

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 11.06.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 23.12.94 Bulletin 94/51.

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 :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION Société Anonyme — FR.

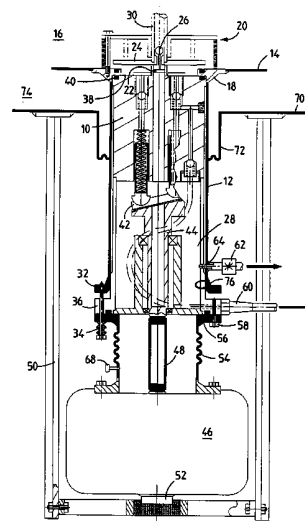
⑦2 Inventeur(s) : Scherrer Norbert.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Pompe liquide cryogénique intégrée amovible et autorefroidie.

⑤7 L'invention concerne une pompe liquide cryogénique munie d'un corps de pompe actionné par un ensemble moteur et intégrée à un réservoir de liquide cryogénique, ce corps de pompe amovible (10) pouvant coulisser dans un puits (12) et être mis sélectivement en communication avec le réservoir (16) par un premier clapet (24, 110) permettant, en position d'ouverture, un transfert du liquide du réservoir vers le corps de pompe avant son évacuation sous forme liquide ou gazeuse par un orifice de sortie (60) et par un second clapet (26, 260) permettant, en position d'ouverture, l'établissement d'un débit gazeux froid du ciel gazeux de ce réservoir vers une extrémité arrière (28) du corps de pompe de laquelle il est alors évacué vers l'extérieur par un orifice de purge/balayage (64). De préférence, cet orifice de purge/balayage (64) est muni en sortie d'un dispositif de réglage (62) du débit froid gazeux sortant du corps de pompe (10).



### **Pompe liquide cryogénique intégrée amovible et autorefroidie.**

La présente invention concerne une pompe liquide cryogénique autorefroidie destinée à être intégrée de manière amovible à un réservoir de liquide cryogénique et permettant soit le transfert de ce liquide à pression modérée, soit la production de gaz sous des pressions élevées. L'azote, l'argon, l'oxygène, l'hydrogène et l'hélium liquide sont les produits les plus particulièrement concernés par un tel dispositif.

Classiquement, les pompes liquides mises en oeuvre en ambiance cryogénique, qu'elles soient du type centrifuge ou à pistons, sont placées à l'extérieur de la source de liquide. Il en résulte de nombreux inconvénients, le principal tenant à la nécessité d'un prérefroidissement de la pompe avant son démarrage. En effet, celui-ci doit se dérouler selon des cycles complexes qui entraînent naturellement, pendant leur mise en oeuvre, une absence de disponibilité de cette pompe. En outre, dans ces dispositifs de l'art antérieur, seule une utilisation à base d'azote liquide est réellement courante. Par exemple, il n'existe pas de pompes haute pression fonctionnant à partir d'hélium liquide et il est donc nécessaire de comprimer ce liquide sous forme gazeuse pour en permettre l'utilisation, ce qui est particulièrement pénalisant en énergie comme en investissement, c'est-à-dire en définitive en coût. Un problème analogue se pose avec l'emploi d'hydrogène liquide.

Le document de brevet WO 84/02969 a tenté d'apporter une solution à ces problèmes en proposant d'immerger la pompe dans le liquide cryogénique (en l'espèce de l'azote liquide). Toutefois, une telle pompe s'est révélée particulièrement fragile notamment au niveau de sa ligne d'arbre, limitant la nécessaire fiabilité que l'on peut attendre d'un tel dispositif.

Une autre solution est enseignée par le brevet français FR 771 813 qui divulgue une pompe intégrée à un réservoir de gaz liquéfié à faible pression. Toutefois, cette pompe étant solidaire du réservoir, il n'est bien sûr pas possible d'en assurer le retrait en service, ce qui est particulièrement gênant lorsqu'il est constaté un dysfonctionnement de la pompe. En outre, cette pompe n'assurant pas une maîtrise parfaite de la pression, des renvois de gaz par la sortie, et non par le seul conduit de purge, sont tout à fait possibles. Enfin et surtout, la pompe n'étant pas à la température du liquide, la différence de température existant entre son

intérieur froid et son extérieur chaud a pour effet de provoquer des chocs thermiques préjudiciables à son fonctionnement.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients précités et de proposer une pompe liquide cryogénique amovible et autorefroidie pouvant être  
5 mise en oeuvre avec tout type de liquide cryogénique et notamment de l'hydrogène et de l'hélium liquide. Un autre but de l'invention est de réaliser une pompe de structure simple et fiable qui permette une parfaite maîtrise de la pression, rendant celle-ci particulièrement adaptable à différentes conditions de service.

Ces buts sont atteints par une pompe liquide cryogénique munie d'un corps  
10 de pompe actionné par un ensemble moteur et intégrée à un réservoir de liquide cryogénique, caractérisée en ce que ledit corps de pompe amovible peut coulisser dans un puits et être mis sélectivement en communication avec le réservoir, un premier clapet permettant, en position d'ouverture, un transfert du liquide du réservoir vers le corps de pompe avant son évacuation sous forme liquide ou  
15 gazeuse par un orifice de sortie et un second clapet permettant, en position d'ouverture, l'établissement d'un débit gazeux froid du ciel gazeux de ce réservoir vers une extrémité arrière du corps de pompe de laquelle il est évacué vers l'extérieur par un orifice de purge/balayage. L'orifice de purge/balayage est muni en sortie d'un dispositif de réglage du débit froid gazeux sortant du corps de  
20 pompe.

Le dispositif de réglage permet de régulariser le débit froid gazeux évacué vers l'extérieur pouvant résulter, par exemple, de calories supplémentaires dues aux pertes par frottement de la pompe.

Selon un premier mode de réalisation, les premiers et second clapets sont  
25 mis en position d'ouverture, lors de l'installation et la fixation du corps de pompe dans le puits, par un taquet double fixé à une extrémité avant de ce corps de pompe et agissant sur chacun de ces clapets pour en provoquer la levée.

Selon un second mode de réalisation, le second clapet est mis en position d'ouverture, lors de l'installation et la fixation du corps de pompe dans le puits, par  
30 un taquet fixé à une extrémité avant du corps de pompe et provoquant sa levée, le premier clapet étant mis en position d'ouverture par un dispositif de commande extérieur au corps de pompe.

Avantageusement, cette pompe comporte des dispositifs d'étanchéité placés respectivement entre le puits et le corps de pompe et entre le puits et l'extérieur.

Dans une première variante applicable à l'un ou l'autre des modes de réalisation précédent, le corps de pompe est accouplé à un moteur étanche, l'ensemble formé par ces deux éléments étant isolé de l'extérieur par une liaison étanche les reliant solidement. Dans une seconde variante, le corps de pompe est  
5 accouplé à un moteur à rotor immergé, le stator étant séparé du rotor par une chemise étanche solidaire du corps de pompe.

Pour chacune de ces variantes, la cloison étanche formée par la liaison ou la chemise comporte un orifice de purge.

Cette séparation du stator et du rotor immergé est intéressante lorsque le  
10 fluide utilisé est incompatible (par exemple corrosif) avec les matériaux employés dans le stator. A l'extrême, en ayant recours à un moteur entièrement étanche, il devient possible d'utiliser des composants connus et fiables, ce qui réduit d'autant le coût de la pompe.

Lorsque la pompe liquide cryogénique est destinée à être montée sur un  
15 réservoir à double paroi, le corps de pompe est monté de préférence sur la paroi interne du réservoir, une liaison étanche reliant la paroi externe du réservoir à la paroi latérale du puits et permettant de laisser l'espace entre parois à la pression du vide auquel il était soumis préalablement à l'intégration de la pompe.

Selon l'usage et les performances requises, la pompe selon l'invention sera,  
20 sans que cette énumération soit limitative, de type centrifuge, axial, ou à pistons.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux à la description suivante, faite à titre indicatif et non limitatif, en regard des dessins annexés, sur lesquels :

– la figure 1 est une vue en coupe d'une pompe liquide cryogénique à  
25 piston pourvue d'un moteur étanche,

– la figure 2 est une vue en coupe d'une pompe liquide cryogénique centrifuge pourvue d'un moteur étanche,

– la figure 3 est une vue en coupe d'une pompe liquide cryogénique centrifuge pourvue d'un moteur semi-immérgé, et

30 – les figures 4 à 6 montrent des exemples de disposition de pompes selon l'invention au niveau de réservoirs cryogéniques de différentes formes.

La figure 1 illustre un premier exemple de réalisation d'une pompe liquide cryogénique selon l'invention. La pompe cryogénique décrite en référence à cette figure est une pompe à pistons haute pression destinée à la production de gaz et  
35 entraînée par un moteur électrique étanche. Bien évidemment, l'invention ne se

limite pas à ce seul type de pompe et une pompe axiale, centrifuge (voir par exemple les figures 2 et 3) ou de tout autre type peut être pareillement mise en oeuvre. De même, le recours à un moteur électrique n'est pas obligatoire et tous les types de moteur sont envisageables comme les moteurs hydrauliques, pneumatiques ou encore thermiques sans omettre les turbines à gaz par exemple.

La pompe selon l'invention comprend un corps de pompe 10 pouvant être installé par coulissement dans un puits 12 dont une première extrémité 18 est fixée rigidement, par exemple par soudure, à une paroi 14 d'un réservoir 16 contenant un liquide cryogénique. Cette première extrémité du puits est fermée par un dispositif à clapets 20 dont l'ouverture, entraînant la mise en communication du réservoir avec le puits, est provoquée, lors de l'installation du corps de pompe dans le puits, par l'action d'un taquet double 22 agissant sur le siège du dispositif à clapets. Le dispositif à clapets comporte un premier clapet 24 dont la levée par le taquet double entraîne le passage du liquide cryogénique dans le corps de pompe et un second clapet 26 dont la levée par ce même taquet permet la communication du ciel gazeux de ce réservoir avec la partie arrière 28 du corps de pompe, cette communication étant rendue possible par la présence d'un tube 30 traversant le réservoir entre le clapet, point de soutirage du liquide, et le ciel gazeux. L'extrémité libre du puits 12 est terminée par une collerette externe 32 sur laquelle vient se fixer, par un ensemble vis/rondelle 34, une première extrémité 36 du corps de pompe, une extrémité opposée 38 de ce corps de pompe étant en contact avec le réservoir. Un joint 40 placé au niveau de cette seconde extrémité 38 et dont la pression d'écrasement est fixée par l'ensemble vis/rondelle 34, assure l'étanchéité entre le puits et le corps de pompe et limite les dilatations différentielles entre ces deux éléments. Des joints de collerette 76 assurent, lors d'un retrait partiel de la pompe, une étanchéité entre la paroi latérale du puits et l'extérieur.

Le corps de pompe à pistons est actionné par un ensemble plateau tournant oblique 42 mû par un arbre 44 lui-même relié à un moteur électrique étanche 46 au moyen d'un accouplement 48. Le moteur 46 est découplé mécaniquement en effort de la pompe par une structure support 50 (pouvant avantageusement être fixée sur la paroi du réservoir) assurant un centrage du moteur par un axe 52. Une liaison étanche déformable 54 assure l'étanchéité (un joint 56 étant maintenu pressé contre l'extrémité 36 du corps de pompe par des fixations 58) et l'isolation de l'ensemble du dispositif selon l'invention par rapport à l'extérieur.

L'évacuation du fluide s'effectue par une conduite de sortie 60 branchée à l'extrémité arrière (dans le sens d'introduction de la pompe) 36 du corps de pompe. Un dispositif de réglage 62 est placé en sortie d'un orifice de purge/balayage 64 ouvrant sur la paroi latérale du puits 12 et sur l'intérieur du corps de pompe 10, sensiblement au niveau de l'extrémité libre 32 du puits. Pareillement, un second orifice de purge 68 est présent au niveau de la liaison étanche déformable 54.

Avantageusement, le réservoir 16 peut être muni d'une seconde paroi 70, une seconde liaison déformable 72 la reliant alors à la paroi latérale du puits 12 de façon étanche, l'espace 74 entre les deux parois de ce réservoir étant à la pression du vide.

Le fonctionnement de la pompe selon l'invention est le suivant. Il est rappelé que l'installation du corps de pompe dans le puits provoque la mise en communication de ce dernier avec le réservoir et notamment la liaison du ciel gazeux du réservoir, qui est par nature en surpression par rapport à l'extérieur (tout réservoir cryogénique fermé monte en pression), avec la partie arrière du corps de pompe. L'ouverture du dispositif de réglage permet alors l'établissement d'un débit gazeux froid vers l'extérieur qui aura pour effet de mettre naturellement en froid l'ensemble du corps de pompe en compensant les entrées thermiques du dispositif et donc de permettre un démarrage immédiat de la pompe. Celle-ci démarrée et en fonctionnement, les calories excédentaires dues notamment aux pertes par frottement dans le corps de pompe seront aussi évacuées par l'orifice de purge/balayage, le dispositif de réglage présentant alors une ouverture plus grande pour permettre l'évacuation de ces calories supplémentaires. Bien évidemment, la ligne de sortie devra être thermiquement compatible avec le fluide utilisé, une ligne de sortie calorifugée ou isolée sous vide pouvant par exemple être nécessaire.

En cas de dysfonctionnement de la pompe, son retrait et son échange peuvent être réalisés simplement. En effet, la désolidarisation du corps de pompe du puits, le moteur ayant été préalablement également désolidarisé de son support, permet son coulissement dans le puits (la pompe étant en principe montée en position verticale) et corrélativement la fermeture du dispositif à clapets qui entraîne la coupure de l'alimentation liquide de la pompe ainsi que l'établissement du débit gazeux froid, l'étanchéité entre le puits et l'extérieur restant toutefois assurée du fait de la présence des joints de collerette. Pendant cette extraction, on aura pris soin d'introduire par l'orifice de purge/balayage 64 un gaz de composition

déterminée pour se prémunir contre toute entrée d'air, ce balayage étant maintenu pendant l'installation et le raccordement d'une nouvelle pompe.

Ainsi, la mise en place de cette pompe est possible très rapidement et l'ensemble interne de la pompe étant conditionné, via l'orifice 68, avec le même  
5 fluide que celui avec lequel elle aura à fonctionner, tout risque de pollution par l'air ambiant est éliminé et les opérations complexes et naguères indispensables d'assainissement sont en conséquence évités.

Par cette possibilité de remplacement rapide, la pompe cryogénique selon l'invention offre des qualités exceptionnelles de disponibilité que vient renforcer  
10 son aptitude au démarrage instantané rendu possible par le prélèvement de gaz froid à l'intérieur du réservoir de liquide cryogénique.

La figure 2 illustre un second exemple de réalisation d'une pompe liquide cryogénique selon l'invention. La pompe décrite ici est une pompe centrifuge à moteur électrique étanche. Les éléments communs avec la pompe de la figure 1  
15 portent les mêmes références. Ainsi : le réservoir 16 à double paroi 14 et 70 ; le moteur 46, son accouplement 48, son support 50 ainsi que sa liaison étanche 54 avec le corps de pompe ; les fixations 34 et 58 entre l'extrémité du corps de pompe 36 et respectivement la collerette 32 du puits et cette liaison étanche 54 ; les sorties du fluide et de purge 60 et 62, 64 ; enfin, en présence d'un réservoir à double paroi,  
20 la liaison étanche 72 avec le puits 12.

Le corps de la pompe centrifuge 10 est connecté sur un corps de vanne 100 comportant un siège 110 dont l'ouverture est commandée par un ensemble de commande 120 et la turbine 130 assure le pompage du liquide dès l'ouverture de ce  
25 siège. Un taquet 220 placé sur le corps de vanne provoque, lors de la mise en place de la pompe, l'ouverture d'un clapet 260 de mise en communication du ciel gazeux du réservoir avec l'arrière du corps de pompe. Un filtre 200 est placé en entrée du corps de vanne au niveau du réservoir 16.

Le fonctionnement de cette pompe est quasiment identique à la précédente (sous réserve bien entendu des conditions de fonctionnement: à basse pression  
30 pour cette pompe centrifuge de transfert de liquide ou à moyenne et haute pression pour la pompe à pistons précédente) à l'exception du transfert du liquide du réservoir vers la pompe dont le départ peut, dans cette réalisation, être commandé grâce à l'ensemble de commande 120. Comme précédemment, la mise en froid du dispositif est immédiate, l'installation de la pompe dans le puits ayant pour effet

d'ouvrir le clapet 260 et donc de provoquer l'établissement d'un débit gazeux froid dans cette pompe.

La figure 3 est une variante de réalisation d'une pompe cryogénique liquide de la figure 2 dans laquelle le moteur de commande 400 de la pompe est du type semi-immersé avec un rotor 460 soumis à l'action des gaz froids issus du réservoir et un stator 470 isolé de ceux-ci par une chemise d'entrefer 480 solidaire du corps de pompe par les fixations 58. Comme précédemment, un organe de purge 68 est présent mais placé sur la chemise 480. Il peut être noté que cette configuration est surtout intéressante lorsque les matériaux rotor sont compatibles avec la nature du gaz présent dans le corps de pompe.

Les figures 4 à 6 montrent schématiquement des exemples de disposition de la pompe selon l'invention au niveau de réservoirs de liquide cryogénique de différentes formes. Chacun comporte toutefois une ligne de remplissage/vidange 150 et une ligne de dégazage 160. Bien entendu, on retrouve le puits 12 (la pompe et le moteur n'ont pas été représentés) ainsi que le tube 30 de prélèvement de gaz froid dans le ciel gazeux du réservoir. Le puits est avantageusement placé à la base du réservoir et la ligne de dégazage à son sommet. De préférence, la ligne de remplissage est placée également à la base du réservoir. Il doit être noté que la simplicité de la structure externe de l'invention permet son adaptation à tous types de réservoirs: horizontal, vertical ou sphérique par exemple.



## REVENDICATIONS

1. Pompe liquide cryogénique munie d'un corps de pompe actionné par un ensemble moteur et intégrée à un réservoir de liquide cryogénique, caractérisée en ce que ledit corps de pompe amovible (10) peut coulisser dans un puits (12) et être mis sélectivement en communication avec le réservoir (16), un premier clapet (24, 110) permettant, en position d'ouverture, un transfert du liquide du réservoir vers le corps de pompe avant son évacuation sous forme liquide ou gazeuse par un orifice de sortie (60) et un second clapet (26, 260) permettant, en position d'ouverture, l'établissement d'un débit gazeux froid du réservoir vers une extrémité arrière (28) du corps de pompe de laquelle il est évacué vers l'extérieur par un orifice de purge/balayage (64).

2. Pompe liquide cryogénique selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'orifice de purge/balayage (64) est muni en sortie d'un dispositif de réglage (62) du débit froid gazeux sortant du corps de pompe (10).

3. Pompe liquide cryogénique selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que les premiers (24) et second (26) clapets sont mis en position d'ouverture, lors de l'installation et la fixation du corps de pompe dans le puits, par un taquet double (22) fixé à une extrémité avant (38) de ce corps de pompe et agissant sur chacun de ces clapets pour en provoquer la levée.

4. Pompe liquide cryogénique selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que le second clapet (260) est mis en position d'ouverture, lors de l'installation et la fixation du corps de pompe dans le puits, par un taquet (220) fixé à une extrémité avant du corps de pompe et provoquant sa levée, et en ce que le premier clapet (110) est mis en position d'ouverture par un dispositif de commande (120) extérieur au corps de pompe.

5. Pompe liquide cryogénique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comporte des dispositifs d'étanchéité (40, 76) placés respectivement entre le puits et le corps de pompe et entre le puits et l'extérieur.

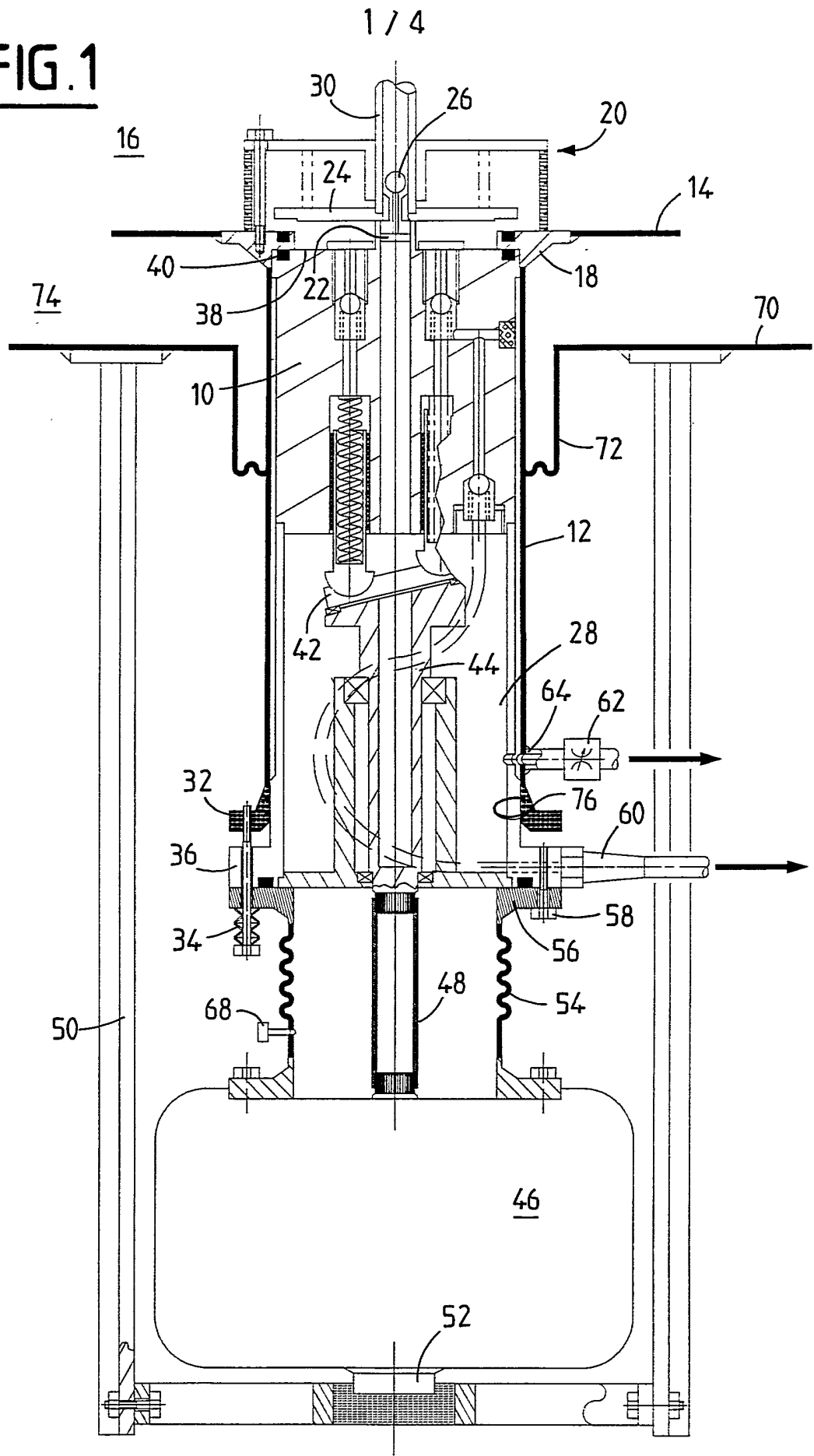
6. Pompe liquide cryogénique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le corps de pompe est accouplé à un moteur étanche (46), l'ensemble formé par ces deux éléments étant isolé de l'extérieur par une liaison étanche (54) les reliant solidairement.

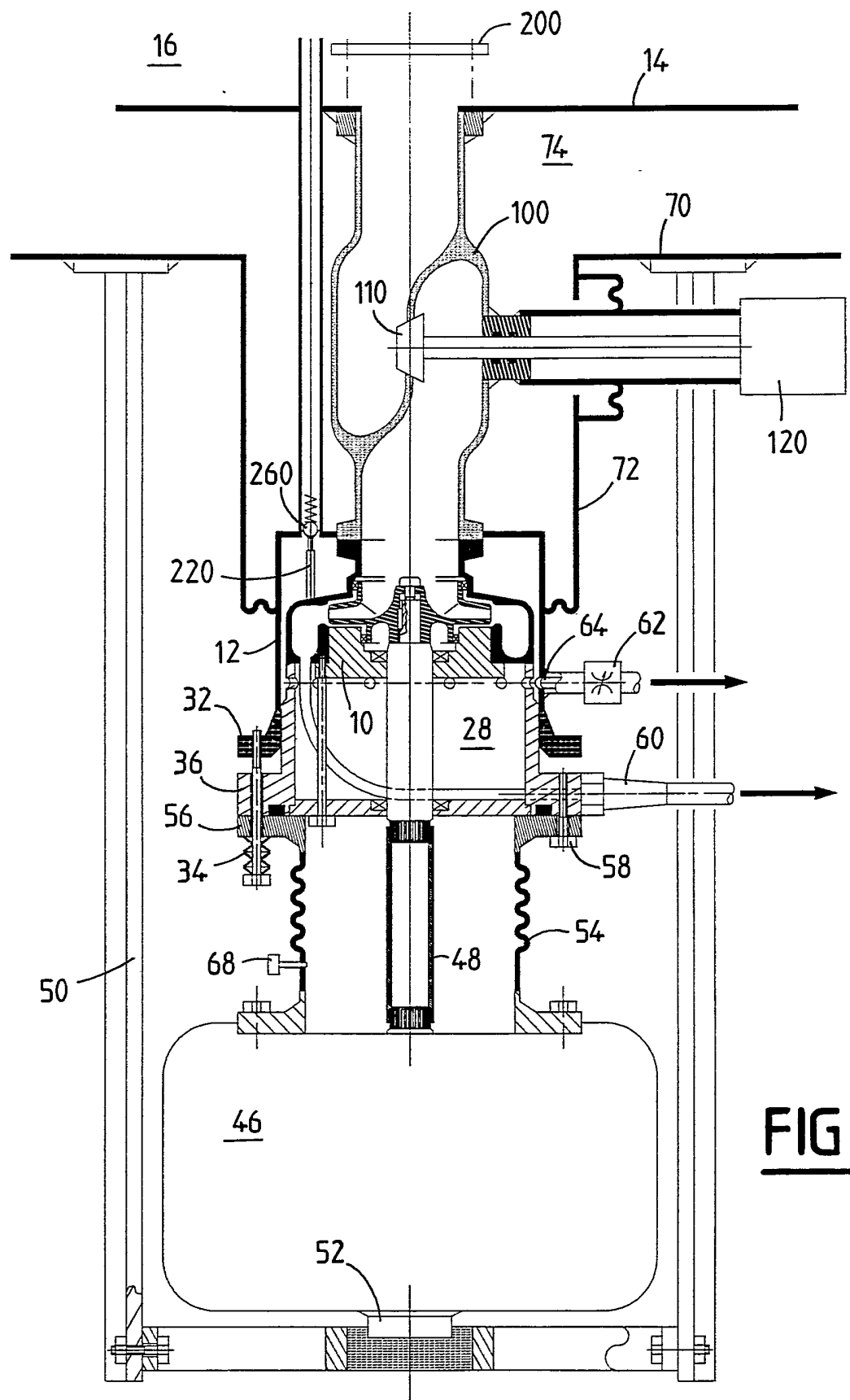
7. Pompe liquide cryogénique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le corps de pompe est accouplé à un moteur à rotor immergé (400), le stator (470) étant séparé du rotor (460) par une chemise (480) étanche solidaire du corps de pompe.

5           8. Pompe liquide cryogénique selon la revendication 6 ou la revendication 7, caractérisée en ce que la cloison étanche (54, 480) comporte un orifice de purge.

10           9. Pompe liquide cryogénique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 destinée à être montée sur un réservoir (16) à double paroi, caractérisée en ce que le corps de pompe (10) est monté sur la paroi interne (14) du réservoir, une liaison étanche (72) reliant la paroi externe (70) du réservoir à la paroi latérale du puits et permettant de laisser l'espace (74) entre parois à la pression du vide auquel il était soumis préalablement à l'intégration de la pompe.

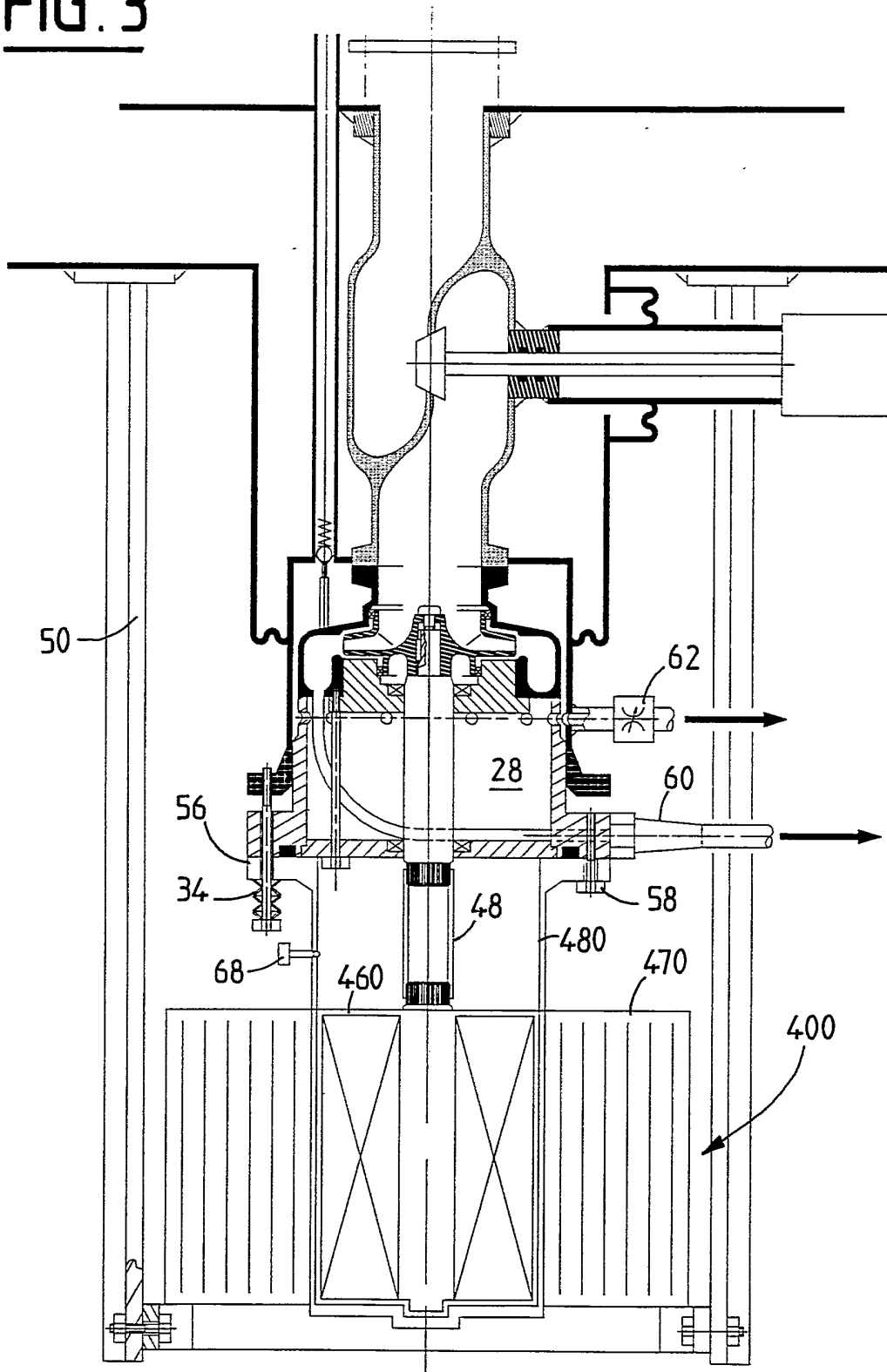
**FIG. 1**

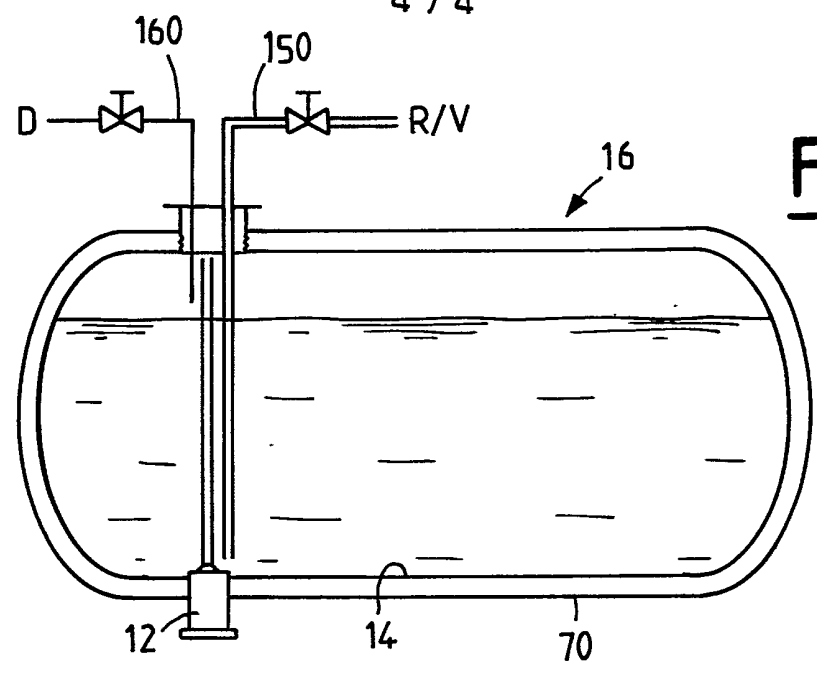




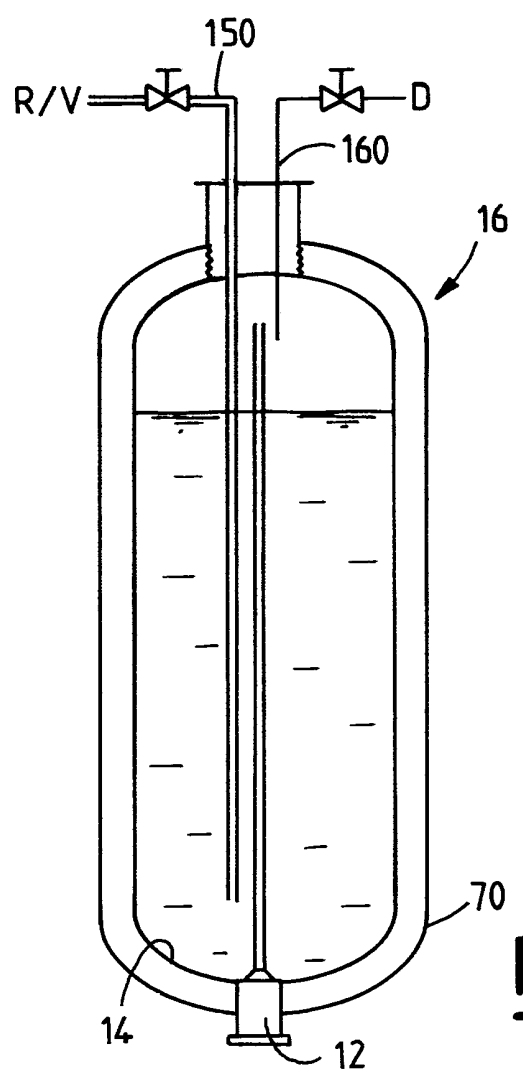
**FIG. 2**

**FIG. 3**

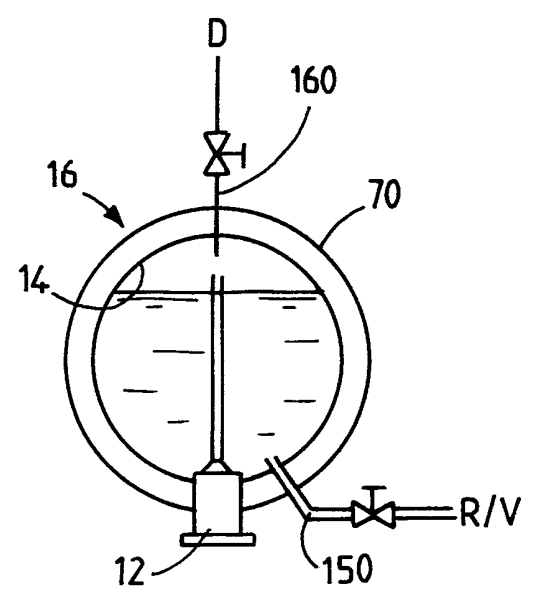




**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP-A-0 253 122 (D.F.V.L.R.) * colonne 5, ligne 34 - colonne 6, ligne 35; figures * ---	1
A	EP-A-0 294 322 (CRYOPUMP) * colonne 4, alinéa 14 - colonne 6, alinéa 34; figures * ---	1
A	EP-A-0 069 324 (KERNFORSHUNGSANLAGE) * abrégé; figure * ---	1
A,D	WO-A-84 02969 (ZWICK) * abrégé; figures * ---	1
A,D	FR-A-771 813 (INDUSTRIEGASVERWERTUNG) -----	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
		F04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
2 Février 1994		Narminio, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication  ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>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  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)