

(19)



(11)

EP 3 942 219 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

28.06.2023 Bulletin 2023/26

(21) Numéro de dépôt: **20715287.7**

(22) Date de dépôt: **20.03.2020**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F17C 3/02 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F17C 3/027; F17C 2201/0157; F17C 2201/052;
F17C 2203/0358; F17C 2221/033; F17C 2221/035;
F17C 2223/0153; F17C 2223/0161;
F17C 2223/033; F17C 2223/035; F17C 2260/011;
F17C 2270/0107

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2020/057882

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2020/188107 (24.09.2020 Gazette 2020/39)

(54) **CUVE ÉTANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE**

WÄRMEISOLIERENDER ABGEDICHTETER TANK

THERMALLY INSULATING SEALED TANK

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **21.03.2019 FR 1902958**

(43) Date de publication de la demande:
26.01.2022 Bulletin 2022/04

(73) Titulaire: **Gaztransport et Technigaz**
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)

(72) Inventeurs:

- **DELANOE, Sébastien**
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)
- **CLEMONT, Romain**
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)

(74) Mandataire: **Loyer & Abello**
9, rue Anatole de la Forge
75017 Paris (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-2012/127141 WO-A1-2013/104850
KR-A- 20150 041 937 KR-A- 20170 102 080

EP 3 942 219 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié à basse température, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

[0002] Dans un mode de réalisation, le gaz liquéfié est du GNL, à savoir un mélange à forte teneur en méthane stocké à une température d'environ -162°C à la pression atmosphérique. D'autres gaz liquéfiés peuvent aussi être envisagés, notamment l'éthane, le propane, le butane ou l'éthylène. Des gaz liquéfiés peuvent aussi être stockés sous pression, par exemple à une pression relative comprise entre 2 et 20 bar, et en particulier à une pression relative voisine de 2 bar.

Arrière-plan technologique

[0003] Le document WO2014096600 divulgue une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz naturel liquéfié agencée dans une structure porteuse et dont les parois présentent une structure multicouche, à savoir de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire ancrée contre la structure porteuse, une membrane étanche secondaire qui est supportée par la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire qui est posée sur la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire qui est supportée par la barrière thermiquement isolante primaire et qui est destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié stocké dans la cuve.

[0004] Chaque barrière d'isolation thermique, primaire et secondaire, comporte un ensemble de panneaux isolants, respectivement primaires et secondaires, de forme générale parallélépipédique qui sont juxtaposés et qui forment ainsi une surface de support pour une membrane étanche respective. Les panneaux isolants sont ancrés sur la structure porteuse au moyen de dispositifs d'ancrage qui sont fixés à la structure porteuse et qui sont positionnés au niveau des coins des panneaux isolants primaires et secondaires. Chaque dispositif d'ancrage coopère ainsi avec les coins de quatre panneaux isolants secondaires adjacents et avec les coins de quatre panneaux isolants primaires adjacents afin de les retenir contre la structure porteuse.

[0005] Le document WO2013104850 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une structure multicouche dans laquelle les coins des panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante primaire ne sont pas situés dans l'alignement des coins des panneaux isolants de la barrière isolante secondaire. Dans une telle cuve, des dispositifs d'ancrage primaire coopérant avec les panneaux isolants primaires sont fixés sur une plaque ancrée dans un panneau isolant secondaire. Ainsi, les dispositifs d'ancrage primaires et les panneaux isolants primaires sont ancrés à la structure porteuse par l'intermédiaire des panneaux isolants secondaires.

[0006] Dans tous les cas, les panneaux isolants secondaires sont susceptibles de se déformer et/ou de se déplacer. En effet, les panneaux isolants secondaires sont soumis à des gradients thermiques qui, en raison des phénomènes de contraction différentielle, sont susceptibles d'entraîner leur flexion. En outre, la déformation de la structure porteuse occasionne des déformations et/ou des déplacements des panneaux isolants secondaires. Ceci est notamment le cas lorsque la structure porteuse est formée par la coque interne d'une structure flottante. En outre, si celle-ci délimite des compartiments de ballast, les mouvements du liquide de ballast dans les compartiments de ballast sont aussi susceptibles d'occasionner des déformations importantes de la structure porteuse et donc des déformations et/ou des déplacements des panneaux isolants secondaires ancrés sur ladite structure porteuse.

[0007] Par ailleurs, les mouvements du liquide contenu dans la cuve peuvent engendrer des contraintes sur la membrane étanche primaire en particulier si celle-ci comporte des parties saillantes comme des ondulations. Ces contraintes se répercutent sur les panneaux isolants primaires sur lesquels est ancrée la membrane étanche primaire et tendent à déplacer latéralement les panneaux isolants primaires. Ceci provoque des concentrations de contraintes au niveau des dispositifs d'ancrage primaires.

[0008] Or, afin d'assurer l'étanchéité de la membrane étanche secondaire, les dispositifs d'ancrage primaires comportent une collerette soudée de manière étanche sur la membrane étanche secondaire. Cette collerette est fixée de manière rigide sur un goujon portant un organe d'appui coopérant avec le ou les panneaux isolants primaires correspondants. Lors des déformations et/ou déplacements des panneaux isolants secondaires et/ou des déplacements des panneaux isolants primaires, cette liaison entre les dispositifs d'ancrage primaires et la membrane étanche secondaire est susceptible de produire une concentration des contraintes au niveau de la soudure entre la collerette et la membrane étanche secondaire, susceptible d'occasionner des dégradations de ladite soudure et ladite membrane étanche secondaire.

[0009] En particulier, dans le cas de dispositifs d'ancrage primaires fixés dans un panneau isolant secondai-

re, la déformation et/ou les déplacements des panneaux isolants secondaires engendrent des déplacements du dispositif d'ancrage primaire. Ces déplacements du dispositif d'ancrage primaire se répercutent au niveau de la collerette fixée de manière rigide sur le goujon et génèrent des contraintes au niveau de la liaison étanche entre la collerette et la membrane étanche secondaire. De telles contraintes peuvent dégrader la membrane étanche secondaire et/ou la liaison étanche entre la collerette et la membrane étanche secondaire et donc dégrader l'étanchéité de la membrane étanche secondaire.

Résumé

[0010] Une idée à la base de l'invention est de limiter les concentrations de contraintes au niveau des liaisons entre la membrane étanche secondaire et l'organe d'ancrage primaire des panneaux isolants primaires. Une idée à la base de l'invention est de réaliser une liaison étanche et souple entre l'organe d'ancrage primaire et la membrane étanche secondaire. Ainsi, une idée à la base de l'invention est de permettre un déplacement relatif entre la membrane étanche secondaire et l'organe d'ancrage primaire. Une idée à la base de l'invention est de permettre ce déplacement que l'organe d'ancrage primaire soit ancré à la structure porteuse directement, par exemple en étant réalisé conjointement avec l'organe d'ancrage secondaire, ou indirectement, par exemple en étant fixé sur un panneau isolant secondaire. Ainsi, une autre idée à la base de l'invention est de permettre un déplacement relatif entre un panneau isolant secondaire sur lequel est fixé un organe d'ancrage primaire et la membrane étanche secondaire.

[0011] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve, la paroi de cuve comportant, successivement depuis l'extérieur de la cuve vers l'intérieur de la cuve selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, une barrière isolante secondaire destinée à être ancrée sur une paroi porteuse, une membrane étanche secondaire reposant sur la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire reposant sur la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire reposant sur la barrière isolante primaire et destinée à être en contact avec un produit contenu à l'intérieur de la cuve,

la barrière isolante primaire comportant une pluralité de panneaux isolants primaires juxtaposés, la cuve comportant en outre une pluralité d'organes d'ancrages primaires destinés à être retenus, directement ou indirectement, sur la paroi porteuse, chacun desdits organes d'ancrages primaires coopérant avec au moins un panneau isolant primaire de la pluralité de panneaux isolants primaires de manière à retenir ledit au moins un panneau isolant primaire sur la membrane étanche secondaire, dans laquelle un, plusieurs ou chaque dit organe

d'ancrage primaire comporte :

- une base destinée à être retenue, directement ou indirectement, sur la paroi porteuse,
- une tige se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve depuis ladite base vers la membrane étanche primaire, ladite tige traversant un orifice de la membrane étanche secondaire,
- un élément d'appui monté sur la tige, ledit élément d'appui étant en appui sur un panneau isolant primaire de manière à retenir ledit panneau isolant primaire sur la membrane étanche secondaire,
- une rondelle d'étanchéité engagée sur la tige entre l'élément d'appui et l'orifice de la membrane étanche secondaire, la rondelle d'étanchéité présentant un orifice central traversé par la tige, la rondelle d'étanchéité étant fixée de manière étanche à la membrane étanche secondaire, par exemple par une collerette de la rondelle d'étanchéité, autour de l'orifice de ladite membrane étanche secondaire,
- un joint déformable reliant de façon étanche ladite rondelle d'étanchéité et la tige de manière à autoriser un déplacement relatif entre la rondelle d'étanchéité et la tige..

[0012] Grâce à ces caractéristiques, un déplacement relatif entre la membrane étanche secondaire et l'organe d'ancrage primaire est possible sans risque de dégradation de la membrane étanche secondaire ou de la liaison étanche entre l'organe d'ancrage primaire et la membrane étanche secondaire. En particulier, le joint déformable réalise une liaison étanche et souple entre d'une part la tige de l'organe d'ancrage primaire et, d'autre part, la rondelle d'étanchéité assurant l'étanchéité de la membrane étanche secondaire. Un tel organe d'ancrage primaire permet ainsi des déplacements relatifs entre les panneaux isolants secondaires et/ou primaires et la membrane étanche secondaire, sans risque de dégradation de la membrane étanche secondaire ou de la liaison entre l'organe d'ancrage primaire et ladite membrane étanche secondaire.

[0013] Selon des modes de réalisation, une telle cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0014] L'organe d'ancrage primaire décrit ci-dessus peut être employé sur toute une paroi de cuve ou seulement dans des portions localisées de la paroi de cuve comme les zones de ballast. Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve présente une composante verticale définissant une hauteur de ladite paroi de cuve selon la direction de la gravité terrestre, la paroi de cuve comportant plusieurs desdits organes d'ancrage primaires comportant chacun une base, une tige, un élément d'appui, une rondelle d'étanchéité et un joint déformable tels que ci-dessus, lesdits plusieurs organes d'ancrage primaires

étant agencés sur une portion inférieure de la paroi de cuve, par exemple au moins les deux tiers inférieurs de la hauteur de ladite paroi de cuve.

[0015] Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est une première paroi de cuve, la cuve comportant en outre une deuxième paroi de cuve, la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve formant une arête de la cuve, la première paroi de cuve comportant plusieurs desdits organes d'ancrage primaire comportant chacun une base, une tige, un élément d'appui, une rondelle d'étanchéité et un joint déformable tels que ci-dessus, lesdits plusieurs organes d'ancrage primaires étant agencés à une distance de l'arête de la cuve inférieure à un seuil prédéfini. Par exemple le seuil prédéfini correspond à la largeur de cinq panneaux isolants, lesdits plusieurs organes d'ancrage primaire étant par exemple agencés pour retenir cinq panneaux isolants primaires successifs selon une direction perpendiculaire à l'arête.

[0016] Les portions de parois de la cuve situées dans la portion basse de la cuve sont sujettes à des contraintes particulièrement importantes, du fait par exemple du poids du liquide transporté ou encore, par exemple dans le cadre de parois de cuves transversales ancrées sur des parois de cofferdam, du fait du ballast du navire. De même, les zones d'arêtes de la cuve sont également sujettes à des contraintes particulièrement importantes dont la pression générée par l'eau dans le ballast du navire. Ces contraintes sont susceptibles de générer des déplacements relatifs entre d'une part la barrière isolante primaire et/ou la barrière isolante secondaire et d'autre part la membrane étanche secondaire au niveau de la portion basse de la cuve et/ou des arêtes de la cuve. Ainsi, grâce à l'agencement desdits organes d'ancrage primaires, les risques de dégradation de la membrane étanche secondaire sont limités du fait de la souplesse de la liaison entre lesdits organes d'ancrages primaire et la membrane étanche secondaire.

[0017] Les panneaux isolants primaires peuvent être réalisés de diverses manières. Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants primaires sont de forme parallélépipédique.

[0018] Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants primaires comportent une plaque de fond, une plaque de couvercle et une garniture isolante intercalée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle.

[0019] L'élément d'appui peut être en appui sur diverses portions des panneaux isolants primaires. Selon un mode de réalisation, l'élément d'appui est en appui directement sur ledit panneau isolant primaire, par exemple en étant en appui sur la plaque de fond dudit panneau primaire. Selon un mode de réalisation, l'élément d'appui est en appui indirectement sur le panneau isolant primaire, par exemple par l'intermédiaire d'une cale intercalée entre ledit élément d'appui et un élément du panneau isolant primaire, par exemple la plaque de fond du panneau isolant primaire.

[0020] Selon un mode de réalisation, les coins des panneaux isolants primaires comportent des évidements,

lesdits évidements dégagant une surface d'appui tournée vers l'intérieur de la cuve. Selon un mode de réalisation, l'élément d'appui de l'organe d'ancrage primaire est en appui, directement ou indirectement, sur la surface d'appui du panneau isolant primaire. Selon un mode de réalisation, lesdits évidements sont réalisés dans la plaque de couvercle et dans la garniture isolante. Selon un mode de réalisation, la surface d'appui est formée par une portion de la plaque de fond débordant de l'évidement réalisé dans la garniture isolante et dans la plaque de couvercle. Selon un mode de réalisation, la surface d'appui est formée par une cale placée entre l'élément d'appui et une portion de la plaque de fond débordant de l'évidement réalisé dans la garniture isolante et dans la plaque de couvercle.

[0021] Selon un mode de réalisation, un dit organe d'ancrage primaire coopère avec les coins de panneaux isolants primaires adjacents, par exemple quatre panneaux dont les coins sont adjacents, de manière à ancrer lesdits panneaux primaires adjacents à la paroi porteuse.

[0022] La rondelle d'étanchéité peut être fixée à la membrane étanche secondaire de différentes manières. Selon un mode de réalisation, la rondelle d'étanchéité ou la collerette est soudée de manière étanche sur la membrane étanche secondaire.

[0023] Selon un mode de réalisation, le joint déformable est déformable selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve de manière à permettre un coulisement de la rondelle d'étanchéité le long de la tige selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

[0024] Selon un mode de réalisation, l'orifice central de la rondelle d'étanchéité présente une dimension transversale supérieure à la dimension transversale d'une portion de tige engagée dans ledit orifice central, de manière à autoriser le déplacement de la tige dans ledit orifice central de la rondelle d'étanchéité selon une direction perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Une telle rondelle d'étanchéité permet une liberté de mouvement de la rondelle d'étanchéité par rapport à la tige selon une direction perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Plus particulièrement, un tel organe d'ancrage primaire permet un déplacement de la liaison étanche entre la rondelle d'étanchéité et la membrane étanche secondaire par rapport à l'élément d'appui monté sur la tige et coopérant avec le ou les panneaux isolants primaires. Ainsi, les éventuels déplacements des panneaux isolants secondaires et/ou primaires dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve ne sont pas transmis à la membrane étanche secondaire par l'intermédiaire de l'organe d'ancrage primaire, réduisant ainsi les contraintes liées à la contraction différentielle, à la déformation de la paroi porteuse ou encore aux mouvements de liquide dans la cuve, et limitant le risque de dégradation de la membrane étanche secondaire ou de la liaison étanche entre la rondelle d'étanchéité et la membrane étanche secondaire.

[0025] Selon un mode de réalisation, l'organe d'ancra-

ge primaire comporte en outre une butée portée par la tige, ladite butée étant agencée sur la tige entre l'élément d'appui et la rondelle d'étanchéité, la butée présentant une surface de butée en vis-à-vis de la rondelle d'étanchéité afin d'arrêter un déplacement vers la membrane étanche primaire selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve de ladite rondelle d'étanchéité par rapport à la tige.

[0026] Grâce à ces caractéristiques, les déformations de la membrane étanche secondaire selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve sont limitées au niveau de la liaison étanche entre la rondelle d'étanchéité et l'orifice de la membrane étanche secondaire. En particulier, en cas de surpression dans la barrière isolante secondaire ou encore de déformation de la barrière isolante secondaire, la déformation de la membrane étanche secondaire est empêchée selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve. En effet, la rondelle d'étanchéité étant fixée de manière étanche à la membrane étanche secondaire autour de l'orifice de la membrane étanche secondaire, en présence d'une force tendant à déplacer la membrane étanche secondaire vers l'intérieur de la cuve, la déformation locale de la membrane étanche secondaire au niveau de la liaison étanche avec la rondelle d'étanchéité est bloquée par la butée de la rondelle d'étanchéité contre la surface de butée. Ainsi, les risques de dégradation de la membrane étanche secondaire, par exemple par poinçonnement, sont réduits. En outre, cette limitation des déformations locales de la membrane étanche secondaire permet de limiter les risques de dégradation du joint déformable.

[0027] Selon un mode de réalisation, la tige porte un épaulement, ledit épaulement faisant saillie latéralement de la tige, c'est-à-dire selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale de la tige, au-delà de l'orifice central de la rondelle d'étanchéité de manière à ce qu'une face externe dudit épaulement forme la surface de butée. Une telle butée est simple à réaliser sans nécessiter de pièce additionnelle.

[0028] Selon un mode de réalisation, l'organe d'ancrage primaire comporte en outre une cloche montée sur la tige, ladite cloche comportant une portion de montage et une portion de protection, la portion de montage présentant un passage central traversé par la tige, la portion de protection se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve depuis la portion de montage vers la collerette de la rondelle d'étanchéité, la portion de protection étant creuse, le joint déformable étant partiellement ou totalement logé dans la portion de protection. Une telle cloche entourant la tige de l'organe d'ancrage primaire permet de protéger la tige et le joint déformable.

[0029] Selon un mode de réalisation, la portion de montage de la cloche comporte un plateau se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, ledit plateau comportant le passage traversant de la cloche.

[0030] Selon un mode de réalisation, le joint déformable est logé totalement dans la portion de protection de

la cloche. Ainsi, le joint déformable est protégé par la cloche, par exemple lors des opérations de montage de l'organe d'ancrage primaire dans la cuve. Selon un mode de réalisation, le joint déformable est fixé sur la tige entre le passage de la portion de montage de la cloche et la rondelle d'étanchéité.

[0031] Selon un mode de réalisation, l'extrémité de la portion de protection opposée à la portion de montage de la cloche comporte un rebord se développant radialement vers l'extérieur, une face externe dudit rebord formant la surface de butée afin d'arrêter un déplacement de la rondelle d'étanchéité selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

[0032] Selon un mode de réalisation, une extrémité externe de la portion de protection opposée à la portion de montage forme la surface de butée en vis à vis de la rondelle d'étanchéité afin d'arrêter un déplacement de la rondelle d'étanchéité selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

[0033] Selon un mode de réalisation, la cloche est fixée sur la tige. Ainsi, la surface de butée peut être formée par la portion de protection présentant une position fixe par rapport à la tige et permettant de bloquer le déplacement de la rondelle d'étanchéité par rapport à la tige.

Selon un mode de réalisation, la portion de montage de la cloche est soudée sur la tige.

[0034] Selon un mode de réalisation, le joint déformable comporte un soufflet déformable, ledit soufflet déformable étant creux et se développant autour et axialement le long de la tige, une première extrémité axiale dudit soufflet étant fixée de manière étanche sur la tige et une deuxième extrémité axiale dudit soufflet étant fixée de manière étanche sur la rondelle d'étanchéité. Un tel joint déformable sous la forme de soufflet est simple à réaliser et permet une déformation étanche dudit joint déformable de façon satisfaisante. Un tel soufflet peut être réalisé dans de nombreux matériaux. Selon un mode de réalisation, le soufflet est réalisé en acier inoxydable. Un tel soufflet en acier inoxydable, ou inox, est suffisamment fin pour permettre sa déformation élastique. Dans un mode de réalisation, le soufflet est réalisé en acier inoxydable avec une épaisseur comprise entre 0.1 mm et 0.5 mm, par exemple comprise entre 0.1 mm et 0.3 mm.

[0035] Selon un mode de réalisation, le soufflet présente une pluralité de plis présentant un diamètre identique ou croissant, une portion centrale du soufflet formée par ladite pluralité de plis présentant ainsi une forme sensiblement cylindrique de révolution.

[0036] Selon un mode de réalisation, le soufflet présente au moins trois plis ou ondes, de préférence entre trois et trente-deux plis, idéalement entre six et vingt-quatre plis.

[0037] Selon un mode de réalisation, le soufflet est de forme évasée, la deuxième extrémité axiale du soufflet fixée sur la rondelle d'étanchéité présentant une dimension circonférentielle supérieure à la dimension circonférentielle de la première extrémité axiale du soufflet fixée sur la tige.

[0038] Selon un mode de réalisation, le soufflet présente une pluralité de plis dont le diamètre est croissant depuis l'extrémité ancrée sur la tige vers l'extrémité ancrée sur la rondelle d'étanchéité. Ainsi, la portion du soufflet formée par cette pluralité de plis présente une forme conique dont la plus grande dimension est située du côté de l'extrémité fixée sur la rondelle d'étanchéité.

[0039] Selon un mode de réalisation, la rondelle d'étanchéité présente une surface interne se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Selon un mode de réalisation, la surface interne est agencée en vis-à-vis de la surface de butée de manière à coopérer avec ladite surface de butée, qui fait par exemple partie de la cloche ou de la tige, pour bloquer le déplacement de la rondelle d'étanchéité par rapport à la tige selon la direction d'épaisseur de la cuve.

[0040] Selon un mode de réalisation, le joint déformable est fixé sur la surface interne de la rondelle d'étanchéité, par exemple sur une portion radialement externe de la surface interne de la rondelle d'étanchéité.

[0041] Selon un mode de réalisation, la rondelle d'étanchéité comporte une nervure faisant saillie de la surface interne de la rondelle d'étanchéité, le joint déformable étant fixé de manière étanche sur ladite nervure. Selon un mode de réalisation, la nervure de la rondelle d'étanchéité se développe depuis une portion radialement interne de la surface interne de la rondelle d'étanchéité.

[0042] Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une pluralité d'organes d'ancrage secondaires, chaque organe d'ancrage secondaire étant destiné à être ancré sur la paroi porteuse et coopérant avec la barrière isolante secondaire de manière à exercer un appui sur ladite barrière isolante secondaire en direction de la paroi porteuse lorsque ledit organe d'ancrage secondaire est ancré sur ladite paroi porteuse.

[0043] Selon un mode de réalisation, la base de l'organe d'ancrage primaire est ancrée sur un organe d'ancrage secondaire.

[0044] Selon un mode de réalisation, la base de l'organe d'ancrage primaire est ancrée rigidement dans la barrière isolante secondaire. Dans ce cas, l'organe d'ancrage primaire est retenu sur la paroi porteuse par l'intermédiaire de la barrière isolante secondaire.

[0045] Selon un mode de réalisation, la barrière isolante secondaire comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires juxtaposés. Selon un mode de réalisation, un, plusieurs ou chaque panneau isolant secondaire comporte une plaque de fond, une plaque de couvercle et une garniture isolante intercalée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle, la membrane étanche secondaire reposant sur une face interne de la plaque de couvercle opposée à la garniture isolante. Selon un mode de réalisation, un, plusieurs ou chaque panneau isolant secondaire comporte une plaque intermédiaire intercalée entre la plaque de couvercle et la plaque de fond dudit panneau isolant secondaire, la garniture iso-

lante dudit panneau isolant secondaire comportant une garniture isolante externe intercalée entre la plaque de fond et la plaque intermédiaire et une garniture isolante interne intercalée entre la plaque intermédiaire et la plaque de couvercle.

[0046] Selon un mode de réalisation, la barrière isolante secondaire comporte une plaque d'ancrage, la base de l'organe d'ancrage primaire étant ancrée sur ladite plaque d'ancrage. Selon un mode de réalisation, la plaque d'ancrage est logée dans un évidement formé dans la plaque de couvercle d'un panneau isolant secondaire, la plaque d'ancrage présentant une surface interne affleurant avec la face interne de la plaque de couvercle.

[0047] Selon un mode de réalisation, la plaque d'ancrage comporte un orifice fileté et la base présente une extrémité externe filetée, la base de l'organe d'ancrage primaire étant ancrée sur la plaque d'ancrage par vissage de l'extrémité fileté de la base dans l'orifice fileté de la plaque d'ancrage.

[0048] Selon un mode de réalisation, une extrémité interne de la tige opposée à la base est filetée, et l'organe d'ancrage primaire comporte en outre un écrou vissé sur ladite extrémité interne filetée, l'élément d'appui étant intercalé entre ledit écrou et la base de l'organe d'ancrage primaire.

[0049] Selon un mode de réalisation, le joint déformable est intercalé entre l'élément d'appui et la rondelle d'étanchéité.

[0050] Selon un mode de réalisation, une ou plusieurs rondelles élastiques sont intercalées entre l'écrou et l'élément d'appui.

[0051] Selon un mode de réalisation, l'organe d'ancrage primaire présente un épaulement d'ancrage faisant saillie latéralement de la tige, ledit épaulement d'ancrage formant une surface d'ancrage se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, ladite surface d'ancrage étant tournée vers l'élément d'appui, le joint déformable étant fixé de manière étanche sur ladite surface d'ancrage.

[0052] Selon un mode de réalisation, l'extrémité interne du joint déformable fixée sur la tige est intercalée entre la portion de montage de la cloche et la surface d'ancrage plane de l'épaulement d'ancrage.

[0053] Selon un mode de réalisation, la cloche présente une liberté de mouvement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Selon un mode de réalisation, la liberté de mouvement de la cloche est limitée d'une part par l'écrou monté sur la tige, ou le cas échéant la ou les rondelles élastiques, et, d'autre part, par la surface d'ancrage de l'épaulement d'ancrage.

[0054] Selon un mode de réalisation, l'extrémité axiale interne du joint déformable fixée sur la tige est intercalée entre la surface d'ancrage de l'épaulement d'ancrage et l'écrou monté sur la tige, ou le cas échéant les rondelles élastiques.

[0055] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche secondaire et/ou la membrane étanche primaire est en alliage de fer et de nickel, par exemple un alliage

dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Selon un mode de réalisation, la membrane étanche secondaire et/ou la membrane étanche primaire est en alliage de fer et de manganèse, par exemple dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de 7 à $9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Selon un mode de réalisation, la membrane étanche secondaire et/ou la membrane étanche primaire comporte une pluralité de virures à bords relevés juxtaposée et soudées deux à deux par leurs bords relevés.

[0056] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire et/ou la membrane étanche secondaire comporte une pluralité de plaques métalliques, de préférences rectangulaires, soudées entre elles. Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire et/ou la membrane étanche secondaire comporte une première série d'ondulations parallèles s'étendant selon une première direction et une deuxième série d'ondulations parallèles s'étendant selon une deuxième direction, ladite première direction et ladite deuxième direction étant sécantes.

[0057] Selon un mode de réalisation, une cale de transfert est agencée autour de la cloche dans un interstice entre la cloche et les panneaux isolants primaires adjacents, par exemple entre la cloche et les plaques de fond desdits panneaux isolants primaires adjacents. Grâce à ces caractéristiques, un déplacement latéral d'un panneau isolant coopérant avec l'organe d'ancrage est transmis via la cale de transfert à la cloche, à la tige puis au support de la tige, par exemple la barrière isolante secondaire, ce qui permet de reprendre l'effort latéral exercé par le panneau isolant primaire sans risque de dégradation de la liaison étanche entre la rondelle d'étanchéité et la membrane étanche.

[0058] Selon un mode de réalisation, la cale de transfert présente une épaisseur, prise selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, inférieure à l'épaisseur de la plaque de fond du panneau isolant primaire. Ainsi, lors d'un déplacement latéral du panneau isolant primaire, la plaque de fond seule est amenée en butée contre la cale de transfert assurant une bonne transmission des efforts entre le panneau isolant primaire et la cale de transfert.

[0059] Selon un mode de réalisation, la cale de transfert comporte une portion externe et un plateau, la portion externe se développant autour de la rondelle d'étanchéité selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, le plateau comportant un orifice central entourant la cloche, la portion externe et le plateau formant un logement dans lequel est logée la rondelle d'étanchéité avec un jeu, de sorte que la cale peut transmettre un effort latéral à la cloche sans interférer avec la rondelle d'étanchéité.

[0060] Selon un mode de réalisation, la cale de transfert comporte en outre une portion interne se développant depuis le plateau et entourant la cloche.

[0061] Selon un mode de réalisation, la portion externe de la cale de transfert est cylindrique circulaire. Selon un mode de réalisation, ladite portion externe est coaxiale

de la tige.

[0062] Selon un mode de réalisation, la cale de transfert comporte une, de préférence plusieurs, ailes se développant radialement depuis la portion externe de la cale de transfert et parallèlement à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Selon un mode de réalisation ladite ou lesdites ailes sont logées entre deux panneaux isolants primaires adjacents.

[0063] Selon un mode de réalisation, la cale de transfert est de dimension inférieure à l'espacement disponible entre les panneaux. Le montage de la cale entre les panneaux est ainsi facilité.

[0064] Selon un mode de réalisation, la rondelle d'étanchéité comporte un méplat et la cloche comporte un méplat, lesdits méplats étant configurés pour être mis en prise par un outil de vissage permettant de solidariser en rotation la tige et la rondelle d'étanchéité sans torsion du joint déformable lors d'une opération de vissage de l'organe d'ancrage dans son support, par exemple dans la barrière isolante secondaire. Selon un mode de réalisation, la rondelle d'étanchéité comporte un méplat et la tige comporte un méplat, lesdits méplats pouvant être mis en prise par un outil de vissage permettant de solidariser en rotation la tige et la rondelle d'étanchéité sans torsion du joint déformable.

[0065] 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 stockage déporté (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.

[0066] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.

[0067] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de 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 du navire.

[0068] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve 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 du navire.

Brève description des figures

[0069] 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.

[fig.1] la figure 1 est une vue partielle écorchée de dessus d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle la membrane étanche primaire n'est pas illustrée ;

[fig.2] la figure 2 est une vue en coupe de la paroi de cuve de la figure 1 selon le plan de coupe A-A illustré sur la figure 1 ;

[fig.3] la figure 3 est une vue de détail de la zone B de la figure 2 illustrant un organe d'ancrage primaire ancrant deux panneaux isolants primaires adjacents ;

[fig.4] la figure 4 est une vue en perspective schématique de l'organe d'ancrage de la figure 3 ;

[fig.5] la figure 5 est une vue en perspective schématique de l'organe d'ancrage primaire illustré sur la figure 4 dans lequel la cloche n'est pas illustrée ;

[fig.6] la figure 6 est une vue en coupe d'un deuxième mode de réalisation de l'organe d'ancrage primaire ;

[fig.7] la figure 7 est une vue en coupe d'un troisième mode de réalisation de l'organe d'ancrage primaire ;

[fig.8] la figure 8 est une vue en coupe d'un organe d'ancrage primaire selon un quatrième mode de réalisation ;

[fig.9] La figure 9 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve ;

[fig.10] La figure 10 est une vue en perspective schématique d'un organe d'ancrage primaire selon un cinquième mode de réalisation ;

[fig.11] La figure 11 est une vue en coupe de l'organe d'ancrage primaire de la figure 10 coopérant avec les deux panneaux isolants primaires ;

[fig.12] La figure 12 est une vue en perspective schématique de l'organe d'ancrage de la figure 11 ;

[fig.13] La figure 13 est une vue en coupe d'un organe d'ancrage primaire selon un sixième mode de réalisation, l'organe d'ancrage primaire comportant une cale de transfert ;

[fig.14] La figure 14 est une vue de dessus de l'organe d'ancrage primaire de la figure 13 ;

[fig.15] La figure 15 est une vue en perspective schématique avec coupe d'une portion de barrière thermiquement isolante secondaire sur laquelle repose une portion de membrane étanche secondaire, la barrière thermiquement isolante secondaire comportant une plaque d'ancrage destinée à recevoir un organe d'ancrage primaire ;

[fig.16] La figure 16 est une vue en perspective schématique d'une partie d'organe d'ancrage primaire et d'un outil de montage de ladite partie d'organe d'ancrage primaire sur la plaque d'ancrage de la barrière thermiquement isolante secondaire de la figure 15 ;

[fig.17] La figure 17 est une vue en perspective schématique avec coupe de l'organe d'ancrage primaire de la figure 16 après montage sur la plaque d'ancrage de la barrière thermiquement isolante secondaire et ajout d'une cloche.

Description des modes de réalisation

[0070] Dans la suite de la description, on utilisera les termes "externe" et "interne" pour désigner, selon les définitions données dans la description, la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur de la cuve. Ainsi, un élément proche de ou tourné vers l'intérieur de la cuve est qualifié d'interne par opposition à un élément externe situé proche de ou tourné vers l'extérieur de la cuve. De même l'expressions « radialement en périphérie » ou « radialement externe » caractérise la portion éloignée d'un axe définissant un élément circulaire par opposition à l'expression radialement interne qui caractérise la portion proche dudit axe. Par ailleurs, l'expression « transversale » est utilisée pour qualifier un déplacement ou une direction de développement d'un élément selon une direction située dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

[0071] Une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL) comporte une pluralité de parois de cuve présentant une structure multicouche. Les figures 1 et 2 illustrent une portion d'une telle paroi de cuve étanche et thermiquement isolante. Sur ces figures 1 et 2, la paroi de la cuve comporte successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire, ci-après barrière isolante secondaire 1, retenue à une paroi porteuse (non illustrée), une membrane étanche secondaire 2 reposant contre la barrière isolante secondaire 1, une barrière thermiquement isolante primaire, ci-après barrière isolante primaire 3, reposant contre la membrane étanche secondaire 2 et une membrane étanche primaire 4 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve. La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité

de parois porteuses définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique, chaque paroi de cuve étant ancrée sur une paroi porteuse respective.

[0072] La barrière isolante secondaire 1 comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires 5 qui sont ancrés sur la paroi porteuse au moyen d'organes d'ancrage secondaires (non illustrés). Les panneaux isolants secondaires 5 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangées parallèles. Des boudins de mastic (non illustrés) sont interposés entre les panneaux isolants secondaires 5 et la paroi porteuse pour rattraper les écarts de la paroi porteuse par rapport à une surface plane de référence. Un papier kraft peut être inséré entre boudins de mastic et la paroi porteuse pour empêcher une adhérence des boudins de mastic sur la paroi porteuse. Alternativement, les boudins de mastic sont directement en contact avec la paroi porteuse et assure ainsi une fixation des panneaux isolants secondaires 5 par adhésion sur la paroi porteuse.

[0073] La structure d'un panneau isolant secondaire 5 illustré sur la figure 2 comporte une plaque de fond 7, une plaque de couvercle 8 et une garniture isolante 9 intercalée entre la plaque de fond 7 et la plaque de couvercle 8. Les plaques de fond 7 et de couvercle 8 sont par exemple réalisées en bois contreplaqué. La garniture isolante 9 est par exemple une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre la plaque de fond 7 et la plaque de couvercle 8. La garniture isolante 9 est collée sur la plaque de fond 7 et la plaque de couvercle 8. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres.

[0074] Les panneaux isolants secondaires 5 comportent des évidements pour recevoir les organes d'ancrage secondaires. De tels évidements sont par exemple réalisés dans la garniture isolante 9 et dans la plaque de couvercle 8 de manière à découvrir une portion de coin de la plaque de fond 7. Les organes d'ancrage secondaires comportent une base ancrée sur la paroi porteuse et une tige se développant dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. La base est par exemple creuse et comporte un orifice traversé par la tige, un écrou étant vissé sur l'extrémité de la tige logée dans la base creuse pour maintenir la tige ancrée à la base et donc à la paroi porteuse. Les organes d'ancrage secondaires dans un autre mode de réalisation peuvent se présenter sous la forme d'une tige soudée à la coque interne.

[0075] Dans un mode de réalisation, l'évidement est placé dans les zones de coin. La portion de coin de la plaque de fond 7 comporte une découpe pour permettre le passage de la tige de l'organe d'ancrage secondaire. Une plaque d'appui secondaire est engagée sur la tige et maintenue sur la tige par un écrou vissé sur une extrémité interne de la tige opposée à la base. Cette plaque d'appui secondaire est en appui sur les portions de coin de plaque de fond 7 de panneaux isolants secondaires 5 adjacents, par exemple quatre panneaux isolants secon-

dares 5 adjacents, afin d'ancrer lesdits panneaux isolants secondaires 5 sur la paroi porteuse. Dans une variante, l'appui de la plaque d'appui secondaire sur les panneaux isolants secondaires 5 peut se faire par l'intermédiaire d'un tasseau appuyé sur la portion de coin de la plaque de fond 7.

[0076] Dans une autre variante, l'évidement est placé sur deux faces latérales des panneaux isolants secondaires 5 et les organes d'ancrage secondaires sont placés dans ces évidements entre deux panneaux isolants secondaires 5 adjacents selon la direction de largeur ou de longueur desdits panneaux isolants secondaires 5.

[0077] La plaque de couvercle 8 comporte sur une face interne, c'est-à-dire sur une face opposée à la garniture isolante 9, des rainures pour recevoir des supports de soudure 6.

[0078] La structure des panneaux isolants secondaires 5 et de l'organe d'ancrage secondaire sont décrites ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants secondaires 5 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO2012/127141. Les panneaux isolants secondaires 7 sont alors réalisés sous forme de caisson comportant une plaque de fond, une plaque de couvercle et des voiles porteurs s'étendant, dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et délimitant une pluralité de compartiments remplis d'une garniture isolante, telle que de la perlite, de la laine de verre ou de roche.

[0079] Dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants secondaires comportent une plaque de fond, une plaque de couvercle et une plaque intermédiaire intercalée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle. La garniture isolante comporte alors une première couche de garniture isolante intercalée entre la plaque de fond et la plaque intermédiaire et une deuxième couche de garniture isolante intercalée entre la plaque intermédiaire et la plaque de couvercle. La première couche de garniture isolante est par exemple collée à la plaque de fond et à la plaque intermédiaire. La deuxième couche de garniture isolante est par exemple collée à la plaque intermédiaire et à la plaque de couvercle. Dans ce mode de réalisation, l'évidement peut être réalisé dans la plaque de couvercle et la deuxième couche de garniture isolante uniquement, la plaque d'appui secondaire étant en appui sur une portion découverte de la plaque intermédiaire. Par ailleurs, la découpe permettant le passage de la tige est réalisée dans la plaque intermédiaire, la première couche de garniture isolante et la plaque de fond. Un tel panneau isolant secondaire est par exemple décrit dans le document WO2014/096600.

[0080] Dans un mode de réalisation, les panneaux isolants secondaires sont collés sur la paroi porteuse, par exemple au moyen des boudins de mastic précités. Dans ce cas, il est possible de supprimer les organes d'ancrage secondaires et les évidements qui les reçoivent.

[0081] En revenant à la figure 1, on observe que la

membrane étanche secondaire 4 comporte une nappe continue de virures 10, métalliques, à bord relevés. Les virures 10 sont soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure 6 parallèles qui sont fixés dans les rainures ménagées sur les plaques de couvercle 8 des panneaux isolants secondaires 5. Les virures 10 sont, par exemple, réalisées 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 $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Il est aussi possible d'utiliser des alliages de fer et de manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de 7 à $9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0082] La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 11 qui sont ancrés sur la paroi porteuse au moyen d'organes d'ancrages primaires 12 décrits plus en détail ci-après. Les panneaux isolants primaires 11 présentent une forme générale parallélépipédique et sont juxtaposés pour former la barrière isolante primaire 3. En outre, ils peuvent présenter des dimensions de largeur, de longueur ou d'épaisseur identiques à ou différentes de celles des panneaux isolants secondaires 5. En particulier, leur épaisseur selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve est susceptible d'être plus faible que celle des panneaux isolants secondaires 5. Chacun des panneaux isolants primaires 11 est positionné en décalage des panneaux isolants secondaires 5 sur lesquels il repose. Ainsi, les coins adjacents des panneaux isolants primaires 11 sont regroupés au droit de la plaque de couvercle 8 d'un panneau isolant secondaire 5 sur lequel reposent lesdits panneaux isolants primaires 11.

[0083] Les panneaux isolants primaires 11 peuvent présenter une structure multicouche analogue à la structure des panneaux isolants secondaires 5. Ainsi, dans l'exemple représenté, les panneaux isolants primaires 11 comportent successivement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve une plaque de fond 13, par exemple en bois contreplaqué, une garniture isolante primaire 14 et une plaque de couvercle 15, par exemple en bois contreplaqué. La garniture isolante primaire est par exemple une couche de mousse polymère isolante, par exemple une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres. La garniture isolante 14 est de préférence collée à la plaque de fond 13 et à la plaque de couvercle 15.

[0084] Un panneau isolant primaire 11 comporte des évidements au niveau de ses zones de coin de manière à ce que la plaque de fond 13 déborde par rapport à la garniture isolante primaire 14 et à la plaque de couvercle 15. Ainsi, la plaque de fond 13 forme au niveau des zones de coin du panneau isolant primaire 11 une zone d'appui destinée à coopérer avec une plaque d'appui primaire 16 de l'organe d'ancrage primaire 12. Sur le mode de réalisation illustré sur la figure 3, une cale 17 est ajoutée sur la plaque de fond 13, ladite cale 17 ayant une forme analogue à celle de la zone d'appui et coopérant avec la plaque d'appui primaire 16 pour ancrer le panneau isolant primaire 11.

[0085] La plaque de fond 13 du panneau isolant primaire 11 comporte des rainures 18 destinées à recevoir les bords relevés des virures 10 de la membrane étanche secondaire 2. La plaque de couvercle 15 comporte des bandes d'ancrage 19, illustrées sur la figure 1, pour ancrer la membrane étanche primaire 4. Ces bandes d'ancrage 19 sont logées dans des lamages ménagés sur la face interne de la plaque de couvercle 15. Le panneau isolant primaire 11 peut en outre comporter des fentes de relaxation 20 ménagées dans la plaque de couvercle 15 et dans une portion interne de la garniture isolante primaire 14. De telles fentes de relaxation 20 ont pour fonction d'éviter une déformation ou une dégradation du panneau isolant primaire 11 du fait des contractions différentielles entre la plaque de couvercle 15 et la garniture isolante primaire 14. De telles fentes de relaxation 20 permettent également de laisser travailler des ondulations 21 et ainsi d'éviter des contraintes dans la membrane étanche primaire 4 et dans la barrière isolante primaire 4 dans le cas d'une membrane étanche primaire 4 comportant des ondulations 21 telles que décrites ci-dessous.

[0086] La structure du panneau isolant primaire 11 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants primaires 11 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO2012/127141.

[0087] Dans un autre mode de réalisation, la barrière isolante primaire 3 comporte des panneaux isolants primaires ayant au moins deux types de structure différents, par exemple les deux structures précitées, en fonction de leur zone d'implantation dans la cuve.

[0088] La membrane étanche primaire 4 comporte une nappe continue de tôles rectangulaires qui présentent deux séries d'ondulations 21 mutuellement perpendiculaires. Les tôles rectangulaires sont soudées ensemble en formant des petites zones de recouvrement le long de leurs bords, selon la technique connue. Une tôle rectangulaire présente de préférence des dimensions de largeur et de longueur qui valent des multiples entiers d'un espacement entre des ondulations et aussi des multiples entiers des dimensions des panneaux isolants primaires 11.

[0089] Un organe d'ancrage primaire 12 est décrit ci-après en regard des figures 3 à 5. La figure 3 représente une vue de détail de l'organe d'ancrage primaire 12 illustré sur la figure 2 à la référence B. Par ailleurs, sur les figures 4 et 5, l'écrou 32 et la plaque d'appui 16 sont omises. Sur ces figures 3 à 5, un seul organe d'ancrage primaire 12 est illustré et la description ci-dessous pour cet organe d'ancrage s'applique de façon analogue à un, plusieurs ou l'ensemble des organes d'ancrage primaires 12 intégrés dans la cuve étanche et thermiquement isolante.

[0090] Comme expliqué ci-dessus, dans le mode de réalisation illustré sur les figures 1 à 5, les panneaux isolants primaires 11 sont ancrés à la paroi porteuse par

l'intermédiaire des panneaux isolants secondaires 5. Pour cela, la plaque de couvercle 8 du panneau isolant secondaire 5 comporte une plaque d'ancrage 22. Cette plaque d'ancrage 22 est logée dans un évidement 23 réalisé dans la plaque de couvercle 8.

[0091] L'évidement 23 présente une section interne 24 présentant un premier diamètre et une section externe 25 présentant un deuxième diamètre. Le deuxième diamètre est supérieur au premier diamètre de sorte que la section externe 25 de l'évidement 23 forme des renforcements latéraux intercalés entre une portion de la plaque de couvercle 8 entourant la section interne 24 et la garniture isolante 9.

[0092] La plaque d'ancrage 22 présente une forme complémentaire à l'évidement 23. Une face interne 26 de la plaque d'ancrage 22 affleure avec une face interne 27 de la plaque de couvercle 8 du panneau isolant secondaire 5. Ainsi, la plaque d'ancrage 22 forme avec la plaque de couvercle 8 une surface plane sensiblement continue sur laquelle repose la membrane étanche secondaire 2. Par ailleurs, une section externe 28 de la plaque d'ancrage 22 est logée dans la section externe 25 de l'évidement 23 et est ainsi intercalée entre la plaque de couvercle 8 et la garniture isolante 9. La plaque d'ancrage 22 est de préférence collée à la garniture isolante 9 du panneau isolant secondaire. La plaque d'ancrage 22 est ainsi bloquée en déplacement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette plaque d'ancrage 22 comporte en outre un logement central 29 fileté.

[0093] L'organe d'ancrage primaire 12 comporte une base 30, une tige 31, la plaque d'appui primaire 16 et un écrou 32.

[0094] La base 30 présente un filetage externe et est vissée dans le logement central 29 de la plaque d'ancrage 22. Autrement dit, la base 30 de l'organe d'ancrage primaire 12 est ancrée dans la plaque d'ancrage 22.

[0095] La tige 31 se développe depuis la base 30 selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve vers l'intérieur de la cuve. La tige 31 traverse un orifice ménagé dans la membrane étanche secondaire 2. Comme illustré sur les figures 1 à 3, cette tige 31 se développe dans l'espace séparant les coins de deux panneaux isolants primaires 11.

[0096] La plaque d'appui primaire 16 présente un passage central 60. Cette plaque d'appui primaire 16 est engagée sur la tige 31. La plaque d'appui primaire 16 est en appui sur les cales 17 agencées sur les portions débordantes des plaques de fond 13 des panneaux isolants primaires 11 avec lesquels l'organe d'ancrage primaire 12 coopère. Par ailleurs, l'extrémité interne de la tige 31 opposée à la base 30 est filetée et l'écrou 32 est vissé sur cette extrémité interne de la tige 31 afin d'appuyer la plaque d'appui primaire 16 sur les cales 17. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, des rondelles élastiques 33, par exemple de type rondelles Belleville, sont intercalées entre la plaque d'appui primaire 16 et l'écrou 32.

[0097] Afin d'assurer l'étanchéité de la membrane

étanche secondaire 2 au niveau de l'orifice de ladite membrane étanche secondaire 2 traversé par la tige 31, l'organe d'ancrage primaire 12 comporte en outre une rondelle d'étanchéité 34.

[0098] Cette rondelle d'étanchéité 34 comporte un corps annulaire 35 présentant un orifice central 36. La rondelle d'étanchéité 34 comporte en outre une collerette 37 se développant radialement vers l'extérieur depuis une portion externe de la face radialement externe du corps annulaire 35. Par ailleurs, une face interne 38 du corps annulaire 35 comporte une nervure 39 faisant saillie selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette nervure 39 se développe depuis une portion radialement interne de ladite face interne 38. La collerette 37 est par exemple formée par une portion périphérique du corps annulaire 35.

[0099] La rondelle d'étanchéité 34 est engagée sur la tige 31, la tige 31 traversant l'orifice central 36 de la rondelle d'étanchéité 34. La rondelle d'étanchéité 34 est intercalée entre la membrane étanche secondaire 2 et la plaque d'appui primaire 16. L'orifice central 36 de la rondelle d'étanchéité 34 présente un diamètre supérieur au diamètre de la portion de tige 31 traversant ledit orifice central 36. Ainsi, un jeu transversal, c'est-à-dire selon une direction perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, sépare une face radialement interne délimitant l'orifice central 36 du corps annulaire 35 et la tige 31. Ce jeu permet à la rondelle d'étanchéité 34 d'être mobile transversalement par rapport à la tige 31, et donc par rapport à la plaque d'appui primaire 16.

[0100] Dans un mode de réalisation non illustré, l'orifice central n'est pas circulaire et présente une dimension selon au moins une direction transversale supérieure à la dimension de la tige 31 selon ladite au moins une direction transversale. Dans un tel mode de réalisation, un jeu selon ladite au moins une direction transversale sépare donc l'orifice central 36 de la tige afin de permettre le déplacement de la rondelle d'étanchéité par rapport à la tige 31 selon ladite au moins une direction transversale.

[0101] La collerette 37 est fixée de manière étanche sur la membrane étanche secondaire 2 autour de l'orifice de ladite membrane étanche secondaire 2. Cette fixation étanche est par exemple réalisée par soudure.

[0102] L'organe d'ancrage primaire 12 comporte un épaulement d'ancrage 40 faisant saillie radialement vers l'extérieur depuis la tige 31. Cet épaulement d'ancrage 40 est intercalé entre la rondelle d'étanchéité 34 et la plaque d'appui primaire 16. L'épaulement d'ancrage 40 présente une surface d'ancrage 41 plane se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette surface d'ancrage 41 est tournée vers l'intérieur de la cuve.

[0103] L'organe d'ancrage primaire 12 comporte un joint déformable reliant de manière étanche la tige 31 et la rondelle d'étanchéité 34. Ce joint déformable comporte un soufflet 42. Une extrémité axiale interne de ce soufflet 42 est fixée de manière étanche sur la tige 31. Une ex-

trémité axiale externe de ce soufflet 42 est fixée de manière étanche sur la rondelle d'étanchéité 34. Plus particulièrement, l'extrémité axiale interne du soufflet 42 est ancrée de manière étanche sur la surface d'ancrage 41 de l'épaule d'ancrage 40. L'extrémité axiale externe du soufflet 42 est ancrée de manière étanche sur la nervure 39 faisant saillie de la face interne 38 du corps annulaire 35. L'extrémité axiale interne du soufflet 42 est par exemple soudée à la tige 31. L'extrémité axiale externe du soufflet 42 est par exemple soudée à la rondelle d'étanchéité 34.

[0104] Ce soufflet 42 présente des plis 61 déformables, au nombre de trois dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3. De façon non illustré, le nombre des plis 61 du soufflet 42 n'est pas limité à trois et peut être supérieur compte-tenu de l'espacement entre l'épaule d'ancrage 40 et la surface 38 de la collerette 37. Ainsi, le soufflet 42 peut présenter entre trois et trente-deux plis 61, idéalement de six plis 61 à vingt-quatre plis 61 en fonction dudit espacement, ledit espacement étant par exemple compris entre 20 et 45 mm. Le soufflet 42 est sensiblement cylindrique. Les plis 61 formant le soufflet 42 présentent des dimensions identiques. Un tel soufflet 42 est par exemple réalisé en acier inoxydable. Afin d'assurer la souplesse dudit soufflet 42, il présente une faible épaisseur, de préférence inférieure à 1 mm, par exemple comprise entre 0.1 et 0.5 mm et plus particulièrement comprise entre 0.1 mm et 0.3 mm d'épaisseur.

[0105] Ce soufflet 42 réalise une liaison souple, déformable et étanche entre la tige 31 et la rondelle d'étanchéité 34. Cette liaison souple et déformable associée au jeu entre la rondelle d'étanchéité 34 et la tige 31 permet le déplacement relatif de manière étanche entre la rondelle d'étanchéité 34 et la tige 31. Ainsi, la rondelle d'étanchéité 34 étant fixée de manière étanche sur la membrane étanche secondaire 2 et la tige 31 portant la plaque d'appui primaire 16 appuyant sur les panneaux isolants primaires 11, un déplacement relatif est possible entre la membrane étanche secondaire 2 et les panneaux isolants secondaires 5 et/ou les panneaux isolants primaires 11 sans risque de dégradation de la membrane étanche secondaire 2 ni perte de l'étanchéité de la membrane étanche secondaire 2. En particulier, lorsque la tige 31 est fixée sur un panneau isolant secondaire, une déformation et/ou un déplacement dudit panneau isolant secondaire 5 est possible sans que cette déformation et/ou ce déplacement ne génère de contrainte sur la membrane étanche secondaire 2 ou sur la liaison entre la rondelle d'étanchéité 34 et la membrane étanche secondaire 2.

[0106] Un tel déplacement relatif entre les panneaux isolants secondaires 5 et/ou les panneaux isolants primaires 11 et la membrane étanche secondaire 2 peut survenir du fait de contractions différentielles, de déformation de la barrière isolante secondaire 1 et/ou de la paroi porteuse, ou encore du fait de contraintes sur les panneaux isolants primaires 11 liées aux mouvements de liquide dans la cuve.

[0107] Afin d'une part de protéger le soufflet 42, par exemple lors de la construction de la cuve et du montage de l'organe d'ancrage primaire 12, ledit organe d'ancrage primaire comporte une cloche 43. Cette cloche 43 comporte une portion de montage 44 et une portion de protection 45. Cette cloche 43 est combinable avec les différents types de soufflets 42 décrits ci-dessus et ci-dessous.

[0108] La portion de montage 44 est de forme plane et présente un orifice central. La cloche 43 est montée sur la tige 31 de l'organe d'ancrage primaire 12, ladite tige traversant l'orifice central de la portion de montage 44. La portion de montage est intercalée entre l'épaule d'ancrage 40 et la plaque d'appui primaire 16. La cloche est ainsi bloquée en déplacement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve par la plaque d'appui primaire 16 d'une part et par la surface d'ancrage 41 d'autre part.

[0109] La portion de protection 45 est creuse et comporte une extrémité interne jointive d'un bord périphérique de la portion de montage 44. La portion de protection 45 se développe depuis son extrémité interne le long du soufflet 42 en direction de la rondelle d'étanchéité 34, le soufflet 42 étant logé dans ladite portion de protection 45 creuse. La portion de protection 45 est en outre évasée de sorte qu'une extrémité externe de ladite portion de protection 45 soit agencée au droit de la collerette 37 de la rondelle d'étanchéité 34. Ainsi, la cloche 43 entoure intégralement le soufflet 42, depuis l'extrémité interne dudit soufflet 42 sur la surface d'ancrage 41 jusqu'à l'extrémité externe dudit soufflet 42 fixée sur la nervure 39.

[0110] L'extrémité externe de la portion de protection 45 présente un rebord 46 se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Ce rebord 46 forme une surface de butée 47 située en vis-à-vis de la collerette 37. Une telle surface de butée 47 bloque le déplacement de la collerette 37, et donc de la rondelle d'étanchéité 34, en direction de l'intérieur de la cuve, la cloche 42 étant elle-même bloquée par la butée de sa portion de montage 44 sur la plaque d'appui primaire 16.

[0111] Ainsi, la collerette 37 étant fixée de manière étanche à la membrane étanche secondaire 2, lors de déformation de la paroi porteuse ou en présence d'une surpression dans la membrane étanche secondaire 2, la déformation locale de la membrane étanche secondaire 2 au niveau de l'organe d'ancrage primaire 12 est bloquée par la butée de la collerette 37 de la rondelle d'étanchéité 34 sur la surface de butée 47. Dans un autre mode de réalisation, la portion de montage 44 de la cloche 43 est fixée sur la tige, par exemple par soudure.

[0112] Dans un mode de réalisation non illustré, les panneaux isolants primaires 11 et les panneaux isolants secondaires 5 présentent des dimensions identiques et sont agencés de sorte que les coins des panneaux isolants secondaires 5 soient alignés selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve avec les coins des panneaux isolants primaires 11. Dans un tel mode de réali-

sation, l'organe d'ancrage primaire 12 n'est pas ancré dans un panneau isolant secondaire 5 mais directement sur l'organe d'ancrage secondaire. Une telle configuration est par exemple décrite dans le document WO2014096600 qui présente un dispositif d'ancrage conjoint pour les panneaux isolants secondaires 5 et les panneaux isolants primaires 11, la base 30 de l'organe d'ancrage primaire 12 étant fixée sur une extrémité de l'organe d'ancrage secondaire. Ainsi, dans ce mode de réalisation, un organe d'ancrage primaire tel que décrit ci-dessus, la base 30 de l'organe d'ancrage primaire 12 n'est pas ancrée dans la plaque d'ancrage 22 logée dans une plaque de couvercle 8 d'un panneau isolant secondaire 5 mais dans une embase fixée à l'extrémité interne de l'organe d'ancrage secondaire.

[0113] La figure 6 illustre un organe d'ancrage primaire 12 selon un deuxième mode de réalisation. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 5 portent la même référence.

[0114] Ce deuxième mode de réalisation diffère du mode de réalisation illustré sur les figures 1 à 5 en ce que le corps annulaire de la rondelle d'étanchéité présente une face radialement externe biseautée, c'est-à-dire inclinée par rapport à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

[0115] La figure 7 illustre un organe d'ancrage primaire 12 selon un troisième mode de réalisation. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 5 portent la même référence.

[0116] Ce troisième mode de réalisation diffère du mode de réalisation illustré sur les figures 1 à 5 en ce que le soufflet 42 est évasé. Ainsi, les plis 61 formant ledit soufflet 42 présentent des dimensions croissantes depuis l'extrémité axiale interne du soufflet 42 ancrée sur la surface d'ancrage 42 vers l'extrémité axiale externe du soufflet 42 ancrée sur la rondelle d'étanchéité 34.

[0117] Par ailleurs, dans ce troisième mode de réalisation la face interne 38 du corps annulaire 35 de la rondelle d'étanchéité 34 ne présente pas la nervure 39, ladite face interne 38 étant plane. Dans ce troisième mode de réalisation, l'extrémité axiale externe du soufflet 42 est directement fixée sur la surface interne 38 plane. En particulier, le soufflet 42 présentant une forme évasée, l'extrémité axiale externe dudit soufflet 42 est fixée sur une bordure périphérique radialement externe de ladite surface interne 38.

[0118] Ce troisième mode de réalisation diffère également du mode de réalisation décrit en regard des figures 1 à 5 en ce que l'organe d'ancrage primaire 12 ne comporte pas de cloche 43. Une telle cloche 43 pourrait cependant être ajoutée.

[0119] Dans ce troisième mode de réalisation, la tige 31 présente un épaulement 48 faisant saillie latéralement. Cet épaulement 48 est intercalé entre l'épaulement d'ancrage 40 et la rondelle d'étanchéité 34. En outre, cet épaulement 48 présente au moins une dimension trans-

versale supérieure à la dimension de l'orifice central de la rondelle d'étanchéité 34. Ainsi, cet épaulement 48 présente une face externe 49 en vis-à-vis de la surface interne 38 du corps annulaire 35 de la rondelle d'étanchéité 34. Autrement dit, une portion périphérique de cette face externe 49 forme la surface de butée 47. Cet épaulement 48 remplit ainsi la fonction de butée de la rondelle d'étanchéité 35 bloquant le déplacement vers l'intérieur de la cuve de ladite rondelle d'étanchéité 34 et empêchant la déformation locale de la membrane étanche secondaire 2.

[0120] La figure 8 illustre un organe d'ancrage primaire 12 selon un quatrième mode de réalisation. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 5 portent la même référence.

[0121] Dans ce quatrième mode de réalisation, la plaque d'ancrage primaire 16 est remplacée par une croix d'ancrage 54. Cette croix d'ancrage 54 présente une portion de montage 55 et une pluralité de pattes d'appui 56, par exemple quatre pattes d'appui 56 comme illustré sur les figures 7 et 8 du document WO2014/057221.

[0122] La portion de montage 55 de la croix d'ancrage 54 est plane et se développe dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette portion de montage 55 présente un orifice central traversé par la tige 31 de sorte que la croix d'ancrage 54 soit montée sur la tige 31.

[0123] Chaque patte d'appui 56 présente une extrémité interne jointive d'un bord périphérique de la portion de montage 55. Chaque patte d'appui 56 se développe depuis la portion de montage 55 en direction d'une surface d'appui 57 formée par la portion débordante de la plaque de fond 13 d'un panneau isolant primaire 11. Une extrémité externe de la patte d'appui 56 comporte un rebord 58 se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Ce rebord 58 est en appui sur la surface d'appui 57 de manière à retenir le panneau isolant primaire 11 sur la membrane étanche secondaire 2.

[0124] Une telle croix d'ancrage 54 assure une certaine protection du soufflet 42 de façon analogue à la cloche 43 de protection décrite ci-dessus en regard des figures 1 à 5.

[0125] Dans ce quatrième mode de réalisation, l'extrémité interne du soufflet 42 est ancrée sur une face latérale 59 de l'épaulement d'ancrage 40, par exemple dans un lamage prévu à cet effet dans la portion externe de ladite face latérale 58.

[0126] Les figures 10 à 12 représentent un organe d'ancrage primaire 12 selon un cinquième mode de réalisation. Sur ces figures, les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 5 portent la même référence.

[0127] Dans ce cinquième mode de réalisation, la portion de protection 45 de la cloche 43 est cylindrique et présente une génératrice parallèle à la direction d'épais-

seur de la paroi de cuve. L'extrémité externe de la portion de protection 45 de la cloche 43 est agencée au droit de la face interne 38 du corps annulaire 35. Autrement dit, la surface de butée 47 formée par le rebord 46 de l'extrémité externe de la portion de protection 45 coopère avec la face interne 38 du corps annulaire 35 pour bloquer le déplacement de la rondelle d'étanchéité 34 en direction de l'intérieur de la cuve. La collerette 37 fait saillie radialement vers l'extérieur depuis le corps annulaire 35 au-delà du rebord 46. Par ailleurs, l'extrémité axiale interne du soufflet 42 est ancrée de manière étanche, par exemple par soudure, sur une face externe de l'épaule d'ancrage 40, c'est-à-dire sur une face de l'épaule d'ancrage 40 tournée vers la rondelle d'étanchéité 34.

[0128] Lorsque du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) est stocké dans la cuve, les mouvements dudit GNL à l'intérieur de la cuve, par exemple liés aux mouvements d'un navire dans laquelle ladite cuve est installée, peuvent générer des contraintes latérales sur les panneaux isolants primaires 11. Typiquement, un mouvement de GNL dans la cuve peut exercer une contrainte latérale sur les ondulations 21 de la membrane étanche primaire 4. Cette contrainte latérale au niveau de ladite ondulation 21 est transmise au panneau isolant primaire 11 sur lequel est ancré la membrane étanche primaire 4. Sous l'effet de cette contrainte, le panneau isolant primaire 11 tend à se déplacer latéralement, c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, et donc à exercer une contrainte sur l'organe d'ancrage primaire 12.

[0129] La collerette 37 faisant saillie radialement vers l'extérieur du corps annulaire 35 au-delà du rebord 46 de la cloche 43, la plaque de fond 13 du panneau isolant primaire 11 peut être amenée en butée contre la collerette 37 lors du déplacement dudit panneau isolant primaire 11. Une telle butée de la plaque de fond 13 sur la collerette 37 engendre une contrainte importante au niveau de la liaison étanche entre la collerette 37 et la membrane étanche secondaire 2, cette contrainte pouvant mettre en péril l'intégrité de la membrane étanche secondaire 2.

[0130] Afin d'éviter que les efforts causés par un déplacement latéral du panneau isolant primaire 11 ne soient repris par la rondelle d'étanchéité 34, ce cinquième mode de réalisation comporte une cale de transfert 62. La cale de transfert 62 permet de transférer l'effort transversal vers la tige 31 et son support, par exemple la barrière isolante secondaire. En outre la dimension transversale de la cale est inférieure à l'espacement entre les panneaux isolants primaires voisins pour offrir une tolérance de montage suffisante et transmettre les efforts d'un panneau isolant primaire vers la tige 31.

[0131] Cette cale de transfert 62 comporte ici une base 63, une enveloppe 64 et des ailes 65.

[0132] La base 63 présente une forme plane se développant perpendiculairement à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette base 63 est de forme circulaire

dont le centre est coaxial avec la tige 31. La base 63 présente un orifice central 66. Cet orifice central 66 est circulaire et coaxial de la tige 31. Les dimensions de l'orifice central 66 sont supérieures aux dimensions de la collerette 37 de sorte qu'un espace sépare la base 63 de la collerette 37.

[0133] La base 63 repose sur la membrane d'étanchéité secondaire 2 autour de la collerette 37. Les plaques de fond 13 des panneaux isolants primaires 11 coopérant avec l'organe d'ancrage primaires 12 peuvent présenter un lamage externe 67 pour loger la base 63.

[0134] L'enveloppe 64 comporte une jupe externe 68 et une jupe interne 69 reliées par un plateau central 82.

[0135] La jupe externe 68 présente une paroi cylindrique circulaire dont la génératrice est parallèle à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette jupe externe 68 se développe depuis la périphérie interne de la base 63, c'est-à-dire depuis le bord de l'orifice central 66 de la base 63. La jupe externe 68 se développe vers l'intérieur de la cuve sur une épaisseur, selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, supérieure ou égale à l'épaisseur, prise selon ladite direction d'épaisseur de la paroi de cuve, du corps annulaire 35. Ainsi, une extrémité interne de la jupe externe 68 est radialement au droit de la portion de protection 45 de la cloche 43.

[0136] Le plateau central 82 se développe dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Ce plateau central 82 se développe radialement vers l'intérieur depuis l'extrémité interne de la jupe externe 68. Le plateau central 82 comporte un orifice central 83 dont le diamètre interne est légèrement supérieur au diamètre externe de la portion de protection 45 de la cloche. Ainsi, le plateau central 82 entoure la portion de protection 45 de la cloche 43.

[0137] La jupe interne 69 présente une paroi cylindrique circulaire dont la génératrice est parallèle à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Cette jupe interne 69 se développe depuis la périphérie interne du plateau central 82, c'est-à-dire depuis le bord du plateau central 82 délimitant l'orifice central 83. La jupe interne 69 se développe vers l'intérieur de la cuve sur une épaisseur inférieure à l'épaisseur de la portion de protection 45 de la cloche 43. Ainsi, la jupe interne 69 entoure la portion de protection 45 de la cloche 43 sur une partie seulement de l'épaisseur de ladite portion de protection 45.

[0138] Typiquement, l'enveloppe 64 entoure la collerette 37 et forme un logement, visible sur les figures 11 et 12, dans lequel la collerette 37 est logée avec un jeu, assurant la protection de ladite collerette 37.

[0139] Ainsi, lorsqu'un panneau isolant primaire 11 subit une contrainte engendrant le déplacement latéral dudit panneau isolant primaire 11, la plaque de fond 13 dudit panneau isolant primaire 11 bute contre la cale de transfert 62, typiquement contre la base 63 et/ou contre la jupe externe 68. La cale de transfert 62 entourant la cloche 43 et la distance séparant la cale de transfert 62 de la cloche 43 étant inférieure à la distance séparant la cale de transfert 62 de la collerette 37, la cale de transfert

62 bute contre la cloche 43 sans générer de contrainte importante sur la collerette 37. Autrement dit, le cheminement des efforts liés à ce déplacement latéral du panneau isolant primaire 11 passe par la plaque de fond 13 du panneau isolant primaire 11 qui exerce un effort sur la cale de transfert 62, ladite cale de transfert exerçant alors un effort sur la cloche 43 et la tige 31. Ainsi, la cale de transfert 62 assure que le chemin des efforts liés à un déplacement latéral d'un panneau isolant primaire 11 ne transite pas par la collerette 37, limitant ainsi les contraintes au niveau de la liaison étanche entre la collerette 37 et la membrane étanche secondaire 2.

[0140] Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 10 à 12, la cale de transfert 62 comporte en outre quatre ailes 65 facilitant le positionnement de la cale de transfert 62 par rapport aux panneaux isolants primaires 11 adjacents. Ces ailes 65 de positionnement sont régulièrement distribuées de façon circonférentielle autour de l'enveloppe 64. Ces ailes 65 se développent radialement depuis l'enveloppe 64 parallèlement à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Chacune desdites ailes 65 est logée entre deux panneaux isolants primaires 11 coopérant avec l'organe d'ancrage primaire 12. Ces ailes 65 séparent des compartiments offrant des calages indépendants à chacun des panneaux isolants primaires 11.

[0141] Dans un mode de réalisation non illustré, la jupe externe 68 se développe en direction de l'intérieur de la cuve au-delà de la plaque de fond 13 des panneaux isolants primaires 11. Ainsi, lors d'un déplacement latéral d'un panneau isolant primaire 11, la garniture isolante 14 est également amenée en butée contre la jupe externe 68 afin de faire transiter les efforts liés au déplacement latéral du panneau isolant primaire 11 vers la cale de transfert 62.

[0142] Les figures 13 et 14 illustrent un organe d'ancrage primaire 12 selon un sixième mode de réalisation.

[0143] Ce sixième mode de réalisation diffère du cinquième mode de réalisation illustré en regard des figures 10 à 12 en ce que l'extrémité externe de la portion de protection 45 de la cloche 43 est agencée au droit de la collerette 37. En outre, le rebord 46 de l'extrémité externe de la portion de protection 45 fait radialement saillie au-delà de la collerette 37. Ainsi, la surface de butée 47 formée par le rebord 46 de l'extrémité externe de la portion de protection 45 coopère avec la face interne de la collerette 37 pour bloquer le déplacement de la rondelle d'étanchéité 34 en direction de l'intérieur de la cuve.

[0144] Dans ce mode de réalisation, la cale de transfert 62 est formée par un bloc 84. Ce bloc 84 comporte un orifice central. Cet orifice central présente un diamètre interne légèrement supérieur au diamètre externe de la portion de protection 45 de la cloche 43 de sorte que le bloc 84 entoure la portion de protection 45 de la cloche 43.

[0145] Le bloc 84 présente une épaisseur, prise selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve inférieure à l'épaisseur de la plaque de fond 13 des panneaux iso-

lants primaires 11 adjacents de sorte qu'une face interne du bloc 84 est agencée à l'extérieur, selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, de la face interne des plaques de fond 13. Par ailleurs, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 13, le bloc 84 repose sur une face interne du rebord 46 de la portion de protection 45 de la cloche 43.

[0146] Une face latérale périphérique du bloc 84 est de forme globalement complémentaire aux évidements ménagés dans les plaques de fond 13 des panneaux isolants primaires 11 coopérant avec l'organe d'ancrage primaire 12. Autrement dit, la distance séparant les plaques de fond 13 des panneaux isolants primaires 11 et le bloc 84 correspond sensiblement à un jeu de montage.

Ainsi, un déplacement latéral d'un panneau isolant primaire 11 génère quasiment dès le début dudit déplacement un appui sur la face latérale périphérique du bloc 84.

[0147] Ainsi, lors d'un déplacement latéral d'un panneau isolant primaire 11, la plaque de fond 13 dudit panneau isolant primaire 11 bute contre la cale de transfert 62, et plus particulièrement sur la face latérale périphérique du bloc 84, et la cale de transfert bute contre la cloche 43 et la tige 31 sans exercer substantiellement de contrainte sur la collerette 37. La contrainte exercée par le panneau isolant primaire 11 sur la cale de transfert 62 est donc transmise à la tige 31 sans transiter substantiellement par la liaison entre la collerette 37 et la membrane étanche secondaire 2.

[0148] Un exemple de procédé de montage d'un organe d'ancrage primaire est décrit ci-dessous en regard des figures 15 à 17. Sur ces figures 15 à 17 et dans la description ci-dessous, des éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments déjà décrits ci-dessus portent la même référence.

[0149] De façon analogue à la description ci-dessus en regard des figures 1 à 5, la plaque d'ancrage 22 est logée dans un évidement 23 réalisé dans la plaque de couvercle 8 d'un panneau isolant secondaire 5. La face interne 26 de la plaque d'ancrage 22 affleure avec une face interne 27 de la plaque de couvercle 8 du panneau isolant secondaire 5. La plaque d'ancrage 22 comporte en outre un logement central 29 fileté destiné à recevoir la base 30 de l'organe d'ancrage primaire 12.

[0150] De préférence, l'organe d'ancrage primaire 12 est au moins partiellement préfabriqué. Une portion préfabriquée de l'organe d'ancrage primaire 12 comporte par exemple, comme illustré sur la figure 16, la base 30, la tige 31, le soufflet 42 dont l'extrémité axiale interne est fixée sur l'épaulement d'ancrage 40, et la rondelle d'étanchéité 34 sur laquelle est fixée l'extrémité axiale externe du soufflet.

[0151] Cependant, avec un organe d'ancrage primaire 12 ainsi préfabriqué, la rondelle d'étanchéité 34 est solidaire en rotation de la tige 31 par l'intermédiaire du soufflet 42. Ainsi, lorsque la tige 31 est tournée pour visser la base 30 dans le logement central 29 fileté, la rondelle d'étanchéité 34 est également tournée. Or, cette rotation de la rondelle d'étanchéité 34 peut générer des frotte-

ments entre la face externe de ladite rondelle d'étanchéité 34 et la membrane étanche secondaire 3, en particulier en fin de vissage de la base 30 dans le logement 29. De tels frottements génèrent une torsion dans le soufflet 42 qui est susceptible de dégrader ledit soufflet 42 et donc l'étanchéité dudit soufflet 42.

[0152] Afin d'éviter la torsion dans le soufflet 42 lors du vissage de la base 30 dans le logement 29, le corps 35 de la rondelle d'étanchéité 34 comporte des méplats 85 sur sa face latérale reliant la collerette 37 et la face interne 38 du corps 35. De même, l'épaulement d'ancrage 40 comporte également des méplats 86. Les méplats 85 de la rondelle d'étanchéité 34 et les méplats 86 de l'épaulement d'ancrage 40 se développent de préférence dans les mêmes plans.

[0153] Le procédé de montage de l'organe d'ancrage primaire 12 prévoit l'utilisation d'une clef 87 creuse comportant des faces internes 88 complémentaires des méplats 85 et 86. Par ailleurs, la portion creuse de la clef 87 présente de préférence une hauteur supérieure à la hauteur de la tige 31 et au moins supérieure ou également à la distance entre l'extrémité axiale interne de la tige et le méplat 85 porté par la rondelle d'étanchéité 34. Ainsi, du fait de la complémentarité entre les faces internes 88 de la clef et des méplats 85 et 86, une rotation de la clef 87 se traduit par une rotation à la fois de la tige 31, et donc de la base 30, et de la rondelle d'étanchéité 34. Sur la figure 16, l'épaulement d'ancrage 40 et le corps 35 comportent six méplats 85 et 86, cependant le nombre et les dimensions de ces méplats peut être différents. L'organe d'ancrage primaire 12 pouvant comporter un, deux ou plus de méplats 85 et 86 complémentaires des faces internes 88 de la clef 87 de sorte que la rondelle d'étanchéité 34 et l'épaulement d'ancrage, et donc la tige 31 et la base 30, soient liés en rotation lors de l'utilisation de la clef 87.

[0154] Afin de monter la portion préfabriquée de l'organe d'ancrage primaire 12 sur la plaque d'ancrage 22, ladite portion préfabriquée est insérée dans la portion creuse de la clef 87. La clef 87 est ensuite tournée afin de visser la base 30 dans le logement 29. La rondelle d'étanchéité 34 étant tournée avec la tige 31, le frottement entre la rondelle d'étanchéité 34 et la membrane étanche secondaire 3 n'entraîne pas de torsion du soufflet 42.

[0155] Lorsque la base 30 est entièrement vissée dans le logement 29, la cloche 43 peut être rapportée sur la tige 31 comme illustré sur la figure 17. De façon alternative, la portion préfabriquée de l'organe d'ancrage peut comporter également la cloche 43 qui est alors fixée, par exemple par soudure, sur la tige 31.

[0156] Dans cette alternative illustrée sur la figure 17, la cloche 43 comporte un méplat 89 analogue au méplat 86 de l'épaulement d'ancrage 40. Par ailleurs, la rondelle d'étanchéité 34, et plus particulièrement le méplat 85, est agencé radialement au-delà du rebord 46 de la cloche 43. Ainsi, les faces internes 88 de la clef 87 coopèrent avec le méplat de la cloche 43 et le méplat de la rondelle

d'étanchéité 34 pour permettre de visser la base 30 dans le logement 29 tout en entraînant en rotation la rondelle d'étanchéité 34 afin de ne pas générer de torsion dans le soufflet 42.

5 **[0157]** La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

10 **[0158]** En référence à la figure 9, 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 étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolantes agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

15 **[0159]** De manière connue en soi, des canalisations de 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.

20 **[0160]** La figure 9 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une 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 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 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.

40 **[0161]** Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en oeuvre 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.

45 **[0162]** 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.

[0163] L'usage du verbe « comporter », 5
« 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.

[0164] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication. 10

Revendications 15

1. [Cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve, la paroi de cuve comportant, successivement depuis l'extérieur de la cuve vers l'intérieur de la cuve selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, une barrière isolante secondaire (1) destinée à être ancrée sur une paroi porteuse, une membrane étanche secondaire (2) reposant sur la barrière isolante secondaire (1), une barrière isolante primaire (3) reposant sur la membrane étanche secondaire (2) et une membrane étanche primaire (4) reposant sur la barrière isolante primaire (3) et destinée à être en contact avec un produit contenu à l'intérieur de la cuve, 20

la barrière isolante primaire (3) comportant une pluralité de panneaux isolants primaires (11) juxtaposés,

la cuve comportant en outre une pluralité d'organes d'ancrages primaires (12) destinés à être retenus, directement ou indirectement, sur la paroi porteuse, chacun desdits organes d'ancrages primaires (12) coopérant avec au moins un panneau isolant primaire (11) de la pluralité de panneaux isolants primaires (11) de manière à retenir ledit au moins un panneau isolant primaire (11) sur la membrane étanche secondaire (2), 35

dans laquelle un dit organe d'ancrage primaire (12) comporte : 40

- une base (30) destinée à être retenue, directement ou indirectement, sur la paroi porteuse, 45
- une tige (31) se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve depuis ladite base (30) vers la membrane étanche primaire (4), ladite tige (31) traversant un orifice de la membrane étanche secondaire (2), 50
- un élément d'appui (16, 54) monté sur la tige (31), ledit élément d'appui (16, 54) étant en appui sur un panneau isolant primaire 55

(11) de manière à retenir ledit panneau isolant primaire (11) sur la membrane étanche secondaire (2),

- une rondelle d'étanchéité (34) engagée sur la tige (31) entre l'élément d'appui (16) et l'orifice de la membrane étanche secondaire (2), la rondelle d'étanchéité (34) présentant un orifice central (36) traversé par la tige (31), la rondelle d'étanchéité (34) fixée de manière étanche à la membrane étanche secondaire (2) autour de l'orifice de ladite membrane étanche secondaire (2), **caractérisée par le fait que** ledit organe d'ancrage primaire (12) comporte un joint déformable (42) reliant de façon étanche ladite rondelle d'étanchéité (34) et la tige (31) de manière à autoriser un déplacement relatif entre la rondelle d'étanchéité (34) et la tige (31).

2. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle l'orifice central (36) de la rondelle d'étanchéité (34) présente une dimension transversale supérieure à la dimension transversale d'une portion de tige (31) engagée dans ledit orifice central (36), de manière à autoriser le déplacement de la tige (31) dans ledit orifice central (36) de la rondelle d'étanchéité (34) selon une direction perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. 25
3. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle l'organe d'ancrage primaire (12) comporte en outre une butée portée par la tige (31), ladite butée étant agencée sur la tige (31) entre l'élément d'appui (16) et la rondelle d'étanchéité (34), la butée présentant une surface de butée (47) en vis-à-vis de la rondelle d'étanchéité (34) afin d'arrêter un déplacement vers la membrane étanche primaire (4) selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve de ladite rondelle d'étanchéité (34) par rapport à la tige (31). 30
4. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3, dans laquelle la tige (31) porte un épaulement (48), ledit épaulement (48) faisant saillie latéralement de la tige (31) au-delà de l'orifice central (36) de la rondelle d'étanchéité (34) de manière à ce qu'une face externe (49) dudit épaulement (48) forme la surface de butée (47). 45
5. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle l'organe d'ancrage primaire (12) comporte en outre une cloche (43) montée sur la tige (31), ladite cloche (43) comportant une portion de montage (44) et une portion de protection (45), la portion de montage (44) présentant un passage central traversé par la tige (31), 50

- la portion de protection (45) se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve depuis la portion de montage (44) vers la rondelle d'étanchéité (34), la portion de protection (45) étant creuse, le joint déformable (42) étant logé dans la portion de protection (45).
6. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3 en combinaison avec la revendication 5, dans laquelle une extrémité externe de la portion de protection (45) opposée à la portion de montage (44) forme la surface de butée (37) en vis à vis de la rondelle d'étanchéité (34).
 7. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 5 ou 6, dans laquelle la cloche (43) est fixée sur la tige (31).
 8. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 5 à 7, comportant en outre une cale de transfert agencée autour de la cloche dans un interstice entre la cloche et les panneaux isolants primaires adjacents.
 9. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 5 à 8, dans laquelle la rondelle d'étanchéité (34) comporte un méplat (85) et la cloche (43) comporte un méplat (89), lesdits méplats étant configurés pour être mis en prise par un outil de vissage permettant de solidariser en rotation la tige (31) et la rondelle d'étanchéité (34) sans torsion du joint déformable (42).
 10. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le joint déformable comporte un soufflet (42) déformable, ledit soufflet (42) déformable étant creux et se développant autour et axialement le long de la tige (31), une première extrémité axiale dudit soufflet (42) étant fixée de manière étanche sur la tige (31) et une deuxième extrémité axiale dudit soufflet (42) étant fixée de manière étanche sur la rondelle d'étanchéité (34).
 11. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 10, dans laquelle le soufflet (42) présente au moins trois plis.
 12. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle le soufflet (42) est de forme évasée, la deuxième extrémité axiale du soufflet (42) fixée sur la rondelle d'étanchéité (34) présentant une dimension circonférentielle supérieure à la dimension circonférentielle de la première extrémité axiale du soufflet (42) fixée sur la tige (31).
 13. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle la base (30)
- de l'organe d'ancrage primaire (12) est ancrée rigidement dans la barrière isolante secondaire (1).
14. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 13, dans laquelle une extrémité interne de la tige (31) opposée à la base (30) est filetée, et dans laquelle l'organe d'ancrage primaire (12) comporte en outre un écrou (32) vissé sur ladite extrémité interne filetée, l'élément d'appui (16, 54) étant intercalé entre ledit écrou (32) et la base (30) de l'organe d'ancrage primaire (12), le joint déformable étant intercalé entre l'élément d'appui (16, 54) et la rondelle d'étanchéité (34).
 15. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 14, dans laquelle une rondelle élastique (33) est intercalée entre l'écrou (32) et l'élément d'appui (16, 54).
 16. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle l'organe d'ancrage primaire (12) présente un épaulement d'ancrage (40) faisant saillie latéralement de la tige (31), ledit épaulement d'ancrage (40) formant une surface d'ancrage (41) se développant dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, ladite surface d'ancrage (41) étant tournée vers l'élément d'appui (16, 54), le joint déformable étant fixé de manière étanche sur ladite surface d'ancrage (41).
 17. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve selon l'une des revendications 1 à 16 disposée dans la double coque.
 18. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 17, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve 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 du navire.
 19. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 17, 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 du navire (71).

Patentansprüche

1. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß umfassend eine Gefäßwand, wobei die Gefäßwand aufeinander

derfolgend vom äußeren des Gefäßes zum inneren des Gefäßes gemäß einer Richtung der Schichtdicke der Gefäßwand eine sekundäre isolierende Sperre (1), welche dazu bestimmt ist, auf einer Trägerwand verankert zu sein, eine sekundäre Abdichtungsmembran (2), welche auf der sekundären isolierenden Sperre (1) aufliegt, eine primäre isolierende Sperre (3), welche auf der sekundären Abdichtungsmembran (2) aufliegt und eine primäre Abdichtungsmembran (4), welche auf der primären isolierenden Sperre (3) aufliegt und dazu bestimmt ist, in Kontakt mit einem im inneren des Gefäßes enthaltenen Produktes zu treten, umfasst

wobei die primäre isolierende Sperre (3) eine Vielzahl von nebeneinanderliegenden primären isolierenden Platten (11) umfasst,

wobei das Gefäß weiterhin umfasst eine Vielzahl von primären Verankerungsmitteln (12), welche dazu bestimmt sind unmittelbar oder mittelbar auf der Trägerwand haltbar zu sein, wobei jedes der primären Verankerungsmittel (12) mit mindestens einem der primären isolierenden Platten (11) der Vielzahl der primären isolierenden Platten (11) zusammenwirkt, so dass mindestens eine primäre isolierende Platte (11) auf der sekundären Abdichtungsmembran (2) gehalten ist,

wobei eines der primären Verankerungsmittel (12) umfasst:

- eine Basis (30), welche dazu bestimmt ist, unmittelbar oder mittelbar auf der Trägerwand haltbar zu sein,
- einen Stift (31), welcher sich ausgehend von der Basis (30) in Richtung der Schichtdicke der Gefäßwand zur primären Abdichtungsmembran (4) hin erstreckt, wobei der Stift (31) eine Öffnung der sekundären Abdichtungsmembran (2) durchquert,
- ein auf dem Stift befestigtes Stützelement (16, 54), wobei das Stützelement (16, 54) auf einer primären isolierenden Platte (11) gestützt ist, sodass es die primäre isolierende Platte (11) auf der sekundären Abdichtungsmembran (2) hält,
- ein Dichtungsring (34), welcher auf dem Stift (31) zwischen dem Stützelement (16) und der Öffnung der sekundären Abdichtungssperre (2) angeordnet ist, wobei der Dichtungsring (34) eine mittige, durch den Stift (31) durchquerte, Öffnung (36) aufweist, wobei der Dichtungsring (34) dicht mit der sekundären Abdichtungsmembran (2), um die Öffnung der sekundären Abdichtungsmembran (2) herum verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das primäre

Verankerungsmittel (12) eine verformbare Dichtung (42), welche den Dichtungsring (34) und den Stift (31) in dichter Weise verbindet, sodass eine relative Verschiebung zwischen dem Dichtungsring (34) und dem Stift (31) möglich ist, umfasst.

2. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 1, wobei die mittige Öffnung (36) des Dichtungsringes (34) einen transversalen Durchmesser aufweist, welcher größer ist als der transversale Durchmesser eines Teiles des in die mittige Öffnung (36) eingeführten Stiftes, sodass die Verschiebung des Stiftes (31) gemäß einer senkrecht zur Schichtdicke der Gefäßwand verlaufenden Richtung möglich ist.
3. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das primäre Verankerungsmittel (12) weiterhin einen von dem Stift (31) getragenen Anschlag umfasst, wobei der Anschlag auf dem Stift (31) zwischen dem Stützelement (16) und dem Dichtungsring (34) angeordnet ist, wobei der Anschlag eine Anschlagsfläche (47) gegenüberliegend von dem Dichtungsring (34) aufweist, um eine Verschiebung des Dichtungsringes (34) gegenüber dem Stift (31) hin zur primären Abdichtungsmembran (4) gemäß der Schichtdicke der Gefäßwand anzuhalten.
4. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 3, wobei der Stift (31) einen Absatz (48) trägt, wobei der Absatz (48) seitlich zum Stift (31) über die mittige Öffnung (36) des Abdichtungsringes (34) hinausgehend hervorsteht, sodass eine äußere Seite (49) des Absatzes (48) die Oberfläche des Anschlages (47) bildet.
5. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das primäre Verankerungsmittel (12) weiterhin eine auf dem Stift angeordnete (31) Glocke (43) umfasst, wobei die Glocke (43) einen Montageanteil (44) und einen Schutzanteil (45) umfasst, wobei der Montageanteil (44) einen mittigen, durch den Stift (31) durchquerten, Durchlass aufweist, wobei der Schutzanteil (45) sich vom Montageanteil (44) ausgehend hin zum Dichtungsring (34) entsprechend der Schichtdicke der Gefäßwand erstreckt, wobei der Schutzanteil (45) hohl ist, wobei die verformbare Dichtung (42) in dem Schutzanteil (45) angeordnet ist.
6. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 3 in Verbindung mit Anspruch 5, wobei ein äußerer Endabschnitt des Schutzanteiles (45) gegenüberliegend zum Montageanteil (44) die Oberfläche des Anschlages (37) gegenüberliegend zum Dichtungsring (34) bildet.

7. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 5 oder 6, wobei die Glocke (43) auf dem Stift (31) befestigt ist.
8. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, umfassend weiterhin einen rund um die Glocke in einem Zwischenraum zwischen der Glocke und den unterliegenden primären isolierenden Platten angeordneten Übertragungskeil.
9. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei der Dichtungsring (34) eine Abflachung (85) umfasst und die Glocke (43) eine Abflachung (89) umfasst, wobei die Abflachungen konfiguriert sind, um durch ein Schraubwerkzeug fassbar zu sein, um den Stift (31) und den Dichtungsring (34) drehfest miteinander zu verbinden, ohne die verformbare Dichtung (42) zu verdrehen.
10. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die verformbare Dichtung einen verformbaren Balg (42) umfasst, wobei der verformbare Balg (42) hohl ist und sich axial um den Stift (31) erstreckt, wobei ein erster axialer Endabschnitt des Balges (42) dicht mit dem Stift (31) verbunden ist und ein zweiter axialer Endabschnitt des Balges (42) dicht auf dem Dichtungsring (34) angebracht ist.
11. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 10, wobei der Balg (42) mindestens drei Falten aufweist.
12. Dichtes und wärmeisolierendes gefäßgemäß Anspruch 10 oder 11, wobei der Balg (42) von konischer Form ist, wobei der zweite axialer Endabschnitt des Balges (42), welcher auf dem Dichtungsring (34) angebracht ist, eine Umfangsabmessung aufweist, welche größer ist als die Umfangsabmessung des ersten axialen Endabschnittes des Balges (42), welcher auf dem Stift angebracht ist (31).
13. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Basis (30) des primären Verankerungsmittel (12) starr in der sekundären isolierenden Sperre (1) verankert ist.
14. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei ein innerer der Basis gegenüberliegender Endabschnitt des Stiftes (31) mit einem Gewinde versehen ist, und wobei das primäre Verankerungsmittel (12) weiterhin eine Mutter (32) umfasst, welche auf den inneren Gewindeendabschnitt geschraubt ist, wobei das Stützelement (16, 54) zwischen der Mutter (32) und der Basis (30) des primären Verankerungsmittel (12) eingefügt ist, wobei die verformbare Dichtung zwischen dem Stützelement (16, 54) und dem Dichtungsring (34) eingefügt ist.
15. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß Anspruch 14, wobei eine Federscheibe (33) zwischen der Mutter (32) und dem Stützelement (16, 54) eingefügt ist.
16. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das primäre Verankerungsmittel (12) einen Verankerungsabsatz (40) umfasst, welcher seitlich zum Stift (31) hervorsteht, wobei der Verankerungsabsatz (40) eine Verankerungsfläche (41) bildet, welche sich in einer senkrechten Ebene zur Schichtdicke erstreckt, wobei die Verankerungsfläche (41) zum Stützelement (16, 54) hin gerichtet ist, wobei die verformbare Dichtung dicht auf der Verankerungsfläche (41) angebracht ist.
17. Schiff (70) zum Transport einer kalten Flüssigkeit, wobei das Schiff eine Doppelhülle (72) und ein in der Doppelhülle angeordnetes Gefäß (71) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst.
18. Transfersystem für eine kalte Flüssigkeit, wobei das System ein Schiff (70) gemäß Anspruch 17, isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81), welche so angeordnet sind, dass sie das in der Hülle des Schiffes angeordnete Gefäß (71) mit einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (1077) verbinden, und eine Pumpe umfasst, um eine kalte Flüssigkeit durch isolierte Rohrleitungen von oder zu der schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage zu oder von dem Gefäß des Schiffes zuleiten.
19. Verfahren zur Be- oder Entladung eines Schiffes (70) gemäß Anspruch 17, wobei eine kalte Flüssigkeit von oder zu einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) zu oder von dem Gefäß des Schiffes durch isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81) geleitet wird.

Claims

1. [A sealed and thermally insulating tank comprising a tank wall, the tank wall comprising, successively from the exterior of the tank to the interior of the tank in a thickness direction of the tank wall, a secondary insulating barrier (1) intended to be anchored on a support wall, a secondary sealed membrane (2) resting on the secondary insulating barrier (1), a primary insulating barrier (3) resting on the secondary sealed membrane (2) and a primary sealed membrane (4) resting on the primary insulating barrier (3) and intended to be in contact with a product contained in-

side the tank,

the primary insulating barrier (3) comprising a plurality of juxtaposed primary insulating panels (11),

the tank further comprising a plurality of primary anchoring members (12) intended to be retained, directly or indirectly, on the support wall, each of said primary anchoring members (12) interacting with at least one primary insulating panel (11) of the plurality of primary insulating panels (11) in such a way as to retain said at least one primary insulating panel (11) on the secondary sealed membrane (2),

in which a said primary anchoring member (12) comprises:

- a base (30) intended to be retained, directly or indirectly, on the support wall,

- a stem (31) extending in the thickness direction of the tank wall from said base (30) toward the primary sealed membrane (4), said stem (31) passing through an opening in the secondary sealed membrane (2),

- a bearing element (16, 54) mounted on the stem (31), said bearing element (16, 54) bearing on a primary insulating panel (11) in such a way as to retain said primary insulating panel (11) on the secondary sealed membrane (2),

- a sealing washer (34) engaged on the stem (31) between the bearing element (16) and the opening in the secondary sealed membrane (2), the sealing washer (34) having a central opening (36) through which the stem (31) passes, the sealing washer (34) being secured sealingly to the secondary sealed membrane (2) around the opening in said secondary sealed membrane (2),

characterized by the fact that said primary anchoring members (12) includes

- a deformable seal (42) sealingly connecting said sealing washer (34) and the stem (31) in such a way as to allow a relative movement between the sealing washer (34) and the stem (31).

2. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 1, in which the central opening (36) in the sealing washer (34) has a transverse dimension greater than the transverse dimension of a portion of stem (31) engaged in said central opening (36), in such a way as to allow the stem (31) to move in said central opening (36) in the sealing washer (34) in a direction perpendicular to the thickness direction of the tank wall.

3. The sealed and thermally insulating tank as claimed

in claim 1 or 2, in which the primary anchoring member (12) further comprises a stop borne by the stem (31), said stop being arranged on the stem (31) between the bearing element (16) and the sealing washer (34), the stop having a stop surface (47) facing the sealing washer (34) so as to stop a movement of said sealing washer (34), relative to the stem (31), toward the primary sealed membrane (4) in the thickness direction of the tank wall.

4. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 3, in which the stem (31) has a shoulder (48), said shoulder (48) projecting laterally from the stem (31) beyond the central opening (36) in the sealing washer (34) in such a way that an outer face (49) of said shoulder (48) forms the stop surface (47).

5. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 1 to 4, in which the primary anchoring member (12) further comprises a bell (43) mounted on the stem (31), said bell (43) comprising a mounting portion (44) and a protective portion (45), the mounting portion (44) having a central passage through which the stem (31) passes, the protective portion (45) extending in the thickness direction of the tank wall from the mounting portion (44) toward the sealing washer (34), the protective portion (45) being hollow, the deformable seal (42) being housed in the protective portion (45).

6. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 3 in combination with claim 5, in which an outer end of the protective portion (45) opposite to the mounting portion (44) forms the stop surface (37) facing the sealing washer (34).

7. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 5 or 6, in which the bell (43) is secured to the stem (31).

8. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 5 to 7, further comprising a transfer wedge arranged around the bell in a gap between the bell and the adjacent primary insulating panels.

9. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 5 to 8, in which the sealing washer (34) comprises a flat portion (85) and the bell (43) comprises a flat portion (89), said flat portions being configured to be gripped by a screwing tool so that the stem (31) and the sealing washer (34) rotate together, without twisting of the deformable seal (42).

10. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 1 to 9, in which the deformable seal comprises a deformable bellows (42), said deformable bellows (42) being hollow and extending around and axially along the stem (31), a first axial end of

said bellows (42) being secured sealingly to the stem (31) and a second axial end of said bellows (42) being secured sealingly to the sealing washer (34).

11. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 10, in which the bellows (42) has at least three folds. 5
12. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 10 or 11, in which the bellows (42) has a flared shape, the second axial end of the bellows (42) secured to the sealing washer (34) having a circumferential dimension greater than the circumferential dimension of the first axial end of the bellows (42) secured to the stem (31). 10 15
13. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 1 to 12, in which the base (30) of the primary anchoring member (12) is rigidly anchored in the secondary insulating barrier (1). 20
14. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 1 to 13, in which an inner end of the stem (31) opposite to the base (30) is threaded, and in which the primary anchoring member (12) further comprises a nut (32) screwed onto said inner threaded end, the bearing element (16, 54) being inserted between said nut (32) and the base (30) of the primary anchoring member (12), the deformable seal being inserted between the bearing element (16, 54) and the sealing washer (34). 25 30
15. The sealed and thermally insulating tank as claimed in claim 14, in which an elastic washer (33) is inserted between the nut (32) and the bearing element (16, 54). 35
16. The sealed and thermally insulating tank as claimed in one of claims 1 to 15, in which the primary anchoring member (12) has an anchoring shoulder (40) projecting laterally from the stem (31), said anchoring shoulder (40) forming an anchoring surface (41) extending in a plane perpendicular to the thickness direction, said anchoring surface (41) facing the bearing element (16, 54), the deformable seal being secured sealingly to said anchoring surface (41). 40 45
17. A carrier (70) for the transport of a cold liquid product, the carrier comprising a double hull (72) and a tank as claimed in one of claims 1 to 16 arranged in the double hull. 50
18. A transfer system for transferring a cold liquid product, the system comprising a carrier (70) as claimed in claim 17, insulated pipelines (73, 79, 76, 81) arranged so as to connect the tank installed in the hull of the carrier to a floating or onshore storage facility (77) and a pump for pumping a flow of cold liquid 55

product through the insulated pipelines from or to the floating or onshore storage facility, to or from the tank of the carrier.

19. A method for loading or unloading a carrier (70) as claimed in claim 17, in which a cold liquid product is conveyed through insulated pipelines (73, 79, 76, 81) from or to a floating or onshore storage facility (77), to or from the tank of the carrier (71).

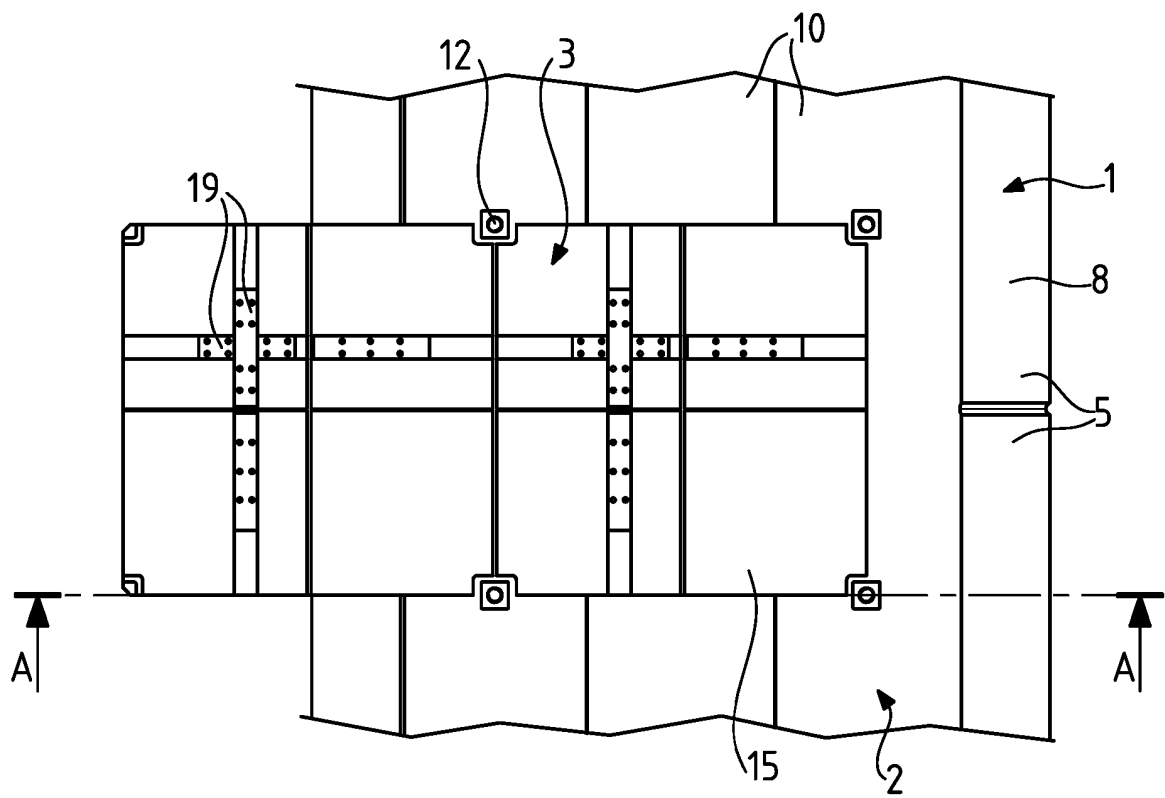


FIG. 1

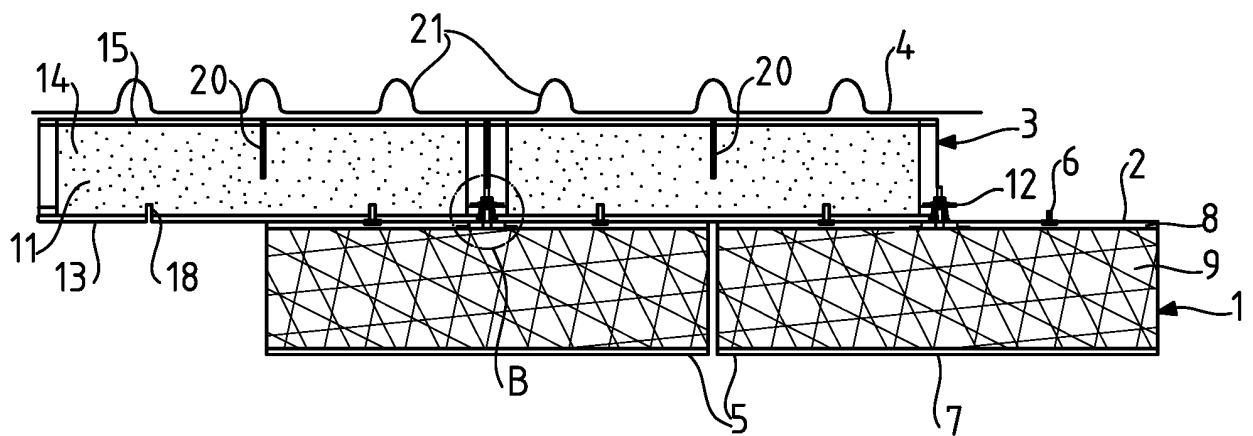


FIG. 2

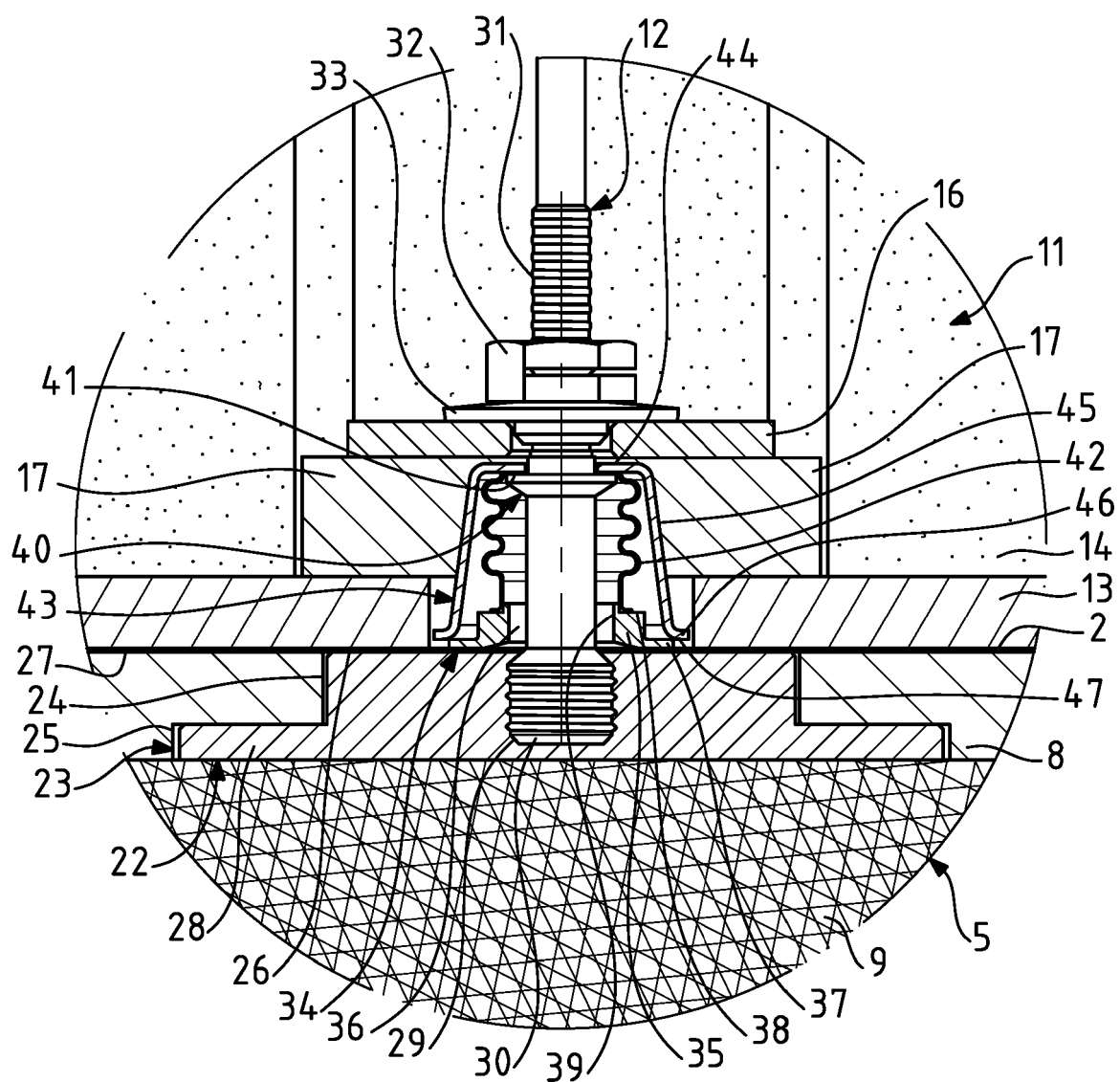


FIG.3

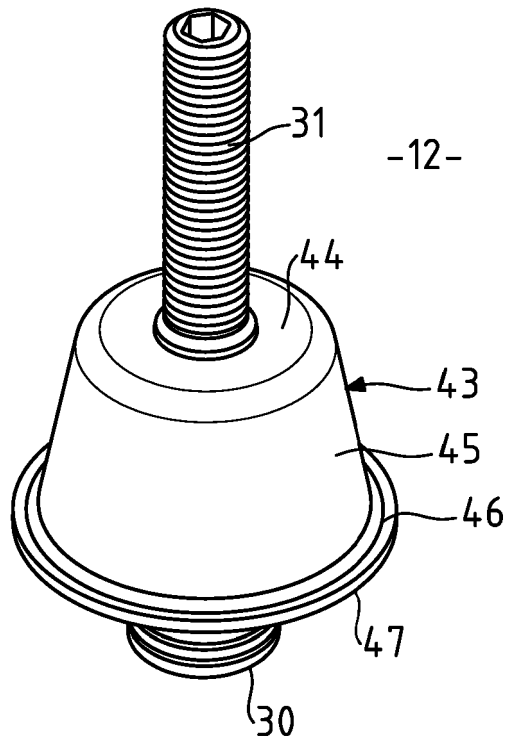


FIG. 4

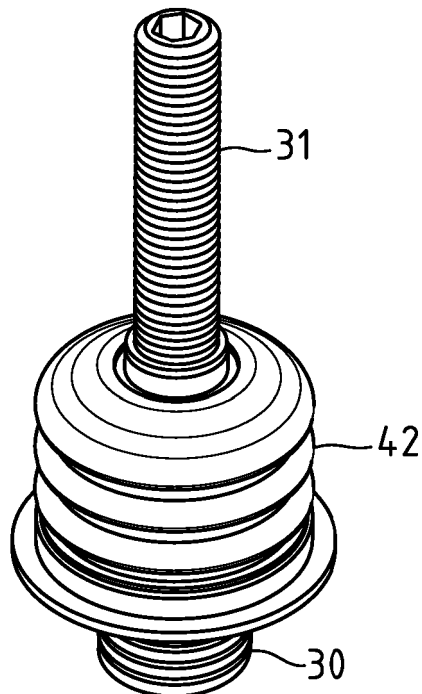


FIG. 5

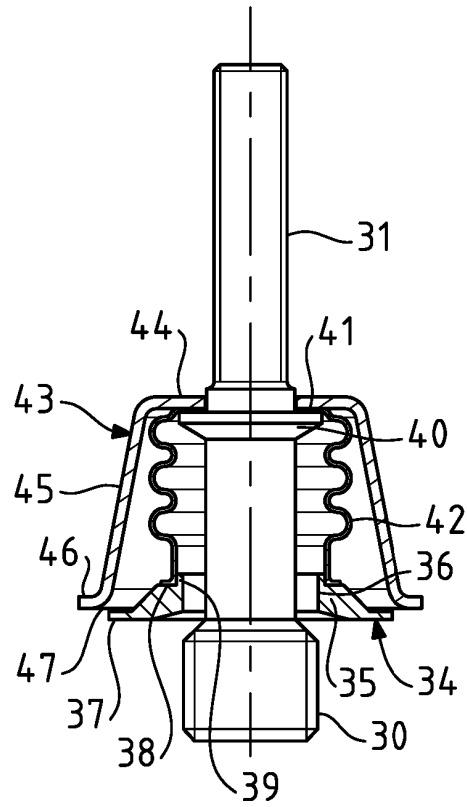


FIG. 6

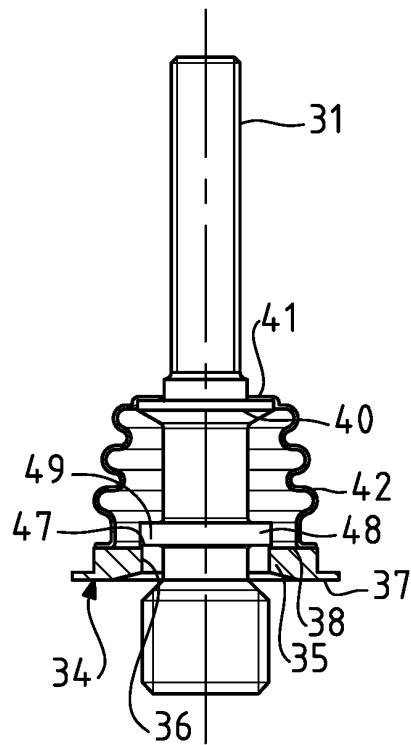


FIG. 7

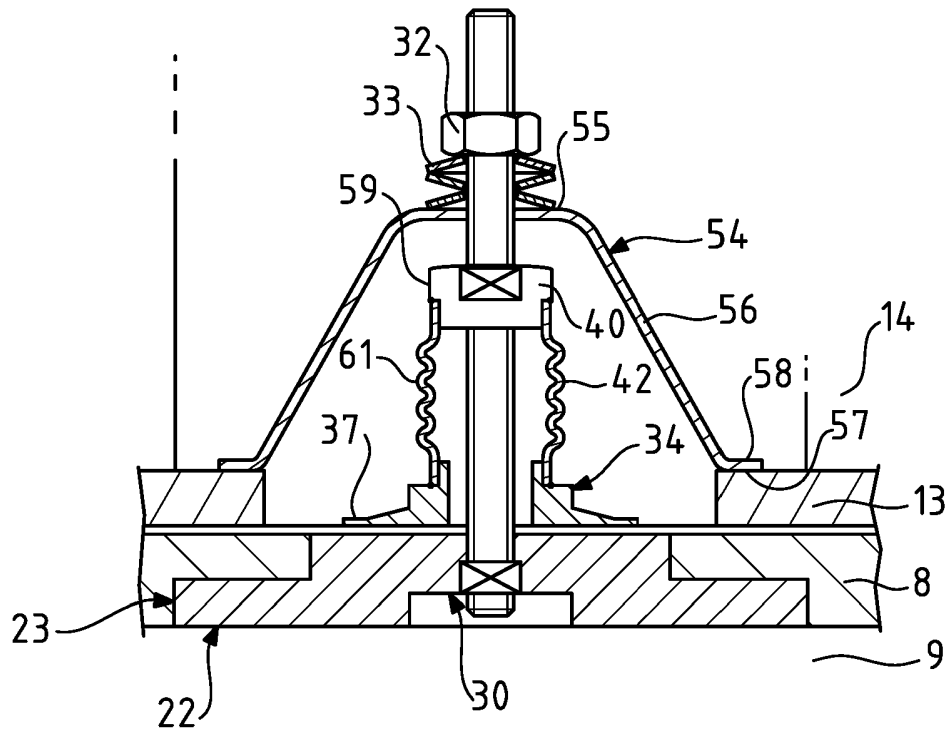


FIG. 8

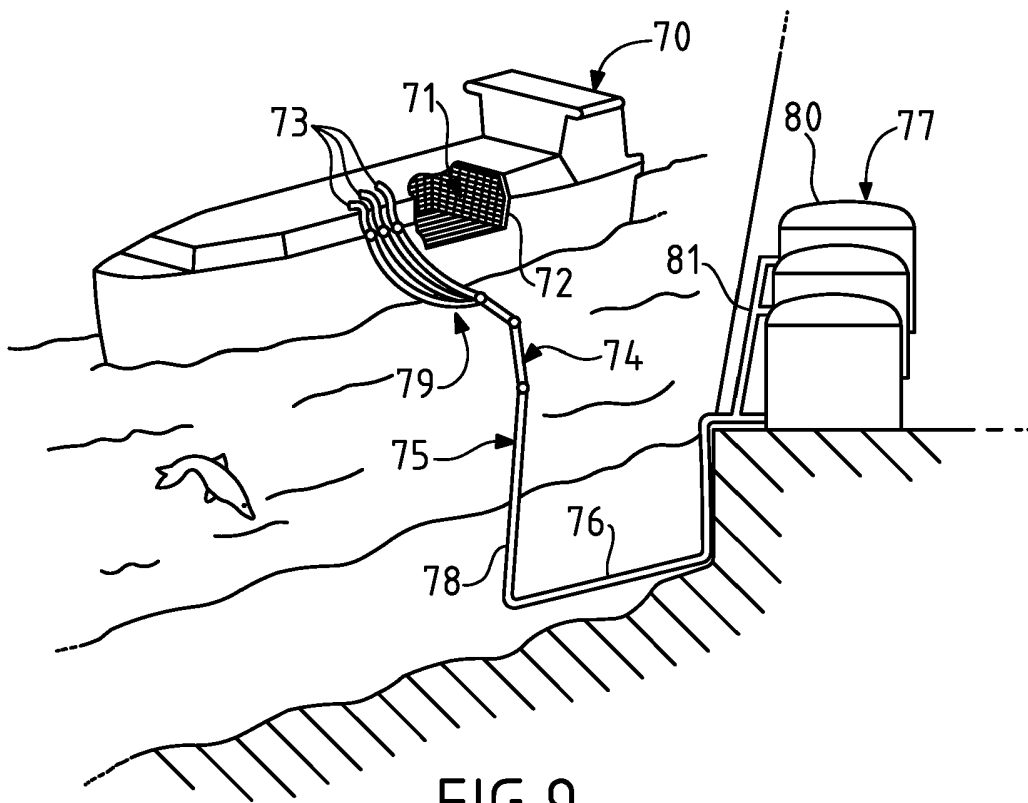


FIG. 9

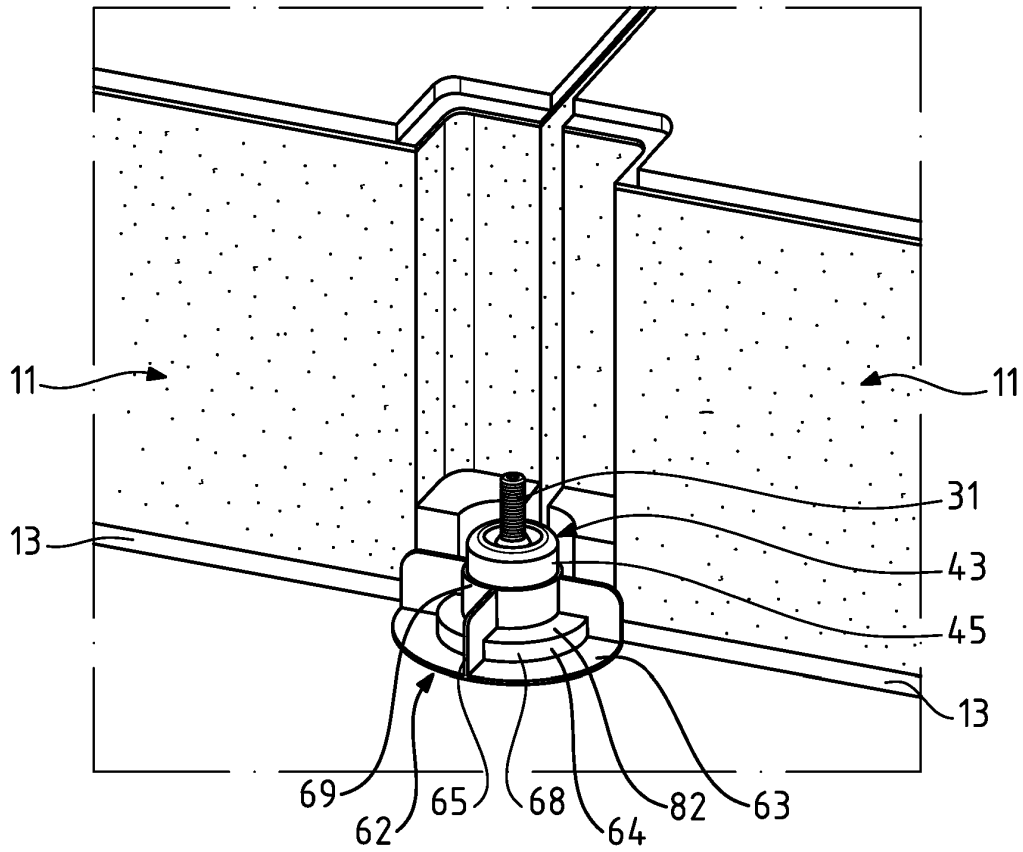


FIG.10

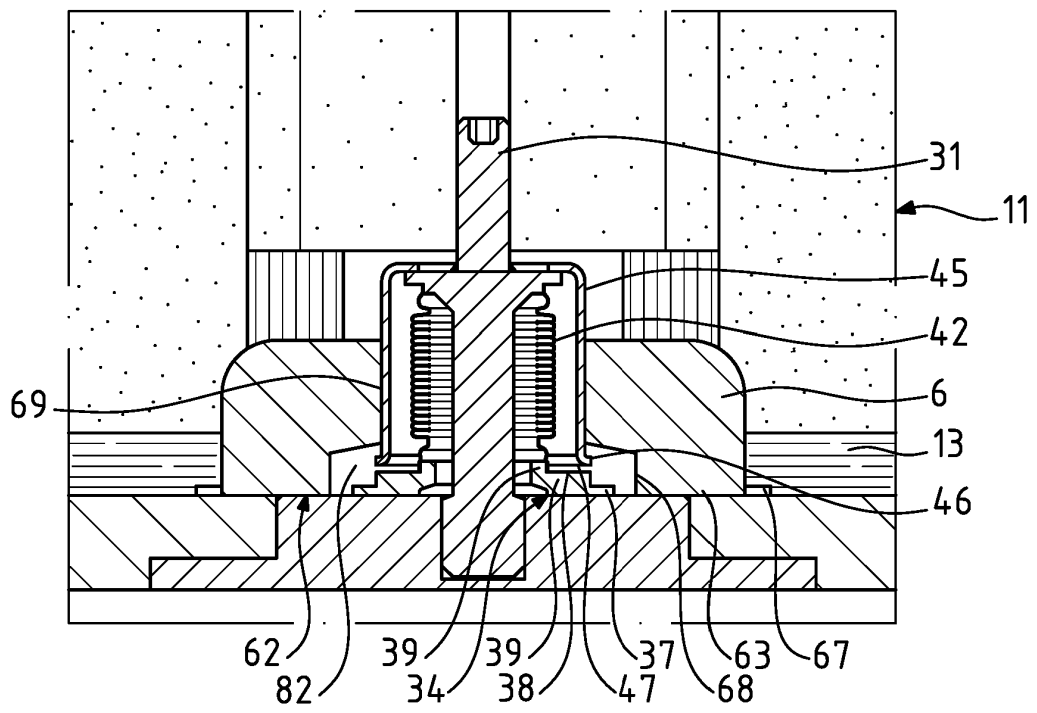


FIG.11

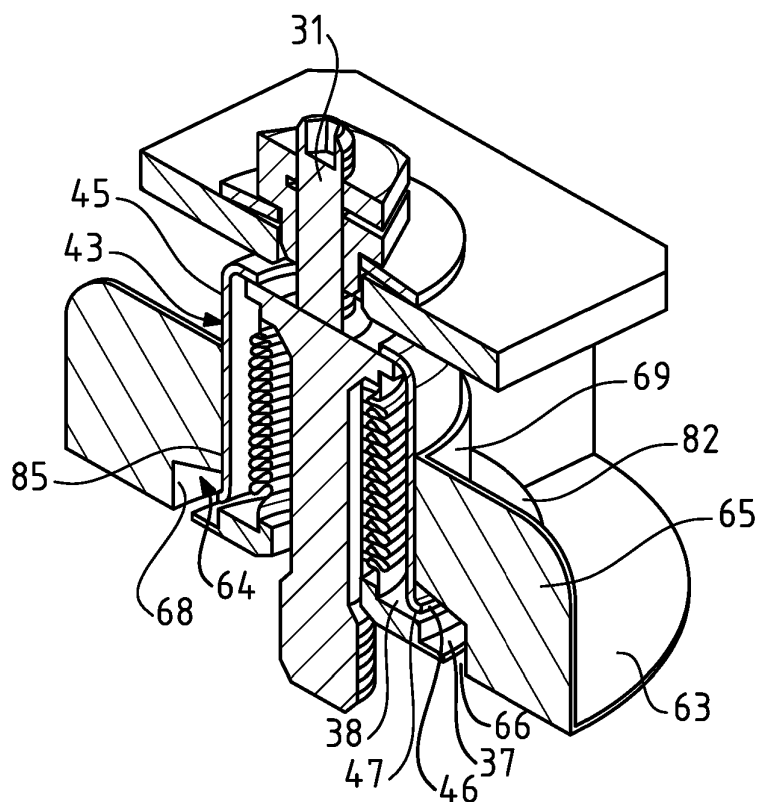


FIG.12

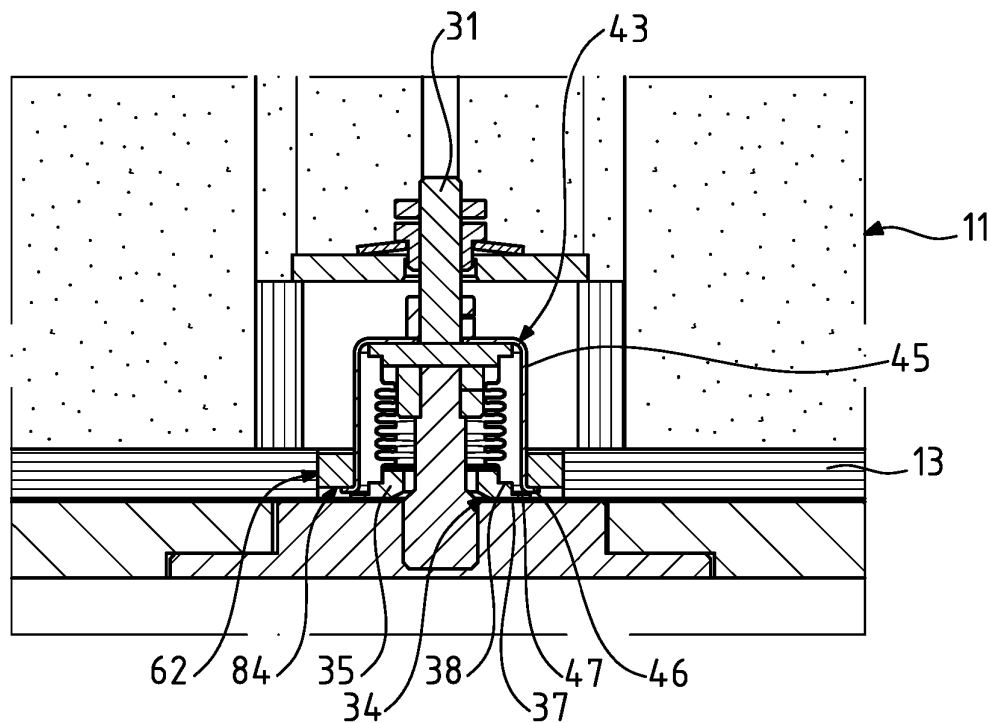


FIG.13

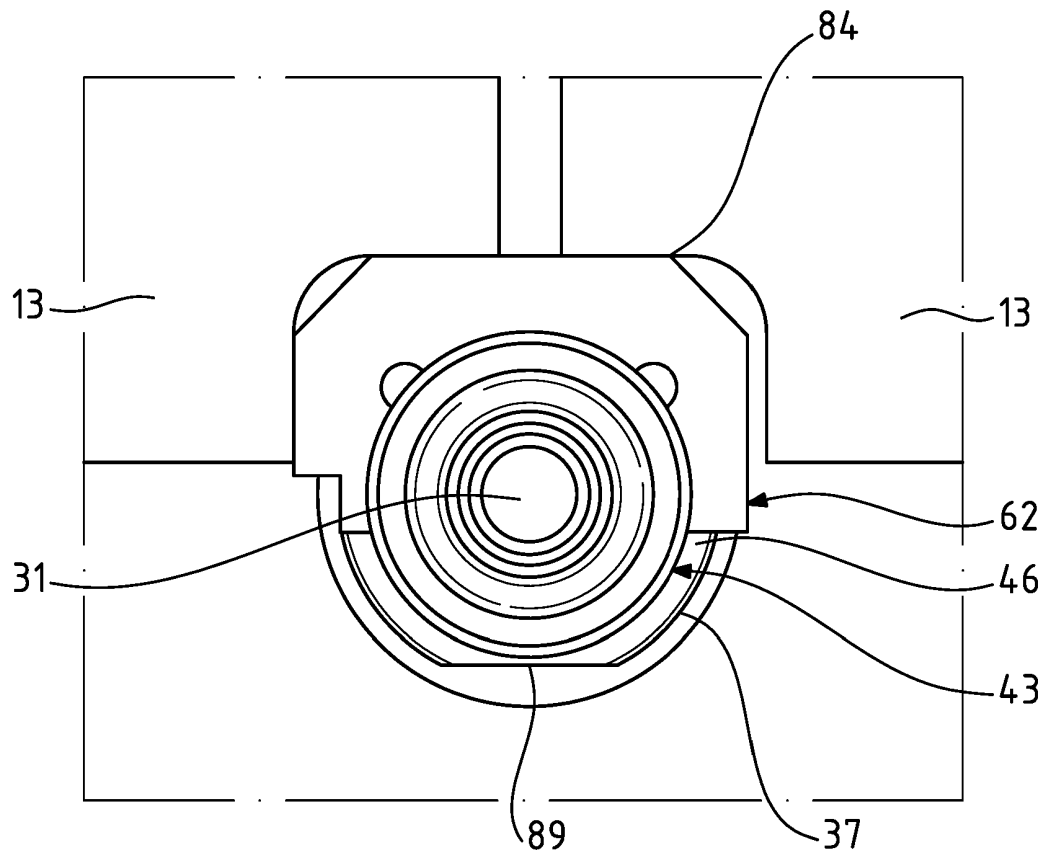


FIG. 14

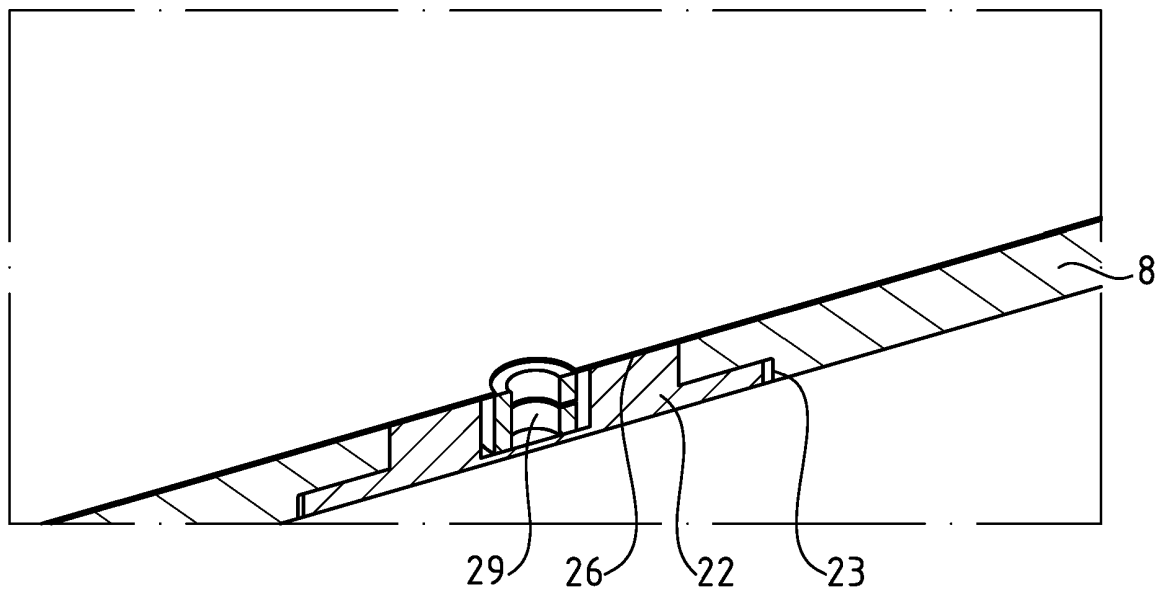


FIG. 15

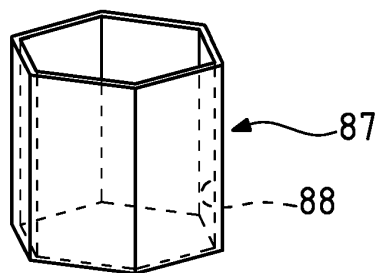


FIG.16

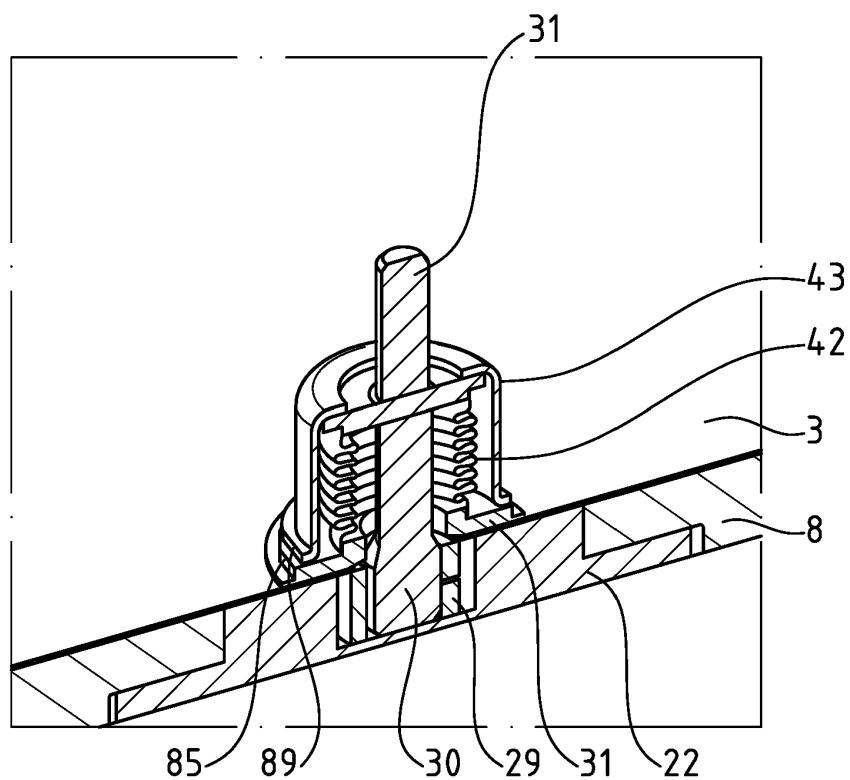
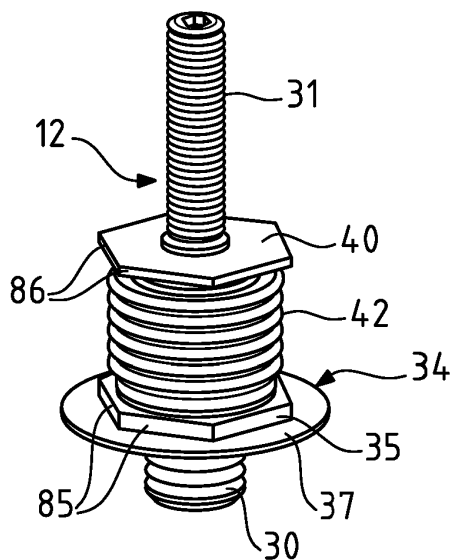


FIG.17

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2014096600 A [0003] [0079] [0112]
- WO 2013104850 A [0005]
- WO 2012127141 A [0078] [0086]
- WO 2014057221 A [0121]