant du premier compartiment au deuxième compartiment par le passage en cas de défaut d'étanchéité fluide entre les premier et deuxième compartiments, **caractérisé en ce que** les moyens de détection d'un flux de fluide comprennent un micro-rupteur comprenant au moins deux pôles électriques et une languette actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide sur ladite languette de manière à ce que la languette assure ou interrompe un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide s'échappe par l'orifice d'échappement.

[0028] Par ailleurs, selon le mode de réalisation considéré, l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la languette (12) est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) entre aux moins deux positions comprenant :

- une position ouverte lorsqu'un flux de fluide (20) nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) n'étant pas en contact électrique, et
 - une position fermée lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) étant mis en contact électrique par la languette (12).
- la languette (12) est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) entre aux moins deux positions comprenant :
- une position ouverte lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) n'étant pas en contact électrique, et
 - une position fermée lorsqu'un flux de fluide (20) nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) étant mis en contact électrique par la languette (12).
- les moyens de détection d'un flux de fluide sont aptes à et conçus pour détecter un flux de fluide s'échappant du deuxième compartiment par l'orifice dont la pression, le débit ou la vitesse au niveau des moyens de détection sont respectivement supérieurs à un seuil de détection en pression, un seuil de détection en débit ou un seuil de détection en vitesse prédéterminés.
- les moyens de détection d'un flux de fluide produisent un signal électrique d'alarme lorsqu'un flux de fluide s'échappant du deuxième compartiment par l'orifice est détecté.
- le dispositif est relié fluidiquement à des moyens d'alimentation en fluide dont la mise en marche et/ou l'arrêt sont contrôlés par une première commande, ledit dispositif étant en outre relié électriquement à une deuxième commande contrôlant la mise en mouvement et l'arrêt du piston et les moyens de détection d'un flux de fluide étant reliés électriquement à la première et à la deuxième commandes de manière à ce qu'une pression exercée par un flux de fluide sur ladite languette de manière à assurer ou interrompre le contact électrique entre les pôles électriques du micro-rupteur déclenche l'arrêt du mouvement de translation du piston et l'arrêt de l'alimentation en fluide.

[0029] Selon un autre aspect, l'invention concerne aussi une installation de travail mettant en oeuvre au moins un jet de fluide à température cryogénique sous haute pression comprenant au moins une buse de dis-

tribution d'un jet de fluide, des moyens d'alimentation en fluide, dont la mise en marche et l'arrêt sont contrôlés par une première commande, au moins une centrale de compression alimentée en fluide par les moyens d'alimentation et un échangeur thermique externe, la centrale de compression comprenant au moins un premier et un deuxième dispositifs de compression, lequel deuxième dispositif de compression comprend un premier et un deuxième compartiment, un piston, une deuxième commande contrôlant la mise en mouvement et/ou l'arrêt du piston et un échangeur thermique interne, les au moins une centrale de compression et échangeur thermique coopérant avec les moyens d'alimentation en fluide pour alimenter la au moins une buse de distribution d'un jet de fluide **caractérisée en ce que** le deuxième dispositif de compression est selon l'une des revendications précédentes.

[0030] De préférence, le deuxième dispositif de compression comprend des moyens de détection d'un flux de fluide reliés électriquement aux première et deuxième commandes, lesdits moyens de détection comprenant un micro-rupteur comprenant au moins deux pôles électriques et une languette actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide sur ladite languette de manière à ce que la languette assure ou interrompe un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide s'échappe du premier compartiment vers le deuxième compartiment et déclenche l'arrêt du mouvement de translation du piston et l'arrêt de l'alimentation en fluide.

[0031] De préférence, le fluide distribué par l'installation de travail selon l'invention est à une pression comprise entre 300 et 5000 bar, de préférence comprise entre 1000 et 4000 bar, et à une température comprise entre -100°C et -200°C, de préférence comprise entre -140 °C et - 160 °C.

[0032] Avantagusement, l'installation selon l'invention est apte à et conçue pour réaliser un traitement de surface, un décapage, un nettoyage, un écroutage ou une découpe d'un matériau.

[0033] L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description détaillée suivante faite en références aux Figures annexées parmi lesquelles :

- les Figures 1 et 2 schématisent un dispositif de compression comprenant un piston respectivement en position rentrée et en position sortie,
- les Figures 3a et 3b schématisent un dispositif de compression selon un mode de réalisation de l'invention, et
- la Figure 4 schématise une installation de travail par jets de fluide cryogénique comprenant un dispositif de compression selon l'invention.

[0034] Comme on le voit sur la Figure 1, un dispositif de compression par piston comprend généralement un premier compartiment 7 solidarisé à un deuxième compartiment 8, un premier compartiment 7 étant le compar-

timent de compression, c'est-à-dire le compartiment alimenté en fluide 20 et dans lequel s'effectue la compression dudit fluide 20.

[0035] Les premier et deuxième compartiments 7, 8 peuvent être deux pièces assemblées mécaniquement, par exemple par filetage tel qu'illustré sur la Figure 2, ou par tout autre moyen d'assemblage.

[0036] De préférence, les premier et deuxième compartiments 7, 8 sont des pièces de révolution comprenant chacune un évidement et de forme cylindrique, et agencées coaxialement. Avantageusement, le matériau utilisé pour la fabrication des premier et deuxième compartiments 7, 8 est de l'acier inoxydable du type 316.

[0037] Un passage 16 est aménagé entre les premier et deuxième compartiments 7, 8 et un piston de compression 5 est agencé dans le passage 16.

[0038] Des moyens d'étanchéité 4 sont agencés autour du piston 5 au niveau du passage 16 de manière à assurer, dans des conditions normales d'utilisation, une étanchéité fluide entre lesdits premier et deuxième compartiments 7, 8.

[0039] De préférence, les moyens d'étanchéité 4 comprennent un joint d'étanchéité. Typiquement le joint d'étanchéité est formé de 3 parties constituées d'un joint à lèvres en matériau polymère, d'une bague en matériau polymère et d'une bague en matériau métallique.

[0040] En outre, les moyens d'étanchéité 4 comprennent une bague d'arrêt 3 et une bague de retenue 6 agencées au niveau du passage 16, autour du piston 5, de manière à maintenir en position le joint d'étanchéité. De préférence, les bagues 3 et 6 sont formées d'un matériau métallique. Avantageusement, la bague 3 est formée de bronze et la bague 6 d'acier inoxydable 316.

[0041] Les moyens d'étanchéité 4 assurent une étanchéité fluide entre les compartiments 7, 8 et permet également de guider le piston 5, lequel piston 5 est mobile en translation dans au moins une partie des premier et deuxième compartiments 7, 8 et des moyens d'étanchéité 4. Etant précisé que le piston de compression 5 est généralement mu par un piston hydraulique 5a agencé dans le deuxième compartiment 8. Le piston 5 est généralement formé d'un matériau du type céramique.

[0042] Le piston 5 est apte à se déplacer en translation axiale le long des axes de symétrie des premier et deuxième compartiments 7, 8, lesquels axes sont de préférence confondus. Plus précisément, le piston 5 est apte à se déplacer entre au moins deux positions : une position rentrée (schématisée en Figure 1) selon laquelle la majeure partie du piston 5 est agencée dans le deuxième compartiment 8 et une position sortie (schématisée en Figure 2) selon laquelle le piston 5 est translaté en direction du premier compartiment 7 par rapport à sa position rentrée.

[0043] Le deuxième compartiment 8 comprend en outre au moins un orifice d'échappement 9 aménagé dans la paroi périphérique 1 du deuxième compartiment 8. L'orifice 9 est débouchant et met en communication fluide l'intérieur, c'est-à-dire le volume interne, du

deuxième compartiment 8, avec l'extérieur dudit compartiment. De préférence, la pression régnant à l'intérieur du deuxième compartiment 8 est de l'ordre de la pression atmosphérique.

[0044] Le piston 5 étant mu par un piston hydraulique 5a, le volume libre du compartiment 8 varie en fonction du cycle de compression. Dit autrement, lorsque le piston 5 comprime le fluide cryogénique, le volume libre du compartiment 8 diminue et de l'air est évacué par le au moins un orifice 9. A l'inverse, lorsque le piston 5 retourne en position rentrée, de l'air extérieur au deuxième compartiment 8 est aspiré par l'orifice 9.

[0045] En fonctionnement, le dispositif de compression assure la compression d'un fluide 20 se trouvant dans le premier compartiment 7 lorsque le piston 5 effectue un mouvement de translation en direction du premier compartiment 7, jusqu'à se trouver dans sa position sortie.

[0046] Comme déjà expliqué, en cas d'usure des moyens d'étanchéité 4, en particulier du joint d'étanchéité, des fuites de fluide 20 se produisent et entraînent le passage d'un flux de fluide 20 du premier compartiment 7 vers le deuxième compartiment 8. Le déplacement du piston à travers le joint usé entraîne le détachement de morceaux de joints qui deviennent très durs du fait des températures cryogéniques régnant dans le compartiment de compression. Il s'ensuit un risque accru de casse du piston 5, ainsi que de la bague d'arrêt 3, de la bague de retenue 6, voire du premier compartiment 7 lui-même.

[0047] Pour remédier à cela, la présente invention propose d'agencer des moyens 11 de détection d'un flux de fluide au niveau de l'orifice d'échappement 9 de manière à détecter un flux de fluide 20 s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9, comme illustré par les Figures 3a et 3b qui schématisent un mode de réalisation préféré de la présente invention.

[0048] A noter que par moyens 11 de détection d'un flux de fluide, on entend tout dispositif de détection de flux de fluide permettant de détecter un flux de fluide s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9.

[0049] Selon l'invention, les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 sont aptes à et conçus pour détecter un flux de fluide s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice d'échappement 9 et résultant d'un flux de fluide 20 passant du premier compartiment 7 au deuxième compartiment 8 par le passage 16, en cas de défaut d'étanchéité fluide entre les premier et deuxième compartiments 7, 8.

[0050] De préférence, le fluide 20 s'échappant par l'orifice 9 est à l'état gazeux.

[0051] Typiquement, un flux de fluide 20 passant du premier compartiment 7 au deuxième compartiment 8 engendre un flux de fluide 20 s'échappant de l'orifice 9, et circulant de l'intérieur du compartiment 8 vers l'extérieur du compartiment 8, en direction des moyens 11 de détection d'un flux de fluide.

[0052] La plus faible valeur de pression, la plus faible valeur de débit ou la plus faible valeur de vitesse de fluide

mesurable déterminent la sensibilité des moyens de détection 11.

[0053] A noter que le mouvement du piston 5 effectué en direction du compartiment 7 lors de la compression du fluide 20 peut engendrer l'échappement d'un léger flux d'air en provenance du compartiment 8 par l'orifice 9. En effet, lorsque le piston de compression 5 comprime le fluide cryogénique, le volume du compartiment 8 laissé libre par le piston hydraulique 5a diminue et de l'air est évacué par l'orifice 9.

[0054] Avantageusement, la sensibilité des moyens de détection 11 est ajustée de sorte que la plus faible valeur de pression, la plus faible valeur de débit ou la plus faible valeur de vitesse de fluide mesurable soit respectivement supérieures à un seuil de détection en pression, un seuil de détection en débit ou un seuil de détection en vitesse prédéterminés.

[0055] Dit autrement, les moyens de détection 11 sont préférentiellement aptes à et conçus pour détecter un flux de fluide 20 dont la pression, le débit ou la vitesse au niveau des moyens de détection 11 est supérieur à un seuil de détection en pression, un seuil de détection en débit ou un seuil de détection en vitesse prédéterminés.

[0056] Les valeurs de pression, de débit ou de vitesse de ces seuils de détection prédéterminés seront ajustés en fonction des caractéristiques du dispositif de compression de l'invention, notamment de la pression régnant dans le premier compartiment 7, du nombre d'orifices 9 agencés sur le deuxième compartiment 8. Typiquement, les valeurs de ces seuils de détection pourront être prédéterminés de manière empirique, lors d'essais de routine menés dans différentes conditions d'utilisation du dispositif de compression de l'invention, par exemple différentes valeurs de pression régnant dans le premier compartiment 7, différents nombres d'orifices 9 agencés sur le deuxième compartiment 8,...

[0057] De préférence, la sensibilité des moyens de détection 11 est ajustée de sorte que les seuils de détection prédéterminés en pression, en débit ou en vitesse de fluide soient respectivement supérieurs aux variations de pression, de débit ou de vitesse résultant du faible flux d'air engendré par le mouvement du piston hydraulique 5a.

[0058] Dit autrement, les moyens de détection 11 sont préférentiellement aptes à et conçus pour détecter uniquement un flux de fluide 20 dont la pression, le débit ou la vitesse au niveau des moyens de détection 11 est supérieur à la pression, au débit ou à la vitesse du léger flux d'air s'échappant par l'orifice 9 lors du mouvement du piston hydraulique 5a dans le deuxième compartiment 8, en direction du premier compartiment 7.

[0059] Selon l'invention, et comme illustré sur les Figures 3a et 3b, les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 comprennent un dispositif du type micro-rupteur. Par micro-rupteur, on entend un dispositif comprenant au moins deux pôles électriques et une languette 12 actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide 20 sur ladite languette 12.

[0060] Le choix des caractéristiques du micro-rupteur, notamment la portance de la languette 12 et la distance séparant les points de contact de la languette avec les pôles électriques du micro-rupteur, permet d'ajuster la sensibilité du micro-rupteur.

[0061] Avantageusement, un micro-rupteur du type micro-rupteur miniature à languette ou levier de marque Cherry et commercialisé sous la référence DG13-B3LA peut être utilisé.

[0062] Selon un mode de réalisation de l'invention, illustré sur les Figures 3a et 3b, le micro-rupteur 11 est agencé au niveau de l'orifice 9 de manière à ce que la languette 12 assure un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide 20, de préférence de l'azote, s'échappe par l'orifice d'échappement 9 et vient appuyer sur la languette 12.

[0063] Plus précisément, la languette 12 est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide 20 sur ladite languette 12 entre aux moins deux positions comprenant :

- une position ouverte (schématisée sur la Figure 3a) lorsqu'un flux de fluide 20 nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice d'échappement 9, la pression exercée sur la languette 12 n'étant pas suffisante pour mettre les pôles électriques du micro-rupteur 11 en contact électrique, et
- une position fermée (schématisée sur la Figure 3b) lorsqu'un flux de fluide 20 s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice d'échappement 9 et exerce une pression sur la languette 12, les pôles électriques du micro-rupteur 11 étant mis en contact électrique par la languette 12.

[0064] De préférence, le deuxième compartiment 8 du dispositif de compression de l'invention comprend avantageusement des moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20, alimentés électriquement, lesdits moyens étant aptes à et conçus pour produire un signal électrique d'alarme lorsqu'un flux de fluide 20 s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9 est détecté.

[0065] De préférence, le signal électrique produit par les moyens 11 permet de déclencher l'arrêt du fonctionnement du dispositif de compression de l'invention, notamment l'arrêt du mouvement de translation du piston 5 et l'arrêt de l'alimentation en fluide 20 du deuxième compartiment de compression 8.

[0066] Avantageusement, le dispositif de l'invention est relié fluidiquement à des moyens d'alimentation en fluide 20 dont la mise en marche ou l'arrêt sont contrôlés par une première commande. En outre, la mise en mouvement de translation ou l'arrêt du piston 5 est contrôlée par une deuxième commande. Les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 sont alors reliés électriquement aux première et deuxième commandes par au moins un câble électrique 13 de manière à ce que le signal électrique d'alarme produit lorsqu'un flux de fluide s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9 déclenche

l'arrêt du mouvement de translation du piston 5 et l'arrêt de l'alimentation en fluide 20.

[0067] Selon une variante de réalisation de l'invention, non illustrée, le micro-rupteur 11 est agencé au niveau de l'orifice 9 de manière à ce que la languette 12 interrompe un contact électrique initialement établi entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide 20, de préférence de l'azote, s'échappe par l'orifice d'échappement 9 et vient appuyer sur la languette 12.

[0068] Plus précisément, la languette 12 est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide 20 sur ladite languette 12 entre aux moins deux positions comprenant :

- une position ouverte lorsqu'un flux de fluide 20 s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice d'échappement 9 et exerce une pression sur la languette 12, le contact électrique entre les pôles électriques du micro-rupteur 11 étant interrompu du fait du déplacement de la languette 12,
- une position fermée lorsqu'un flux de fluide 20 nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice d'échappement 9, la languette 12 assurant un contact électrique entre les pôles électriques du micro-rupteur 11.

[0069] De préférence, l'interruption du contact électrique entre les pôles électriques du micro-rupteur 11 permet de déclencher l'arrêt du fonctionnement du dispositif de compression de l'invention, notamment l'arrêt du mouvement de translation du piston 5 et l'arrêt de l'alimentation en fluide 20 du deuxième compartiment de compression 8.

[0070] Avantagusement, le dispositif de l'invention est relié fluidiquement à des moyens d'alimentation en fluide 20 dont la mise en marche ou l'arrêt sont contrôlés par une première commande. En outre, la mise en mouvement de translation ou l'arrêt du piston 5 est contrôlée par une deuxième commande. Les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 sont alors reliés électriquement aux première et deuxième commandes par au moins un câble électrique 13, formant ainsi un circuit électrique fermé. La pression exercée sur la languette 12 du micro-rupteur lorsqu'un flux de fluide s'échappe du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9 ouvre alors le circuit et déclenche l'arrêt du mouvement de translation du piston 5 et l'arrêt de l'alimentation en fluide 20.

[0071] Comme expliqué précédemment, les seuils de détection en pression du micro-rupteur sont avantagusement choisis de sorte que le micro-rupteur soit apte à et conçu pour ne détecter qu'un flux de fluide 20 exerçant une pression au niveau des moyens 11 supérieure à celle exercée par le léger flux d'air résultant du mouvement du piston hydraulique 5a dans le deuxième compartiment 8.

[0072] Dit autrement, le léger flux d'air résultant du mouvement du piston hydraulique 5a dans le deuxième compartiment 8 n'exerce pas une pression suffisante

pour que la languette 12, selon le cas, mette en contact ou interrompe les pôles électriques du micro-rupteur.

[0073] Pour ce faire, le micro-rupteur est avantagusement caractérisé par un seuil de déclenchement à ouverture ou fermeture de contact électrique non nul, dit autrement par une force minimale nécessaire pour actionner la languette 12 non nulle. De préférence, ce seuil ou cette force est d'au moins 0.1 N, de préférence encore d'au moins 0.4 N, typiquement de l'ordre de 0.44 N.

[0074] On comprend alors qu'en utilisant un micro-rupteur selon l'invention, les pôles électriques du micro-rupteur forment chacun les bornes d'un circuit électrique qui est ouvert en fonctionnement normal du dispositif de compression, et qui peut être fermé par déplacement de la languette 12 sous l'effet d'un flux de fluide s'échappant par l'orifice 9.

[0075] De manière alternative, les pôles électriques du micro-rupteur forment chacun les bornes d'un circuit électrique qui est fermé en fonctionnement normal du dispositif de compression, et qui peut être ouvert par déplacement de la languette 12 sous l'effet d'un flux de fluide s'échappant par l'orifice 9.

[0076] La languette 12 fait ainsi office d'interrupteur. L'invention présente donc l'avantage de ne nécessiter aucun autre dispositif électrique de déclenchement d'alarme que la languette du micro-rupteur elle-même, ni aucun dispositif mécanique intermédiaire.

[0077] De la sorte, la détection d'une fuite se produisant au niveau des moyens d'étanchéité 4 et générant l'échappement d'un flux de fluide 20 par l'orifice 9 déclenche de manière simple et rapide l'arrêt du dispositif de compression, en particulier l'arrêt du mouvement du piston au travers des moyens d'étanchéité 4 et l'arrêt de l'alimentation du premier compartiment 7 en fluide 20.

[0078] Ceci permet de procéder à l'arrêt du dispositif de compression de manière automatique et rapide, et donc de limiter grandement, voire d'éliminer, les risques susmentionnés de casse d'éléments constitutifs du dispositif de compression, notamment du piston 5.

[0079] Dans le cadre de l'invention, le dispositif de l'invention est apte à et conçu pour comprimer un fluide 20 dans le deuxième compartiment 8 par translation du piston 5 en direction du deuxième compartiment 8, la pression initiale de fluide 20 étant comprise entre 200 et 1500 bar et la pression de fluide 20 comprimé étant comprise entre 300 et 5000 bar, de préférence allant jusqu'à 4000 bar.

[0080] Selon le cas, un ou plusieurs orifices d'échappement 9 peuvent être aménagés dans la paroi périphérique 1 du deuxième compartiment 8. De préférence, ces orifices 9 ont des diamètres compris entre 9 et 10 mm, de préférence encore de l'ordre de 9.7 mm.

[0081] Dans le cas de plusieurs orifices 9, tout ou partie des orifices 9 peuvent être munis de moyens 11 de détection de flux de fluide conformément à l'invention. Lorsqu'une partie seulement des orifices 9 est munie de moyens 11 selon l'invention, le ou les orifices qui ne sont pas munis de moyens 11 peuvent être bouchés, de ma-

nière à augmenter le flux de fluide 20 s'échappant d'un ou des orifices munies de moyens 11, ou bien laissés libres.

[0082] Dans tous les cas, le dispositif de l'invention est préférablement apte à et conçu pour comprimer un fluide 20 se trouvant dans le premier compartiment 7 à l'état liquide, le fluide 20 passant du premier compartiment 7 au deuxième compartiment 8 et s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9 étant à l'état gazeux.

[0083] Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, visible sur les Figures 3a et 3b, le dispositif de compression de l'invention comprend en outre au moins une pièce de maintien 10 des moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 au niveau de l'orifice 9.

[0084] La pièce de maintien 10 comprend un évidement axial traversant 15 d'axe A dans lequel les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 sont agencés, la pièce de maintien 10 étant positionnée contre la paroi périphérique 1 du deuxième compartiment 8 de manière à ce que l'axe A de l'évidement axial 15 soit sensiblement aligné avec le centre de l'orifice d'échappement 9.

[0085] La pièce de maintien 10 peut par exemple être fixée sur la surface externe de la paroi périphérique 1 au moyen d'au moins une vis 14.

[0086] De cette façon, l'évidement axial 15 constitue un conduit de fluide prolongeant l'orifice 9 pour canaliser un flux de fluide 20 s'échappant du deuxième compartiment 8 par l'orifice 9, et ainsi améliorer la sensibilité des moyens de détection 11.

[0087] De préférence, les moyens de détection 11 agencés dans l'évidement axial 15 n'obturent pas de façon hermétique ledit évidement axial 15 et autorise le passage d'un flux de fluide vers l'extérieur du deuxième compartiment 8. De cette façon, il n'y a pas de risque de surpression dans le deuxième compartiment 8 lors du passage d'un flux de fluide 20 du premier compartiment 7 vers le deuxième compartiment 8.

[0088] Le dispositif de l'invention peut être utilisé dans tout type d'installation industrielle, dès lors que celle-ci comprend au moins un dispositif de compression de fluide, par exemple une installation de travail par jet d'eau Ultra Haute Pression (UHP).

[0089] Toutefois, l'invention est particulièrement avantageuse dans le cadre d'un dispositif de compression apte à et conçu pour servir de dispositif de compression dans une installation de travail par jets de fluide cryogénique.

[0090] En effet, le dispositif de l'invention permet de limiter grandement les problèmes susmentionnés et liés en particulier aux températures cryogéniques et aux fortes pressions de fluide 20 régnant dans le premier compartiment 7.

[0091] En outre, le dispositif de l'invention offre l'avantage d'être apte à et conçu pour déclencher l'arrêt du mouvement du piston et/ou de l'alimentation en fluide du compartiment de compression quasi-instantanément après la détection d'un défaut d'étanchéité des moyens d'étanchéité 4, et de manière nettement plus rapide

qu'avec la durée de temporisation de l'ordre de 10 secondes utilisée dans l'art antérieur.

[0092] Enfin, la présence d'un opérateur à proximité des commandes du dispositif de compression n'est plus indispensable, ce qui est un avantage considérable pour limiter les coûts de production. Le dispositif de l'invention est aussi particulièrement avantageux lorsque la présence d'un opérateur à proximité de l'installation de travail est à proscrire, comme c'est le cas pour certaines applications des industries nucléaires ou chimiques.

[0093] Ainsi, selon un autre aspect, l'invention concerne également une installation de travail mettant en oeuvre au moins un jet de fluide 20 à température cryogénique sous haute pression, de préférence le fluide 20 est de l'azote.

[0094] La Figure 4 schématise l'architecture d'une installation de travail pour mettre en oeuvre un procédé de décapage, de traitement de surface ou analogue par jets de liquide cryogénique, en particulier d'azote liquide, en particulier un procédé de travail par jets d'azote liquide.

[0095] Comme on le voit, une telle installation comprend des moyens d'alimentation 41 en fluide 20. Les moyens d'alimentation 41 comprennent typiquement un réservoir de fluide 20 de préférence un réservoir de stockage de grande capacité, tel une citerne de camion ou un réservoir de stockage de plusieurs milliers de litres. En général, le fluide 20, de préférence de l'azote, est stocké à l'état liquide à température cryogénique.

[0096] Le convoyage du fluide 20 entre les différents éléments de l'installation se fait via des conduits d'amenée de fluide, ou canalisations, de préférence calorifugées. La mise en marche et/ou l'arrêt des moyens d'alimentation 41 sont contrôlés par une première commande.

[0097] Les moyens d'alimentation 41 alimentent en fluide 20 une centrale de compression 42 par au moins un conduit 45 d'amenée de fluide. La centrale de compression 42 comprend au moins deux étages de compression ainsi qu'un échangeur thermique interne 43.

[0098] Typiquement, la centrale de compression 42 comprend un premier dispositif de compression qui est alimenté par le fluide 20 circulant dans le conduit 45 à basse pression, c'est-à-dire à une pression d'environ 3 à 6 bar, et à une température de -180°C environ. Ce premier dispositif de compression permet une mise à une première pression du fluide 20, typiquement supérieure à 200 bar et allant de préférence jusqu'à 1000 bar.

[0099] Le fluide 20 à température cryogénique à la première pression est convoyé vers un deuxième dispositif de compression dans lequel il est à nouveau comprimé à une deuxième pression allant typiquement jusqu'à 4000 bars. Le fluide 20 comprimé à la deuxième pression est ensuite véhiculé via une ligne de convoyage 46 jusqu'à l'échangeur thermique externe 43 où il subit un refroidissement avec de l'azote liquide à pression atmosphérique (en 48).

[0100] Il en résulte un fluide 20 UHP, à une pression typiquement supérieure à 300 bar et allant généralement

jusqu'à 5000 bar, de préférence jusqu'à 4000 bar, et à une température cryogénique comprise entre -100 et -200°C, typiquement inférieure à -140°C, typiquement comprise entre -140°C et -160°C, qui est envoyé, via une ligne d'alimentation 47, vers un outil ou buse 44 de découpage ou analogue délivrant un ou plusieurs jets de fluide 20 UHP, en général plusieurs jets, de préférence des jets d'azote liquide.

[0101] Dans le cadre de la présente invention, le deuxième dispositif de compression est un dispositif de compression à piston tel que schématisé sur le Figures 3a et 3b comprenant un premier et un deuxième compartiment 7, 8 et un piston 5 mu par un piston hydraulique 5a. Le premier compartiment 7, qui est celui dans lequel s'effectue la compression à la deuxième pression, est alimenté par le fluide 20 à température cryogénique et à la première pression.

[0102] En outre, l'installation de l'invention comprend une deuxième commande qui contrôle la mise en mouvement et l'arrêt du piston 5 dans au moins une partie des premier et deuxième compartiments 7, 8.

[0103] Selon l'invention, le deuxième dispositif de compression comprend des moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 reliés électriquement à la première et à la deuxième commande et permettant, en cas d'échappement d'un flux de fluide 20 du deuxième compartiment 8 vers le deuxième compartiment 8 du dispositif de compression 43, de déclencher l'arrêt du mouvement de translation du piston 5 et l'arrêt de l'alimentation en fluide 20. Les moyens 11 de détection d'un flux de fluide 20 peuvent aussi être reliés électriquement à une commande d'arrêt d'urgence de l'installation permettant de couper l'alimentation électrique générale de l'installation, ce qui a pour effet d'arrêter notamment le mouvement de translation du piston 5 et l'alimentation en fluide 20.

[0104] L'application principale de la présente invention est un procédé de travail mettant en oeuvre une installation de travail selon l'invention au moyen d'un ou plusieurs jets de fluide 20 à température cryogénique sous haute pression, de préférence un ou plusieurs jets d'azote liquide, pour réaliser un traitement de surface, un découpage, un nettoyage, un écrouissage ou la découpe d'un matériau au moyen d'une installation selon l'invention.

Revendications

1. Dispositif de compression comprenant un premier compartiment (7), un deuxième compartiment (8) comprenant une paroi périphérique (1) solidarisée au premier compartiment (7), un passage (16) étant aménagé entre les premier et deuxième compartiments (7, 8), un piston (5) agencé dans le passage (16) et mobile en translation dans au moins une partie des premier et deuxième compartiments (7, 8) et des moyens d'étanchéité (4) agencés autour du piston (5) au niveau du passage (16) de manière à assurer, dans des conditions normales d'utilisation,

une étanchéité fluide entre lesdits premier et deuxième compartiments (7, 8), le deuxième compartiment (8) comprenant en outre au moins un orifice d'échappement (9) aménagé dans la paroi périphérique (1) du deuxième compartiment (8) et des moyens (11) de détection d'un flux de fluide agencés au niveau de l'orifice d'échappement (9) de manière à détecter un flux de fluide (20) s'échappant du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9) et résultant d'un flux de fluide (20) passant du premier compartiment (7) au deuxième compartiment (8) par le passage (16) en cas de défaut d'étanchéité fluide entre les premier et deuxième compartiments (7, 8), **caractérisé en ce que** les moyens (11) de détection d'un flux de fluide comprennent un micro-rupteur comprenant au moins deux pôles électriques et une languette (12) actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) de manière à ce que la languette (12) assure ou interrompe un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe par l'orifice d'échappement (9).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la languette (12) est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) entre aux moins deux positions comprenant :

- une position ouverte lorsqu'un flux de fluide (20) nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) n'étant pas en contact électrique, et
- une position fermée lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) étant mis en contact électrique par la languette (12).

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la languette (12) est apte à se déplacer sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) entre aux moins deux positions comprenant :

- une position ouverte lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) n'étant pas en contact électrique, et
- une position fermée lorsqu'un flux de fluide (20) nul ou quasi-nul s'échappe du deuxième compartiment (8) par l'orifice d'échappement (9), les pôles électriques du micro-rupteur (11) étant mis en contact électrique par la languette (12).

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens (11) de détection d'un flux de fluide (20) sont aptes à et conçus pour détecter un flux de fluide (20) s'échappant du deuxième compartiment (8) par l'orifice (9) dont la pression, le débit ou la vitesse au niveau des moyens de détection (11) sont respectivement supérieurs à un seuil de détection en pression, un seuil de détection en débit ou un seuil de détection en vitesse prédéterminés. 5 10
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens (11) de détection d'un flux de fluide (20) produisent un signal électrique d'alarme lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappant du deuxième compartiment (8) par l'orifice (9) est détecté. 15
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est relié fluidiquement à des moyens d'alimentation (41) en fluide (20) dont la mise en marche et/ou l'arrêt sont contrôlés par une première commande, ledit dispositif étant en outre relié électriquement à une deuxième commande contrôlant la mise en mouvement et l'arrêt du piston (5) et les moyens (11) de détection d'un flux de fluide (20) étant reliés électriquement à la première et à la deuxième commandes de manière à ce qu'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) de manière à assurer ou interrompre le contact électrique entre les pôles électriques du micro-rupteur déclenche l'arrêt du mouvement de translation du piston (5) et l'arrêt de l'alimentation en fluide (20). 20 25 30 35
7. Installation de travail mettant en oeuvre au moins un jet de fluide (20) à température cryogénique sous haute pression comprenant au moins une buse (44) de distribution d'un jet de fluide (20), des moyens d'alimentation (41) en fluide (20), dont la mise en marche et l'arrêt sont contrôlés par une première commande, au moins une centrale de compression (42) alimentée en fluide (20) par les moyens d'alimentation (41) et un échangeur thermique externe (43), la centrale de compression (42) comprenant au moins un premier et un deuxième dispositifs de compression, lequel deuxième dispositif de compression comprend un premier et un deuxième compartiment (7, 8), un piston (5), une deuxième commande contrôlant la mise en mouvement et/ou l'arrêt du piston 5 et un échangeur thermique interne, les au moins une centrale de compression (42) et échangeur thermique (43) coopérant avec les moyens d'alimentation en fluide (20) pour alimenter la au moins une buse (44) de distribution d'un jet de fluide (20) **caractérisée en ce que** le deuxième dispositif de compression est selon l'une des revendications précédentes. 40 45 50 55
8. Installation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le deuxième dispositif de compression comprend des moyens (11) de détection d'un flux de fluide (20) reliés électriquement aux première et deuxième commandes, lesdits moyens (11) de détection comprenant un micro-rupteur comprenant au moins deux pôles électriques et une languette (12) actionnable sous l'effet d'une pression exercée par un flux de fluide (20) sur ladite languette (12) de manière à ce que la languette (12) assure ou interrompe un contact électrique entre lesdits pôles électriques lorsqu'un flux de fluide (20) s'échappe du premier compartiment (7) vers le deuxième compartiment (8) et déclenche l'arrêt du mouvement de translation du piston (5) et l'arrêt de l'alimentation en fluide (20).
9. Installation selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisée en ce que** le fluide (20) est à une pression comprise entre 300 et 5000 bar, de préférence comprise entre 1000 et 4000 bar, et à une température comprise entre -100°C et -200°C, de préférence comprise entre -140 °C et -160 °C.
10. Installation selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** est apte à et conçue pour réaliser un traitement de surface, un décapage, un nettoyage, un écroutage ou une découpe d'un matériau.

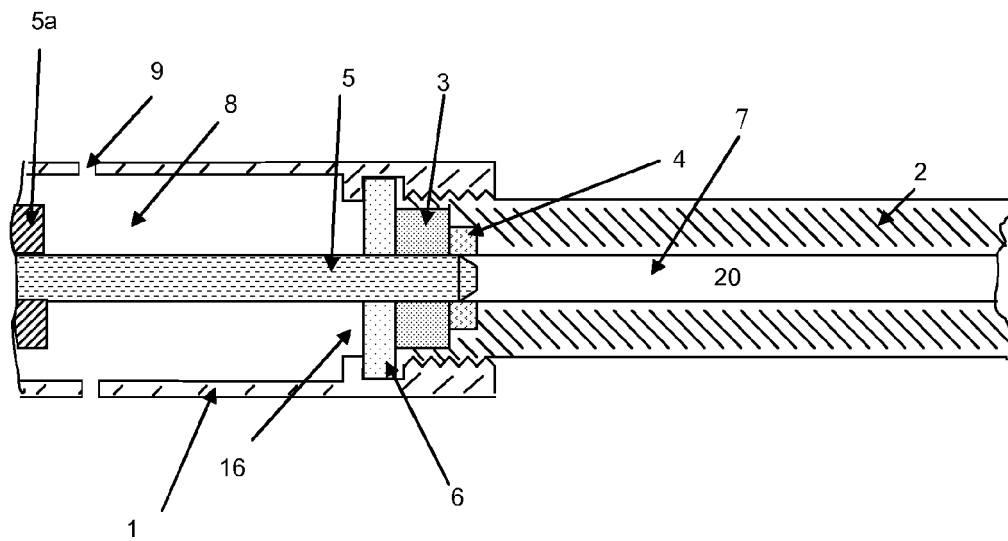


Figure 1

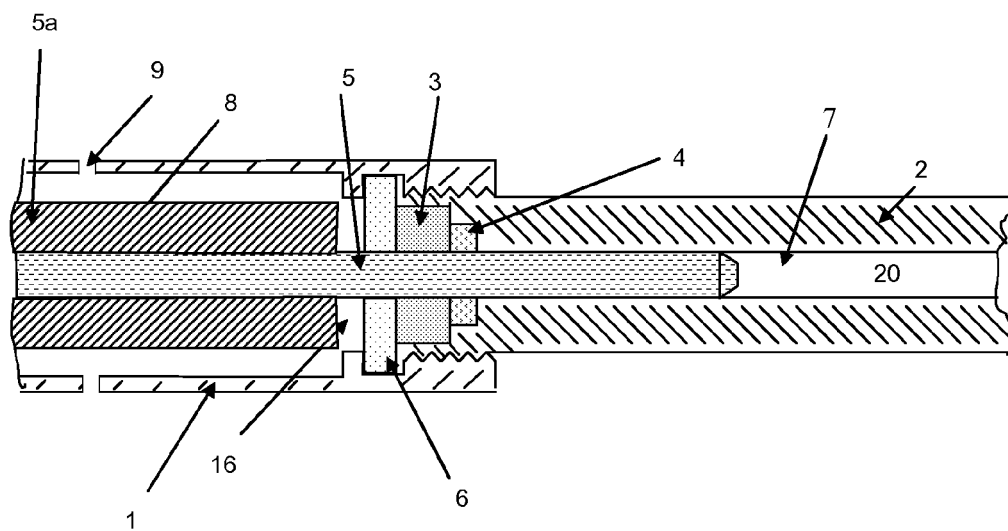


Figure 2

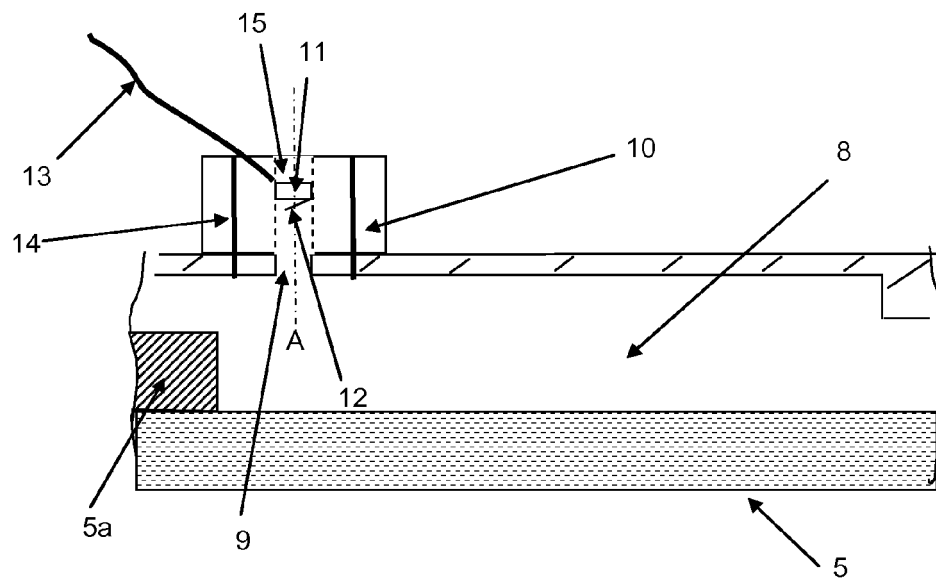


Figure 3a

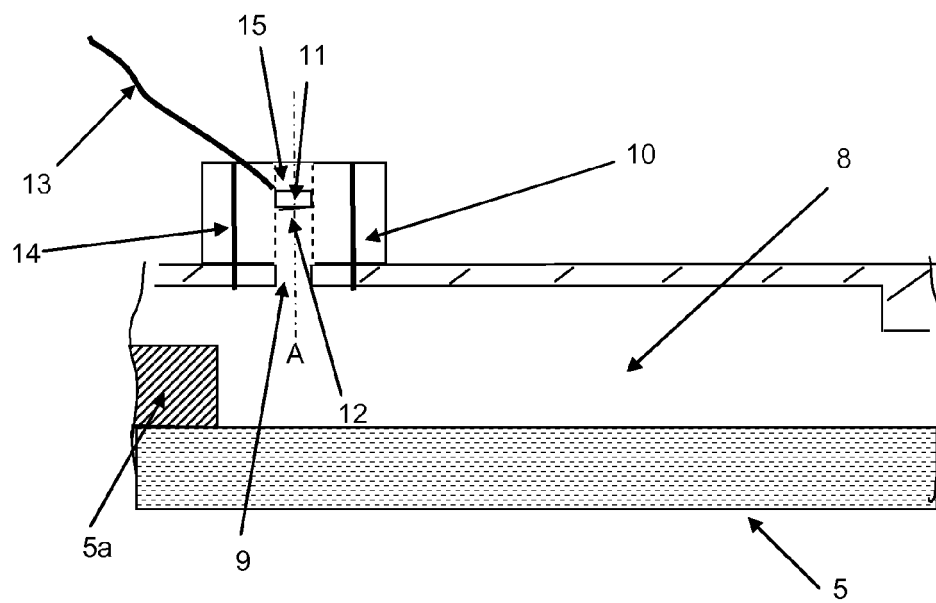


Figure 3b

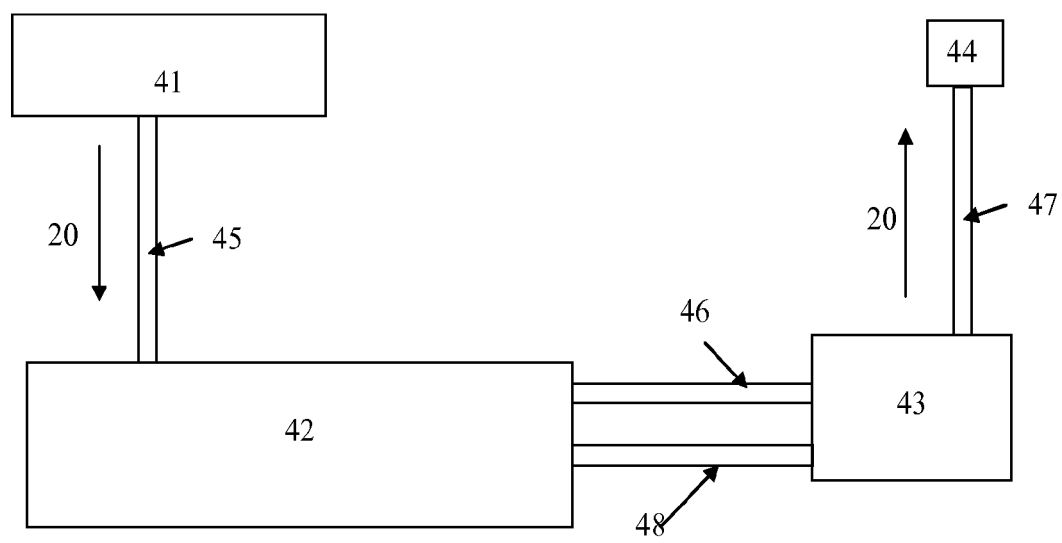


Figure 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 16 2045

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	WO 2007/009278 A1 (CRYOMEC AG [CH]; DROUVOT PHILIPPE [FR]; KOERPER MICHEL [FR]) 25 janvier 2007 (2007-01-25) * alinéas [0001] - [0015]; figures 1-2 *	1-10	INV. F04B15/08 F04B39/04 F04B49/02 F04B51/00 F04B53/16
Y	US 4 128 831 A (RENSCH ADAM ET AL) 5 décembre 1978 (1978-12-05) * colonne 3, ligne 3 - ligne 57; figures 1,2,,7 * * colonne 4, ligne 5 - ligne 33; figures 5,6 *	1-10	
Y	WO 2007/000189 A1 (AGILENT TECHNOLOGIES INC [US]; WITT KLAUS [DE]) 4 janvier 2007 (2007-01-04) * alinéas [0001] - [0058]; figures 1-4b *	1-10	
X	EP 0 950 815 A2 (FURON CO [US]) 20 octobre 1999 (1999-10-20) * alinéas [0016] - [0063]; revendications 1,5; figures 1-3 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Y	US 2012/097026 A1 (ALMEIDA NEAL B [US] ET AL) 26 avril 2012 (2012-04-26) * alinéas [0011] - [0024]; figures 1-3b *	1-10	F04B
X	US 3 914 752 A (HOWARD WILLIS W ET AL) 21 octobre 1975 (1975-10-21) * colonne 1, ligne 6 - colonne 7, ligne 16; revendications 11,12,13; figures 1,3 *	1-10	
Y	US 3 887 196 A (RENFROW WILLIAM NEIL) 3 juin 1975 (1975-06-03) * colonne 2, ligne 3 - colonne 7, ligne 12; figures 2,4,5 *	1-10	
	-/--		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 août 2013	Examineur Jurado Orenes, A
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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 16 2045

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	WO 2004/022974 A1 (DONALDSON CO INC [US]) 18 mars 2004 (2004-03-18) * page 4, ligne 2 - page 11, ligne 10; figures 2,3 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 août 2013	Examineur Jurado Orenes, A
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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 13 16 2045

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.

05-08-2013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007009278	A1	25-01-2007	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 4128831	A	05-12-1978	CH 599469 A5	31-05-1978
			DE 2544730 A1	21-04-1977
			FR 2327429 A1	06-05-1977
			GB 1554414 A	17-10-1979
			IT 1076488 B	27-04-1985
			US 4128831 A	05-12-1978

WO 2007000189	A1	04-01-2007	US 2009211341 A1	27-08-2009
			WO 2007000189 A1	04-01-2007

EP 0950815	A2	20-10-1999	DE 69919063 D1	09-09-2004
			DE 69919063 T2	04-08-2005
			EP 0950815 A2	20-10-1999
			JP H11343979 A	14-12-1999
			US 6079959 A	27-06-2000

US 2012097026	A1	26-04-2012	AUCUN	

US 3914752	A	21-10-1975	AU 6843274 A	06-11-1975
			CA 1036239 A1	08-08-1978
			GB 1433689 A	28-04-1976
			US B367021 I5	28-01-1975

US 3887196	A	03-06-1975	AUCUN	

WO 2004022974	A1	18-03-2004	AU 2003258089 A1	29-03-2004
			CA 2494955 A1	18-03-2004
			CN 1678829 A	05-10-2005
			EP 1540181 A1	15-06-2005
			JP 2005538293 A	15-12-2005
			KR 20050071487 A	07-07-2005
			MX PA05002515 A	06-06-2005
			US 2004048131 A1	11-03-2004
			WO 2004022974 A1	18-03-2004

EPO FORM P0460

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

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

- US 7310955 A [0002]
- US 7316363 A [0002]
- WO 2007009278 A [0024]
- US 4128831 A [0024]
- WO 2007000189 A [0024]
- EP 0950815 A [0024]
- US 2012097026 A [0024]
- US 3914752 A [0024]
- US 3887196 A [0024]