



(11) **EP 2 480 378 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
26.02.2014 Bulletin 2014/09

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 (2006.01) B24C 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10773118.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2010/051909

(22) Date de dépôt: **15.09.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/036374 (31.03.2011 Gazette 2011/13)

(54) **DISPOSITIF DE DISTRIBUTION DE JETS DE FLUIDE CRYOGÉNIQUE AVEC JOINT EN POLYMÈRE À COEFFICIENT DE DILATATION DONNÉ**

VORRICHTUNG ZUR AUSGABE EINES KRYOGENEN FLÜSSIGKEITSSTROMS MIT
POLYMERDICHTMITTEL MIT EINEM BESTIMMTEN DEHNUNGSKOEFFIZIENT

CRYOGENIC FLUID STREAM DISPENSING DEVICE WITH POLYMER JOINT HAVING GIVEN
EXPANSION COEFFICIENT

(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 SE SI SK SM TR**

- **RICHARD, Frédéric**
F-95620 Parmain (FR)
- **TRUCHOT, Charles**
F-78300 Poissy (FR)

(30) Priorité: **23.09.2009 FR 0956537**

(74) Mandataire: **Pittis, Olivier**
L'Air Liquide, S.A.
Service Brevets & Marques
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
01.08.2012 Bulletin 2012/31

(73) Titulaire: **L'Air Liquide Société Anonyme pour
l'Etude et
l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75007 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 803 939 GB-A- 1 485 125
US-B2- 7 310 955

(72) Inventeurs:
• **QUINTARD, Jacques**
F-95590 Presles (FR)

EP 2 480 378 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] L'invention porte sur un dispositif et un procédé de travail par jets de fluide cryogénique sous haute pression, en particulier de traitement de surface, de décapage ou d'écroutage, comprenant un joint rotatif à coefficient de dilatation et coefficient de frottement donnés.

[0002] Il est connu d'utiliser un ou des jets cryogéniques sous très haute pression comme proposé par exemple par les documents US-A-7,310,955 et US-A-7,316,363 pour opérer des traitements de surface de matériaux revêtus ou non, en particulier le décapage, l'écroutage ou analogue, voire des découpages, tels les métaux, le béton, le bois, les polymères, les céramiques et les plastiques ou tout autre type de matériau.

[0003] Ce type de procédé est destiné à être mis en oeuvre notamment dans les milieux où existent des contraintes environnementales drastiques, tel que dans les milieux nucléaire et chimique.

[0004] Le ou les jets d'azote liquide à une pression de 1000 à 4000 bars et à température cryogénique comprise par exemple entre -100 et -200°C, typiquement environ -140 et -160°C, sont distribués par un outil porte-buses qui peut être fixé ou animé d'un mouvement rotatif ou oscillant, et qui est généralement alimenté en azote liquide par une canalisation d'amenée de fluide cryogénique.

[0005] Pour obtenir un mouvement rotatif de l'outil, on confère à la canalisation et à l'outil, un mouvement rotatif autour de l'axe de la canalisation, au moyen d'un système rotatif d'entraînement à pignons ou courroies mus par un moteur.

[0006] L'étanchéité dynamique du système rotatif est habituellement assurée par un joint cylindrique tournant, typiquement en Tivar®, agencé autour de la canalisation, traversé longitudinalement par une pièce en bronze et entouré par une pièce massive en acier inoxydable.

[0007] Du fait des températures cryogéniques mises en oeuvre, typiquement inférieures à environ -150°C, on a remarqué en pratique que l'efficacité de ce joint diminue au fil du temps, ce qui engendre à plus ou moins courte échéance des fuites et donc des pertes de rendement du procédé, notamment lors d'opérations d'écroutage de béton ou de décapage de peinture par exemple.

[0008] En effet, sous l'effet des températures cryogéniques mises en oeuvre, les matériaux se déforment de manière différente les uns des autres, en fonction de leur coefficient de dilatation thermique respectif, comme illustré dans le Tableau I.

Tableau I

Coefficient de dilatation thermique ($\times 10^{-6}/K$)		
Tivar®*	Acier inoxydable 316	Bronze
180	15 (NIST = 24)	17.5
*Le Tivar® est un polyéthylène à très grand poids moléculaire.		

[0009] Ces valeurs sont valables et supposées constantes pour la plage de températures considérée. Les coefficients de dilatation thermique linéique sont obtenus conformément à la norme DIN 50044.

[0010] Comme on le voit, ces matériaux réagissent très différemment aux températures cryogéniques et, de ce fait, au cours des cycles alternatifs de refroidissement et de réchauffement, il se produit des déformations, voire des détériorations du joint et ce, d'autant plus rapidement qu'il est soumis à des pressions très importantes, à savoir jusqu'à typiquement 4000 bars.

[0011] En effet, on a constaté en pratique qu'un jeu apparaît progressivement entre le joint et les pièces métalliques, lequel induit des fuites, qui sont rédhibitoires pour un fonctionnement normal du système. En conséquence de quoi, il faut changer régulièrement le joint, ce qui occasionne des coûts de matériel et de maintenance. Or, ceci est critique dans les milieux à risques, notamment les domaines nucléaire ou chimique par exemple, où l'intervention humaine doit être la moins fréquente possible.

[0012] Le problème à résoudre est dès lors d'augmenter la fiabilité d'un système de distribution de fluide cryogénique, en particulier d'azote liquide, tel que décrit ci-dessus, en proposant un système de distribution avec outil de distribution de fluide avec joint rotatif amélioré de manière à pallier les inconvénients susmentionnés.

[0013] La solution est un dispositif de distribution d'au moins un jet de fluide à température cryogénique sous haute pression comprenant :

- un outil mobile comportant une ou plusieurs buses de distribution de fluide pour distribuer un ou plusieurs jets de fluide à température cryogénique et haute pression, et
- une ligne d'alimentation de l'outil mobile en fluide à température cryogénique et haute pression comprenant une portion amont fixe et une portion aval mobile reliée à l'outil mobile, lesdites portion amont fixe et portion aval mobile

étant fluidiquement connectées l'une à l'autre au moyen d'un système rotatif comprenant un joint tournant,

caractérisé en ce que le joint tournant comprend un matériau polymère présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre 10.10^{-6} et $160.10^{-6}/K$.

5 **[0014]** Selon le cas, le dispositif de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le joint tournant comprend un matériau polymère présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre 20.10^{-6} et $130.10^{-6}/K$.
- le joint tournant comprend un matériau polymère présentant un coefficient de frottement inférieur à 0,50.
- 10 - le joint est de forme cylindrique.
- le joint est maintenu au sein du système rotatif par une ou plusieurs pièces en métal.
- le joint est en un matériau polymère choisi parmi le PTFE, le PCTFE, le PAI et le PPS.

15 **[0015]** L'invention porte aussi sur une installation de distribution d'au moins un jet de fluide à température cryogénique sous haute pression comprenant un dispositif selon l'invention alimenté en fluide cryogénique par une source de fluide à température cryogénique et comprenant un outil mobile en rotation équipé d'une ou plusieurs buses de distribution dudit fluide cryogénique sous pression.

20 **[0016]** Par ailleurs, l'invention porte également sur un procédé de traitement de surface, de décapage ou d'écroutage, d'un matériau par jets de fluide cryogénique à haute pression, dans lequel on met en oeuvre une installation ou un dispositif selon l'invention.

[0017] De préférence, le fluide cryogénique distribué par la ou les buses de l'outil est à une pression d'au moins 500 bar, de préférence entre 2000 et 4000 bar.

[0018] Avantagusement, le fluide distribué par la ou les buses de l'outil est à une température inférieure à $-140^{\circ}C$, de préférence entre environ -140 et $-180^{\circ}C$.

25 **[0019]** L'invention va être mieux comprise grâce aux explications illustratives suivantes, données en références aux Figures annexées parmi lesquelles :

- la Figure 1 est une vue schématique d'une partie d'un dispositif de distribution de jets de fluide à température cryogénique et à haute pression équipée d'un joint selon l'invention,
- 30 - la Figure 2 est une vue schématique grossie du joint selon l'invention de la Figure 1,
- la Figure 3 est un schéma général de principe d'une installation de distribution de jets de fluide à température cryogénique et à haute pression incorporant un dispositif selon la Figure 1,
- et les Figures 4A et 4B sont des schémas de l'outil porte-buses du dispositif de la Figure 1.

35 **[0020]** La Figure 1 est une vue schématique (vue de côté) de la partie d'un dispositif de distribution de jets 6 de fluide à température cryogénique et à haute pression montrant le joint 20 d'étanchéité du système rotatif 1 et l'outil rotatif 3. Plus précisément, le joint 20 de forme cylindrique est agencé à l'intersection des portions 2, 5 de canalisation amenant l'azote liquide (LN_2) et est traversé longitudinalement par une ou plusieurs pièces en bronze 22, 23 et est entouré par une pièce massive en acier inox 21. Le joint 20 assure l'étanchéité dynamique du système rotatif 1 étant donné que la portion amont 5 est fixe, alors que la portion aval 2 est mobile en rotation.

40 **[0021]** Selon la présente invention, le joint 20 tournant cylindrique est un joint en matériau polymère présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre 10.10^{-6} et $160.10^{-6}/K$, de préférence entre environ 20.10^{-6} et $130.10^{-6}/K$. Ces valeurs sont valables et supposées constantes pour la plage de températures considérée. Les coefficients de dilatation thermique linéique sont obtenus conformément à la norme DIN 50044.

45 **[0022]** Le tableau II ci-après donne les coefficients de dilatation thermique, d'une part, du Tivar® et, d'autre part, de plusieurs polymères disponibles dans le commerce et qui peuvent être utilisés en tant que joint dans le système de la Figure 1 et ainsi remplacer avantageusement les joints en Tivar® classiquement utilisés en milieu cryogénique.

Tableau II

Coefficient de dilatation thermique ($\times 10^{-6}/K$)				
PTFE	PCTFE	PAI	PPS	UHMW PE
Téflon®	Kel'F® Voltalef®	Torlon®	Ryton®	Tivar®
120	70	30	22	180

PTFE = Polytétrafluoroéthylène ; PCTFE = Polymonochlorotrifluoroéthylène, PAI = Polyamide imide ; PPS = Sulfure de polyphénylène ; UHMW PE = Polyéthylène à très grand poids moléculaire. Les valeurs du Tableau II sont valables et supposées constantes pour la plage de températures considérée. Les coefficients de dilatation thermique linéique sont obtenus conformément à la norme DIN 50044.

[0023] Par ailleurs, les coefficients de frottement des différents polymères du Tableau II et, à titre comparatif, du Tivar® sont donnés dans le Tableau III ci-après.

Tableau III

Coefficient de frottement dynamique (exprimé sans unité)				
PTFE	PCTFE	PAI	PPS	UHMW PE
Téflon®	Kel'F® Voltalef®	Torlon®	Rhyton®	Tivar®
0.10	0.35	0.25	0.3	0.28

[0024] Le coefficient de frottement dynamique a été déterminé selon norme : DIN 50044. (test sur acier trempé rectifié //P = 0,4 MPA - V = 0,6 m/s).

[0025] Comme on le constate, le PTFE, le PCTFE, le PAI et le PPS ont des coefficients de frottement faibles et du même ordre que celui du Tivar®.

[0026] En examinant les coefficients de dilatation thermique et de frottement, on constate que les polymères PS et PAI sont les matériaux qui conviennent le mieux pour fabriquer le joint tournant selon l'invention. Toutefois, les deux autres polymères conviennent également bien qu'étant moins préférés.

[0027] En choisissant avec soin le type de joint 20 à utiliser dans le système rotatif 1 de l'invention, on peut augmenter la fiabilité du système de distribution de fluide cryogénique, c'est-à-dire éviter ou minimiser l'apparition progressive d'un jeu entre le joint 20 et les pièces métalliques 21, 22, 23 du système rotatif 1, et donc éviter ou minimiser les fuites d'azote au niveau dudit joint 20.

[0028] A titre d'exemple, on a représenté sur la Figure 3, une installation équipée d'un dispositif muni d'un joint selon l'invention, par exemple utilisable pour réaliser un décapage de surface par jets 6 de liquide cryogénique.

[0029] Cette installation se compose d'un réservoir de stockage 11, telle une citerne, d'azote liquide (ci-après appelé LN₂) qui alimente, via une ligne d'amenée 16 d'azote liquide sous basse pression, c'est-à-dire à environ de 3 à 6 bar et à une température de l'ordre de -180°C, un dispositif de compression 12, avec compresseur et échangeur thermique amont interne permettant une mise à ultra haute pression (UHP) de l'azote liquide. Le dispositif de compression 12 permet donc de réaliser la compression du LN₂ provenant du réservoir de stockage 1.

[0030] Le LN₂ à la première pression (UHP) est alors véhiculé via une ligne de convoyage 17, jusqu'à un échangeur thermique aval 13 externe où le LN₂ UHP subit un refroidissement avec de l'azote liquide à pression atmosphérique (en 9), pour obtenir typiquement de l'azote liquide UHP.

[0031] Il en résulte du LN₂ à une pression (UHP) typiquement supérieure à 1000 bar, généralement comprise entre 2000 bar et 5000 bar, avantageusement comprise entre environ 3000 et 4000 bar, et à une température inférieure à -140°C, typiquement entre environ -140°C et -180°C, par exemple de l'ordre d'environ -150 à -160°C, qui est envoyé, via les portion de lignes 5, 2, vers l'outil 4 rotatif de décapage ou analogue munis de buses de distribution 18 délivrant des jets 6 d'azote liquide UHP.

[0032] Le réservoir 11 fixe ou mobile de grande capacité, telle une citerne de camion ou un réservoir de stockage de plusieurs milliers de litres d'azote liquide, est généralement situé à l'extérieur des bâtiments, c'est-à-dire à l'air libre. Le réservoir 11 est relié à l'installation au moyen de tuyauteries calorifugées comprenant une ou des vannes de contrôle. En outre, le convoyage du LN₂ entre les différents éléments du système se fait également via des canalisations calorifugées. Le débit global gazeux est approximativement de 20 l/min soit 15 m³/min.

[0033] En général, le dispositif de compression 12, l'échangeur externe 13 et surtout l'outil 4 sont en principe situés dans un ou des bâtiments.

[0034] Comme illustré sur les Figures 4A et 4B, pour décaper une surface par exemple, on utilise un outil 4 équipé de buses 18 alimentées par du LN₂ UHP (en 2) que l'on met préférentiellement en rotation de manière à obtenir des jets 6 de LN₂ UHP qui sont utilisés pour décaper la surface à traiter.

[0035] La mise en rotation de la portion aval 2 de canalisation et de l'outil 3 est obtenue grâce à un système d'entraînement classique avec moteur et pignons ou courroies d'entraînement.

[0036] Un dispositif de traitement thermique équipé d'un joint selon la présente invention est applicable dans toute opération ou procédé de traitement thermique nécessitant la mise en oeuvre d'une rotation ou oscillation de jets de fluide cryogénique, en particulier de traitement de surface, de décapage ou d'écrouissage, d'un matériau, tel les métaux,

le béton, la pierre, les plastiques, le bois, la céramique...

Revendications

1. Dispositif de distribution d'au moins un jet de fluide à température cryogénique sous haute pression comprenant :
 - un outil mobile (3) comportant une ou plusieurs buses (18) de distribution de fluide pour distribuer un ou plusieurs jets de fluide à température cryogénique et haute pression, et
 - une ligne (2, 5) d'alimentation de l'outil mobile (3) en fluide à température cryogénique et haute pression comprenant une portion amont (5) fixe et une portion aval (2) mobile reliée à l'outil mobile (3), lesdites portion amont (5) fixe et portion aval (2) mobile étant fluidiquement connectées l'une à l'autre au moyen d'un système rotatif (1) comprenant un joint tournant (20),
caractérisé en ce que le joint tournant (20) comprend un matériau polymère présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre $10 \cdot 10^{-6}$ et $160 \cdot 10^{-6}/K$.
2. Dispositif selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le joint tournant (20) comprend un matériau polymère présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre $20 \cdot 10^{-6}$ et $130 \cdot 10^{-6}/K$.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint tournant (20) comprend un matériau polymère présentant un coefficient de frottement inférieur à 0,50.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint (20) est de forme cylindrique.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint (20) est maintenu au sein du système rotatif (1) par une ou plusieurs pièces (21, 22, 23) en métal.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le joint est en un matériau polymère choisi parmi le PTFE, le PCTFE, le PAI et le PPS.
7. Installation de distribution d'au moins un jet de fluide à température cryogénique sous haute pression comprenant un dispositif selon l'une des revendications précédentes alimenté en fluide cryogénique par une source (11) de fluide à température cryogénique et comprenant un outil (3) mobile en rotation équipé d'une ou plusieurs buses (18) de distribution dudit fluide cryogénique sous pression.
8. Procédé de traitement de surface, de décapage ou d'écrouissage, d'un matériau par jets de fluide cryogénique à haute pression, dans lequel on met en oeuvre une installation selon la revendication 7 ou un dispositif selon l'une des revendications 1 à 6.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le fluide cryogénique distribué par la ou les buses de l'outil (3) est à une pression d'au moins 500 bar, de préférence entre 2000 et 4000 bar.
10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le fluide distribué par la ou les buses de l'outil (3) est à une température inférieure à $-140^{\circ}C$, de préférence entre environ -140 et $-180^{\circ}C$.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verteilung von mindestens einem Strahl eines Fluids kryogener Temperatur unter Hochdruck, umfassend:
 - ein bewegliches Werkzeug (3), das eine oder mehrere Fluidverteilungsdüse(n) (18) zum Verteilen von einem Strahl oder mehreren Strahlen eines Fluids kryogener Temperatur unter Hochdruck aufweist, und
 - eine Leitung (2, 5) zur Versorgung des beweglichen Werkzeugs (3) mit Fluid kryogener Temperatur unter Hochdruck, die einen in Strömungsrichtung vorderen festen Abschnitt (5) und einen in Strömungsrichtung hinteren beweglichen Abschnitt (2), der mit dem beweglichen Werkzeug (3) verbunden ist, umfasst, wobei der in Strömungsrichtung vordere feste Abschnitt (5) und der in Strömungsrichtung hintere bewegliche Abschnitt (2) miteinander mittels eines Drehsystems (1), das eine sich drehende Dichtung (20) umfasst, fluidverbunden

sind,

dadurch gekennzeichnet, dass die sich drehende Dichtung (20) einen Polymerwerkstoff umfasst, der einen Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen $10 \cdot 10^{-6}$ und $160 \cdot 10^{-6}/K$ aufweist.

- 5 2. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich drehende Dichtung (20) einen Polymerwerkstoff umfasst, der einen Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen $20 \cdot 10^{-6}$ und $130 \cdot 10^{-6}/K$ aufweist.
- 10 3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich drehende Dichtung (20) einen Polymerwerkstoff umfasst, der einen Reibungskoeffizienten von unter 0,50 aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (20) zylindrisch geformt ist.
- 15 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (20) innerhalb des Drehsystems (1) von einem oder mehreren Metallteil(en) (21, 22, 23) gehalten ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung aus einem Polymerwerkstoff besteht, der aus PTFE, PCTFE, PAI und PPS ausgewählt ist.
- 20 7. Anlage zur Verteilung von mindestens einem Strahl eines Fluids kryogener Temperatur unter Hochdruck, die eine Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst, die von einer Quelle (11) eines Fluids kryogener Temperatur mit kryogenem Fluid versorgt ist und ein drehbewegliches Werkzeug (3) umfasst, das mit einer oder mehreren Düse(n) (18) zur Verteilung des unter Druck stehenden kryogenen Fluids ausgestattet ist.
- 25 8. Verfahren zur Oberflächenbehandlung, zum Entfernen oder Abtragen von Schichten, eines Werkstoffs mit Strahlen eines kryogenen Hochdruckfluids, bei dem eine Anlage nach Anspruch 7 oder eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 verwendet wird.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das von der oder den Düse(n) des Werkzeugs (3) verteilte kryogene Fluid einen Druck von mindestens 500 Bar, vorzugsweise zwischen 2000 und 4000 Bar aufweist.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das von der oder den Düse(n) des Werkzeugs (3) verteilte Fluid eine Temperatur unter $-140^\circ C$, vorzugsweise zwischen ungefähr -140 und $-180^\circ C$ aufweist.

Claims

- 40 1. Device for dispensing at least one jet of high-pressure cryogenic fluid, comprising:
 - a movable tool (3) which has one or more fluid dispensing nozzles (18) for dispensing one or more jets of high-pressure fluid at a cryogenic temperature, and
 - a line (2, 5) for supplying the movable tool (3) with high-pressure fluid at a cryogenic temperature, said line comprising a stationary upstream portion (5) and a movable downstream portion (2) connected to the movable tool (3), said stationary upstream portion (5) and movable downstream portion (2) being fluidically connected to each other by a rotary system (1) comprising a rotating seal (20), **characterised in that** the rotating seal (20) comprises a polymeric material having a coefficient of thermal expansion of between $10 \cdot 10^{-6}/K$ and $160 \cdot 10^{-6}/K$.
- 50 2. Device according to the preceding claim, **characterised in that** the rotating seal (20) comprises a polymeric material having a coefficient of thermal expansion of between $20 \cdot 10^{-6}/K$ and $130 \cdot 10^{-6}/K$.
- 55 3. Device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the rotating seal (20) comprises a polymeric material having a coefficient of friction of less than 0.50.
4. Device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the seal (20) is cylindrical.

EP 2 480 378 B1

5. Device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the seal (20) is held within the rotary system (1) by one or more metal parts (21, 22, 23).
6. Device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the seal is made from a polymeric material chosen from PTFE, PCTFE, PAI and PPS.
7. Installation for dispensing at least one jet of high-pressure fluid at a cryogenic temperature comprising a device according to any of the preceding claims which is supplied with cryogenic fluid by a source (11) of fluid at a cryogenic temperature and comprising a tool (3) which is movable in rotation and is equipped with one or more nozzles (18) for dispensing said pressurised cryogenic fluid.
8. Method for surface treating, stripping or scarifying material using jets of high-pressure cryogenic fluid, in which an installation according to claim 7 or a device according to any of claims 1 to 6 is used.
9. Method according to claim 8, **characterised in that** the cryogenic fluid dispensed by the nozzle(s) of the tool (3) is at a pressure of at least 500 bar, preferably between 2000 and 4000 bar.
10. Method according to either claim 8 or claim 9, **characterised in that** the fluid dispensed by the nozzle(s) of the tool (3) is at a temperature lower than - 140 °C, preferably between approximately -140 °C and -180 °C.

FIGURE 1

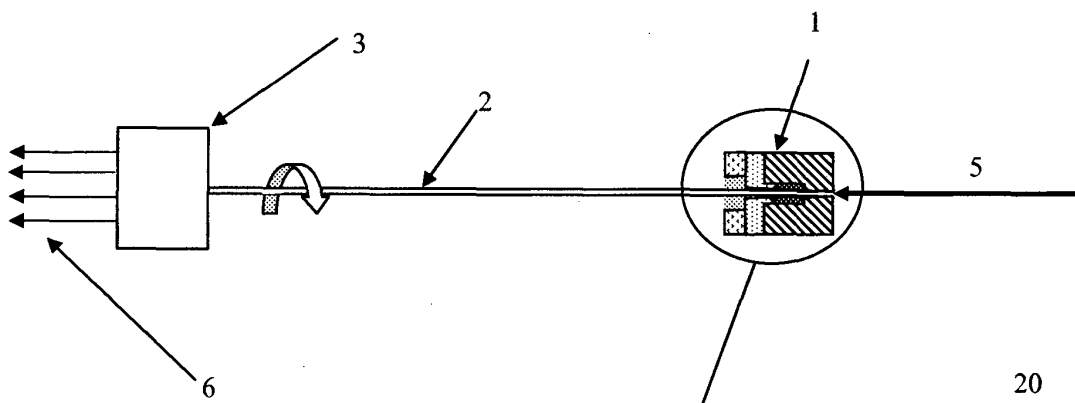


FIGURE 2

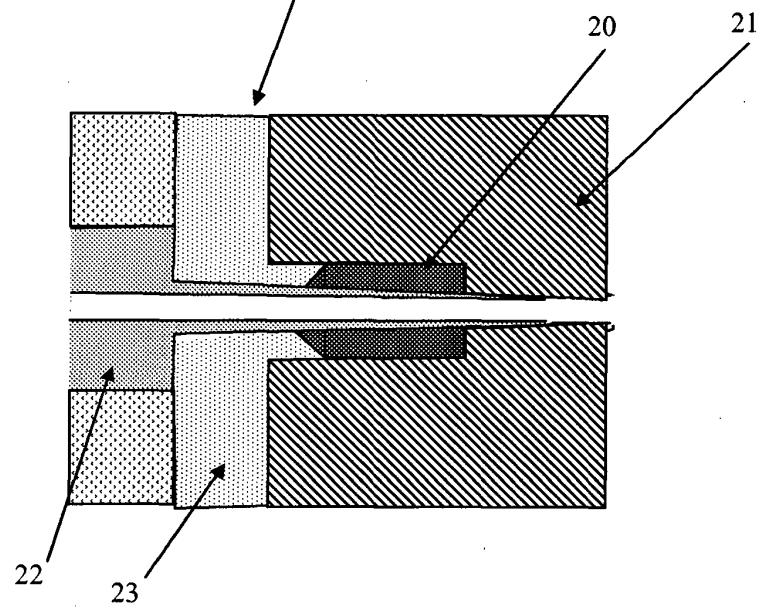


FIGURE 3

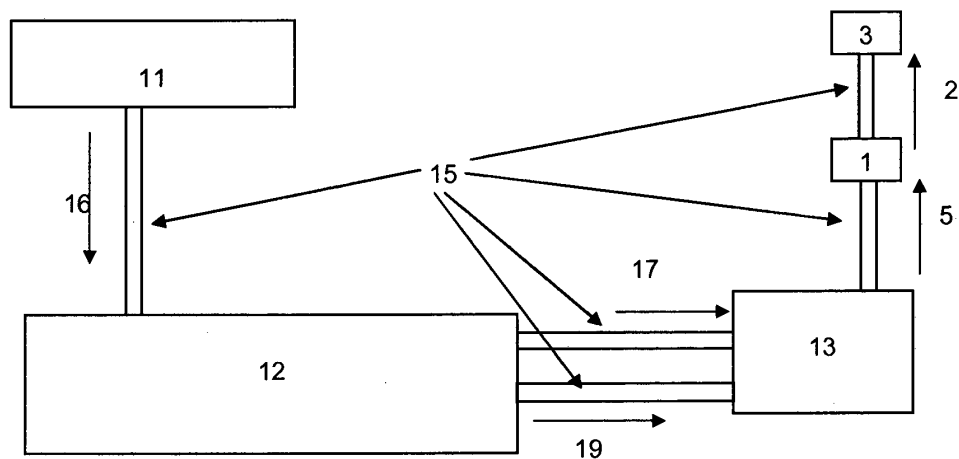
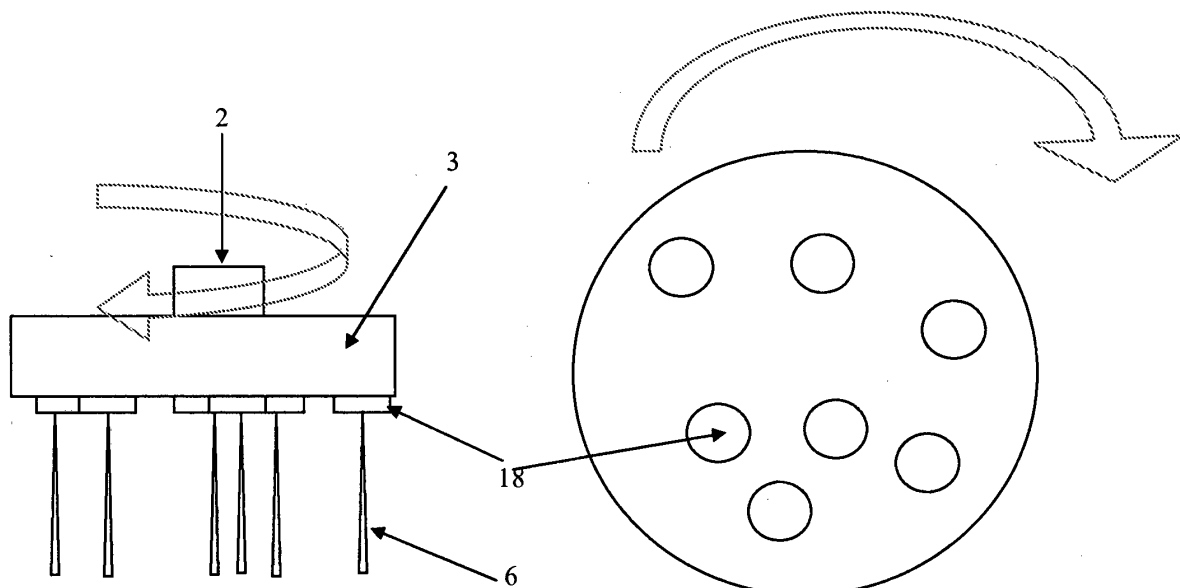


FIGURE 4A

FIGURE 4B

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]