

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE TRANSPORT D'UN GAZ LIQUEFIE ET PROCEDE DE TRANSFERT DE CE GAZ A PARTIR DE CE DISPOSITIF.

②② Date de dépôt : 29.10.15.

③③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : CRYODIRECT LIMITED — CN.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.05.17 Bulletin 17/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 13.04.18 Bulletin 18/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) :

⑦③ Titulaire(s) : CRYODIRECT LIMITED.

⑦④ Mandataire(s) : PAUL HERARD CONSEIL Société à
responsabilité limitée.

FR 3 043 165 - B1



Dispositif de transport d'un gaz liquéfié et procédé de transfert de ce gaz à partir de ce dispositif

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention est relative à un dispositif de transport et/ou de
5 stockage d'un gaz liquéfié et à un procédé de transfert – ou délivrance - du gaz liquéfié, à partir de ce dispositif.

La présente invention s'applique notamment aux conteneurs et citernes de transport et de stockage de gaz réfrigérés tels que l'oxygène, l'azote, l'argon, ou le gaz naturel liquéfié, par exemple, qui sont stockés à une pression de l'ordre de 10
10 à 20 bar environ, par exemple.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Le transfert d'un gaz liquéfié contenu dans un conteneur sous pression, jusqu'à un réservoir de stockage du gaz, usuellement qualifié de « dépotage », peut être effectué en utilisant une différence de pression – ce mode de transfert
15 étant usuellement qualifié de « dépotage gravitaire » -, ou bien par pompage.

Le dépotage gravitaire nécessite que la pression dans le conteneur soit suffisamment supérieure à la pression dans un réservoir « client » à remplir, pour que le gaz liquéfié se déplace dans un circuit de transfert reliant le conteneur au réservoir, sous le seul effet de la différence entre ces deux
20 pressions.

Au cours du transfert, la pression dans le conteneur diminue en raison de l'échappement de la phase liquide présente en partie inférieure du conteneur, dans le circuit de transfert, de sorte que le débit de gaz transféré diminue également.

25 Pour palier (partiellement) à ces diminutions de pression et de débit, il est connu d'équiper le conteneur d'un circuit de recirculation qui relie le fond du conteneur à la partie supérieure du conteneur, et dans lequel est prévu un échangeur de chaleur agencé pour réchauffer la phase liquide s'échappant du conteneur par ce circuit, et pour provoquer l'ébullition de cette phase liquide, la
30 phase gazeuse résultant de cette ébullition retournant dans le ciel gazeux du conteneur par ce circuit, provoquant ainsi une augmentation de la pression dans le conteneur.

L'échangeur de chaleur assure un échange de chaleur entre le gaz circulant dans l'échangeur et une source chaude qui peut par exemple être l'air ambiant, cet échangeur pouvant alors être qualifié de réchauffeur atmosphérique.

5 La compensation (partielle) de la chute de pression dans le conteneur par le circuit de recirculation (et de réchauffage) diminue également au cours du transfert en raison de l'abaissement (progressif) du niveau de la phase liquide dans le conteneur.

10 En conséquence, le dépotage s'effectue le plus souvent par pompage, à l'aide d'une pompe prévue dans le circuit de transfert servant à alimenter le réservoir en gaz liquéfié.

Une pompe de transfert de gaz liquéfié – ou pompe cryogénique – comporte généralement un corps de pompe et une roue à aubes montée rotative à l'intérieur du corps de pompe.

15 Comme décrit dans le brevet FR2822927, une partie de la phase liquide refoulée par la pompe peut circuler dans un échangeur assurant l'évaporation de cette phase liquide pour compenser la chute de pression dans le conteneur, ainsi que la condensation d'une phase gazeuse soutirée dans le ciel gazeux d'un réservoir alimenté par le conteneur.

20 Comme décrit dans le brevet FR2439881, une telle pompe doit être refroidie (« mise en froid ») avant le démarrage de la pompe, par circulation « naturelle » (« gravitaire ») du gaz liquéfié au travers de la pompe, ce qui nécessite généralement une attente fastidieuse, qui peut dans certains cas durer une ou plusieurs heure(s), avant de pouvoir démarrer la pompe.

25 En outre, malgré l'utilisation de procédés et dispositifs de démarrage de la pompe tels que décrits dans ce brevet FR2439881, le démarrage et le fonctionnement corrects de la pompe restent des sources importantes de difficultés pour un opérateur normalement qualifié.

30 En effet, notamment, les pompes de transfert ne fonctionnent correctement que dans une plage réduite de pression : en deçà d'une pression minimale, les organes d'étanchéité de la pompe fuient, et au delà d'une pression maximale peu supérieure à la pression minimale, ces organes et/ou la pompe s'usent prématurément.

Par ailleurs, les pompes de transfert habituellement entraînées par un moteur électrique consomment une énergie importante.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est de proposer un dispositif de transport et/ou
5 de stockage d'un gaz liquéfié et un procédé de transfert – ou délivrance - du gaz liquéfié à partir de ce dispositif, qui soient améliorés et/ou qui remédient, en partie au moins, aux lacunes ou inconvénients des systèmes connus de transport, stockage, et/ou de délivrance d'un gaz liquéfié.

Selon un aspect de l'invention, il est proposé un dispositif de transport ou
10 de stockage d'un gaz liquéfié sous pression, qui comporte:

- un conteneur pour contenir le gaz liquéfié sous pression ;
- un circuit de transfert du gaz liquéfié en phase liquide qui est raccordé en partie inférieure du conteneur et qui comporte un organe de raccordement à un réservoir ou à un réseau de transport du gaz à alimenter ;
- 15 - un circuit de recirculation du gaz liquéfié qui est raccordé en partie supérieure du conteneur et qui comporte un réchauffeur et une pompe de recirculation raccordée en série avec le réchauffeur, en amont du réchauffeur, et est agencée pour refouler dans le réchauffeur le gaz liquéfié pompé qui est prélevé en partie inférieure du conteneur, de façon à accélérer la circulation du
20 gaz liquéfié dans le réchauffeur, à augmenter les échanges thermiques dans le réchauffeur et à maintenir - ou augmenter - la pression du ciel gazeux du conteneur.

Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé de transfert de gaz liquéfié sous pression contenu dans un conteneur à (dans) un réservoir ou
25 un réseau de transport du gaz, dans lequel, le conteneur étant raccordé à un circuit de recirculation qui comporte un réchauffeur et une pompe de recirculation/réchauffage raccordée en série avec le réchauffeur, en amont du réchauffeur, et agencée pour refouler dans le réchauffeur du gaz liquéfié prélevé en partie inférieure du conteneur :

- 30 - on raccorde le conteneur au réservoir ou au réseau à alimenter, par un circuit de transfert du gaz liquéfié (en phase liquide) qui est dénué de pompe ;
- on permet – ou on assure - un transfert du gaz liquéfié jusqu'au réservoir ou au réseau, par le circuit de transfert, sous l'effet de la surpression régnant

dans le conteneur (par comparaison avec la pression régnant dans le réservoir ou le réseau) ; et

- on fait fonctionner la pompe de recirculation pour compenser, partiellement au moins, la diminution de pression dans le conteneur au cours du transfert.

La pompe de recirculation peut par exemple être prévue pour assurer un débit de recirculation de gaz liquéfié qui est situé dans une plage allant de dix litres par heure (10 l/h) environ à mille (1000) l/h environ, et pour assurer une élévation de pression (hauteur manométrique) qui est située dans une plage allant de un dixième de bar (0.1 bar) environ à un bar environ.

Pour maintenir une pression suffisante dans le conteneur pendant le transfert du gaz liquéfié, en particulier pour maintenir une pression sensiblement constante dans le conteneur pendant ce transfert, on peut mesurer la pression régnant dans le conteneur et commander le fonctionnement de la pompe en fonction de la pression mesurée.

A cet effet, le dispositif de transport ou de stockage peut comporter un capteur de mesure de pression agencé pour mesurer la pression régnant dans le conteneur, et une unité de commande reliée à la pompe et au capteur de mesure de pression et agencée/configurée – en particulier programmée – pour commander le fonctionnement de la pompe en fonction de la pression mesurée par le capteur.

L'invention s'applique particulièrement aux conteneurs de stockage qui sont isolés thermiquement et qui sont supportés par une structure de transport faisant partie du dispositif de transport ou de stockage de gaz, en particulier par une remorque de transport routier ou par une structure de transport par route, par le rail, ou par bateau, qui comporte généralement des cadres au format des normes ISO.

Le conteneur peut présenter une forme allongée selon un axe horizontal.

Le circuit de recirculation peut comporter un clapet anti-retour disposé en aval de l'échangeur et servant à empêcher l'échappement du ciel gazeux (du conteneur) dans ce circuit lorsque la pompe est à l'arrêt.

Pour faire circuler la phase liquide dans le circuit de recirculation, on peut, conformément à un autre aspect de l'invention, utiliser une pompe dans laquelle

la roue à aubes comporte des aimants disposés à la périphérie de la roue, la pompe comportant en outre un inducteur agencé pour entraîner la roue en rotation par l'intermédiaire des aimants.

Le dispositif de transport ou de stockage de gaz peut comporter des
5 moyens de stockage d'énergie électrique, tels qu'une batterie, servant à alimenter la pompe, en particulier l'inducteur de la pompe.

Dans ce cas notamment, le dispositif de transport ou de stockage de gaz peut comporter des moyens de captage d'énergie, tels que des cellules photovoltaïques, servant à alimenter les moyens de stockage d'énergie et/ou la
10 pompe.

Les moyens de stockage et de captage d'énergie peuvent être solidaires de – et supportés par – la structure de transport et/ou le conteneur

L'inducteur de la pompe peut être alimenté par une unité d'alimentation électrique et de commande qui est reliée à l'inducteur.

Cette unité et l'inducteur peuvent être agencés pour entraîner la roue de la
15 pompe à une vitesse de rotation située dans une plage allant de 1000 tours par minute (t/m) environ à 5000 t/m environ, en particulier dans une plage allant de 1500 ou 2000 t/m environ jusqu'à 4000 ou 4500 t/m environ.

L'entraînement de la roue par effet magnétique permet notamment de
20 limiter – ou d'éviter – le réchauffement de la roue lorsque la pompe est à l'arrêt, et facilite par conséquent son démarrage ultérieur.

L'inducteur est de préférence disposé à l'extérieur du corps de pompe. En particulier, l'inducteur – et/ou le bobinage de l'inducteur – peut s'étendre en regard des aimants et de la périphérie de la roue.

Le bobinage de l'inducteur peut être noyé dans un matériau isolant
25 diélectrique et/ou thermique tel qu'un matériau polymère, de sorte que l'échauffement du corps de pompe par l'inducteur peut être réduit.

L'invention permet de réaliser et d'utiliser une pompe compacte et performante pour faire circuler du gaz liquéfié, qui nécessite peu ou pas de mise
30 en froid et dont la commande par un opérateur peu qualifié est facilitée.

Une partie au moins de la roue à aubes, en particulier une structure ou partie périphérique reliant les sommets – ou têtes – des aubes – ou pales –, notamment une structure périphérique de forme sensiblement annulaire, peut

être réalisée dans un matériau magnétique, en particulier un acier inoxydable (ferro)-magnétique (acier martensitique ou ferritique notamment), afin de favoriser l'entraînement de la roue par un champ magnétique produit par l'inducteur.

5 A cet effet également, les aimants peuvent être solidarisés à une telle partie périphérique de la roue et peuvent être disposés de façon sensiblement affleurante à l'enveloppe – ou surface d'enveloppe – périphérique de la roue.

 Les aimants peuvent notamment présenter une forme de portion de calotte cylindrique, dont le rayon de courbure est adapté – en particulier
10 sensiblement égal - au rayon externe de la roue, afin de minimiser l'entrefer séparant les aimants de l'inducteur.

 La solidarisation des aimants à la roue peut être obtenue par frottement et/ou butée, en particulier par blocage mécanique ou par sertissage, afin d'éviter l'emploi d'un produit adhésif susceptible de réagir avec le gaz liquéfié traversant
15 la pompe.

 La roue à aubes peut être montée libre en rotation sur un arbre fixe – ou pivot – qui est rigidement lié au corps de pompe par une structure de liaison pourvue/percée d'ouvertures permettant le passage du gaz liquéfié au travers de cette structure.

20 Cette structure de liaison peut comporter – ou être essentiellement constitué par – une grille d'aubes fixes qui peut être disposée en aval de la roue et peut former un redresseur pour améliorer le rendement de la pompe.

 Cette structure de liaison peut présenter une conductivité thermique inférieure à la conductivité thermique du corps de pompe, de façon à limiter le
25 réchauffement de la roue par conduction pendant les périodes d'arrêt de la pompe, et de diminuer le besoin de refroidissement de la pompe avant un démarrage.

 A cet effet, une partie au moins de cette structure de liaison peut être non métallique, en particulier réalisée dans une matière synthétique ou plastique telle
30 que du PTFE.

 La structure de liaison peut notamment présenter une conductivité thermique inférieure à la conductivité thermique de la roue, et/ou à la conductivité thermique de l'arbre.

La pompe, en particulier cette structure de liaison, peut comporter un organe d'étanchéité statique susceptible d'assurer l'étanchéité du corps de pompe.

5 Cet organe d'étanchéité peut comporter – ou être essentiellement constitué par – une structure mince de forme annulaire, telle qu'une couronne mince formant un joint plat, qui est agencée pour assurer l'étanchéité entre deux parties du corps de pompe chacune dotée d'une bride, lorsque ces deux brides sont disposées en regard mutuel et pincement la structure mince d'étanchéité.

10 La liaison entre la roue et l'arbre fixe peut être réalisée par un palier unique, par exemple par un roulement à aiguilles ou par un palier en composite métal/polymère tel que du bronze revêtu de PTFE, contribuant à la compacité de la pompe.

15 Le corps de pompe peut comporter une structure tubulaire centrale délimitant une chambre dans laquelle est logée la roue. Une portion au moins de cette structure tubulaire, qui s'étend entre l'inducteur et la périphérie de la roue, peut être réalisée dans un matériau amagnétique, en particulier en acier inoxydable amagnétique.

La chambre peut présenter une forme cylindrique de diamètre adapté (peu supérieur) à celui de la roue.

20 Le corps de pompe peut comporter en outre deux portions évasées, par exemple de forme sensiblement tronconique, disposées de part et d'autre de la structure tubulaire centrale, dans le prolongement de – i.e. sensiblement coaxialement à – cette structure tubulaire, de sorte que l'ensemble délimite une veine fluide présentant peu d'accidents ou aspérités et/ou présentant une section
25 de passage sensiblement continu variable, afin d'éviter de favoriser la formation de bulles de gaz dans le corps de pompe.

D'autres aspects, caractéristiques, et avantages de l'invention apparaissent dans la description suivante qui se réfère aux figures annexées et illustre, sans aucun caractère limitatif, des modes préférés de réalisation de l'invention.

30 BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 illustre schématiquement un dispositif de transport et de stockage de gaz liquéfié.

La figure 2 illustre schématiquement, en vue en perspective et en éclaté, une pompe de transfert/circulation de gaz liquéfié.

La figure 3 illustre schématiquement, en vue en perspective selon un autre angle de vue, et en éclaté, la pompe illustrée figure 2.

- 5 La figure 4 illustre schématiquement, en vue en coupe longitudinale et à échelle agrandie, la partie centrale d'une pompe similaire à celle des figures 2 et 3.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- 10 Sauf indication explicite ou implicite contraire, des éléments ou organes – structurellement ou fonctionnellement – identiques ou similaires, sont désignés par des repères identiques sur les différentes figures.

Sauf indication explicite ou implicite contraire, les termes « amont » et « aval » sont utilisés par référence au sens d'écoulement du gaz liquéfié.

- 15 Par référence à la figure 1, le dispositif 10 sert au transport et le cas échéant au stockage d'un gaz liquéfié 29, 30 sous pression.

A cet effet, le dispositif 10 comporte un conteneur 12 de forme allongée selon un axe 13 sensiblement horizontal, qui est isolé thermiquement.

Pour le transport du gaz, le conteneur 12 est mobile pour pouvoir être déplacé jusqu'à proximité d'un réservoir 25 à remplir de gaz liquéfié.

- 20 Dans le mode de réalisation illustré figure 1, le réservoir 25 présente une forme allongée selon un axe 26 sensiblement vertical, et est relié au dispositif 10 par un organe 24 de raccordement essentiellement constitué par un conduit 24 de transport du gaz liquéfié, qui peut être un conduit souple/flexible.

- 25 Pour le stockage (temporaire) du gaz, le conteneur 12, qui peut être fixe, peut être raccordé à un réseau 24 de transport de gaz à alimenter.

Dans le conteneur 12, la phase gazeuse 30 surmonte la phase liquide 29 du gaz liquéfié qui peut être maintenu dans ce conteneur à une température située dans une plage allant de moins deux cents degré Celsius (-200 °C) environ à -50 °C environ, par exemple.

- 30 Le conteneur 12 est monté sur une remorque de transport routier permettant le déplacement du conteneur 12, cette remorque étant schématiquement représentée figure 1 sous forme de roues 14.

Alternativement, le conteneur 12 peut être solidarisé à une structure (non représentée) de transport par bateau, qui peut s'inscrire dans le volume d'un conteneur ISO, par exemple.

5 Pour alimenter en gaz liquéfié le réservoir 25 ou un réseau de transport du gaz, le dispositif 10 comporte un circuit de transfert du gaz liquéfié en phase liquide.

Ce circuit comporte un conduit 17 qui est raccordé en partie inférieure du conteneur 12 et débouche dans ce conteneur par une première extrémité du conduit 17.

10 Le circuit de transfert comporte également une vanne 18 d'isolement prévue à une seconde extrémité du conduit 17 et permettant d'obturer ce conduit.

Le conduit 24 de raccordement du dispositif 10 au réservoir 25 prolonge le conduit 17 au delà de la vanne 18.

15 Le dispositif 10 comporte également un circuit de recirculation du gaz liquéfié qui est raccordé en partie supérieure du conteneur et débouche dans ce conteneur par une extrémité d'un conduit 22 faisant partie de ce circuit.

Le circuit de recirculation comporte, successivement raccordés deux à deux (c'est-à-dire en série) :

20 i) un conduit 19 raccordé au conduit 17 ; alternativement, le conduit 19 peut être raccordé en partie inférieure du conteneur 12 en débouchant dans ce conteneur ;

ii) une pompe 15 de recirculation raccordée au conduit 19 par son orifice d'aspiration et prévue pour aspirer du gaz liquéfié en phase liquide transporté par ce conduit ;

25 iii) un conduit 20 raccordé à l'orifice de refoulement de la pompe 15 ;

iv) un réchauffeur 11 raccordé au conduit 20 pour recevoir le gaz liquéfié refoulé par la pompe et transporté par ce conduit 20, et pour provoquer l'évaporation du gaz, par échange de chaleur avec une source chaude telle que l'air ambiant ;

30 v) le conduit 22 de transport du gaz s'échappant du réchauffeur 11, généralement sous forme gazeuse, jusqu'au conteneur 12, qui peut être équipé d'un clapet 21 anti retour interdisant l'échappement du ciel gazeux 30 du réservoir 12 vers le réchauffeur 11.

Comme détaillé ci après en relation avec les figures 2 à 4, la pompe 15 comporte un corps de pompe, une roue à aubes montée rotative à l'intérieur du corps de pompe, et un moteur électrique pour entraîner la roue en rotation.

Le moteur comporte un induit à aimants permanents solidaires de la roue
5 et un inducteur disposé à l'extérieur du corps de pompe.

La roue à aubes est de type « hélice » ou « axiale », assurant un déplacement du gaz liquéfié pompé sensiblement le long de l'axe de rotation de la roue qui est sensiblement confondu avec un axe de symétrie axiale du corps de pompe.

10 Le moteur de la pompe peut être alimenté en énergie électrique par un réseau de distribution électrique auquel est connecté le moteur de la pompe 15.

Alternativement ou en complément, le moteur peut être alimenté en énergie électrique par une batterie 32 de stockage d'énergie électrique qui peut être solidaire de la structure de transport et/ou du conteneur 12, et qui est reliée
15 au moteur de la pompe 15.

Dans ce cas notamment, le dispositif 10 peut comporter des capteurs solaires photovoltaïques 31 servant à alimenter la batterie de stockage 32 et/ou la pompe 15, qui peuvent être solidaires de la structure de transport et/ou du conteneur 12.

20 Pour permettre de commander le fonctionnement de la pompe de façon à assurer une pression déterminée dans le conteneur 12 au cours du remplissage du réservoir 25, le dispositif 10 peut comporter un capteur 23 de mesure de pression agencé pour mesurer la pression régnant dans le ciel du conteneur 12, et une unité 16 de commande reliée à la pompe 15 et au capteur 23 et agencée – en
25 particulier programmée – pour commander le fonctionnement de la pompe 15 en fonction de la pression mesurée dans le conteneur 12.

Par référence aux figures 2 à 4, la pompe 15 cryogénique comporte un corps de pompe 70, 80, 100 et une roue 41 à aubes 45 montée rotative à l'intérieur du corps de pompe, selon un axe de rotation 40 qui est un axe de
30 symétrie générale de la pompe et de la plupart des pièces qui la forment.

Le corps de pompe comporte une structure 100 tubulaire centrale délimitant une chambre 110 cylindrique dans laquelle est logée la roue 41, la

chambre 110 présentant une forme cylindrique, d'axe 40 et de diamètre intérieur peu supérieur au diamètre extérieur de la roue.

La roue 41 comporte des aimants 42 disposés à la périphérie de la roue et régulièrement espacés.

5 La roue 41 comporte une couronne 44 périphérique annulaire reliée aux sommets des pales 45 que la couronne encercle.

Les aimants 42 sont solidarisés à la couronne 44 périphérique de la roue et sont disposés de façon sensiblement affleurante à l'enveloppe périphérique de la roue.

10 Les aimants 42 présentent une forme de portion de calotte cylindrique dont le rayon de courbure est adapté au rayon externe de la couronne 44 et/ou de la roue 41.

La couronne 44 comporte, sur sa face externe, des encoches 43 de forme et dimensions identiques adaptées à celle des aimants, qui sont régulièrement
15 espacées le long du contour de la roue.

Les aimants 42 sont insérés dans les encoches 43 et sont maintenus en place par l'intermédiaire d'une seconde couronne 46 dont le diamètre est adapté à celui de la première couronne 44, de sorte que la couronne 46 peut être solidarisée à la première couronne 44 par sertissage par exemple, de façon à
20 assurer la fixation mécanique des aimants à la périphérie de la roue.

Une partie au moins de la roue 41, en particulier les couronnes 44, 46, est (sont) de préférence réalisée(s) dans un matériau magnétique tel qu'un acier inoxydable ferromagnétique.

La roue 41 est montée libre en rotation selon l'axe 40, à l'intérieur de la
25 chambre 110, sur un arbre 50 fixe.

L'arbre 50 comporte une portée 51 cylindrique, d'axe 40, sur laquelle est engagé un roulement 90, par exemple un roulement à aiguilles, qui forme un palier pour la roue 41, permettant la libre rotation de la roue sur l'arbre 50.

Chaque extrémité 52, 54 de l'arbre 50, qui s'étend respectivement en
30 amont et en aval de la roue 41, c.à.d. respectivement à gauche et à droite de la roue sur les figures 2 et 3, présente une forme profilée pour guider le gaz liquéfié avant (respectivement après) son passage dans la roue.

L'arbre 50 est rigidement lié au corps de pompe par une structure 60 de liaison percée d'ouvertures 61 permettant le passage du gaz liquéfié au travers de cette structure.

La structure 60 de liaison est fixée à la seconde extrémité 53 de l'arbre 50
5 et s'étend en aval de la roue 41.

La structure 60 comporte une grille d'aubes 62 fixes délimitant les ouvertures 61, pouvant former un redresseur, et reliant une portion centrale de la structure 60 à une portion périphérique annulaire de la structure 60.

La pompe comporte en outre un inducteur 120 servant à produire un
10 champ magnétique pour entraîner la roue en rotation par l'intermédiaire des aimants.

La structure tubulaire 100, qui s'étend entre l'inducteur et la périphérie de la roue, est réalisée dans un matériau amagnétique.

L'inducteur 120 est disposé à l'extérieur du corps de pompe, en regard et
15 autour de la structure tubulaire 100, et en regard et à faible distance des aimants situés à la périphérie de la roue.

Le bobinage de l'inducteur est noyé dans un matériau isolant 121 qui sépare ainsi le bobinage de la paroi tubulaire 100 faisant partie du corps de pompe.

20 Le corps de pompe comporte en outre deux tronçons tubulaires 70, 80 comportant respectivement deux portions 72, 82 évasées qui sont disposées de part et d'autre - et dans le prolongement - de la structure 100 tubulaire centrale.

La structure de liaison 60 comporte une collerette 63 s'étendant le long d'un plan perpendiculaire à l'axe 40 et faisant saillie à l'extérieur de la chambre
25 110 recevant l'arbre 50, la roue 41, et une partie substantielle de la structure 60.

La collerette 63 forme un organe d'étanchéité statique servant à assurer l'étanchéité entre les deux parties 70, 80, 100 du corps de pompe qui sont respectivement dotées d'une bride 71, 81, lorsque ces deux brides sont disposées en regard mutuel et assemblées par des boulons 91, 92 en pinçant la collerette 63,
30 comme illustré figure 4.

Revendications

1 – Procédé de transfert d'un gaz liquéfié (29, 30) tel que l'oxygène, l'azote, l'argon, ou le gaz naturel liquéfié, qui est contenu dans un conteneur (12) isolé thermiquement et sous pression, dans un réservoir (25) ou un réseau de transport du gaz, caractérisé en ce que, le conteneur (12) étant raccordé à un circuit (19 à 22) de recirculation qui comporte un réchauffeur (11) et une pompe (15) de recirculation raccordée en série avec le réchauffeur, en amont du réchauffeur, et agencée pour refouler dans le réchauffeur du gaz liquéfié (29) prélevé en partie inférieure du conteneur :

- on raccorde le conteneur (12) au réservoir (25) ou au réseau à alimenter, par un circuit (17, 18) de transfert du gaz liquéfié en phase liquide (29) qui est dénué de pompe ;

- on permet – ou on assure – un transfert du gaz liquéfié (29) jusqu'au réservoir (25) ou au réseau, par le circuit (17, 18) de transfert, sous l'effet d'une surpression régnant dans le conteneur (12) ; et

- on fait fonctionner la pompe (15) pour compenser, partiellement au moins, la diminution de pression dans le conteneur (12) au cours du transfert.

2 – Procédé selon la revendication 1 dans lequel, pour maintenir une pression suffisante dans le conteneur (12) pendant le transfert du gaz liquéfié, on mesure la pression régnant dans le conteneur et on commande le fonctionnement de la pompe (15) en fonction de la pression mesurée.

3 – Dispositif (10) de transport ou de stockage d'un gaz liquéfié (29, 30), caractérisé en ce qu'il comporte:

- un conteneur (12) pour contenir le gaz liquéfié sous pression, qui est isolé thermiquement ;

- un circuit (17, 18) de transfert du gaz liquéfié en phase liquide qui est raccordé en partie inférieure du conteneur, qui est dénué de pompe et qui comporte un organe (24) de raccordement à un réservoir (25) ou à un réseau de transport du gaz à alimenter ;

- un circuit (19 à 22) de recirculation du gaz liquéfié qui est raccordé en partie supérieure du conteneur et qui comporte un réchauffeur (11) et une pompe (15) de recirculation raccordée en série avec le réchauffeur, en amont du

réchauffeur, et est agencée pour refouler dans le réchauffeur du gaz liquéfié (29) pompé qui est prélevé en partie inférieure du conteneur, de façon à accélérer la circulation du gaz liquéfié dans le réchauffeur, à augmenter les échanges thermiques dans le réchauffeur et à maintenir - ou augmenter - la pression du
5 ciel gazeux (30) du conteneur.

4 – Dispositif selon la revendication 3 dans lequel le conteneur (12) est supporté par une structure (14) de transport, en particulier par une remorque de transport routier ou par une structure de transport par route, par le rail, ou par bateau.

10 5 – Dispositif selon la revendication 3 ou 4 dans lequel le conteneur (12) présente une forme allongée selon un axe (13) horizontal et dans lequel le circuit de recirculation comporte un clapet anti-retour (21) disposé en aval du réchauffeur.

15 6 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5 dans lequel la pompe (15) comporte une roue (41) à aubes (45) comportant des aimants (42) permanents disposés à la périphérie de la roue, et un inducteur (120) agencé pour entraîner la roue en rotation par l'intermédiaire des aimants.

20 7 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 dans lequel la pompe (15) est une pompe axiale dont la roue assure un déplacement du gaz liquéfié pompé sensiblement le long de l'axe de rotation de la roue.

8 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7 qui comporte des moyens de stockage (32) d'énergie électrique servant à alimenter la pompe (15), qui sont solidaires de la structure de transport.

25 9 – Dispositif selon la revendication 8 qui comporte des moyens de captage (31) d'énergie servant à alimenter les moyens de stockage (32) et/ou la pompe (15), qui sont solidaires de la structure de transport.

30 10 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 9 qui comporte un capteur (23) de mesure de pression agencé pour mesurer la pression régnant dans le conteneur, et une unité (16) de commande reliée à la pompe (15) et au capteur (23) et agencée – en particulier programmée – pour commander le fonctionnement de la pompe (15) en fonction de la pression mesurée.

- 11 – Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel on utilise un dispositif l'une quelconque des revendications 3 à 10, et dans lequel on assure un débit de recirculation de gaz liquéfié dans le circuit de recirculation qui peut être situé dans une plage allant de 10 l/h environ à 1000 l/h environ, et on
- 5 assure une élévation de pression du gaz liquéfié par la pompe qui peut être située dans une plage allant de 0.1 bar environ à 1 bar environ.

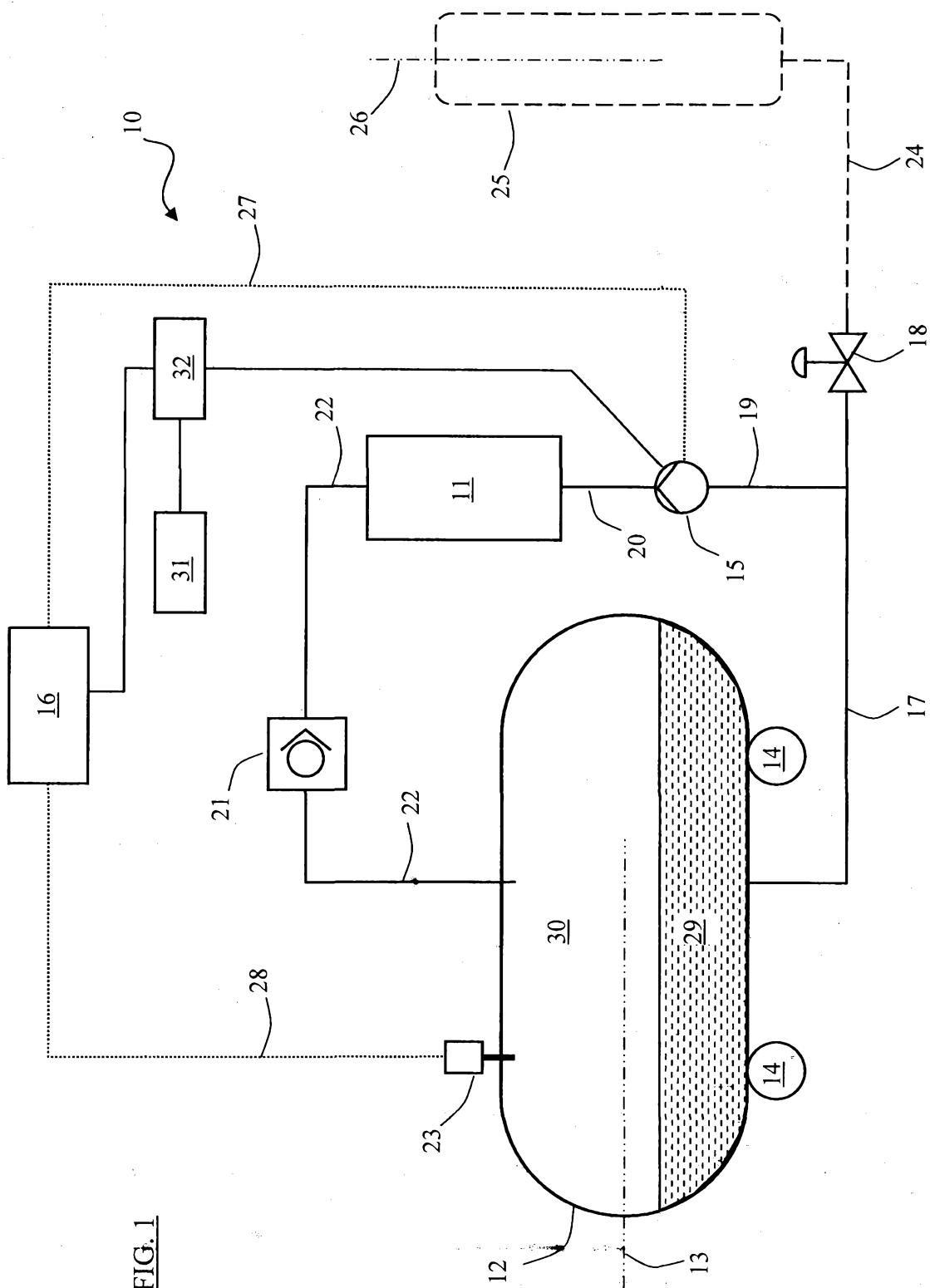


FIG. 1

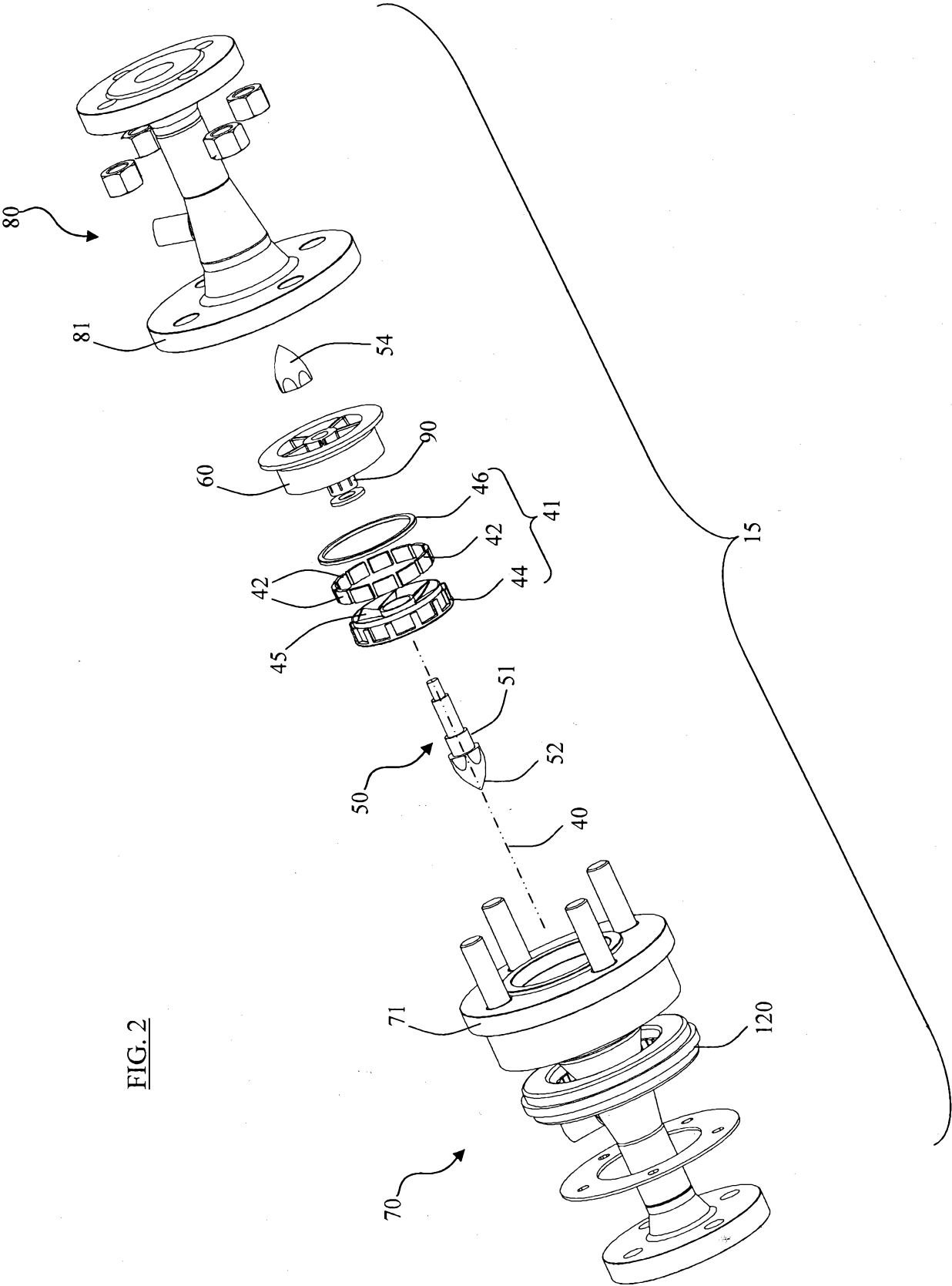


FIG. 2

FIG. 3

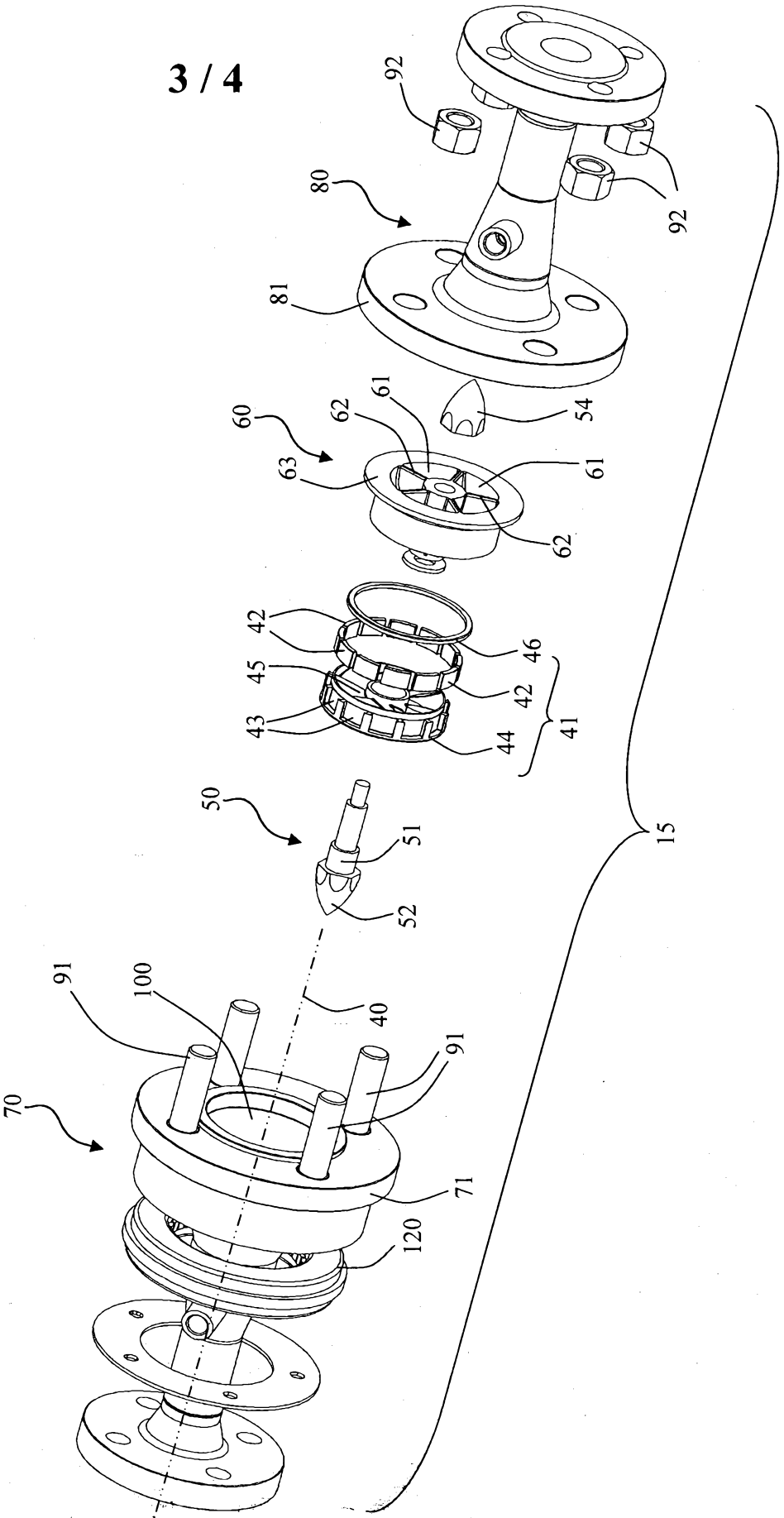
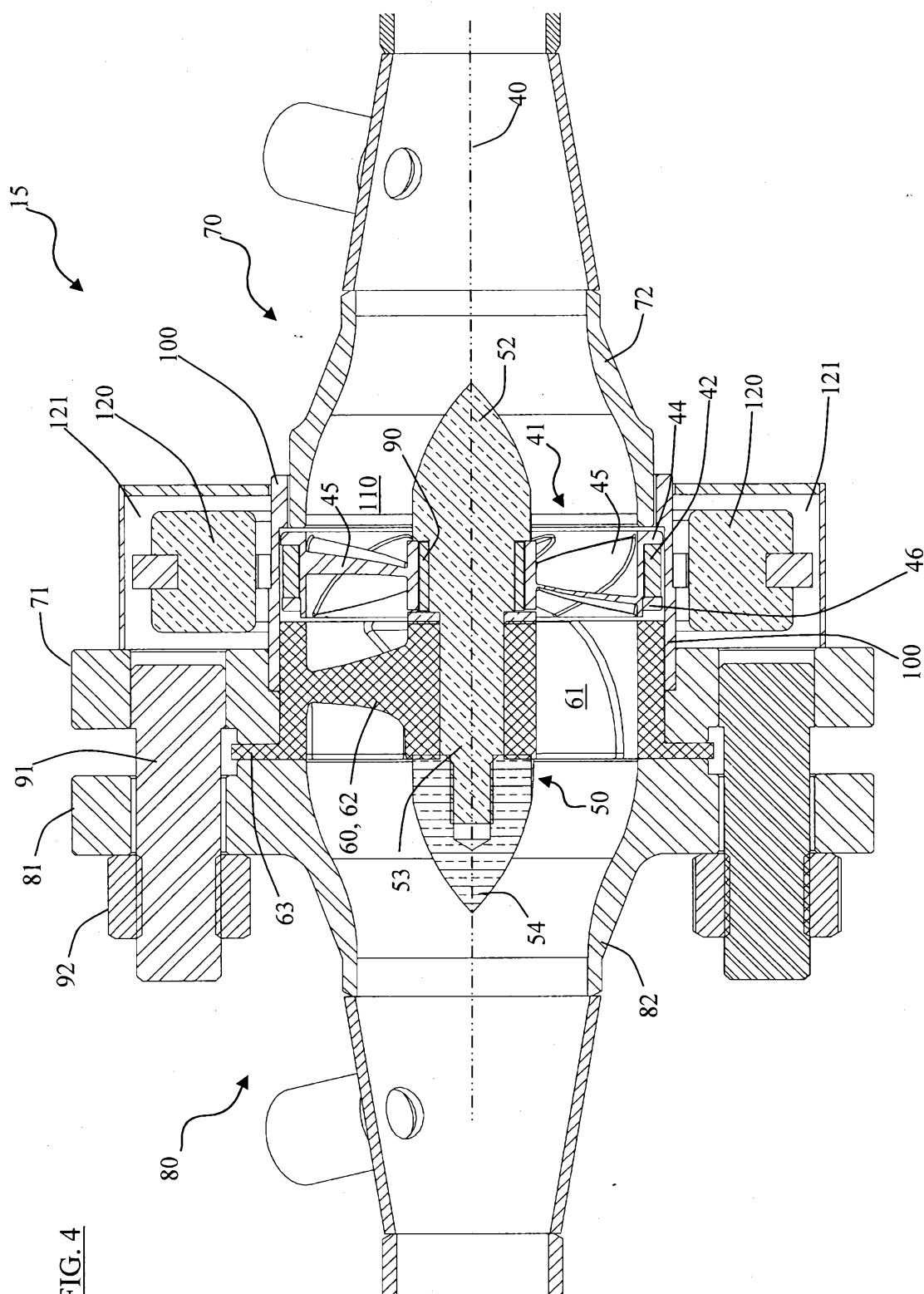


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

FR 2 951 242 A1 (AIR LIQUIDE [FR])
15 avril 2011 (2011-04-15)

US 2014/174106 A1 (TANG CHING-JEN [US] ET AL)
26 juin 2014 (2014-06-26)

DE 10 2008 061192 A1 (MAN DIESEL SE [DE])
17 juin 2010 (2010-06-17)

US 5 228 295 A (GUSTAFSON KEITH [US])
20 juillet 1993 (1993-07-20)

US 6 044 647 A (DRUBE THOMAS K [US] ET AL)
4 avril 2000 (2000-04-04)

US 3 633 372 A (KIMMEL CLEVE C ET AL)
11 janvier 1972 (1972-01-11)

US 2012/291455 A1 (RAMPERSAD BRYCE M [US] ET AL)
22 novembre 2012 (2012-11-22)

US 2010/061869 A1 (KWON WOON SIK [KR] ET AL)
11 mars 2010 (2010-03-11)

EP 2 634 433 A1 (AIR WATER INC [JP])
4 septembre 2013 (2013-09-04)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT