

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
08 février 2018 (08.02.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/024981 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 13/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052159

(22) Date de dépôt international :
01 août 2017 (01.08.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1657496 02 août 2016 (02.08.2016) FR

(71) Déposant : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
[FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les Che-
vreuse (FR).

(72) Inventeurs : LAURAIN, Nicolas ; 12 rue Saint Denis,
91640 BRIIS SOUS FORGES (FR). DELETRE, Bruno ;
18 rue Saint Médéric, 78000 VERSAILLES (FR). COU-
TEAU, Julien ; 8 place Saint Jean, 79300 BRESSUIRE
(FR).

(74) Mandataire : ABELLO, Michel ; 9 Rue Anatole de la
Forge, 75017 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: IMPERVIOUS WALL STRUCTURE

(54) Titre : STRUCTURE DE PAROI ETANCHE

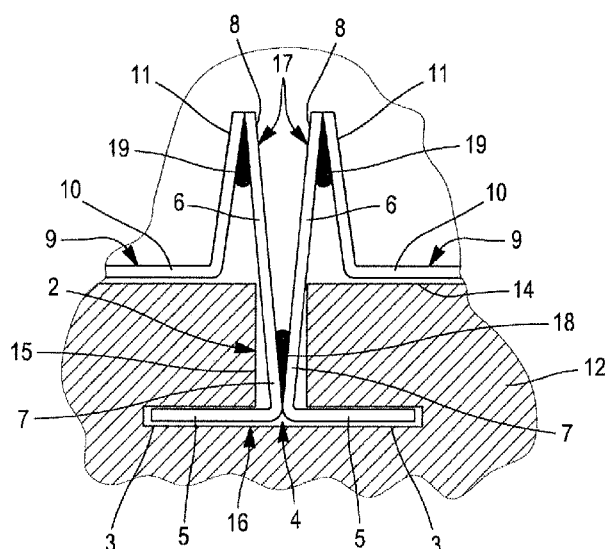


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to an impervious sealed and thermally insulating tank integrated in a carrier structure, one tank wall comprising - a thermally insulating barrier, - an impervious metallic membrane (32, 34) comprising a plurality of metallic strakes (9) with raised edges (11) arranged parallel to one another, - a plurality of weld supports (4) anchored to the thermally insulating barrier and interspersed between and welded to the raised edges (11) of adjacent metallic strakes (9), at least one weld support (4) comprising two metallic wings (17) each having a lower portion (7) connected to each other and an upper portion (8) capable of flexing with respect to each other, each metallic wing (17) being welded in an impervious manner to a raised edge (11) of adjacent metallic strakes (9).

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))*

(57) Abrégé : L'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, une paroi de cuve comportant - une barrière thermiquement isolante, - une membrane étanche métallique (32, 34) comportant une pluralité de virures métalliques (9) à bords relevés (11) disposées parallèlement les unes aux autres, - une pluralité de supports de soudure (4) ancrés à la barrière thermiquement isolante et intercalés et soudés à des bords relevés (11) de virures métalliques (9) adjacentes, au moins un support de soudure (4) comportant deux ailes métalliques (17) présentant chacune une portion inférieure (7) liées entre elles et une portion supérieure (8) aptes à fléchir l'une par rapport à l'autre, chaque aile métallique (17) étant soudée de manière étanche à un bord relevé (11) de virures métalliques (9) adjacentes.

STRUCTURE DE PAROI ETANCHE

Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement
5 isolantes pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

Des cuves étanches et thermiquement isolantes sont notamment employées pour le stockage de gaz liquéfié comme du méthane (GNL) ou pétrole (GPL), qui est stocké, à pression atmosphérique. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant.

10 Arrière-plan technologique

On connaît, par exemple d'après FR-A-2798358, FR-A-2709725, FR-A-2549575 ou FR-A-2398961, des cuves de stockage ou de transport pour des gaz liquéfiés à basse température dont la ou chaque membrane étanche, notamment
15 une membrane étanche primaire en contact avec le produit contenu dans la cuve, est constituée de tôles métalliques minces qui sont portées par une barrière thermiquement isolante. Ces tôles métalliques minces sont reliées entre elles de manière étanche afin d'assurer l'étanchéité de la cuve.

La figure 1 illustre un mode de fixation connu desdites tôles métalliques sur la barrière thermiquement isolante dans ce type de cuve. Sur cette figure 1, une
20 surface supérieure 101 de la barrière thermiquement isolante présente une rainure 102 se développant dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante depuis la surface de support 101. Cette rainure 102 présente dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante une zone de retenue formée par une gorge 103 qui se développe parallèlement à la surface de support 101. Cette gorge 103 se développe
25 au niveau d'une extrémité de la rainure 102 opposée à la surface de support 101 dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante, la rainure 102 présentant une section en coupe en forme en « L » dont la base est formée par la gorge 103. Une aile d'ancrage 104 en forme de « L » est insérée dans la rainure 102. Cette aile d'ancrage 104 présente une base 105 logée dans la gorge 103 de manière à retenir
30 l'aile d'ancrage 104 sur la barrière thermiquement isolante selon une direction perpendiculaire à la surface de support 101. L'aile d'ancrage 104 comporte en outre

une branche d'ancrage 106 dont une partie inférieure 107 est jointive de la base 105 et une partie supérieure 108 fait saillie au-dessus de la surface de support 101.

Deux tôles métalliques 109 sont disposées de part et d'autre de l'aile d'ancrage 104. Ces tôles métalliques 109 présentent chacune une portion médiane plane 110 en appui sur la surface de support 101 (pour une question de lisibilité de la figure, la surface de support 101 et les tôles métalliques 109 sont représentées sur la figure 1 avec un écart). Ces tôles métalliques présentent en outre des bords latéraux relevés, ci-après appelés bords relevés 111. Un bord relevé 111 de chacune des deux tôles métalliques 109 adjacentes est soudé de part et d'autre de la branche d'ancrage 106 de l'aile d'ancrage 104.

Les bords relevés 111 forment ainsi avec l'aile d'ancrage 104 des soufflets permettant d'absorber les efforts liés à la contraction de la membrane étanche, par exemple lors d'un chargement de liquide cryogénique dans la cuve.

Cependant, une telle aile d'ancrage 104 ne contribue pas à la souplesse de la membrane étanche. En effet, lors d'une contraction de la membrane étanche, les bords relevés 111 s'écartent de l'aile d'ancrage 104 pour absorber les efforts de contraction de la membrane. L'aile d'ancrage 104 étant sollicitée selon deux directions opposées par les bords relevés 111, elle reste sensiblement statique dans la cuve sans contribuer à l'absorption des efforts de contraction de la membrane étanche.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de fournir une cuve comportant une membrane étanche présentant une bonne souplesse.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, ladite cuve comportant une paroi de cuve portée par une paroi porteuse de la structure porteuse, la paroi de cuve comportant

- une barrière thermiquement isolante fixée sur la paroi porteuse et définissant une surface de support parallèle à la paroi porteuse,
- une membrane étanche métallique portée par la surface de support, la membrane étanche métallique comportant une pluralité de virures métalliques, chaque virure métallique étant une pièce profilée s'étendant

selon une direction longitudinale et dont la section transversale comporte une portion médiane plane reposant sur la surface de support et deux bords latéraux relevés faisant saillie depuis la surface de support, les virures étant disposées parallèlement les unes aux autres sur la surface de support,

- 5 - une pluralité de supports de soudure portés par la barrière thermiquement isolante, chaque support de soudure s'étendant selon ladite direction longitudinale et faisant saillie depuis la surface de support entre deux bords relevés adjacents de deux virures métalliques adjacentes, les bords relevés adjacents étant soudés de manière étanche au support de soudure intercalé
10 entre lesdits bords relevés adjacents,

dans laquelle au moins l'un desdits supports de soudure comporte deux ailes métalliques s'étendant dans la direction longitudinale, chaque aile métallique présentant une portion inférieure qui est liée de manière étanche à la portion inférieure de l'autre aile métallique et une portion supérieure faisant saillie au-
15 dessus de la surface de support, les portions supérieures des deux ailes métalliques étant aptes à fléchir l'une par rapport à l'autre selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, chaque aile métallique étant soudée de manière étanche à un bord relevé d'une virure adjacente respective, ledit support de soudure comportant en outre une base ancrée dans la barrière thermiquement isolante de
20 manière coulissante dans la direction longitudinale et liée à la portion inférieure d'au moins une desdites ailes métalliques.

Grâce à ces caractéristiques, la membrane étanche de la cuve présente une bonne souplesse. En effet, le support de soudure contribue à l'absorption des efforts de contraction de la membrane étanche permettant ainsi une meilleure
25 souplesse de la membrane étanche. En outre, grâce à ces caractéristiques, la déformation du bord relevé d'une virure métallique liée au support de soudure n'est pas perturbée par la coopération entre ledit support de soudure et le bord relevé de l'autre virure métallique liée audit support de soudure.

Selon des modes de réalisation, une telle cuve peut comporter une ou
30 plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante présente un logement creusé dans l'épaisseur de la paroi de cuve depuis la surface de support, le logement s'étendant selon la direction longitudinale et présentant une

ouverture débouchant sur la surface de support et une zone de retenue s'étendant dans une direction latérale perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur, la base du support de soudure s'étendant dans la zone de retenue du logement de la barrière thermiquement isolante de manière à retenir le support de soudure sur la surface de support. Grâce à ces caractéristiques, l'ancrage du support de soudure est simple à réaliser. En outre, l'ancrage du support de soudure peut être réalisé couissant selon la direction longitudinale.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte une pluralité d'éléments isolants parallélépipédiques juxtaposés, les éléments isolants comportant des panneaux de couvercle, la surface de support étant formée par les panneaux de couvercle des éléments isolants, le logement étant ménagé dans l'épaisseur d'au moins un desdits panneaux de couvercle.

Selon un mode de réalisation, la portion inférieure d'au moins une aile métallique comporte une portion pliée formant la base du support de soudure.

Selon un mode de réalisation, les deux ailes métalliques du support de soudure sont symétriques selon un plan se développant parallèlement à la direction longitudinale et perpendiculaire à la surface de support.

Grâce à ces caractéristiques, le support de soudure est simple à fabriquer.

Selon un mode de réalisation, les virures métalliques sont constituées d'un matériau choisi dans le groupe constitué des alliages d'acier au nickel et des alliages d'acier au manganèse. De manière préférentielle, un matériau présentant un coefficient de contraction thermique inférieur à $10^{-5}/K$ est choisi pour les applications dont le gaz liquide est à une température en-dessous de $-100^{\circ}C$. Selon un mode de réalisation, un matériau présentant un coefficient de contraction thermique inférieur à $16.10^{-6}/K$ est choisi pour les applications dont le gaz liquide est à une température comprise entre $-45^{\circ}C$ et $-100^{\circ}C$.

Selon un mode de réalisation, la liaison entre les portions inférieures des deux ailes de soudure est située dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante. Ainsi, la liaison entre les portions inférieures des ailes métallique ne perturbe pas la flexibilité de la portion desdites ailes de soudure faisant saillie au-dessus de la surface de support.

Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de
5 stockage déporté (FPSO) et autres.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un navire pour le transport d'un produit liquide froid comportant une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.

Selon un mode de réalisation, la direction longitudinale des virures
10 métalliques est perpendiculaire à un axe longitudinal du navire.

Selon un mode de réalisation, l'extrémité des virures métalliques dont la direction longitudinale est perpendiculaire à un axe longitudinal du navire est soudée sur une cornière d'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante, ladite cornière d'angle définissant un angle de la cuve s'étendant
15 perpendiculairement à la direction longitudinale des virures métalliques. Selon un mode de réalisation, la cornière d'angle est formée par une pluralité de pièces métalliques juxtaposées le long de l'angle de la cuve avec des espacements mutuels.

Selon un mode de réalisation, les pièces métalliques sont jointes entre
20 elles par des pièces ondulées. Selon un mode de réalisation, les pièces ondulées sont décalées le long de l'axe longitudinal du navire par rapport aux bords relevés des virures métalliques.

Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte en outre au moins deux virures transverses, chaque virure transverse étant une pièce profilée
25 s'étendant selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale des virures métalliques et comportant une portion plane et au moins un bord latéral relevé, la paroi de cuve comportant en outre au moins un support transverse ancré dans la barrière thermiquement isolante, le support transverse s'étendant selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, lesdits au moins un bord relevé
30 desdites virures transverses étant soudés de manière étanche au support transverse de chaque côté longitudinal dudit support transverse, une extrémité longitudinale des virures métalliques étant soudée de manière étanche sur la portion plane d'une des virures transverse.

De telles virures transverses peuvent être réalisées de plusieurs manières. Selon un premier mode de réalisation, les virures transverses sont agencées dans une portion centrale d'une paroi plane de la cuve et la membrane étanche comporte au moins deux virures métalliques situées le long de la direction longitudinale de
5 chaque côté des virures transverses, lesdites au moins deux virures métalliques étant soudées de manière étanche sur une virure transverse respective.

Selon un mode de réalisation, les virures transverses sont situées au milieu de la membrane étanche selon la direction longitudinale.

Selon un mode de réalisation, le support d'ancrage transverse comporte
10 deux ailes métalliques transverses faisant saillie de la surface de support, les ailes métalliques transverses étant aptes à fléchir l'une par rapport à l'autre selon la direction longitudinale, les bords relevés desdites au moins deux virures transverses étant soudés de manière étanche à une aile métallique transverse respective.

Selon un mode de réalisation, la direction longitudinale des virures
15 métalliques est parallèle à un axe longitudinal du navire.

Selon un second mode de réalisation, les virures transverses sont agencées au bord d'une paroi plane de la cuve, à la jonction entre les extrémités longitudinales de virures métalliques et d'une structure d'angle.

Dans ce cas, au moins deux virures transverses sont disposées entre les
20 virures métalliques et une structure d'angle de la cuve, la portion plane de l'une des au moins deux virures transverses étant soudée de manière étanche à la structure d'angle et les extrémités longitudinales desdites virures métalliques étant soudées à la portion plane de l'autre des au moins deux virures transverses.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de
25 chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante du navire.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de
30 transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve étanche et thermiquement isolante installée dans la coque du navire à une installation de

stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante du navire.

5 Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- 10
 - La figure 1 est une vue en coupe d'une aile d'ancrage de membrane métallique étanche de l'art antérieur, ladite aile d'ancrage étant ancrée dans une barrière thermiquement isolante d'une cuve étanche et thermiquement isolante.
- 15
 - La figure 2 est une vue en coupe d'une portion de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante au niveau d'un support de soudure selon un premier mode de réalisation, le support de soudure coopérant avec deux virures métalliques disposées de part et d'autre dudit support de soudure.
- 20
 - La figure 3 est une vue en coupe d'une portion de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante au niveau d'un support de soudure selon un deuxième mode de réalisation, le support de soudure coopérant avec deux virures métalliques disposées de part et d'autre dudit support de soudure.
- 25
 - La figure 4 est une représentation schématique illustrant l'absorption des efforts de contraction de la membrane étanche au niveau du support de soudure de la figure 2.
 - Les figures 5 et 6 sont des représentations schématiques d'une étape de soudure entre les virures métalliques et le support de soudure de la figure 2.
- 30
 - La figure 7 est une représentation schématique en coupe d'une cuve de navire dans laquelle les virures métalliques sont disposées selon une direction transversale du navire.

- La figure 8 est une vue de détail de la figure 7 illustrant un angle de la cuve.
- La figure 9 est une représentation schématique d'un angle de cuve étanche et thermiquement isolante dans lequel les virures métalliques sont disposées selon une direction longitudinale du navire.
- La figure 10 est une vue en coupe de détail de la membrane étanche de la figure 9 illustrant la jonction entre les virures métalliques et la structure d'angle de la cuve.
- La figure 11 est une représentation schématique d'une variante de la membrane étanche illustrée sur les figures 7 et 8.
- La figure 12 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

15 Description détaillée de modes de réalisation

Dans la description ci-dessous, on fait référence à une membrane étanche dans le cadre d'une cuve étanche et thermiquement isolante. Une telle cuve comporte un espace interne destiné à être rempli de gaz combustible ou non combustible. Le gaz peut notamment être un gaz naturel liquéfié (GNL), c'est-à-dire un mélange gazeux comportant majoritairement du méthane ainsi qu'un ou plusieurs autres hydrocarbures, tels que l'éthane, le propane, le n-butane, le i-butane, le n-pentane le i-pentane, le néopentane, et de l'azote en faible proportion. Le gaz peut également être de l'éthane ou un gaz de pétrole liquéfié (GPL), c'est-à-dire un mélange d'hydrocarbures issu du raffinage du pétrole comportant essentiellement du propane et du butane.

La membrane étanche repose sur une surface de support formée par une barrière thermiquement isolante de la cuve. Cette membrane étanche présente une structure répétée comportant alternativement d'une part des bandes de tôle disposées sur la surface de support et, d'autre part, des supports de soudure allongés liés à la surface de support et s'étendant parallèlement aux bandes de tôle sur au moins une partie de la longueur des bandes de tôle. Les bandes de tôle comportent des bords latéraux relevés disposés et soudés contre les supports de

soudure adjacents. Une telle structure est par exemple utilisée dans les cuves de méthanier de type NO96 commercialisées par la déposante.

La figure 2 est une vue en coupe d'une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante au niveau de la liaison entre deux virures métalliques 9 adjacentes d'une membrane étanche de la paroi de cuve et un support de soudure 4 ancré sur une barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve. Une telle barrière thermiquement isolante est formée d'éléments isolants juxtaposés. Par exemple, des éléments isolants adaptés sont décrits dans le document WO2012/072906. Les éléments isolants sont ancrés à la structure porteuse par des organes de retenue. Chacun des éléments isolants présente une forme de parallélépipède rectangle présentant deux grandes faces, ou faces principales, et quatre petites faces, ou faces latérales. Plus particulièrement, les virures métalliques 9 adjacentes reposent sur une surface de support 14 de la barrière thermiquement isolante. Cette surface de support 14 est formée par la face supérieure de panneaux de couvercle 12 des éléments isolants. Le support de soudure 4 est ancré dans le panneau de couvercle 12 d'un élément isolant de la barrière thermiquement isolante.

Afin d'ancrer le support de soudure 4 dans le panneau de couvercle 12, la face supérieure du panneau couvercle 12 comporte une rainure 2 dont la section est en forme de « T » inversé. Une première portion 15 de la rainure 2 débouche sur la surface de support 14 formée par le panneau de couvercle 12. La première portion 15 de la rainure 2 se développe perpendiculairement à la surface de support 14 dans l'épaisseur du panneau de couvercle 12, c'est-à-dire dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante. Une extrémité de la première portion 15 opposée à la surface de support 14 présente une zone de retenue 16. Cette zone de retenue 16 se développe dans l'épaisseur du panneau de couvercle 12 parallèlement à la surface de support 14. Les supports de soudure 4 sont insérés par coulissement dans les rainures 2 des panneaux de couvercle 12. Les supports de soudure 4 sont ainsi ancrés de manière coulissante sur les panneaux de couvercle 12, selon la direction longitudinale des supports de soudure 4.

Dans un mode de réalisation non illustré, la zone de retenue 16 se développe selon une direction qui est oblique par rapport à la surface de support 14 et comporte une composante parallèle à la surface de support 14.

Dans le premier mode de réalisation illustré sur la figure 2, la zone de retenue 16 est formée par deux gorges 3 se développant de part et d'autre de la première portion 15 au niveau de l'extrémité de la première portion 15 opposée à la surface de support.

- 5 Selon un autre mode de réalisation, la zone de retenue peut également être ménagée depuis une zone intermédiaire de la première portion 15, ladite zone intermédiaire étant située entre la surface de support 14 et l'extrémité de la première portion 15 opposée à la surface de support 14.

10 Le support de soudure 4 comporte deux ailes métalliques 17. Ces ailes métalliques 17 sont symétriques par rapport à un plan perpendiculaire à la surface de support 14 et parallèle à une direction longitudinale de la rainure 2. Chaque aile métallique 17 présente une section en forme de « L » comportant une base 5 et une branche d'ancrage 6.

15 La base 5 de chaque aile métallique 17 est logée dans une gorge 3 respective de la rainure 2. Dans le premier mode de réalisation illustré sur la figure 2, les bases 5 des ailes métalliques 17 se développent parallèlement à la surface de support 14. Une portion inférieure 7 de chaque branche d'ancrage 6 est jointive de la base 5 de l'aile métallique 17 correspondante. En outre, les portions inférieures 7 des branches d'ancrage 6 des deux ailes métalliques 17 sont soudées entre elles
20 par une ligne de soudure 18. Cette ligne de soudure 18 est de préférence logée dans l'épaisseur du panneau de couvercle 12. Dans un mode de réalisation non illustré, cette ligne de soudure est située au niveau de la surface de support 14. Une portion supérieure 8 de la branche d'ancrage 6 de chacune des ailes métalliques 17 fait saillie de la surface de support 14 depuis la rainure 2, vers l'intérieur de la cuve.

25 Les deux virures métalliques 9 adjacentes sont disposées sur la surface de support 14 de part et d'autre du support de soudure 4. Chaque virure métallique 9 présente une portion médiane plane 10 se développant selon une direction longitudinale de la virure métallique 9. Chaque virure métallique 9 présente en outre deux bords relevés 11 situés de part et d'autre de la portion médiane plane 10,
30 c'est-à-dire le long de deux bords longitudinaux opposés de la portion médiane plane 10. Un seul bord relevé 11 de chacune des deux virures métalliques 9 est représenté sur la figure 2. Chaque bord relevé 11 fait saillie de la surface de support 14. La direction longitudinale des virures métalliques 9 et la direction longitudinale

du support de soudure 4 sont parallèles. Un bord relevé 11 de chacune des deux virures métalliques 9 adjacentes est soudé à une aile métallique 17 respective du support de soudure 4. Plus particulièrement, chaque bord relevé 11 est soudé par une ligne de soudure 19 à la portion supérieure 8 de la branche d'ancrage 6 d'une
5 unique aile métallique 17.

La figure 3 est une vue en coupe d'une portion de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante au niveau de la jonction entre un support de soudure 4 selon un deuxième mode de réalisation et deux virures métalliques 9 d'une membrane étanche. Sur cette figure, les éléments identiques ou ayant la même
10 fonction que des éléments décrits en regard de la figure 2 portent les mêmes références.

Ce deuxième mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation décrit ci-dessus en ce que seule une des deux ailes métalliques 17 du support de soudure 4 comporte une base 5. L'autre aile métallique 17 comporte uniquement
15 une branche d'ancrage 6. De manière analogue au premier mode de réalisation, les portions inférieures 7 des branches d'ancrage 6 des deux ailes métalliques sont soudées l'une à l'autre par la ligne de soudure 18 et la portion supérieure 8 des branches d'ancrage 6 de chacune des ailes métalliques 17 est soudée à un bord relevé 11 respectif par la ligne de soudure 19. Par ailleurs, la zone de retenue 16 de
20 la rainure 2 ne comporte qu'une unique gorge 3 dans laquelle est logée la base 5 de l'unique aile métallique 17 présentant une base 5. Ainsi, la rainure 2 présente une section en forme de « L ».

La figure 4 est une représentation schématique illustrant l'absorption des efforts de contraction de la membrane étanche au niveau du support de soudure de
25 la figure 1.

Lors d'une contraction de la membrane étanche, par exemple liée à l'introduction de GNL dans la cuve, les virures métalliques 9 se contractent. En se contractant, chaque virure métallique 9 exerce un effort sur le support de soudure 4 comme illustré par les flèches 20 sur la figure 4. Ces efforts sont exercés sur le
30 support de soudure 4 par l'intermédiaire des bords relevés 11 via les lignes de soudures 19 selon des directions opposées. Chaque bord relevé 11 constitue ainsi avec la branche d'ancrage 6 sur laquelle il est soudé un soufflet susceptible de

s'ouvrir pour absorber la contraction thermique de la membrane, comme illustré par les flèches 21.

En outre, les deux branches d'ancrages 6 du support de soudure forment également un soufflet susceptible de s'ouvrir pour absorber la contraction thermique de la membrane, comme illustré par les flèches 22. En effet, les deux branches d'ancrage 6 étant liées par la ligne de soudure 18 au niveau de leur portion inférieure 7, leur portion supérieure 8 présentent une liberté de mouvement relatif. Ainsi, les portions supérieures 8 des branches d'ancrage 6 peuvent s'écarter l'une de l'autre afin d'absorber les contraintes thermiques. La figure 2 illustre un support de soudure 4 dont les soufflets formés d'une part par les bords relevés 11 et la portion supérieure 8 des branches d'ancrage 6 et, d'autre part, par les portions inférieures 7 des deux branches d'ancrage 6 sont ouverts.

Les figures 5 et 6 sont des représentations schématiques d'une étape de soudure entre les virures et le support de soudure de la figure 1.

Selon un mode de réalisation, la ligne de soudure 18 liant entre elles les deux ailes métalliques 17 du support de soudure 4 est réalisée par une soudure à la molette. Cette soudure à la molette est réalisée avant insertion des supports de soudure 4 dans les rainures 2 des panneaux de couvercle 12.

Pour réaliser les soudures étanches entre les virures métalliques 9 et les ailes métalliques 17 sur de grandes longueurs, des machines de soudage (non illustrées) peuvent être employées. Les soudures peuvent être réalisées à l'aide de machines de soudage électrique, par exemple comme décrit dans les documents FR-A-2172837 ou FR-A-2140716. Une telle machine de soudage se déplace le long des lignes de soudage 19 en étant maintenue plaquée contre les virures métalliques 9 dont elle réalise les soudures des bords relevés 11.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures 5 et 6, la machine de soudure (non illustrée) comporte un premier jeu de galets 23 et un deuxième jeu de galets 24. Chaque jeu de galets 23 et 24 coopère avec l'un des bords relevés 11 et la branche d'ancrage 6 associée. Chaque jeu de galets 23 et 24 est associé à une torche de soudure 25 respective, par exemple une torche de soudure laser portée par la machine de soudure. Le premier jeu de galets 23 et le deuxième jeu de galets 24 fonctionnant de manière analogue, seul le fonctionnement du premier jeu de

galets 23 tel qu'illustré sur la figure 5 est décrit ci-après, cette description s'appliquant par analogie au deuxième jeu de galets 24.

Le premier jeu de galets 23 comporte un premier galet 28 et un deuxième galet 38. Le premier galet 28 est plaqué en appui contre une face 26 de la branche d'ancrage 6 opposée au bord relevé 11. Le deuxième galet 38 est plaqué en appui contre une face 27 du bord relevé 11 opposée à la branche d'ancrage 6. L'appui du premier galet 28 contre la branche d'ancrage 6 et l'appui du deuxième galet 38 contre le bord relevé 11 sont réalisés en vis-à-vis l'un de l'autre de manière à plaquer correctement le bord relevé 11 contre la branche d'ancrage 6.

La torche de soudure 25 est positionnée proche du premier jeu de galets 23 de manière à réaliser une soudure laser entre le bord relevé 11 et la branche d'ancrage 6 dans une position plaquée desdits bord relevé 11 et de la branche d'ancrage 6. De préférence, la torche de soudure 25 est positionnée de façon à ce que le plaquage du bord relevé 11 et de la branche d'ancrage 6 précède la soudure laser lors du déplacement de la machine de soudure.

Une telle machine de soudure permet de souder le bord relevé 11 de chacune des deux virures métalliques 9 adjacentes avec une branche d'ancrage 6 respective du support de soudure 4.

La figure 7 est une représentation schématique en coupe d'une cuve dans laquelle les virures métalliques 9 sont disposées selon une direction transversale d'un navire dans lequel la cuve est logée.

La structure porteuse de la cuve est ici constituée par la coque interne d'un navire à double coque, dont on a représenté la paroi de fond au chiffre 30, et par des cloisons transversales, qui définissent des compartiments dans la coque interne du navire. Sur chaque paroi de la structure porteuse, une paroi correspondante de la cuve est réalisée. Chaque paroi de la cuve comporte successivement, dans la direction d'épaisseur de la cuve, de l'extérieur vers l'intérieur, une barrière thermiquement isolante secondaire 31, une membrane étanche secondaire 32, une barrière thermiquement isolante primaire 33 et une membrane étanche primaire 34.

Les membranes étanches secondaires 32 et primaires 34 sont à chaque fois constituées d'une série de virures métalliques 9 parallèles aux bords relevés 11, qui sont disposées alternativement avec des supports de soudure 4 allongés ainsi que décrit ci-dessus en regard des figures 2 à 4. Cette structure alternée est

réalisée sur toute la surface des parois de la cuve, ce qui peut impliquer de très grandes longueurs.

Sur la figure 7, les bords relevés 11 sont disposés selon une direction longitudinale perpendiculaire à la direction longitudinale du navire. Ainsi, les bords relevés 11 constituent des soufflets permettant d'absorber les efforts de contraction dans une direction longitudinale du navire. Les virures métalliques 9 ainsi que les supports de soudure 4 sont interrompus au niveau des angles parallèles à la direction longitudinale du navire, par exemple de la façon décrite dans le document WO 2012/072906 ou bien FR2724623.

La figure 8 est une vue de détail de la figure 7 illustrant un angle de la cuve reliant deux parois de cuves. Dans un tel angle de cuve, les surfaces de support 14 de la barrière thermiquement isolante de deux parois de cuve adjacentes forment un angle par exemple de l'ordre de 135° . Afin d'assurer l'étanchéité entre les membranes étanches au niveau de cet angle de la cuve, les surfaces de support 14 sont recouvertes d'une pluralité de pièces d'angle 35. Ces pièces d'angle 35 présentent un angle analogue à l'angle formé entre les surfaces de support de deux parois adjacentes.

Les virures métalliques 9 des deux parois de cuve formant l'angle de la cuve sont soudées de manière étanche sur les pièces d'angle 35. L'étanchéité entre deux pièces d'angle 35 successive est assurée par la présence de pièces ondulées 36 qui sont soudées d'une part sur les deux pièces d'angles 35 adjacentes et, d'autre part, sur les virures métalliques 9 des deux parois de cuves formant l'angle au droit de la jonction entre les deux pièces d'angle 35. Les pièces ondulées 36 sont décalées selon la direction de l'angle de la cuve par rapport aux supports de soudure 4 de sorte qu'un support de soudure 4 ne soit pas en vis-à-vis d'une pièce ondulée 36 le long de l'angle de la cuve. Une extrémité des virures métalliques 9 formant la jonction de la membrane étanche au niveau de l'angle présente éventuellement une découpe parallèle aux bords relevés 11 recouverte par les pièces ondulées 36 afin de permettre la déformation desdites pièces ondulées 36 et l'absorption de contraintes de contractions. La membrane étanche présente ainsi selon toute droite perpendiculaire à la direction longitudinale des virures métalliques 9 une souplesse égale ou supérieure à la souplesse desdites virures métalliques 9.

Un mode de réalisation des pièces ondulées 36 de la membrane étanche de cuve au niveau d'un tel angle de cuve est par exemple décrit dans le document FR3004507, en regard des figures 6 et 7. Par ailleurs, l'interruption des bords relevés 11 des virures métallique ainsi que des supports de soudure 4 peut être
5 réalisée selon les méthodes décrites dans les documents WO 2012/072906 ou bien FR2724623.

La figure 9 est une représentation schématique en coupe d'une cuve dans laquelle les virures métalliques 9 de la membrane étanche secondaire sont disposées selon une direction longitudinale d'un navire dans lequel la cuve est
10 logée. Cette figure illustre un angle de cuve entre une paroi longitudinale de la cuve et une paroi transversale de la cuve, la direction longitudinale des virures métalliques 9 des parois longitudinales de la cuve étant parallèle à la direction longitudinale du navire comportant la cuve. Sur cette figure, les parois de cuves comportent comme sur la figure 7 deux barrières thermiquement isolantes et deux
15 membranes étanches. Pour une question de lisibilité, seule la membrane étanche secondaire est visible sur la figure 9, la description ci-après s'appliquant de manière identique à la membrane étanche primaire non représentée.

La cuve comporte au niveau de chaque angle formé par la paroi transversale un anneau de raccordement 39 en forme de tube qui permet de
20 reprendre les efforts de tension résultant de la contraction thermique, de la déformation de la coque à la mer et des mouvements de la cargaison. Un tel anneau de raccordement 39 est par exemple décrit dans le document WO 2012/072906 ou encore dans le document FR-A-2549575.

L'anneau de raccordement 39 est ancré sur la structure porteuse et
25 comporte une aile 40 se développant parallèlement à l'angle de la structure porteuse, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction longitudinale des virures métalliques 9. Les virures métalliques 9 sont interrompues avant l'anneau de raccordement 39. Une portion de flexion 41 permet la jonction étanche entre l'aile 40 de l'anneau de raccordement 39 et une extrémité terminale des virures
30 métalliques 9.

La portion de flexion 41 est décrite plus en détail en regard de la figure 10. Cette portion de flexion 41 comporte une pluralité de virures d'angle disposées

parallèlement à l'angle de la cuve, c'est-à-dire perpendiculairement aux virures métalliques 9.

Une virure d'angle externe 42 comporte une portion plane 43 soudée sur toute sa longueur à l'aile 40 de l'anneau de raccordement 39. Cette virure d'angle
5 externe 42 comporte sur un bord longitudinal opposé à l'anneau de raccordement 39 un bord relevé 44 analogue aux bords relevés 11 des virures métalliques 9.

Une virure d'angle interne 45 comporte une portion plane 46 sur laquelle sont soudées les extrémités des virures métalliques 9. Cette virure d'angle interne 45 présente sur un bord longitudinal opposé aux virures métalliques 9 un bord
10 relevé 47 analogue aux bords relevés 11 des virures métalliques 9.

La virure d'angle interne 42 et la virure d'angle externe 45 sont reliées par une virure d'angle centrale 48 présentant une structure analogue aux virures métalliques 9, c'est-à-dire une portion centrale plane 49 dont les bords longitudinaux présentent chacun un bord relevé 50. Les bords relevés 44, 47 et 50 des virures
15 d'angles 42, 45 et 48 adjacentes sont reliés entre eux.

Au moins une liaison entre les bords relevés 44, 47 et 50 de deux virures d'angle 42, 45 et 48 adjacentes est réalisée par l'intermédiaire d'un support de soudure d'angle 51 ancrée sur dans la barrière thermiquement isolante. Un tel support de soudure d'angle 51 est disposé parallèlement à l'angle de la cuve et
20 présente une structure analogue aux supports de soudure 4 ou 104 décrits ci-dessus.

Ainsi, sur la figure 10, on observe successivement une aile 40 de l'anneau de raccordement 39 sur laquelle est soudée la virure d'angle externe 42. Le bord relevé 44 de la virure d'angle externe 42 est ancré sur la barrière thermiquement
25 isolante par l'intermédiaire du support de soudure d'angle 51 analogue au support de soudure 104 décrit en regard de la figure 1. Un premier bord relevé 50 d'une première virure d'angle centrale 48 est également soudé sur ce support de soudure d'angle 51 sur une face du support de soudure d'angle 51 opposée au bord relevé 44. Un second bord relevé 50 de la première virure d'angle centrale 48 opposé au support de soudure 51 est directement soudé à un premier bord relevé 50 d'une
30 seconde virure d'angle centrale 48. Un second bord relevé 50 de la seconde virure d'angle centrale 48 opposé à la première virure d'angle centrale 48 est directement soudé au bord relevé 47 de la virure d'angle interne 45. Enfin, les virures

métalliques 9 sont directement soudées sur la virure d'angle interne 45. Les bords relevés 11 des virures métalliques 9 sont interrompus avant la portion de flexion 41 de façon usuelle, par exemple comme décrit dans le document WO 2012/072906.

La portion de flexion 41 comporte à minima la virure d'angle interne 45 et la virure d'angle externe 42. Le nombre de virures d'angle centrales 48 peut varier de 0 à N, N étant un nombre entier, selon la souplesse de la membrane étanche désirée. En effet, la liaison entre les différents bords relevés 44, 47 et 50 des virures d'angle 42, 45 et 48 adjacentes forme un soufflet permettant d'absorber les contraintes de contraction thermique selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale des virures métalliques 9. Sur la figure 10, N est égal à 2.

De même, le nombre de support de soudure d'angle 51 peut être variable, la portion de flexion 41 comportant au moins une liaison entre deux bords relevés 44, 47 et 50 de virures d'angle 42, 45 et 48 adjacentes comportant un support de soudure d'angle 51.

Dans certains cas et ceux afin d'éviter de faire travailler en compression les virures métalliques, une précontrainte en traction est appliquée lors du soudage.

La figure 11 est une représentation schématique d'une variante de la membrane étanche illustrée sur les figures 7 et 8. Dans cette variante, les virures métalliques 9 sont interrompues sur une portion centrale reliant entre eux deux angles de la cuve, par exemple sensiblement au milieu de la paroi de cuve. Cette interruption est réalisée par une portion de flexion transverse 52. Cette portion de flexion transverse 52 se développe perpendiculairement à la direction longitudinale des virures métalliques 9.

La portion de flexion transverse 52 est réalisée de façon analogue à la portion de flexion 41 décrite ci-dessus en regard des figures 9 et 10. Ainsi, sur la membrane étanche représentée sur la figure 11 la portion de flexion transverse 52 comporte deux virures transverses d'extrémité 53 et deux virures transverses centrales 54. Les virures transverses d'extrémité 53 sont analogues aux virures d'angle interne et externe 45 et 42. Les virures transverses centrales 54 sont analogues aux virures d'angles centrales 48. Les virures transverses centrales 54 sont intercalées entre les virures transverses d'extrémité 53. Les virures transverses d'extrémité 53 sont symétriques par rapport aux virures transverses centrales 54. Les virures métalliques 9 interrompues de part et d'autre de la portion de flexion

transverse 52 sont soudées sur une virure transverse d'extrémité 53 respective. Les bords relevés des différentes virures transverses 53 et 54 sont reliées entre elles directement ou par l'intermédiaire d'un support de soudure transverse. Ce support de soudure transverse est analogue aux supports de soudure décrits ci-dessus en regard de la figure 1 ou des figures 2 à 4. La portion de flexion transverse comporte au moins un support de soudure transverse. Les bords relevés 11 des virures métalliques 9 et les supports de soudures 4 interrompus par la portion de flexion transverse 52 sont interrompus de façon usuelle comme par exemple ainsi que décrit dans le document WO 2012/072906 ou encore dans le document FR-A-
10 2549575.

En regard des figures 7 à 11, il est possible d'alterner des supports de soudure 4 tels que décrits ci-dessus en regard des figures 2 à 4 et des supports de soudure classiques 104 tels que décrits en regard de la figure 1. L'alternance de tels supports de soudure peut présenter, par exemple, un rapport d'alternance de un support de soudure 4 tel que décrits en regard des figures 2 à 4 pour un support de soudure 104 de la figure 1, ou encore un rapport d'alternance d'un pour deux ou bien un pour N. De même, il est possible d'alterner des supports de soudures 4 tels que décrits ci-dessus en regard des figures 2 à 4 avec des soufflets formés par la soudure directe entre deux bords relevés 11 de virures métalliques 9 adjacentes. De
20 telles alternances sont par exemple de l'ordre d'un support de soudure 4 toutes les 2 virures métalliques 9, toutes les trois virures métalliques 9 ou encore toutes les N virures métalliques 9.

Par ailleurs, les virures métalliques 9 et les supports de soudure 4 décrits ci-dessus en regard des figures 2 à 9 sont, par exemple, réalisés en Invar®, c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. D'autres alliages peuvent en outre être utilisés.

La technique décrite ci-dessus pour réaliser une membrane étanche de cuve étanche et thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de
30 réservoirs, par exemple pour constituer la membrane étanche d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

En référence à la figure 10, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière
5 étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

De manière connue en soi, des canalisations de
10 chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

La figure 10 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une
15 installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de
20 liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76
25 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met
30 en œuvre des pompes embarquées dans le navire 70 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

- 5 L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.

Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

REVENDICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, ladite cuve comportant une paroi de cuve portée par une paroi porteuse de la structure porteuse, la paroi de cuve comportant
- 5 - une barrière thermiquement isolante (31, 33) fixée sur la paroi porteuse et définissant une surface de support (14) parallèle à la paroi porteuse,
- une membrane étanche métallique (32, 34) portée par la surface de support(14), la membrane étanche métallique (32, 34) comportant une pluralité de virures métalliques (9), chaque virure métallique (9) étant une
- 10 pièce profilée s'étendant selon une direction longitudinale et dont la section transversale comporte une portion médiane plane (10) reposant sur la surface de support (14) et deux bords latéraux relevés (11) faisant saillie depuis la surface de support (14), les virures métalliques (9) étant disposées parallèlement les unes aux autres sur la surface de support (14),
- 15 - une pluralité de supports de soudure (4) portés par la barrière thermiquement isolante, chaque support de soudure (4) s'étendant selon ladite direction longitudinale et faisant saillie depuis la surface de support (14) entre deux bords relevés (11) adjacents de deux virures métalliques (9) adjacentes, les bords relevés (11) adjacents étant soudés de manière
- 20 étanche au support de soudure (4) intercalé entre lesdits bords relevés adjacents (11),
- dans laquelle au moins l'un des supports de soudure (4) comporte deux ailes métalliques (17) s'étendant dans la direction longitudinale, chaque aile métallique (17) présentant une portion inférieure (7) qui est liée de manière étanche à la
- 25 portion inférieure (7) de l'autre aile métallique (17) et une portion supérieure (8) faisant saillie au-dessus de la surface de support (14), les portions supérieures (8) des deux ailes métalliques (17) étant aptes à fléchir l'une par rapport à l'autre selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, chaque aile métallique (17) étant soudée de manière étanche à un bord relevé (11) d'une virure métallique (9)
- 30 adjacente respective, ledit support de soudure (4) comportant en outre une base (5) ancrée dans la barrière thermiquement isolante de manière coulissante dans la direction longitudinale et liée à la portion inférieure (7) d'au moins une desdites ailes métalliques (17).

2. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle la barrière thermiquement isolante (31, 33) présente un logement (2) creusé dans l'épaisseur de la paroi de cuve depuis la surface de support (14), le logement (2) s'étendant selon la direction longitudinale et présentant une ouverture débouchant sur la surface de support (14) et une zone de retenue (16) s'étendant dans une direction latérale perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur, la base (5) du support de soudure (4) s'étendant dans la zone de retenue (16) du logement (3) de la barrière thermiquement isolante de manière à retenir le support de soudure (4) sur la surface de support (14).

10 3. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 2, dans laquelle la barrière thermiquement isolante comporte une pluralité d'éléments isolants parallélépipédiques juxtaposés, les éléments isolants comportant des panneaux de couvercle (12), la surface de support (14) étant formée par les panneaux de couvercle (12) des éléments isolants, le logement étant ménagé dans 15 l'épaisseur d'au moins un desdits panneaux de couvercle (12).

4. Cuve étanche et thermiquement isolante selon les revendications 1 à 3, dans laquelle la portion inférieure (7) d'au moins une aile métallique (17) comporte une portion pliée formant la base (5) du support de soudure (4).

5. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des 20 revendications 1 à 4, dans laquelle les deux ailes métalliques (17) du support de soudure (4) sont symétriques selon un plan se développant parallèlement à la direction longitudinale et perpendiculaire à la surface de support (4).

6. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle les virures métalliques (9) sont constituées d'un 25 matériau choisi dans le groupe constitué des alliages d'acier au nickel et des alliages d'acier au manganèse présentant un coefficient de contraction thermique inférieur à $1,6 \cdot 10^{-5}/K$.

7. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle la liaison (18) entre les portions inférieures (7) 30 des deux ailes de soudure (17) est située dans l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante.

8. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 7 disposée dans la double coque.

5 9. Navire selon la revendication 8, dans lequel la direction longitudinale des virures métalliques (9) est perpendiculaire à un axe longitudinal du navire.

10 10. Navire selon la revendication 9, dans lequel l'extrémité des virures métalliques (9) dont la direction longitudinale est perpendiculaire à un axe longitudinal du navire est soudée sur une cornière d'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante, ladite cornière d'angle définissant un angle de la cuve s'étendant perpendiculairement à la direction longitudinale des virures métalliques (9), la cornière d'angle étant formée par une pluralité de pièces métalliques (35) juxtaposées le long de l'angle de la cuve avec des espacements mutuels, les pièces métalliques étant jointes entre elles par des pièces ondulées (36).

15 11. Navire selon la revendication 10, dans lequel les pièces ondulées (36) sont décalées le long de l'axe longitudinal du navire par rapport aux bords relevés (11) des virures métalliques.

20 12. Navire selon la revendication 8, dans lequel la direction longitudinale des virures métalliques (9) est parallèle à un axe longitudinal du navire.

25 13. Navire selon l'une des revendications 8 à 12, dans lequel la membrane étanche comporte en outre au moins deux virures transverses (42, 45, 48, 52, 53), chaque virure transverse (42, 45, 48, 52, 53) étant une pièce profilée s'étendant selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale des virures métalliques et comportant une portion plane (43, 46, 49) et au moins un bord latéral relevé (44, 47, 50), la paroi de cuve comportant en outre au moins un support transverse (51) ancré dans la barrière thermiquement isolante, le support transverse (51) s'étendant selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, lesdits au moins un bord relevé (44, 47, 50) desdites virures transverses (42, 45, 48, 30 52, 53) étant soudés de manière étanche au support transverse (51) de chaque côté longitudinal dudit support transverse (51), une extrémité longitudinale des virures métalliques (9) étant soudée de manière étanche sur la portion plane (43, 46, 49) d'une des virures transverse (42, 45, 48, 52, 53).

14. Navire selon la revendication 13, dans lequel les virures transverses (53, 54) sont agencées dans une portion centrale d'une paroi plane de la cuve et la membrane étanche comporte au moins deux virures métalliques (9) situées le long de la direction longitudinale de chaque côté des virures transverses (53, 54), lesdites au moins deux virures métalliques (9) étant soudées de manière étanche sur une virure transverse respective.

15. Navire selon la revendication 13, dans lequel les virures transverses (42, 45, 48) sont agencées au bord d'une paroi plane de la cuve, à la jonction entre les extrémités longitudinales de virures métalliques (9) et d'une structure d'angle (39), au moins deux virures transverses (42, 45, 48) étant disposées entre les virures métalliques (9) et la structure d'angle (39) de la cuve, la portion plane (43) de l'une des au moins deux virures transverses étant soudée de manière étanche à la structure d'angle (39) et les extrémités longitudinales desdites virures métalliques (9) étant soudées à la portion plane (45) de l'autre des au moins deux virures transverses.

16. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon l'une des revendications 8 à 15, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante du navire (71).

17. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon l'une des revendications 8 à 15, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve étanche et thermiquement isolante (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante du navire.

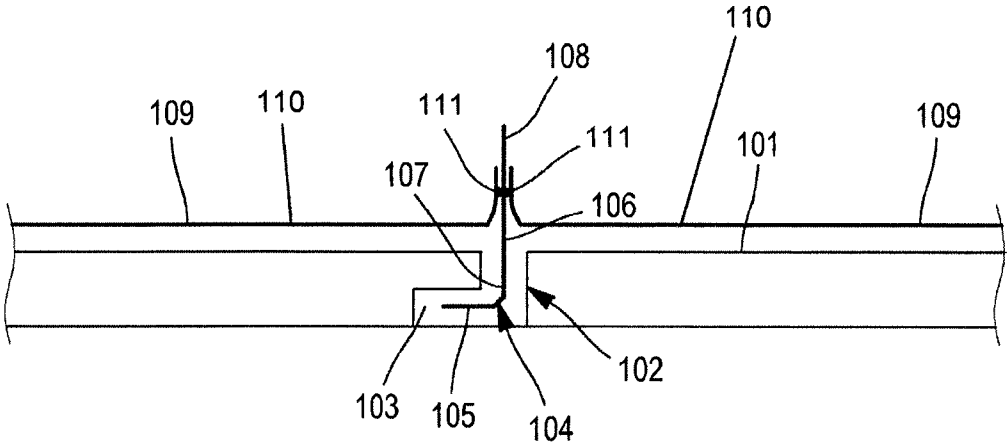


FIG. 1

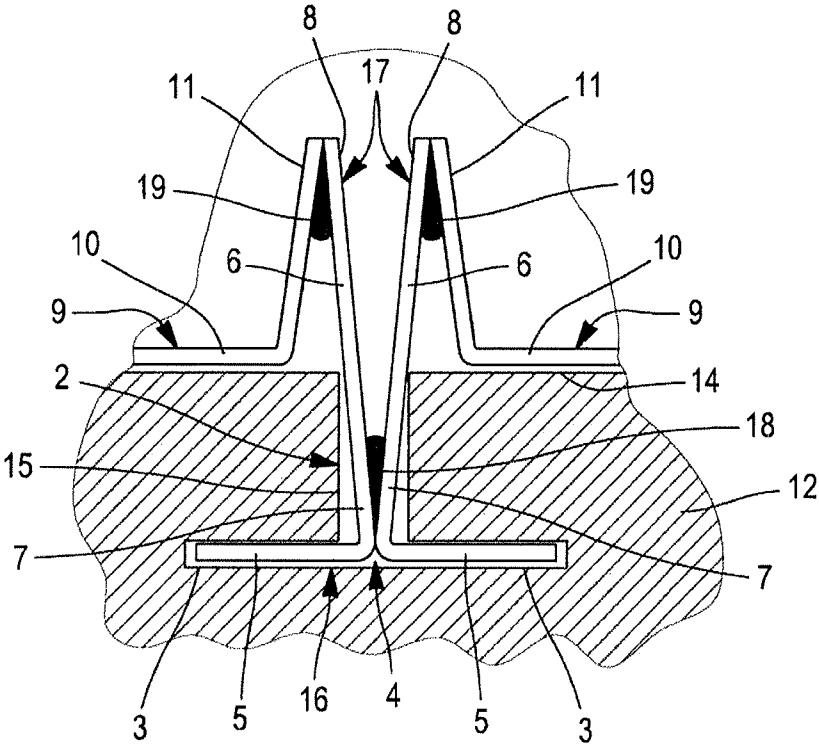


FIG. 2

2 / 6

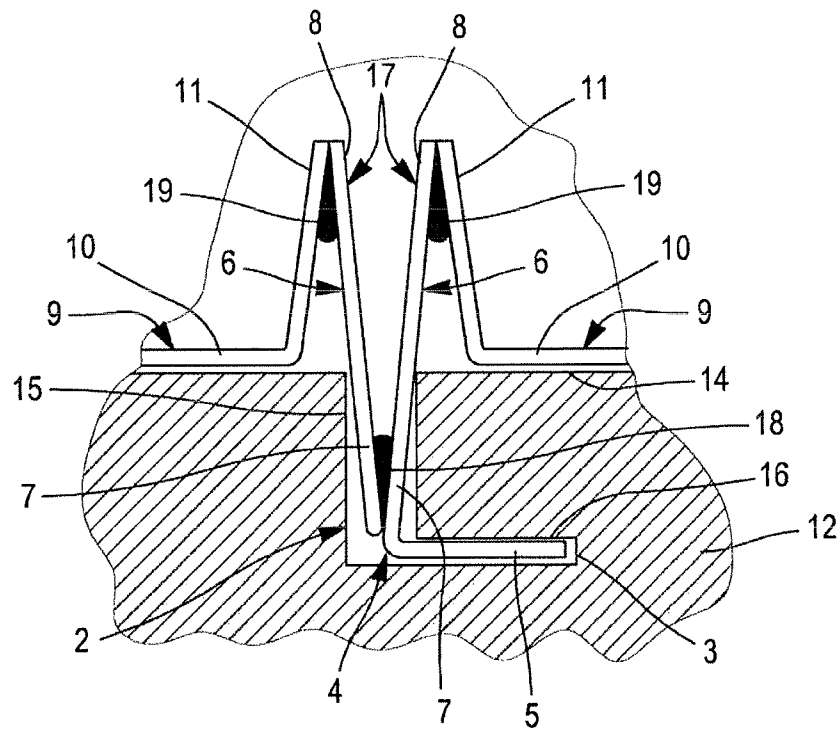


FIG. 3

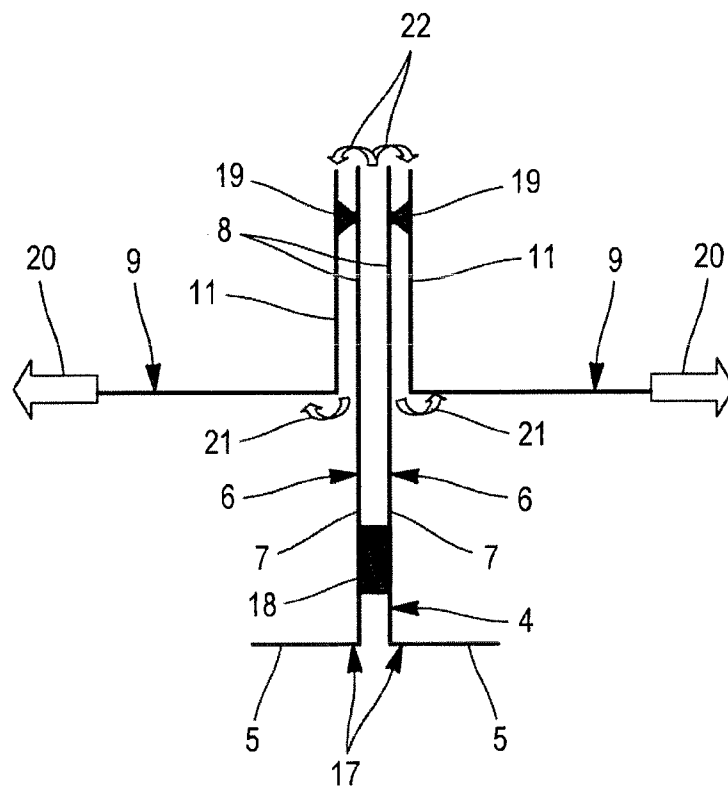


FIG. 4

3 / 6

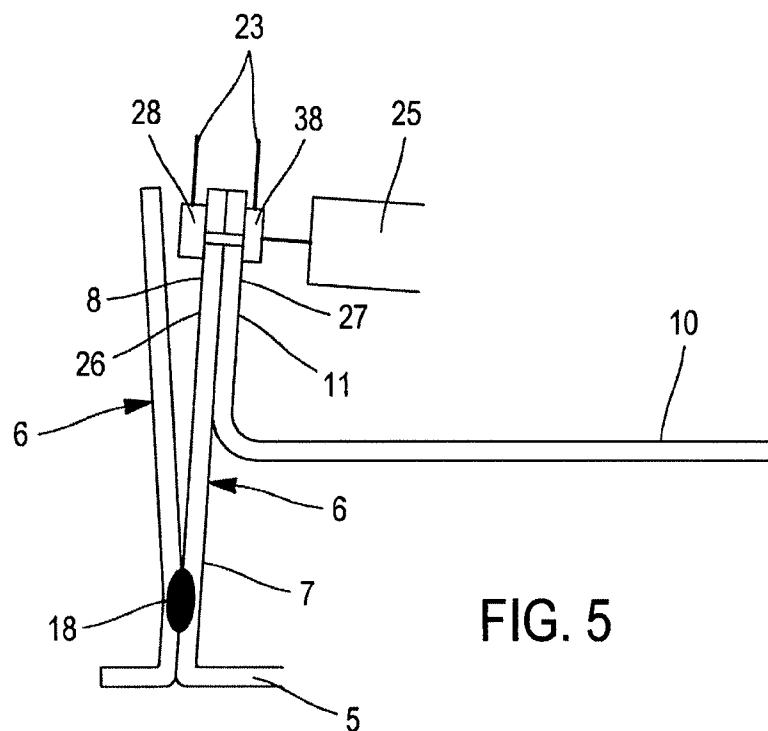


FIG. 5

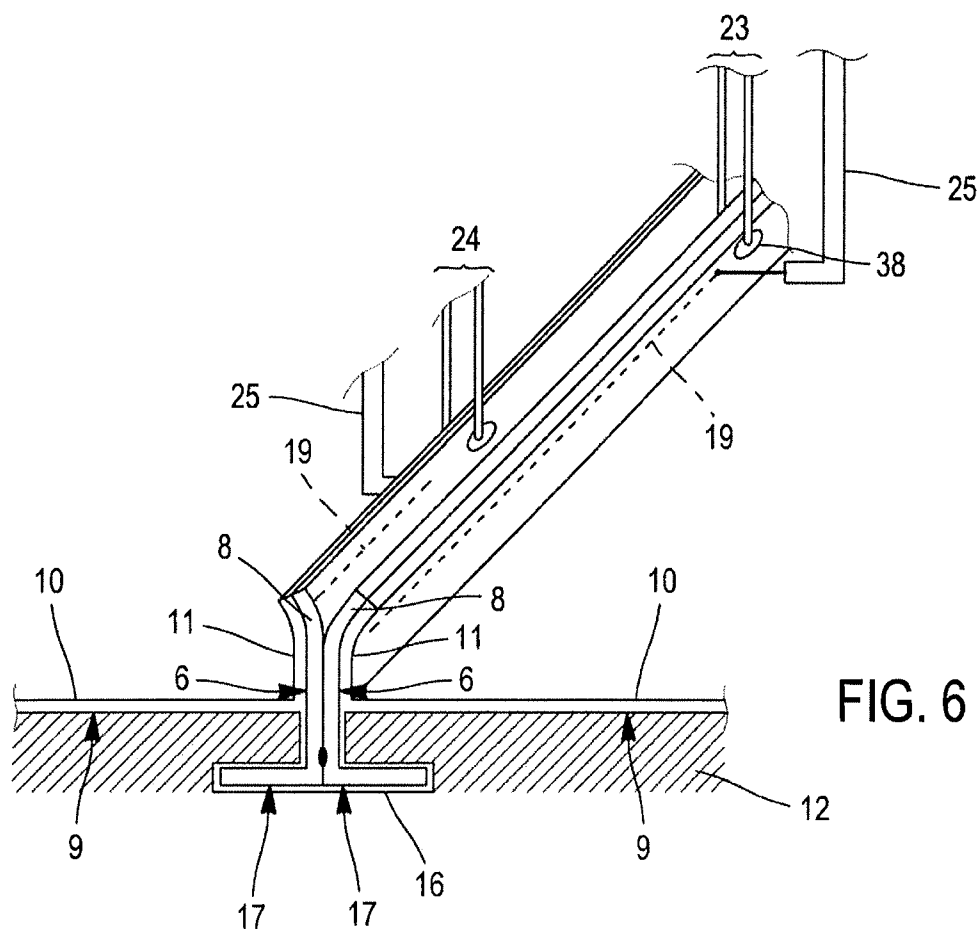


FIG. 6

4 / 6

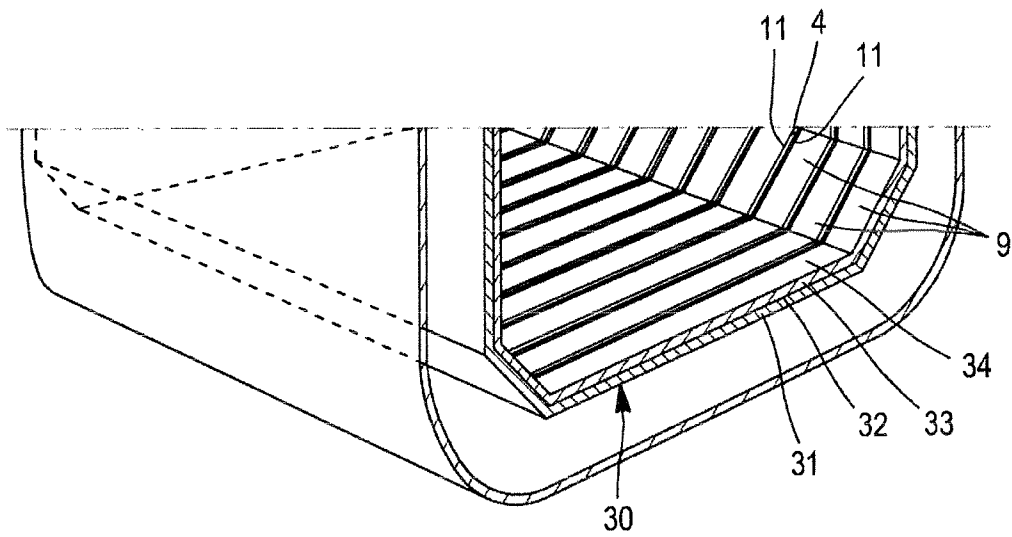


FIG. 7

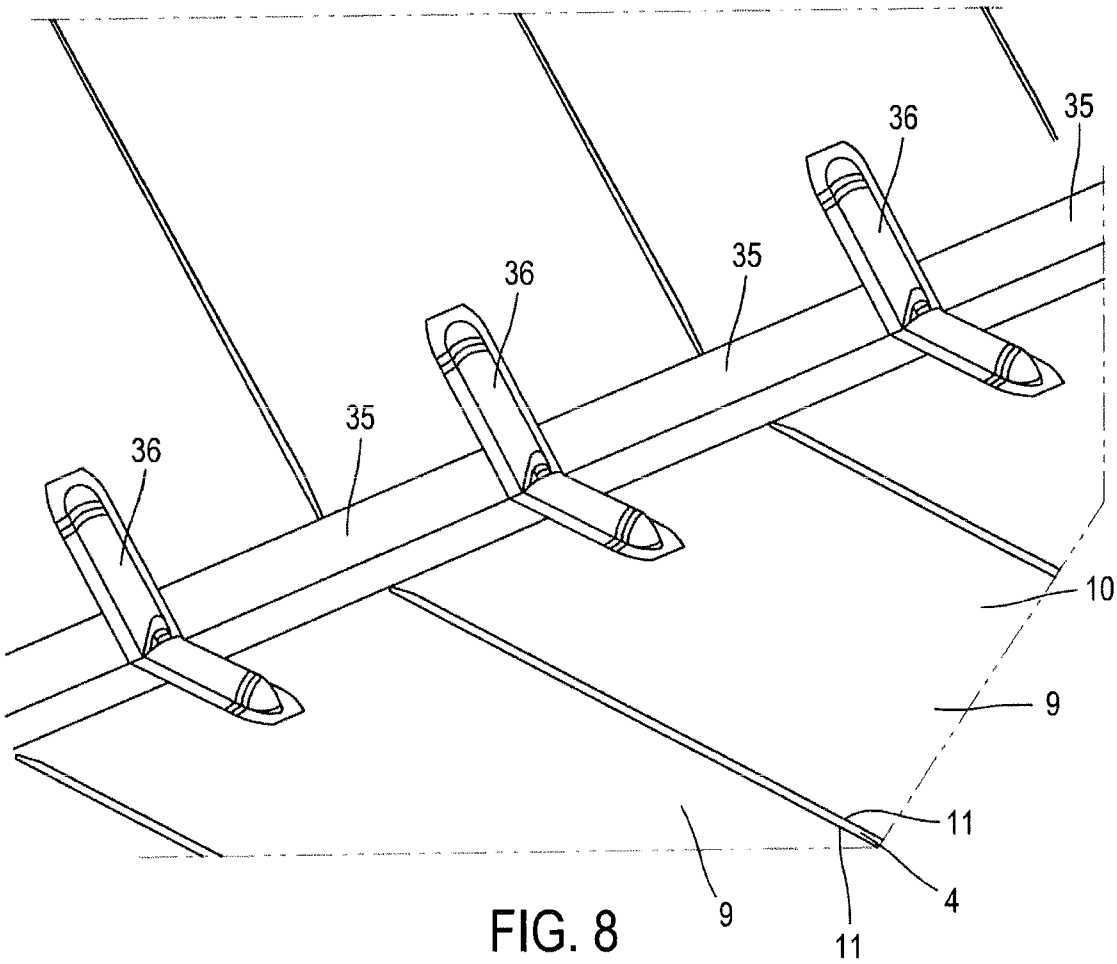


FIG. 8

5 / 6

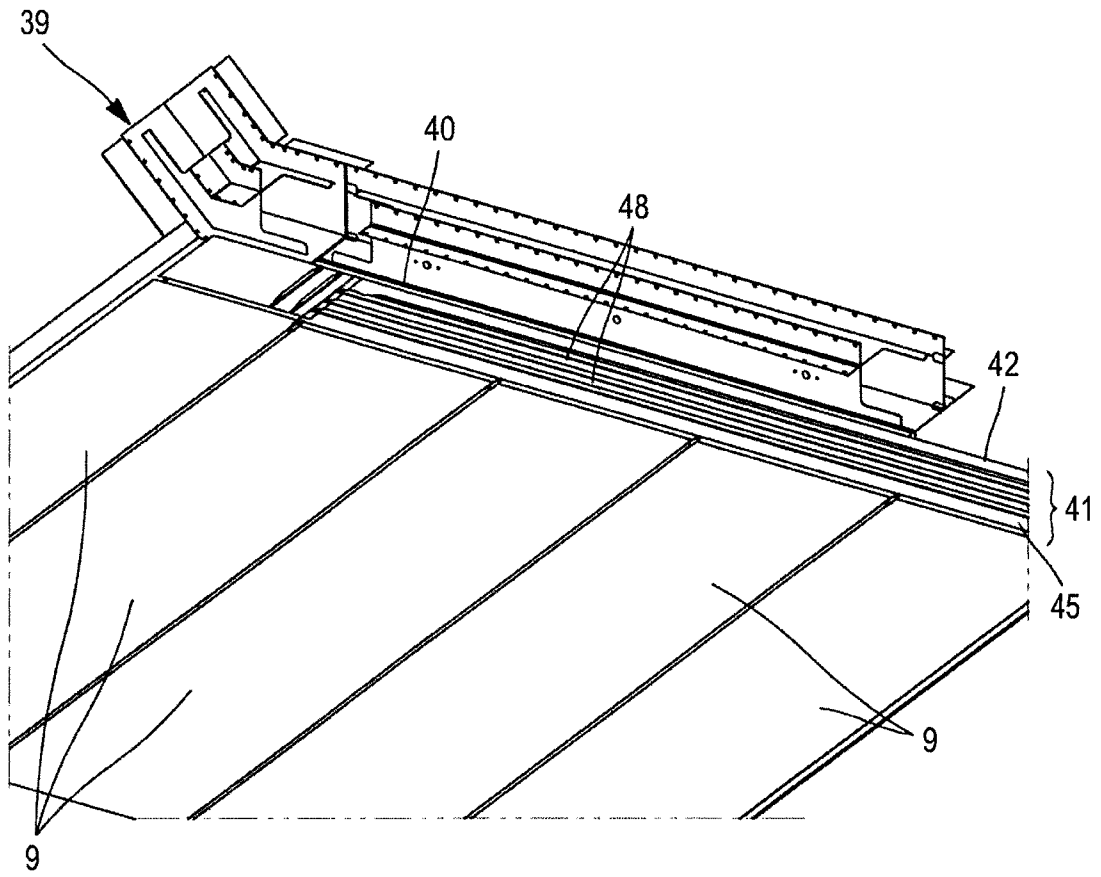


FIG. 9

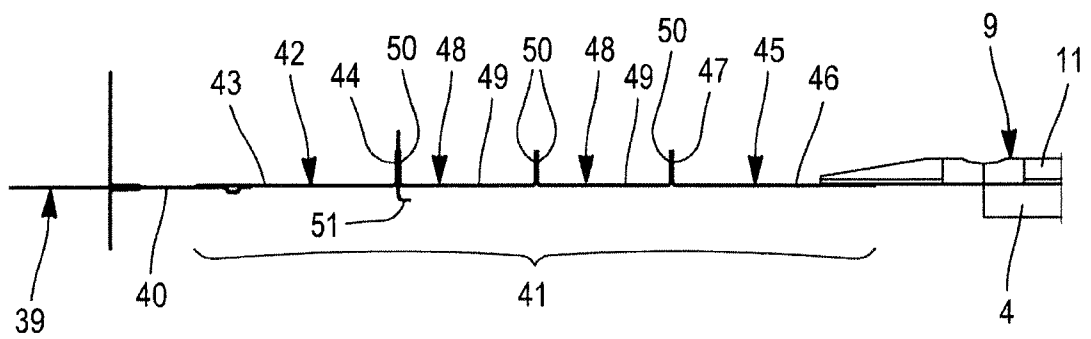
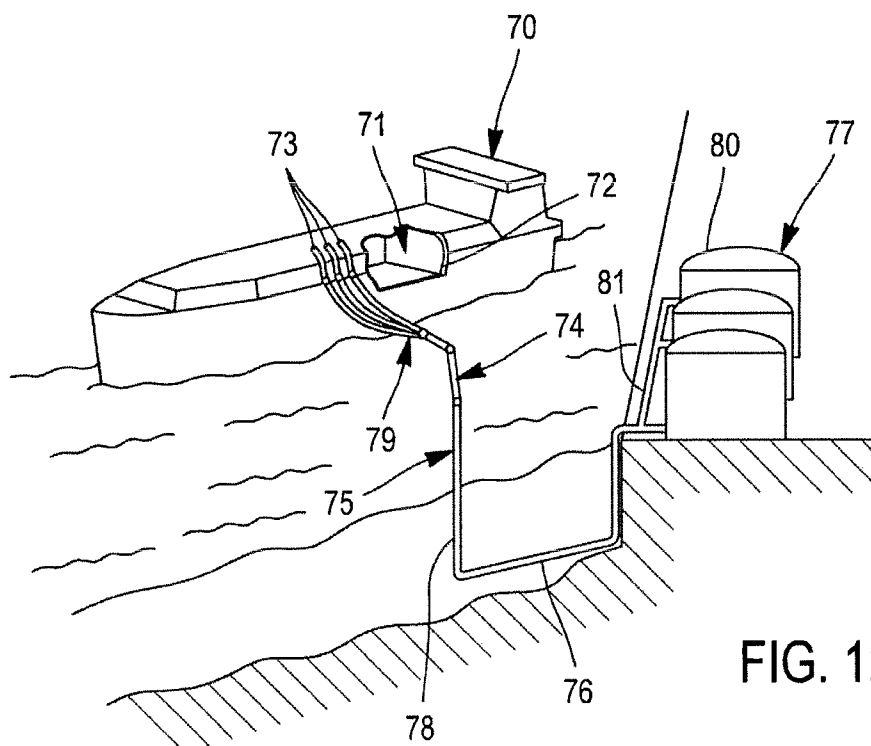
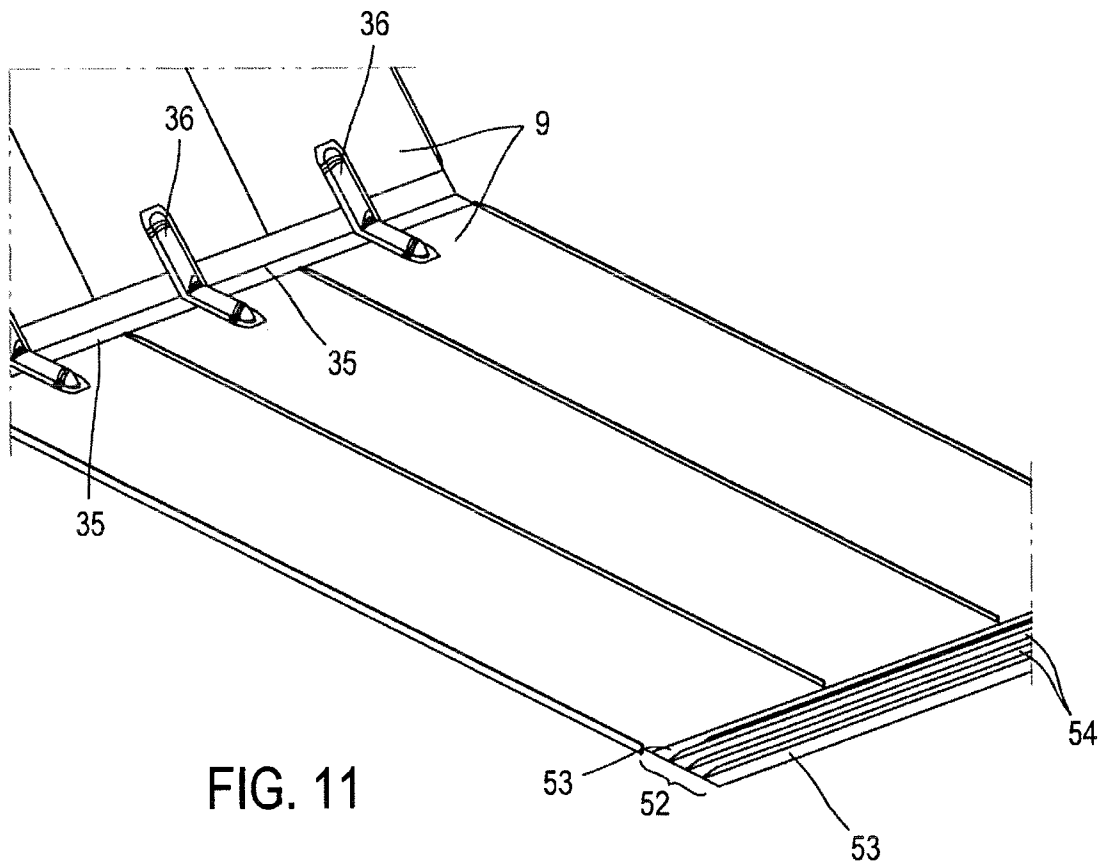


FIG. 10

6 / 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/052159

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F17C13/00

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 724 623 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 22 March 1996 (1996-03-22) cited in the application figures 1-6 -----	1-17
A	FR 2 398 961 A1 (GAZ TRANSPORT [FR]) 23 February 1979 (1979-02-23) cited in the application figures 1-4 -----	1-17
A	FR 2 987 100 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 23 August 2013 (2013-08-23) figures 1-12 -----	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2017

Date of mailing of the international search report

08/12/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicol, Boris

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052159

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2724623	A1	22-03-1996	DE 19534465 A1 21-03-1996
			FR 2724623 A1 22-03-1996
			IT T0950741 A1 20-03-1996
			JP 3782492 B2 07-06-2006
			JP H08207883 A 13-08-1996
			TW 307727 B 11-06-1997
			US 5586513 A 24-12-1996
FR 2398961	A1	23-02-1979	FR 2398961 A1 23-02-1979
			JP S5424309 A 23-02-1979
			US 4225054 A 30-09-1980
FR 2987100	A1	23-08-2013	CN 104145154 A 12-11-2014
			FR 2987100 A1 23-08-2013
			KR 20140130712 A 11-11-2014
			WO 2013124573 A1 29-08-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052159

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F17C13/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F17C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 724 623 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 22 mars 1996 (1996-03-22) cité dans la demande figures 1-6	1-17
A	FR 2 398 961 A1 (GAZ TRANSPORT [FR]) 23 février 1979 (1979-02-23) cité dans la demande figures 1-4	1-17
A	FR 2 987 100 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 23 août 2013 (2013-08-23) figures 1-12	1-17



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 novembre 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/12/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nicol, Boris

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052159

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2724623	A1	22-03-1996	DE 19534465 A1	21-03-1996
			FR 2724623 A1	22-03-1996
			IT T0950741 A1	20-03-1996
			JP 3782492 B2	07-06-2006
			JP H08207883 A	13-08-1996
			TW 307727 B	11-06-1997
			US 5586513 A	24-12-1996

FR 2398961	A1	23-02-1979	FR 2398961 A1	23-02-1979
			JP S5424309 A	23-02-1979
			US 4225054 A	30-09-1980

FR 2987100	A1	23-08-2013	CN 104145154 A	12-11-2014
			FR 2987100 A1	23-08-2013
			KR 20140130712 A	11-11-2014
			WO 2013124573 A1	29-08-2013
