

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.06.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.12.24 Bulletin 24/49.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME —
FR.

72 Inventeur(s) : COHARD Pierrick, BERTRAND Pierre-
Alexandre et BOUIN Marius.

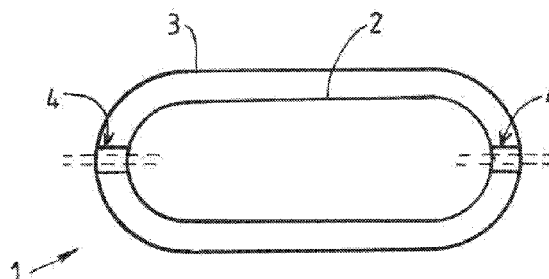
73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE SOCIETE ANONYME.

74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE.

54 Réservoir de stockage de fluide cryogénique.

57 L'invention concerne un réservoir de stockage de
fluide cryogénique comprenant une enveloppe (2) interne
étanche délimitant le volume de stockage pour le fluide
cryogénique et une enveloppe (3) externe étanche disposée
autour de l'enveloppe (2) interne avec un espacement isolé
thermiquement, l'enveloppe (2) interne étant reliée à l'en-
veloppe (3) externe via au moins un col (4) tubulaire s'éten-
dant selon une direction longitudinale, le col (4) possédant,
selon la direction longitudinale, une portion (5) d'épaisseur
relativement amincie

Figure d'abrégé: Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Réservoir de stockage de fluide cryogénique

- [0001] L'invention concerne un réservoir de stockage de fluide cryogénique.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement un réservoir de stockage de fluide cryogénique comprenant une enveloppe interne étanche délimitant le volume de stockage pour le fluide cryogénique et une enveloppe externe étanche disposée autour de l'enveloppe interne avec un espacement isolé thermiquement, l'enveloppe interne étant reliée à l'enveloppe externe via au moins un col tubulaire s'étendant selon une direction longitudinale.
- [0003] Il est connu des prévoir des réservoirs cryogéniques ayant un ou des cols tubulaires constitués de matériaux plus ou moins conducteurs. L'enveloppe interne peut être également maintenue dans l'enveloppe externe via un ensemble de tirants ou tout autre arrangement.
- [0004] De tels réservoirs doivent satisfaire à des contraintes mécaniques de tenue mécanique tout en limitant les entrées thermiques.
- [0005] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.
- [0006] A cette fin, le réservoir selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que le col possède, selon la direction longitudinale, une portion d'épaisseur relativement amincie.
- [0007] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'invention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
- le diamètre intérieur du col est constant, la portion d'épaisseur relativement amincie selon la direction longitudinale étant formée par une variation du diamètre extérieur du col,
 - la portion d'épaisseur relativement amincie est formée par une diminution progressive de l'épaisseur du col selon la direction longitudinale,
 - la diminution progressive de l'épaisseur du col selon la direction longitudinale est comprise entre 0,5 et 2mm d'amincissement pour une progression de 100mm selon la direction longitudinale,
 - le col une épaisseur comprise entre 0,5 et 5mm et de préférence entre 1 et 3mm, la portion amincie ayant une épaisseur réduite de 5% à 70% par rapport à l'épaisseur non amincie,
 - le col est du type fixe dont les deux extrémités longitudinales sont reliées rigidement à des points fixes situés respectivement au niveau de l'enveloppe interne et au niveau de l'enveloppe externe, la portion d'épaisseur rela-

- tivement amincie étant située entre les deux extrémités longitudinales du col, par exemple dans la partie médiane du col,
- le col est du type mobile et possède une première extrémité longitudinale reliée rigidement à un point fixe, par exemple l'enveloppe externe et une seconde extrémité longitudinale reliée à un point ayant une liberté de débattement, par exemple l'enveloppe interne, la portion d'épaisseur relativement amincie étant située au niveau de la seconde extrémité longitudinale,
- le réservoir comporte deux cols situés respectivement à deux extrémité du réservoir,
- l'enveloppe interne et/ou l'enveloppe externe est constituée de l'un au moins parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane,
- le col est constituée de l'un au moins parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane.

[0008] L'invention peut concerner également tout dispositif ou procédé alternatif comprenant toute combinaison des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous dans le cadre des revendications.

[0009] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

Brève description des figures

[0010] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

[0011] [Fig.1] est une vue schématique en coupe longitudinale d'un exemple de réservoir selon un exemple de réalisation de l'invention,

[0012] [Fig.2] une vue en coupe schématique d'un premier exemple de col tubulaire selon l'invention,

[0013] [Fig.3] une vue en coupe schématique d'un deuxième exemple de col tubulaire selon l'invention.

Description détaillée

[0014] Sur toutes les figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

[0015] Dans cette description détaillée, les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, cela ne signifie pas que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées et/ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

[0016] Le réservoir 1 de stockage de fluide cryogénique illustré comprend une enveloppe 2 interne étanche, par exemple de forme générale cylindrique, délimitant le volume de stockage pour le fluide cryogénique. Le réservoir 1 comprend en outre une enveloppe 3

externe étanche disposée autour de l'enveloppe 2 interne avec un espacement isolé thermiquement. Par exemple, l'espacement entre l'enveloppe 3 externe et l'enveloppe 2 interne est sous vide et contient un isolant du type multicouche (« MLI »).

- [0017] L'enveloppe 2 interne et/ou l'enveloppe 3 externe peut être constituée de l'un au moins des matériaux parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane.
- [0018] L'enveloppe 2 interne est montée (ou supportée) dans l'enveloppe 3 externe via au moins un col 4 tubulaire (deux cols 4 dans cet exemple). Les cols 4 s'étendent selon une direction longitudinale (horizontale dans la configuration de la [Fig.1]).
- [0019] Le col 4 peut être constitué de l'un au moins des matériaux parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane, matériau composite.
- [0020] Selon une particularité avantageuse, au moins un des cols 4 possède, selon la direction longitudinale, une portion 5 d'épaisseur relativement amincie ou réduite.
- [0021] Les inventeurs ont en effet constaté que l'épaisseur du ou des cols 4 peut être réduite localement en particulier dans des zones moins sollicitées mécaniquement, ceci sans nuire à la tenue mécanique du réservoir et aux performances thermiques de celui-ci.
- [0022] La réduction relative d'épaisseur réduit également le transfert thermique par conduction.
- [0023] La corrélation entre la variation d'épaisseur et le gain thermique est difficile à détailler car l'épaisseur d'un col est une grandeur dépendante de divers paramètres, tels que son diamètre, lui-même dépendant du diamètre du réservoir, du poids de ce dernier ou encore des cas de charges auxquels il est soumis. Cependant, un gain thermique de 30 à 40% peut en particulier être atteint via cette réduction localisée de l'épaisseur du col.
- [0024] Ce gain thermique jusqu'à 30 à 40% peut être atteint notamment pour un réservoir de diamètre inférieur à 1m permettant d'avoir un col avec un diamètre inférieur à 200 mm, pour une masse de réservoir interne inférieur à 500 kg soumis à des cas de charges relativement faibles (correspondant par exemple à une utilisation statique du réservoir : par exemple au plus un effort de 4g dans les 3 directions x, y, z).
- [0025] Comme illustré aux [Fig.1] et [Fig.2], le diamètre intérieur du col 4 peut être constant sur sa longueur, la portion 5 d'épaisseur relativement amincie selon la direction longitudinale étant formée par une variation du diamètre extérieur du col 4. Ceci permet de conserver un guidage cylindrique dans la partie intérieure et facilite l'usinage du col.
- [0026] De préférence, la réduction localisée d'épaisseur est formée par une diminution progressive (continue) de l'épaisseur du col 4 selon la direction longitudinale.
- [0027] Par exemple, la diminution progressive de l'épaisseur du col 4 selon la direction longitudinale peut être comprise entre 0,5 et 2mm d'amincissement pour une progression de 100mm selon la direction longitudinale, par exemple 1 mm d'épaisseur en moins tous les 100mm. Ceci limite les concentrations de contraintes au niveau des

changements d'épaisseurs.

- [0028] Le ou les cols 4 ont par exemple une épaisseur comprise entre 0,5 et 5mm et de préférence entre 1 et 3mm, la portion 5 amincie ayant par exemple une épaisseur réduite de 5% à 70% par rapport à l'épaisseur non amincie.
- [0029] Par exemple, l'épaisseur du col 4 dans la partie non amincie peut être de 3mm tandis que l'épaisseur amincie la plus petite peut être de l'ordre de 1mm.
- [0030] Le col 4 (lorsque le réservoir possède un seul col) ou au moins l'un des deux cols (lorsque le réservoir possède deux cols comme représenté) peut être du type fixe c'est-à-dire dont les deux extrémités longitudinales sont reliées rigidement à des points fixes situés respectivement au niveau de l'enveloppe 2 interne et au niveau de l'enveloppe 3 externe. Dans ce cas, la portion 5 d'épaisseur relativement amincie est située de préférence entre les deux extrémités longitudinales du col 4, par exemple dans la partie médiane du col 4 cf. [Fig.2].
- [0031] En effet, pour un col 4 fixe, le tube est contraint en déplacement et en rotation à ses deux extrémités longitudinales. La répartition des contraintes est donc symétrique sur la longueur. Si on ne considère que la moitié du tube (dans la longueur) on peut facilement l'assimiler à une poutre en flexion. La concentration de contrainte est donc plus importante proche des extrémités. Une épaisseur plus importante est donc nécessaire aux extrémités du col avec une réduction de l'épaisseur de manière symétrique sur la longueur du col
- [0032] Le col ou un des cols peut être du type mobile c'est-à-dire peut posséder une première extrémité longitudinale reliée rigidement à un point fixe, par exemple l'enveloppe 3 externe et une seconde extrémité longitudinale reliée à un point ayant une liberté de débattement, par exemple l'enveloppe 2 interne, pour permettre un débattement relatif pour absorber des dilatations thermiques par exemple. Dans ce cas, la portion 5 d'épaisseur relativement amincie est située de préférence au niveau de la seconde extrémité longitudinale (mobile) cf. [Fig.3].
- [0033] En effet, un col 4 mobile est contraint en déplacement et rotation à une seule extrémité longitudinale. Il peut donc lui aussi être assimilé à une poutre en flexion mais sur toute sa longueur. La zone où la contrainte est la moins importante est donc son extrémité libre, qui sera donc la zone avec la plus faible épaisseur. La réduction d'épaisseur est réalisée de préférence de manière continue sur la longueur.
- [0034] Les inventeurs ont déterminé que la répartition des contraintes mécaniques se fait de manière non uniforme sur la longueur du col 4, les parties au voisinage des zones "bloquées" mécaniquement étant soumises à une contrainte plus importante que les parties qui en sont éloignées.
- [0035] Le ou les cols 4 peuvent être fabriqués en utilisant plusieurs méthodes de fabrication connues en fonction des dimensions du col notamment son diamètre, sa longueur et la

réduction d'épaisseur à réaliser : par exemple par usinage, repoussage ou hydroformage.

- [0036] Bien que le mode de réalisation illustré concerne un réservoir 1 disposé horizontalement en configuration d'utilisation (axe longitudinal horizontal), l'invention peut s'appliquer également aux réservoirs verticaux (col par exemple disposé verticalement au niveau de l'extrémité supérieur).

Revendications

- [Revendication 1] Réservoir de stockage de fluide cryogénique comprenant une enveloppe (2) interne étanche délimitant le volume de stockage pour le fluide cryogénique et une enveloppe (3) externe étanche disposée autour de l'enveloppe (2) interne avec un espacement isolé thermiquement, l'enveloppe (2) interne étant reliée à l'enveloppe (3) externe via au moins un col (4) tubulaire s'étendant selon une direction longitudinale, caractérisé en ce que le col (4) possède, selon la direction longitudinale, une portion (5) d'épaisseur relativement amincie.
- [Revendication 2] Réservoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre intérieur du col (4) est constant, la portion (5) d'épaisseur relativement amincie selon la direction longitudinale étant formée par une variation du diamètre extérieur du col (4).
- [Revendication 3] Réservoir selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la portion (5) d'épaisseur relativement amincie est formée par une diminution progressive de l'épaisseur du col (4) selon la direction longitudinale.
- [Revendication 4] Réservoir selon la revendication 3, caractérisé en ce que la diminution progressive de l'épaisseur du col (4) selon la direction longitudinale est comprise entre 0,5 et 2mm d'amincissement pour une progression de 100mm selon la direction longitudinale.
- [Revendication 5] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le col (4) a une épaisseur comprise entre 0,5 et 5mm et de préférence entre 1 et 3mm, la portion (5) amincie ayant une épaisseur réduite de 5% à 70% par rapport à l'épaisseur non amincie.
- [Revendication 6] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le col (4) est du type fixe dont les deux extrémités longitudinales sont reliées rigidement à des points fixes situés respectivement au niveau de l'enveloppe (2) interne et au niveau de l'enveloppe (3) externe, et en ce que la portion (5) d'épaisseur relativement amincie est située entre les deux extrémités longitudinales du col (4), par exemple dans la partie médiane du col (4).
- [Revendication 7] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le col (4) est du type mobile et possède une première extrémité longitudinale reliée rigidement à un point fixe, par exemple l'enveloppe (3) externe et une seconde extrémité longitudinale reliée à un point ayant une liberté de débattement, par exemple l'enveloppe (2) interne, et en ce que la portion (5) d'épaisseur relativement amincie est

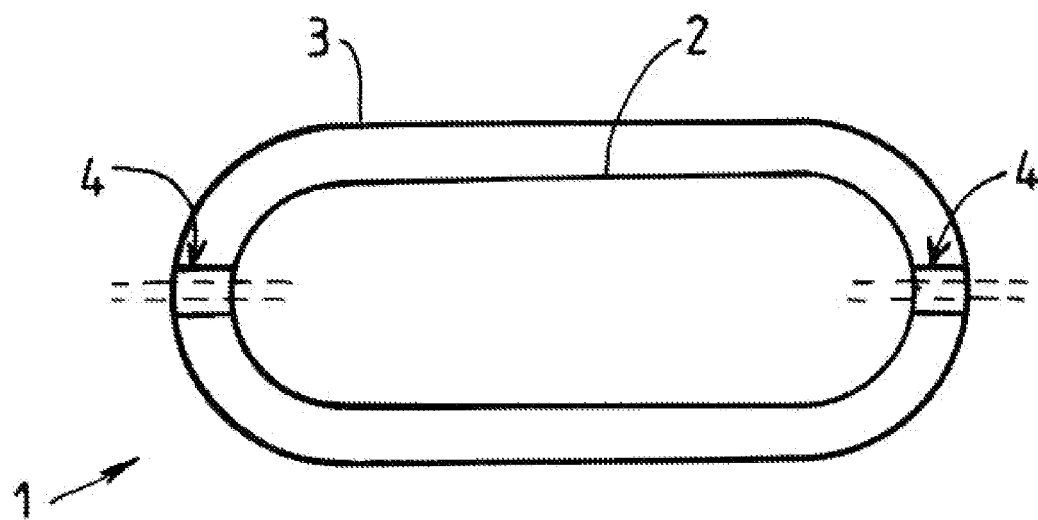
située au niveau de la seconde extrémité longitudinale.

[Revendication 8] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte deux cols (4) situés respectivement à deux extrémité du réservoir (1).

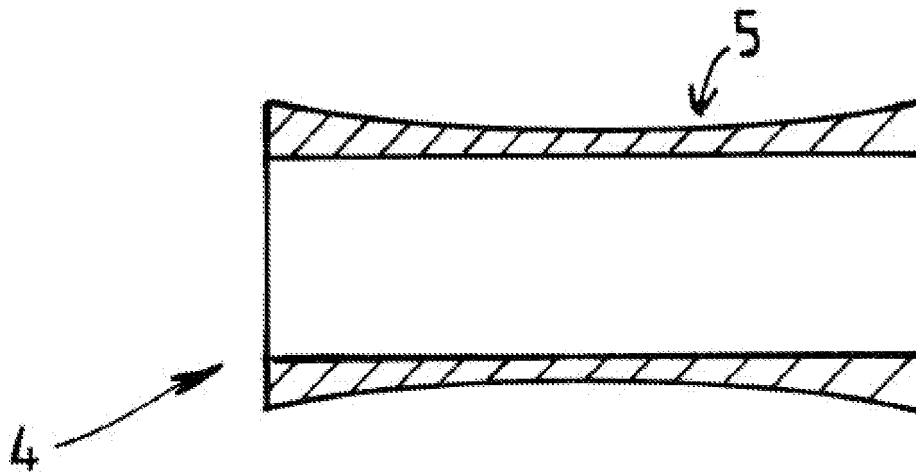
[Revendication 9] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'enveloppe (2) interne et/ou l'enveloppe externe est constituée de l'un au moins parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane.

[Revendication 10] Réservoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le col (4) est constituée de l'un au moins parmi: acier carbone, inox, aluminium, titane.

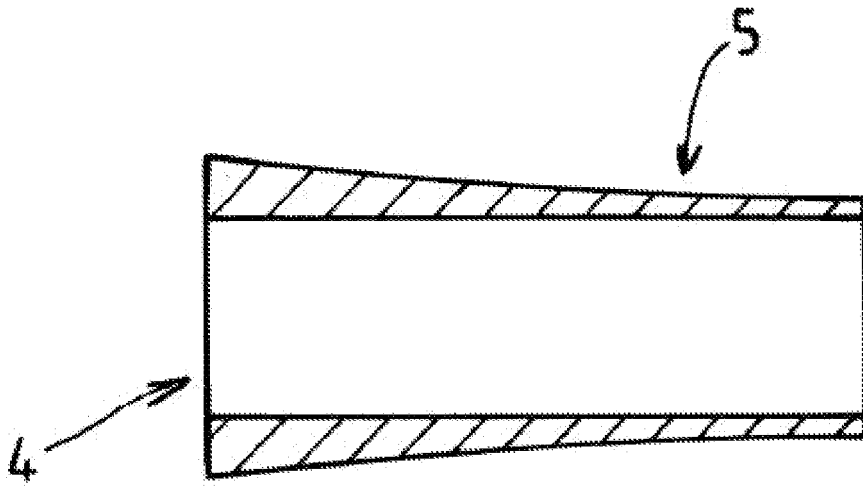
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national**FA 919466**
FR 2305484

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 098 030 A2 (MINNESOTA VALLEY ENG [US]) 11 janvier 1984 (1984-01-11) * figures 1-5 * -----	1-6, 8-10	F17C 1/12 F17C 3/08
A		7	
X	WO 2005/100210 A1 (CHINA INT MARINE CONTAINERS [CN]; UNIV SHANGHAI JIAOTONG [CN] ET AL.) 27 octobre 2005 (2005-10-27) * figures 1-6 * -----	1-5, 7-10	
X	CN 102 865 456 B (UNIV CHANGZHOU) 12 novembre 2014 (2014-11-12) * figure 1 * -----	1-6, 8-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F17C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 janvier 2024		Nicol, Boris	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305484 FA 919466**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **04-01-2024**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0098030	A2	11-01-1984	AU	552833 B2		19-06-1986
			CA	1217154 A		27-01-1987
			EP	0098030 A2		11-01-1984
			JP	S599396 A		18-01-1984
			JP	H0510559 B2		10-02-1993
			NZ	203865 A		10-09-1986
			US	4548335 A		22-10-1985
WO 2005100210	A1	27-10-2005	CN	1683816 A		19-10-2005
			DE	112005000873 T5		08-03-2007
			WO	2005100210 A1		27-10-2005
CN 102865456	B	12-11-2014	AUCUN			