

(19)



(11)

EP 3 365 592 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

18.12.2019 Bulletin 2019/51

(51) Int Cl.:

F17C 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16809924.0**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2016/052743

(22) Date de dépôt: **21.10.2016**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2017/068303 (27.04.2017 Gazette 2017/17)

(54) **CUVE COMPRENANT DES BLOCS ISOLANTS DE COIN EQUIPES DE FENTES DE RELAXATION**

BEHÄLTER MIT ISOLIERENDEN ECKBLÖCKEN, DIE MIT BELASTUNGSLINDERNDEN
SCHLITZEN VERSEHEN SIND

VESSEL INCLUDING INSULATING CORNER BLOCKS PROVIDED WITH STRESS RELIEF SLOTS

(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**

(72) Inventeurs:

- **HERBERT, Alexandre**
75010 Paris (FR)
- **COUTEAU, Julien**
79300 Bressuire (FR)

(30) Priorité: **23.10.2015 FR 1560149**

(43) Date de publication de la demande:

29.08.2018 Bulletin 2018/35

(74) Mandataire: **Loyer & Abello**

9, rue Anatole de la Forge
75017 Paris (FR)

(73) Titulaire: **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ**

78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)

(56) Documents cités:

WO-A1-2014/167206 WO-A1-2017/006044
WO-A2-2014/167214 FR-A1- 2 996 520
FR-A1- 3 001 945

EP 3 365 592 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, pour le stockage et/ou le transport d'un fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

[0002] Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C. 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 naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

[0003] Le document WO2014167214 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante dont les parois présentent une structure multicouche comportant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire comportant des panneaux isolants ancrés à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire portée par les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire comportant des panneaux isolants ancrés à la barrière thermiquement isolante secondaire et une membrane d'étanchéité primaire, destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve, qui est portée par les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante primaire.

[0004] Au niveau d'une intersection entre deux parois de la cuve, la barrière thermiquement isolante secondaire comporte un premier et un second blocs isolants formant un coin de ladite barrière thermiquement isolante secondaire. Dans cette zone, la membrane d'étanchéité secondaire comporte une structure d'angle métallique qui comprend deux bandes métalliques qui sont respectivement soudées sur des platines métalliques portées par l'un et l'autre des premier et second blocs isolants et une cornière métallique qui est soudée à recouvrement sur les deux bandes métalliques de manière à assurer la continuité de l'étanchéité dans la zone d'angle. Compte-tenu de la contraction thermique de la structure d'angle de la membrane d'étanchéité secondaire, les blocs isolants sont soumis à des contraintes importantes qui sont localisées dans les zones dans lesquelles les platines métalliques sont fixées. De tels niveaux de contraintes sont susceptibles d'entraîner des fissurations desdits blocs isolants lors de la mise à froid de la cuve, c'est à dire lorsque la cuve est remplie avec du gaz naturel liquéfié.

[0005] D'autre part, les blocs isolants de la zone d'an-

gle ainsi que les panneaux isolants des barrières thermiquement isolantes ont tendance à se rétracter de telle sorte qu'ils s'écartent les uns des autres. Or, un tel écartement conduit à des sollicitations importantes des membranes d'étanchéité. En outre, cet écartement sollicite d'autant plus la membrane d'étanchéité secondaire que celle-ci est prise en sandwich entre les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire et ceux de la barrière thermiquement isolante primaire et que l'écartement des panneaux isolants génère donc des frottements de la membrane d'étanchéité secondaire contre les panneaux isolants des barrières thermiquement isolantes, primaire et secondaire.

[0006] La cuve décrite dans le document WO2014167214 précité n'est donc pas pleinement satisfaisante.

Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante qui soit particulièrement fiable et résistante aux basses températures, notamment au niveau de l'intersection entre deux parois de la structure porteuse.

[0008] Une autre idée à la base de l'invention est d'introduire de la souplesse dans les blocs isolants d'angle afin de compenser la contraction d'une structure d'angle métallique, notamment lorsqu'elle est continue sans onde.

[0009] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide comprenant au moins une barrière thermiquement isolante retenue à une structure porteuse et une membrane d'étanchéité supportée par ladite barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante comprenant une pluralité de panneaux isolants retenus à la structure porteuse et juxtaposés contre au moins une première et une deuxième parois adjacentes de la structure porteuse ; la cuve comprenant en outre un arrangement d'angle disposé à l'intersection entre la première et la deuxième parois et comportant :

- un premier et un second blocs isolants respectivement retenus à la première et à la seconde parois de la structure porteuse et formant un coin de la barrière thermiquement isolante ; chacun des premier et second blocs isolants comportant une face externe disposée en vis-à-vis de la structure porteuse et une face interne comportant des platines métalliques espacées les unes des autres le long de l'intersection entre la première et la seconde parois ; lesdits premier et second blocs isolants comportant une couche de mousse polymère ; et
- une structure d'angle métallique formant un coin de la membrane d'étanchéité et comprenant une première et une seconde ailes qui sont respectivement soudées sur la pluralité des platines métalliques du

premier et du second blocs isolants ; chacun des premier et second blocs isolants étant associé à un panneau adjacent de la pluralité de panneaux isolants par l'intermédiaire d'un élément de pontage ; ledit élément de pontage étant fixé à cheval entre un bord, parallèle à l'intersection, de la face interne dudit premier ou second bloc isolant et une face interne du panneau adjacent de manière à s'opposer à un écartement mutuel dudit premier ou second bloc isolant et dudit panneau adjacent ;

chacun des premier et second blocs isolants présentant au moins une première et une deuxième fentes de relaxation ménagées dans la face interne dudit premier ou second bloc isolant dans l'épaisseur de la couche de mousse polymère ; la première fente de relaxation s'étendant parallèlement à l'intersection, ladite première fente de relaxation étant située de manière à passer entre le bord de la face interne du bloc isolant recevant l'élément de pontage et la pluralité des platines métalliques dudit bloc isolant ; la deuxième fente de relaxation s'étendant perpendiculairement à l'intersection, ladite deuxième fente de relaxation étant située de manière à passer entre la première et la seconde parois, entre deux des platines métalliques dudit bloc isolant.

[0010] Ainsi, les éléments de pontage assurent un raccord mécanique entre les blocs isolants et les panneaux isolants adjacents, ce qui empêche leur écartement mutuel de telle sorte que la membrane d'étanchéité est moins sollicitée que celles des cuves de l'art antérieur, notamment lors de la mise à froid de la cuve.

[0011] De plus, grâce à la présence d'au moins une fente de relaxation perpendiculaire à l'intersection, les contraintes s'exerçant sur les blocs isolants de la structure d'angle du fait de la contraction de la structure d'angle métallique selon la direction parallèle à l'intersection sont mieux réparties.

[0012] Enfin, grâce à la fente de relaxation parallèle à l'intersection, les contraintes s'exerçant sur les blocs isolants du fait de la présence d'éléments de pontage fixés à cheval entre chaque bloc isolant et un panneau adjacent et de la contraction de la cornière selon la direction perpendiculaire à l'intersection sont également diminuées.

[0013] Selon des modes de réalisation, une telle cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- L'élément de pontage est disposé entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse.
- Les premier et second blocs isolants comportent chacun une plaque de contreplaqué interne et une plaque de contreplaqué externe définissant respectivement la face interne et la face externe desdits premier et second panneaux et une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre

lesdites plaques de contreplaqué interne et externe.

- Chacun des premier et second blocs isolants comprend une série de fentes de relaxation s'étendant perpendiculairement à l'intersection entre la première et la seconde parois, chacune desdites fentes de relaxation étant située dans un intervalle respectif entre deux des platines métalliques dudit bloc isolant.
- Les fentes de relaxation perpendiculaires à l'intersection sont régulièrement réparties le long de l'intersection.
- La série de fentes de relaxation s'étendant perpendiculairement à l'intersection comporte au moins une fente de relaxation centrale et deux fentes de relaxation d'extrémité qui s'étendent de part et d'autre de la fente de relaxation centrale, la fente de relaxation centrale présentant une profondeur supérieure à celle de chacune des fentes de relaxation d'extrémité.
- Les fentes de relaxation perpendiculaires à l'arête présentent des profondeurs différentes les unes des autres. La profondeur des fentes de relaxation est décroissante de la fente de relaxation centrale vers les fentes de relaxation d'extrémité, c'est-à-dire lorsque l'on s'éloigne du centre du panneau pour se rapprocher de l'un ou l'autre des bords latéraux du bloc isolant. Un tel agencement permet de diminuer la souplesse du panneau sur ses bords et de l'augmenter vers sa zone centrale et par conséquent d'obtenir une meilleure répartition des contraintes au sein de chaque bloc isolant.
- Selon un mode de réalisation, la ou chaque fente de relaxation s'étendant perpendiculairement à l'intersection s'étend d'un bord du bloc isolant qui est adjacent à l'intersection jusqu'à la première fente de relaxation. En d'autres termes, les fentes de relaxation perpendiculaires à l'intersection débouchent dans la première fente de relaxation.
- Selon un autre mode de réalisation, la ou chaque fente de relaxation perpendiculaire à l'intersection s'arrête avant de rejoindre la première fente de relaxation.
- Le premier et le second blocs isolants sont respectivement retenus à la première et à la seconde parois de la structure porteuse au moyen d'une pluralité de goujons fixés à la structure porteuse, chacun desdits premier et second blocs isolants étant pourvu de puits cylindriques dans chacun desquels est ancré un des goujons filetés ; lesdits puits cylindriques étant ménagés le long du bord dudit bloc isolant adjacent à un panneau isolant.

- La structure d'angle métallique comporte une cornière et une paire de bandes métalliques soudées à recouvrement avec la cornière, l'une parmi la cornière et la paire de bandes métalliques étant soudée sur la pluralité des platines métalliques du premier et du second blocs isolants. 5
- Les ailes de la structure d'angle métallique sont planes. En d'autres termes, la structure d'angle est dépourvue d'ondulations. 10
- Les panneaux isolants présentent une face interne équipée de platines métalliques, la membrane d'étanchéité comportant une pluralité de tôles métalliques ondulées qui sont soudées sur les platines métalliques des panneaux isolants et la structure d'angle étant raccordée par soudage étanche aux tôles métalliques ondulées. 15
- Les ondulations des tôles métalliques ondulées font saillie vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la cuve. 20
- Les éléments de pontage sont des plaques de pontage qui présentent chacun une face externe reposant contre la face interne du premier ou du second bloc isolant et la face interne du panneau adjacent et une face interne portant la membrane d'étanchéité. 25
- La face interne des blocs isolants et la face interne de chaque panneau adjacent comportent chacune un décrochement à l'intérieur duquel est fixée l'une des plaques de pontage. 30
- Les plaques de pontage sont fixées par collage, vissage et/ou agrafage contre la face interne du bloc isolant et du panneau isolant adjacent. 35
- La barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante secondaire et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire, la cuve comportant en outre une barrière thermiquement isolante primaire ancrée à la barrière thermiquement isolante secondaire par des organes de retenue et une membrane d'étanchéité primaire portée par la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve. 40
- L'arrangement d'angle comporte des blocs isolants primaires formant un coin de la barrière thermiquement isolante primaire qui sont chacun retenus contre l'un ou l'autre des premier et second blocs isolants au moyen de goujons portés par les platines métalliques des premier et second blocs isolants. 50
- La structure d'angle métallique comporte des orifices au travers desquels passent les goujons portés 55

par les platines métalliques des premier et second blocs isolants, la structure d'angle métallique étant soudée auxdites platines métalliques en périphérie desdits orifices.

- La barrière thermiquement isolante primaire comprend une pluralité de panneaux isolants retenus sur les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire.
- Selon un mode de réalisation, les ondulations des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire font saillie vers l'intérieur de la cuve, la barrière thermiquement isolante primaire comportant des panneaux isolants présentant chacun une face externe présentant des rainures perpendiculaires recevant les ondulations des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire.

[0014] 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 éthanier ou méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres. Dans le cas d'une structure flottante, la cuve peut être destinée à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de la structure flottante.

[0015] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un fluide comporte une coque, telle qu'une double coque, et une cuve précitée disposée dans la coque.

[0016] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[0017] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, 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 fluide 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

[0018] 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.

- **La figure 1** est une vue en perspective écorchée d'une intersection entre deux parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante.
- **La figure 2** est une vue en perspective écorchée illustrant la barrière thermiquement isolante secondaire et la membrane d'étanchéité secondaire de la cuve de la figure 1 à l'intersection entre deux parois.
- **La figure 3** est une vue en perspective illustrant des blocs isolants d'un arrangement d'angle disposé à l'intersection entre deux parois de la cuve et formant un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire.
- **La figure 4** est une vue partielle en perspective de l'arrangement d'angle de la figure 3 et illustrant des blocs isolants formant un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire et un coin de la barrière thermiquement isolante primaire.
- **La figure 5** est une vue de dessus des blocs isolants de l'arrangement d'angle de la figure 3 qui forment un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire.
- **La figure 6** est une vue en perspective de l'un des blocs isolants illustrés sur la figure 5.
- **La figure 7** est une vue en perspective du bloc isolant de la figure 6 dans laquelle ledit bloc isolant est représenté de manière transparente, de sorte à permettre une visualisation des fentes de relaxation.
- **La figure 8** est une vue de face du bloc isolant des figures 6 et 7 représenté de manière transparente.
- **La figure 9** est une vue latérale du bloc isolant des figures 6 à 8, représenté de manière transparente.
- **La figure 10** est une vue écorchée en perspective de la barrière thermiquement isolante primaire et de la membrane d'étanchéité primaire au niveau d'un arrangement d'angle disposé à l'intersection entre deux parois.
- **La figure 11** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- **La figure 12** est une vue similaire à celle la figure 3 représentant des blocs isolants formant un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire selon un autre mode de réalisation.
- **La figure 13** est une vue similaire à celles des figures 3 et 12 et représentant encore un autre mode de

réalisation.

Description détaillée de modes de réalisation

- 5 **[0019]** Par convention, les termes «externe» et «interne» sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.
- 10 **[0020]** En relation avec la figure 1, on observe la structure multicouche d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide cryogénique, tel que du gaz naturel liquéfié, à l'intersection entre deux parois 1, 2 adjacentes d'une structure porteuse 3. Les deux parois adjacentes de la structure porteuse se rencontrent au
- 15 niveau d'une arête 4 rectiligne.
- [0021]** Dans le cas de la figure 1, l'arête 4 se trouve à l'intersection d'une paroi de fond 1 et d'une paroi longitudinale 2 qui converge vers la pointe d'un espace confiné dans un navire, tels que l'avant du navire ou une
- 20 cale proche du moteur.
- [0022]** Chaque paroi de la cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 5 ancrée à la structure porteuse 3 par des organes de retenue secondaires, une membrane d'étanchéité secondaire 6 portée par la barrière
- 25 thermiquement isolante secondaire 5, une barrière thermiquement isolante primaire 7 ancrée à la barrière thermiquement isolante secondaire 6 par des organes de retenue primaires et une membrane d'étanchéité primaire 8, portée par la barrière thermiquement isolante pri-
- 30 maire 7 et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.
- [0023]** La structure porteuse 3 peut notamment être formée de tôles métalliques autoporteuses ou, plus généralement, de tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 3 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 3 comporte une pluralité de parois 1, 2 définissant la forme générale
- 35 de la cuve, habituellement une forme polyédrique.
- [0024]** La barrière thermiquement isolante secondaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants 9, 57, 58 ancrés sur la structure porteuse 3 au moyen de cordons de résine, non illustrés, et/ou de goujons soudés sur la
- 40 structure porteuse 3.
- [0025]** Dans une zone standard d'une paroi de cuve, les panneaux isolants 57, 58 présentent sensiblement une forme de parallépipède rectangle et sont juxtaposés selon des rangées parallèles et séparés les uns des
- 45 autres par des interstices garantissant un jeu fonctionnel de montage. Les panneaux isolants 57, 58 présentent par exemple une longueur de 3 m et une largeur de 1 m. Les interstices sont comblés avec une garniture calorifuge 11, telle que de la laine de verre, de la laine de roche ou de la mousse synthétique souple à cellules ouvertes, par exemple. La garniture calorifuge est avantageusement réalisée dans un matériau poreux de sorte à ménager des espaces d'écoulement de gaz dans les inters-
- 50
- 55

tices entre les panneaux isolants 57, 58.

[0026] Par ailleurs, en fonction de la forme de la paroi à recouvrir, les panneaux isolants 9, qui longent un arrangement d'angle 12 disposé à l'intersection entre deux parois 1, 2, peuvent présenter soit une forme de parallélépipède rectangle soit une forme différente, par exemple une forme de trapèze ou de triangle rectangle, comme représenté le long de l'intersection entre les deux parois sur les figures 1 et 2.

[0027] Les panneaux isolants 9, 57, 58 comportent chacun une couche de mousse polymère isolante 13 prise en sandwich entre une plaque rigide interne 14 et une plaque rigide externe 15. Les plaques rigides, interne 14 et externe 15, sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante 13. La mousse polymère isolante 13 peut notamment être une mousse à base de polyuréthane. La mousse polymère isolante 13 est avantageusement renforcée par des fibres de verre contribuant à réduire son coefficient de contraction thermique.

[0028] La plaque interne 14 est équipée de platines métalliques 16, 17 pour l'ancrage du bord de tôles métalliques ondulées 18 de la membrane d'étanchéité secondaire 6 sur les panneaux isolants 9, 57, 58. Comme représenté sur la figure 2, les platines métalliques 16, 17 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à au moins un des côtés du panneau isolant 9, 57, 58 sur lequel lesdits platines métalliques 16, 17 sont fixées. Les platines métalliques 16, 17 sont fixées sur la plaque interne 14 du panneau isolant 9, 57, 58, par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple. Les platines métalliques 16, 17 sont mises en place dans des évidements ménagés dans la plaque interne 14 de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 16, 17 affleure la surface interne de la plaque interne 14.

[0029] La plaque interne 14 est également équipée de goujons filetés 19 faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 7 sur les panneaux isolants 9, 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5.

[0030] Afin d'assurer la fixation des panneaux isolants 9, 57, 58 à des goujons fixés à la structure porteuse 3, les panneaux isolants 9, 57, 58 sont pourvus de puits cylindriques 20, représentés sur les figures 1 et 2, traversant les panneaux isolants 9, 57, 58 sur toute leur épaisseur. Les puits cylindriques 20 sont ménagés le long des bords longitudinaux des dits panneaux isolants 9, 57, 58 et au niveau de leurs coins. Les puits cylindriques 20 présentent un changement de section, non illustré, définissant des surfaces d'appui pour des écrous coopérant avec les extrémités filetées des goujons.

[0031] Comme représenté sur les figures 1 et 2, la plaque interne 14 des panneaux isolants 9, 57, 58 présente deux séries de fentes de relaxation 21, 22, perpendiculaires l'une à l'autre, de sorte à former un réseau de fentes de relaxation. Les fentes de relaxation 21, 22 s'étendent ici d'un bout à l'autre du panneau, soit sur toute sa lon-

gueur, soit sur toute sa largeur. Les fentes de relaxation 21, 22 traversent intégralement l'épaisseur de la plaque interne 14 et sont également ménagées dans une partie de l'épaisseur de la couche de mousse polymère isolante 13. Chacune des fentes de relaxation 21, 22 s'étend en vis-à-vis de l'une des ondulations de la membrane d'étanchéité secondaire 6. Grâce auxdites fentes de relaxation 21, 22, les ondulations de la membrane d'étanchéité secondaire 6 peuvent se déformer sans imposer des contraintes mécaniques importantes aux panneaux isolants 9, 57, 58.

[0032] Par ailleurs, la plaque interne 14 présente le long de ses bords, dans chaque intervalle entre deux fentes de relaxation 21, 22 successives, un décrochement recevant des plaques de pontage 23, illustrées sur la figure 1. Les plaques de pontage 23 sont chacune disposées à cheval entre deux panneaux isolants adjacents, en enjambant l'interstice entre les panneaux isolants 9, 57, 58. Chaque plaque de pontage 23 est fixée contre chacun des deux panneaux isolants adjacents 9, 57, 58 de manière à s'opposer à leur écartement mutuel. Les plaques de pontage 23 présentent une forme parallélépipédique rectangle et sont par exemple constituées d'une plaque de bois contreplaqué. La face externe des plaques de pontage 23 est fixée contre le fond des décrochements. La profondeur des décrochements est sensiblement égale à l'épaisseur des plaques de pontage 23 de telle sorte que la face interne des plaques de pontage 23 parvienne sensiblement au niveau des autres zones planes de la plaque interne 14. Ainsi, les plaques de pontage 23 sont en mesure d'assurer une continuité dans le pontage de la membrane d'étanchéité secondaire 6.

[0033] De manière à assurer une bonne répartition des efforts de liaison entre les panneaux adjacents 9, 57, 58, une pluralité de plaques de pontage 23 s'étend le long de chaque bord de la plaque interne 14 des panneaux isolants 9, 57, 58, une plaque de pontage 23 étant disposée dans chaque intervalle entre deux fentes de relaxation 21, 22 voisines d'une série de fentes de relaxation parallèles. Les plaques de pontage 23 peuvent être fixées contre la plaque interne 14 des panneaux isolants 9, 57, 58 par tous moyens appropriés. Il a toutefois été constaté que la combinaison de l'application d'une colle entre la face externe des plaques de pontage 23 et la plaque interne 14 des panneaux isolants 9, 57, 58 et de l'utilisation d'organes de fixation mécanique, tels que des agrafes, permettant une mise en pression des plaques de pontage contre les panneaux isolants, était particulièrement avantageuse.

[0034] La membrane d'étanchéité secondaire 6 comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées 18 ayant chacune une forme sensiblement rectangulaire, dans une zone standard de la paroi. Les tôles métalliques ondulées 18 sont disposées de manière décalée par rapport aux panneaux isolants 9, 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5 de telle sorte que chacune desdites tôles métalliques ondulées 18 s'étende

conjointement sur quatre panneaux isolants adjacents 9, 57, 58. Chaque tôle métallique ondulée 18 présente une première série d'ondulations 24 parallèles s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations 25 parallèles s'étendant selon une seconde direction. Les directions des deux séries d'ondulations sont perpendiculaires. Chacune des séries d'ondulations 24, 25 est parallèle à deux bords opposés de chaque tôle métallique ondulée 18. Les ondulations 24, 25 font ici saillie vers l'intérieur de la cuve, c'est-à-dire en direction opposée à la structure porteuse 3. Toutefois, dans un autre mode de réalisation alternatif non représenté, les ondulations 24, 25 font saillie vers l'extérieur de la cuve.

[0035] Chaque tôle métallique ondulée 18 comporte entre les ondulations, une pluralité de surfaces planes. Au niveau de chaque croisement entre deux ondulations 24, 25, chaque tôle métallique 18 comporte une zone de nœud 26 présentant un sommet en saillie vers l'intérieur de la cuve. Les tôles métalliques ondulées 18 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. L'ancrage des tôles métalliques ondulées 18 sur les platines métalliques 16, 17 est réalisé par des soudures de pointage.

[0036] Comme représenté sur la figure 2, les tôles métalliques ondulées 18 comportent, le long de leur bords longitudinaux et au niveau de leur quatre coins, des découpes 27 permettant le passage des goujons 19 destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 6 sur la barrière thermiquement isolante secondaire 5.

[0037] Les tôles métalliques ondulées 18 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 $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. De manière alternative, les tôles métalliques ondulées 18 peuvent également être réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

[0038] Selon la forme de la paroi à recouvrir, les tôles métalliques ondulées 28 longeant un arrangement d'angle 12 disposé à l'intersection entre deux parois 1, 2 peuvent présenter une forme sensiblement rectangulaire, ou une forme générale de triangle rectangle tel que représenté sur la figure 2. Dans un tel cas, l'hypoténuse 29 du triangle rectangle est orientée parallèlement à l'intersection entre les deux parois 2, 3 et présente une forme crénelée.

[0039] En relation avec les figures 3 à 7, on décrira maintenant la barrière thermiquement isolante secondaire 5 au niveau d'un arrangement d'angle 12 disposé à l'intersection entre deux parois 1, 2 adjacentes de la structure porteuse 3.

[0040] L'arrangement d'angle 12 comporte une pluralité de paires de blocs isolants 30, 31 qui sont respectivement disposés contre l'une et l'autre des deux parois 1, 2 adjacentes de la structure porteuse 3 et forment ainsi un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire

5. Les deux blocs isolants 30, 31 présentent chacun un bord biseauté 32 au moyen duquel lesdits deux blocs isolants 30, 31 sont fixés l'un à l'autre, par exemple par collage. On appréciera que l'angle formé entre les deux blocs isolants 30, 31 doit correspondre à l'angle entre les deux parois 1, 2 de la structure porteuse 3. Cet angle peut varier selon la zone de la cuve que l'on considère, typiquement entre 90° et 135° . Dans le cas particulier de la figure 1, l'angle est encore plus fermé autour de 70° .

[0041] Selon d'autres modes de réalisation notamment représentés sur les figures 12 et 13, l'agencement de la paire de blocs isolants 30, 31 peut être légèrement différent.

[0042] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 12, les deux blocs isolants 30, 31 ne présentent pas de bord biseauté. Aussi, dans ce mode de réalisation, une garniture calorifuge 82 en forme de L, telle que de la laine de verre, de la laine de roche ou de la mousse synthétique souple à cellules ouvertes, par exemple, est positionnée dans l'angle entre les deux blocs isolants afin d'assurer la continuité de la barrière thermiquement isolante secondaire dans la zone d'angle.

[0043] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 13, le bord tourné vers l'arête de l'un des blocs isolants 31 repose contre la face interne de l'autre bloc isolant 30, optionnellement avec l'interposition d'une garniture calorifuge souple 83, afin de former un coin de la barrière thermiquement isolante secondaire. Dans un tel cas, le bord tourné vers l'arête du bloc isolant 30 doit être découpé de manière à former avec la face externe dudit bloc isolant 30 un angle α sensiblement égal à l'angle formé entre les deux parois 1, 2. De même, le bord tourné vers l'arête de l'autre bloc isolant 30 doit former avec la face interne dudit bloc isolant 30 un angle β qui est également sensiblement égal à l'angle formé entre les deux parois 1, 2.

[0044] En revenant à la figure 3, l'on observe que les blocs isolants 30, 31 présentent une structure analogue à celle des panneaux isolants 9, 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5, à savoir une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante 34 prise en sandwich entre deux plaques rigides, externe 35 et interne 36, par exemple en bois contreplaqué.

[0045] Les blocs isolants 30, 31 de l'arrangement d'angle sont fixés sur la structure porteuse 3 à l'aide de goujons filetés soudés à la structure porteuse 3. Pour ce faire, chacun des blocs isolants 30, 31 est pourvu de puits cylindriques 33 qui sont chacun destinés à recevoir l'un des goujons filetés. Les puits cylindriques 33 sont répartis le long du bord des blocs isolants 30, 31 qui est parallèle et opposé à l'arête 4 de l'angle. Chaque puits cylindrique 30 présente un changement de section définissant une surface d'appui pour un écrou recevant l'extrémité filetée du goujon. Selon un mode de réalisation préféré, chaque puits cylindrique 30 change de section au niveau de l'interface entre la plaque externe 36 et la couche de mousse polymère isolante 35 de sorte que

l'écrou vienne en appui contre la plaque externe 36.

[0046] En relation avec les figures 5 et 7, l'on observe que chaque bloc isolant 30, 31 présente sur sa face externe une pluralité de logements oblongs 37 qui s'étendent perpendiculairement à l'arête 4 de l'angle. Les logements oblongs 37 débouchent chacun dans l'un des puits cylindriques 30 et sont positionnés en direction de l'arête 4 de l'angle par rapport audit puits cylindrique 30. Les logements oblongs 37 présentent une plus grande longueur orientée perpendiculairement à l'arête 4. Les logements oblongs 37 sont ménagés au travers de la plaque externe 35 et au travers d'une portion inférieure de la couche de mousse polymère isolante 34 et présentent une profondeur permettant le passage de l'extrémité du goujon. Ainsi, les logements oblongs 37 permettent de ménager un jeu de montage apte à autoriser le positionnement des blocs isolants dans une position dans laquelle un goujon fileté se trouve logé dans chacun des puits cylindriques 30. De tels logements oblongs 37 sont particulièrement avantageux lorsque l'arrangement d'angle 12 est pré-assemblé en atelier et que les blocs isolants 30, 31 de chaque paire sont fixés l'un à l'autre lors de leur montage sur la structure porteuse 3.

[0047] Chacun des blocs isolants 30, 31 est équipé d'une pluralité de platines métalliques 38, représentées sur la figure 3 et 4, destinées à ancrer la structure d'angle métallique de la membrane d'étanchéité secondaire 6. Les platines métalliques 38 sont espacées les unes des autres le long de l'arête 4 de l'angle. Les platines métalliques 38 sont reçues dans des évidements 39, notamment représentés sur les figures 5 à 7, de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 38 affleure la surface interne de la plaque interne 36. Les platines métalliques 38 sont fixées sur la plaque interne 36 ou sur la couche de mousse isolante 34 desdits blocs isolants 30, 31, par exemple au moyen de vis, d'agrafes ou de rivets.

[0048] Chacune des platines métalliques 38 est en outre équipée d'une paire de goujons filetés 40 faisant saillie vers l'intérieur de la cuve et destinés à assurer la fixation de blocs isolants 41, 42 de la barrière thermiquement isolante primaire 7.

[0049] Par ailleurs, la plaque interne 36 des blocs isolants 30, 31 présente le long de ses bords latéraux 46 perpendiculaires à l'arête 4, d'une part, et le long de son bord 47 parallèle et opposé à ladite arête 4, d'autre part, un décrochement recevant des plaques de pontage 43, 44. Ainsi, d'une part, des plaques de pontage 43 sont disposées à cheval entre deux blocs isolants adjacents 30, 31 le long de l'arête 4 de l'angle de manière à s'opposer à un écartement entre les blocs isolants 30, 31 adjacents selon une direction parallèle à l'arête 4. D'autre part, des plaques de pontage 44 sont disposées à cheval entre chaque bloc isolant 30, 31 et un ou plusieurs panneaux isolants 9 adjacents, en enjambant l'interstice entre le bloc isolant 30, 31 et le(s) panneau(x) isolant(s) adjacent(s) 9. De telles plaques de pontage 44 permettent ainsi de s'opposer à un écartement, selon une direction perpendiculaire à l'arête, entre les blocs isolants

30, 31 et les panneaux isolants 9 longeant l'arrangement d'angle 12.

[0050] Chacun des blocs isolants 30, 31 de l'arrangement d'angle 12 présente une fente de relaxation 45 qui s'étend, selon une direction parallèle à l'arête 4, entre les platines métalliques 38 et le bord 47 les plaques de pontage 44. La fente de relaxation 45 s'étend d'un bout à l'autre du bloc isolant 30, 31 sur toute sa longueur. La fente de relaxation 45 est ménagée au travers de la plaque interne 36 et au travers d'une portion supérieure de la couche de mousse polymère isolante 34. La profondeur de la fente de relaxation 45 est comprise entre 1 à 10 cm, par exemple de l'ordre de 5 cm. La fente de relaxation 45 permet de diminuer les contraintes s'exerçant sur les blocs isolants 30, 31 du fait, d'une part, de la présence des éléments de pontage 44 qui sont fixés à cheval entre le bloc isolant 30, 31 et un panneau isolant adjacent 9 et empêchant leur écartement mutuel lors de la mise à froid de la cuve et, d'autre part, de la contraction de la structure d'angle métallique de la membrane d'étanchéité secondaire 6 qui est ancrée sur les blocs isolants 30, 31.

[0051] Par ailleurs, chacun des blocs isolants 30, 31 de l'arrangement d'angle 12 comporte une série de fentes de relaxation 48 perpendiculaires à l'arête 4 qui sont ménagées sur la face interne dudit bloc isolant 30, 31 au travers de la plaque interne 35 et d'une portion interne de la couche de mousse polymère isolante 35. Les fentes de relaxation 48 sont régulièrement réparties le long de l'arête 4. Chaque fente de relaxation 48 est située entre deux des platines métalliques 38 destinées à l'ancrage de la structure d'angle métallique de la membrane d'étanchéité secondaire 6.

[0052] Les fentes de relaxation 48 s'étendent perpendiculairement à l'arête 4, du bord biseauté 32 du bloc isolant 30, 31 jusqu'à rejoindre la fente de relaxation 45 parallèle à l'arête 4.

[0053] Dans le mode de réalisation représenté, deux platines métalliques 38 sont disposées dans chaque intervalle entre deux fentes de relaxation 48 adjacentes et une seule platine métallique 38 est disposée entre chacune des fentes de relaxation d'extrémité 48a et le bord latéral 46 adjacent du bloc isolant 30, 31.

[0054] En relation avec les figures 8 et 9, on observe que les fentes de relaxation 38 perpendiculaires à l'arête présentent des profondeurs différentes les unes des autres. La profondeur des fentes de relaxation 48 est décroissante de la fente de relaxation centrale 48b vers les fentes de relaxation d'extrémité 48a, c'est-à-dire lorsque l'on s'éloigne du centre du bloc isolant 30, 31 pour se rapprocher de l'un ou l'autre des bords latéraux 46, ce qui permet de diminuer la souplesse du panneau sur ses bords et de l'augmenter vers sa zone centrale. Ainsi, une meilleure répartition des contraintes au sein du bloc isolant 30, 31 est obtenue.

[0055] A titre d'exemple, la profondeur des fentes de relaxation 48 perpendiculaires à l'arête 4 est susceptible de varier entre une dimension comprise environ 5 et 12

cm pour la fente de relaxation centrale 48b, c'est-à-dire la plus profonde, et une dimension comprise entre 2 et 6 cm pour les fentes de relaxation d'extrémité 48a, c'est-à-dire les moins profondes.

[0056] Sur la figure 2, la structure d'angle métallique assurant l'étanchéité de la membrane d'étanchéité secondaire 6 au niveau de l'intersection entre deux parois 1, 2 est partiellement représentée.

[0057] Dans le mode de réalisation représenté, la structure d'angle métallique comporte une ou plusieurs cornières 49 en forme de L disposées à l'intersection entre les deux blocs isolants 30, 31 et, pour chaque cornière 49, deux bandes métalliques 50, 51 qui sont respectivement soudées à l'une et l'autre des extrémités de ladite cornière 49 (une partie des bandes métalliques 50 n'a pas été représentée sur la figure 2). Les bandes métalliques 50, 51 sont soudées sur les platines métalliques 38 des blocs isolants 30, 31 et assurent ainsi l'ancrage de la structure d'angle sur les blocs isolants 30, 31 de l'arrangement d'angle 12.

[0058] On observe ainsi que la structure d'angle métallique présente deux ailes qui sont ici formées par les bandes métalliques 50, 51 et reposent respectivement contre un bloc isolant 30 disposé contre la première paroi 1 et un bloc isolant 31 disposé contre la seconde paroi 2. La structure d'angle métallique est dépourvue d'ondulations. En d'autres termes, la structure métallique comporte deux ailes sensiblement planes respectivement parallèles à l'une et l'autre des deux parois 1, 2 adjacentes.

[0059] Les bandes métalliques 50, 51 sont pourvues d'orifices de passage des goujons 40. De manière à assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité secondaire 6, les bandes métalliques 50, 51 sont soudées aux platines métalliques 38, en périphérie desdits orifices.

[0060] Les cornières 49 ainsi que les bandes métalliques 50, 51 sont soudées les unes à la suite des autres à recouvrement. Par ailleurs, les bords des tôles métalliques ondulées 28 sont soudées sur les bandes métalliques 50, 51 afin d'assurer la continuité de l'étanchéité de la membrane d'étanchéité secondaire 6. La fermeture de chacune des ondulations 24, 25 est assurée par un capuchon 52 qui est soudé à cheval entre l'une des bandes métalliques 50, 51 et l'une des tôles métalliques ondulées 28.

[0061] Dans un autre mode de réalisation alternatif non représenté, la cornière métallique 49 est soudée sur les platines métalliques 38 et présente des orifices de passage des goujons 40 tandis que les deux bandes métalliques 50, 51 sont soudées sur l'une et l'autre des extrémités de ladite cornière 49 afin d'assurer l'ancrage des bandes métalliques 50, 51 sur les blocs isolants 30, 31.

[0062] La structure d'angle métallique est avantageusement réalisée en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0063] En revenant à la figure 1, l'on décrira ci-dessous la structure de la barrière thermiquement isolante primaire 7 et de la membrane d'étanchéité primaire 8.

[0064] La barrière thermiquement isolante primaire 7 comporte une pluralité de panneaux isolants 53 de forme sensiblement parallélépipédique rectangle. Les panneaux isolants 53 présentent chacun des dimensions sensiblement égales aux dimensions d'un panneau isolant 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5, hormis l'épaisseur qui peut être différente, de préférence plus faible que celle d'un panneau isolant 57, 58. Les panneaux isolants 53 sont ici décalés par rapport aux panneaux isolants 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5 de telle sorte que chaque panneau isolant 53 s'étende sur quatre panneaux isolants 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5.

[0065] Les panneaux isolants 53 comportent une structure analogue à celle des panneaux isolants 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5, à savoir une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques rigides, par exemple en bois contreplaqué.

[0066] Dans un autre mode de réalisation non représenté, les panneaux isolants 53 comportent une structure sandwich présentant trois panneaux rigides, par exemple en bois contreplaqué et deux couches de mousse polymère qui sont chacune intercalée dans un intervalle respectif entre deux des panneaux rigides.

[0067] La plaque externe des panneaux isolants 53 présente deux séries de rainures, non illustrées destinées à la réception des ondulations 24, 25 de la membrane d'étanchéité secondaire 6 qui font saillie vers l'intérieur de la cuve.

[0068] La plaque interne d'un panneau isolant 53 de la barrière thermiquement isolante primaire 7 est équipée de platines métalliques 54 pour l'ancrage des tôles métalliques ondulées 55 de la membrane d'étanchéité primaire 8. Les platines métalliques 54 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux bords opposés des panneaux isolants 53. Les platines métalliques 54 sont fixées dans des évidements ménagés dans la plaque interne du panneau isolant 53 et fixées à celui-ci, par des vis, des rivets ou des agrafes par exemple.

[0069] Par ailleurs, la plaque interne du panneau isolant 53 est pourvue d'une pluralité de fentes de relaxation 56 permettant à la membrane d'étanchéité primaire 8 de se déformer sans imposer des contraintes mécaniques trop importantes sur les panneaux isolants 53. De telles fentes de relaxation 56 sont notamment décrites dans le document FR 3001945.

[0070] La fixation des panneaux isolants 53 de la barrière thermiquement isolante primaire 7 sur les panneaux isolants 9, 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5 est assurée au moyen des goujons filetés 59. Pour ce faire, chaque panneau isolant 53 comporte une pluralité de découpes le long de ses bords et au

niveau de ses coins, à l'intérieur desquelles s'étend un goujon fileté 59. La plaque externe des panneaux isolants 53 débordé à l'intérieur des découpes de sorte à former une surface d'appui pour un organe de retenue qui comporte un alésage fileté enfilé sur chaque goujon fileté 59. L'organe de retenue comporte des pattes logées à l'intérieur des découpes et venant en appui contre la portion de la plaque externe débordant à l'intérieur de la découpe de sorte à prendre en sandwich la plaque externe entre une patte de l'organe de retenue et un panneau isolant 9, 57, 58 de la barrière thermiquement isolante secondaire 6 et assurer ainsi la fixation de chaque panneau isolant 53 sur les panneaux isolants 9, 57, 58 qu'il chevauche.

[0071] La membrane d'étanchéité primaire 8 est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées 55. Chaque tôle métallique ondulée 55 comporte une première série d'ondulations parallèles et une seconde série d'ondulations parallèles s'étendant selon une seconde direction perpendiculaire à la première série. Les ondulations font saillie vers l'intérieur de la cuve. Les tôles métalliques ondulées 55 sont, par exemple, réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

[0072] Comme mentionné en relation avec les panneaux isolants 9 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5 et les tôles métalliques ondulées 28 de la membrane d'étanchéité secondaire, les panneaux isolants 60 de la barrière thermiquement isolante primaire 7 et les tôles métalliques ondulées 61 de la membrane d'étanchéité primaire 8 qui bordent l'arrangement d'angle 12 peuvent comporter, en fonction de la forme de la paroi 1, 2 à recouvrir une forme sensiblement rectangulaire, ou une forme générale de triangle rectangle ou de trapèze rectangle.

[0073] En relation avec la figure 4, l'on observe la structure de la barrière thermiquement isolante primaire 7 au niveau de l'arrangement d'angle 12. La barrière thermiquement isolante primaire 7 comporte une pluralité de paires de blocs isolants 41, 42 pré-assemblés dont l'un est ancré sur les goujons 40 faisant saillie d'un bloc isolant 30 fixé contre l'une des parois 1, 2 et dont l'autre est ancré sur les goujons 40 d'un bloc isolant 31 fixé contre l'autre des parois 1, 2. Les blocs isolants 41, 42 présentant une face interne sur laquelle repose une équerre 62 et une face externe reposant contre la structure d'angle métallique, non illustrée sur la figure 4, formant le coin de la membrane d'étanchéité secondaire 6. Les blocs isolants 41, 42 présentent également une structure sandwich et comportent une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère.

[0074] Les équerres 62 sont des équerres métalliques, par exemple, réalisées en acier inoxydable. Les équerres 62 présentent chacune deux ailes reposant respectivement contre la face interne de l'un et l'autre des blocs isolants d'une paire de blocs isolants 41, 42. Chaque aile d'une équerre 62 présente des goujons, non illustrés, qui sont soudés sur la face externe de ladite aile et font saillie

vers l'extérieur de la cuve et permettent ainsi de fixer l'équerre sur les blocs isolants 41, 42. Pour ce faire, lesdits blocs isolants 41, 42 comportent des orifices, non illustrés qui permettent le passage des goujons et sont formés sur leur face interne. Les orifices communiquent avec des puits cylindriques débouchant sur la face externe des blocs isolants 41, 42. Des écrous vissés sur les goujons s'appuient contre le fond des puits cylindriques et assurent ainsi la solidarisation de l'équerre 62 auxdits blocs isolants 41, 42. L'équerre 62 permet ainsi de relier les blocs isolants 41, 42 deux à deux de manière à former des modules préassemblés en atelier.

[0075] Afin d'assurer la fixation des blocs isolants 41, 42 aux blocs isolants 30, 31 de la barrière thermiquement isolante secondaire 5, des puits cylindriques 63 sont ménagés au travers de l'équerre 62 et des blocs isolants 41, 42. Les puits cylindriques 63 communiquent chacun avec un orifice de passage d'un goujon fileté 40 ménagé dans la face externe de l'un des blocs isolants 41, 42. Chaque puits cylindrique 63 présente un diamètre supérieur à celui de l'orifice au travers duquel passe le goujon fileté 40 avec lequel il coopère de telle sorte que le fond du puits cylindrique 63 définit une surface d'appui destiné à coopérer avec un écrou vissé sur le goujon fileté 40.

[0076] Par ailleurs, un raccord d'angle 64 en matière isolante, telle qu'une mousse polymère, est disposé entre les bords adjacents à l'angle de cuve des deux blocs isolants 41, 42 et permet ainsi d'assurer une continuité de l'isolation thermique au niveau de l'angle de la cuve. Selon un mode de réalisation avantageux, les modules pré-assemblés comportent, outre la paire de blocs isolants 41, 42 et l'équerre 62, un raccord d'angle 64.

[0077] En outre, des éléments isolants de jointure 65 sont insérés entre deux paires de blocs isolants 41, 42 adjacentes de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique.

[0078] En relation avec la figure 10, on décrira ci-dessous la structure d'angle métallique assurant l'étanchéité de la membrane métallique primaire 8 au niveau de l'intersection entre deux blocs isolants 41, 42. La structure d'angle métallique comporte une ou plusieurs cornières 66 en forme de L disposées à l'intersection entre les deux parois 1, 2 et pour chaque cornière métallique 66, deux bandes métalliques non représentées. Les cornières métalliques 62 sont soudées les unes à la suite des autres à recouvrement. En outre, chaque cornière métallique 66 est soudée sur une pluralité d'équerres 62. Les bandes métalliques sont chacune soudées à recouvrement sur les cornières métalliques 66. Par ailleurs, les bords des tôles métalliques ondulées 61 sont soudés sur les bandes métalliques afin d'assurer la continuité de l'étanchéité de la membrane d'étanchéité primaire 8. La fermeture de chacune des ondulations est assurée par un capuchon 67 qui est soudée à cheval entre l'une des bandes métalliques et l'une des tôles métalliques ondulées 61.

[0079] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage

d'un fluide 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.

[0080] En référence à la figure 11, 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 isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

[0081] 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.

[0082] La figure 11 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.

[0083] Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en œuvre des pompes embarquées dans le navire 70 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.

[0084] 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 telle que définie par les revendications.

[0085] L'usage du verbe « comporter »,

« comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

[0086] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide comprenant au moins une barrière thermiquement isolante (5) retenue à une structure porteuse (3) et une membrane d'étanchéité (6) supportée par ladite barrière thermiquement isolante (5),

la barrière thermiquement isolante (5) comprenant une pluralité de panneaux isolants (9, 57, 58) retenus à la structure porteuse (3) et juxtaposés contre au moins une première et une deuxième parois (1, 2) adjacentes de la structure porteuse (3) ; la cuve comprenant en outre un arrangement d'angle (12) disposé à l'intersection (4) entre la première et la deuxième parois (1, 2) et comportant :

- un premier et un second blocs isolants (30, 31) respectivement retenus à la première et à la seconde parois (1, 2) de la structure porteuse et formant un coin de la barrière thermiquement isolante (5) ; chacun des premier et second blocs isolants (30, 31) comportant une face externe disposée en vis-à-vis de la structure porteuse (3) et une face interne comportant des platines métalliques (38) espacées les unes des autres le long de l'intersection entre la première et la seconde parois (1, 2) ; lesdits premier et second blocs isolants (30, 31) comportant une couche de mousse polymère (34) ; et
- une structure d'angle métallique (49, 50, 51) formant un coin de la membrane d'étanchéité (6) et comprenant une première et une seconde ailes qui sont respectivement soudées sur la pluralité des platines métalliques (38) du premier et du second blocs isolants (30, 31) ;

chacun des premier et second blocs isolants (30, 31) étant associé à un panneau (9) adjacent de la pluralité de panneaux isolants (9, 57, 58) par l'intermédiaire d'un élément de pontage (44) ; ledit élément de pontage (44) étant fixé à cheval entre un bord (47), parallèle à l'intersection (4), de la face interne dudit premier ou second bloc isolant (30, 31) et une face interne du panneau adjacent (9) de manière à s'opposer à un écartement mutuel dudit premier ou

- second bloc isolant (30, 31) et dudit panneau (9) adjacent, la cuve étant **caractérisée en ce que** ledit élément de pontage est disposé entre la membrane d'étanchéité (6) et la structure porteuse (3) ; et **en ce que** chacun des premier et second blocs isolants (30, 31) présente au moins une première et une deuxième fentes de relaxation (45, 48) ménagées dans la face interne dudit premier ou second bloc isolant (30, 31) dans l'épaisseur de la couche de mousse polymère (34) ; la première fente de relaxation (45) s'étendant parallèlement à l'intersection (4), ladite première fente de relaxation (45) étant située de manière à passer entre le bord (47) de la face interne du bloc isolant (30, 31) recevant l'élément de pontage (44) et la pluralité des platines métalliques (38) dudit bloc isolant (30, 31); la deuxième fente de relaxation (48) s'étendant perpendiculairement à l'intersection (4), ladite deuxième fente de relaxation (45) étant située de manière à passer entre deux des platines métalliques (38) dudit bloc isolant (30, 31).
2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle les éléments de pontage sont des plaques de pontage (44) qui présentent chacun une face externe reposant contre la face interne du premier ou du second bloc isolant (30, 31) et la face interne du panneau adjacent (9) et une face interne portant la membrane d'étanchéité (6).
 3. Cuve selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle chacun des premier et second blocs isolants (30, 31) comprend une série de fentes de relaxation (48) s'étendant perpendiculairement à l'intersection entre la première et la seconde parois (1, 2), chacune desdites fentes de relaxation (48) étant située dans un intervalle respectif entre deux des platines métalliques (38) dudit bloc isolant (30, 31).
 4. Cuve selon la revendication 3, dans laquelle la série de fentes de relaxation (48) s'étendant perpendiculairement à l'intersection comporte au moins une fente de relaxation centrale (48b) et deux fentes de relaxation d'extrémité (48a) qui s'étendent de part et d'autre de la fente de relaxation centrale (48b), la fente de relaxation centrale (48b) présentant une profondeur supérieure à celle de chacune des fentes de relaxation d'extrémité (48b).
 5. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la ou chaque fente de relaxation (48) s'étendant perpendiculairement à l'intersection s'étend d'un bord (32) du bloc isolant qui est adjacent à l'intersection jusqu'à la première fente de relaxation (45).
 6. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le premier et le second blocs isolants (30, 31) sont respectivement retenus à la première et à la seconde parois (1, 2) de la structure porteuse (3) au moyen d'une pluralité de goujons fixés à la structure porteuse (3), chacun desdits premier et second blocs isolants (30, 31) étant pourvu de puits cylindriques (33) dans chacun desquels est ancré un des goujons filetés ; lesdits puits cylindriques (33) étant ménagés le long du bord (47) dudit bloc isolant (30, 31) adjacent à un panneau isolant (9).
 7. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la structure d'angle métallique comporte une cornière (49) et une paire de bandes métalliques (50, 51) soudées à recouvrement avec la cornière (49), l'une parmi la cornière (49) et la paire de bandes métalliques (50, 51) étant soudée sur la pluralité des platines métalliques (38) du premier et du second blocs isolants (30, 31).
 8. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle les ailes de la structure d'angle métalliques (49, 50, 51) sont planes.
 9. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle les panneaux isolants (9, 57, 58) présentent une face interne équipée de platines métalliques (16, 17), dans laquelle la membrane d'étanchéité (6) comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées (18, 28) qui sont soudées sur les platines métalliques (16, 17) des panneaux isolants (9, 57, 58) et dans laquelle la structure d'angle métallique (49, 50, 51) est raccordée par soudage étanche aux tôles métalliques ondulées (16, 17).
 10. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante secondaire (5) et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire (6), la cuve comportant en outre une barrière thermiquement isolante primaire (7) ancrée à la barrière thermiquement isolante secondaire (5) par des organes de retenue (19) et une membrane d'étanchéité primaire (8) portée par la barrière thermiquement isolante primaire (7) et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve.
 11. Cuve selon la revendication 10, dans laquelle l'arrangement d'angle (12) comporte des blocs isolants primaires (41, 42) formant un coin de la barrière thermiquement isolante primaire (7) qui sont chacun retenus contre l'un ou l'autre des premier et second blocs isolants (30, 31) au moyen de goujons (40) portés par les platines métalliques (38) des premier et second blocs isolants (30, 31).
 12. Cuve selon la revendication 11, dans laquelle la

structure d'angle métallique (49, 50, 51) comporte des orifices au travers desquels passent les goujons (40) portés par les platines métalliques (38) des premier et second blocs isolants (30, 31), la structure d'angle métallique (49, 50, 51) étant soudée auxdites platines métalliques (38) en périphérie desdits orifices.

13. Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une coque (72) et une cuve (71) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 disposée dans la coque.

14. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 13, dans lequel on achemine un fluide 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).

15. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 13, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Patentansprüche

1. Dichtes und wärmeisolierendes Gefäß zur Flüssigkeitsspeicherung umfassend mindestens eine wärmeisolierende Sperre (5) gehalten von einer Haltestruktur (3) und eine Abdichtungsmembran (6) getragen von der wärmeisolierenden Sperre (5), wobei die wärmeisolierende Sperre (5) eine Vielzahl von isolierenden Platten (9, 57, 58) gehalten von der Haltestruktur (3) umfasst und an mindestens einer ersten und einer zweiten nebeneinanderliegenden Wand (1, 2) der Haltestruktur (3) anliegt; das Gefäß umfasst weiterhin eine Winkelvorrichtung (12), welche an der Schnittstelle (4) zwischen der ersten und der zweiten Wand (1, 2) angeordnet ist und umfasst:

- einen ersten und einen zweiten Isolierblock (30, 31) jeweils gehalten von der ersten und von der zweiten Wand (1, 2) der Haltestruktur, welcher eine Ecke der wärmeisolierenden Sperre (5) bildet; jeder der ersten oder zweiten Isolierblöcke (30, 31) umfasst eine Außenseite, welche gegenüber der Haltestruktur (3) angeordnet ist, und eine Innenseite, welche Metallplatten (38) umfasst, welche voneinander beanstandet entlang der Schnittstelle zwischen der ersten und der zweiten Wand (1, 2) angeordnet sind;

wobei der erste und der zweite Isolierblock (30, 31) eine Polymerschaumschicht (34) umfasst; und

- eine metallische Winkelstruktur (49, 50, 51), welche eine Ecke der Abdichtungsmembran (6) bildet und einen ersten und einen zweiten Flügel umfasst, welche jeweils auf der Vielzahl der Metallplatten (38) des ersten und des zweiten Isolierblocks (30, 31) geschweißt sind;

jeder der ersten und zweiten Isolierblöcke (30, 31) ist mit einer angrenzenden Platte (9) der Vielzahl der isolierenden Platten (9, 57, 58) mithilfe eines Überbrückungselementes (44) verbunden; wobei das Überbrückungselement (44) rittlings zwischen einer Kante (47) der Innenseite des ersten oder zweiten Isolierblocks (30, 31), welche parallel zur Schnittstelle (4) angeordnet ist, und einer Innenseite der angrenzenden Platte (9) angebracht ist, so dass es sich einer gegenseitigen Beabstandung des ersten oder zweiten Isolierblocks (30, 31) und der angrenzenden Platte (9) entgegenstellt, wobei das Gefäß **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Überbrückungselement zwischen der Abdichtungsmembran (6) und der Haltestruktur (3) angeordnet ist;

und dadurch, dass jeder der ersten und zweiten Isolierblöcke (30, 31) mindestens einen ersten und einen zweiten Entspannungsschlitz (45, 48) aufweist, welche in der Innenseite des ersten oder zweiten Isolierblocks (30, 31) in der Dicke der Polymerschaumschicht (34) angeordnet sind; wobei der erste Entspannungsschlitz (45) parallel zur Schnittstelle (4) verläuft, wobei der erste Entspannungsschlitz (45) so angeordnet ist, dass er zwischen der Kante (47) der Innenseite des Isolierblock (30, 31), welcher das Überbrückungselement (44) aufnimmt, und der Vielzahl der Metallplatten (38) des Isolierblocks (30, 31) verläuft; wobei der zweite Entspannungsschlitz (48) senkrecht zur Schnittstelle (4) verläuft, wobei der zweite Entspannungsschlitz (45) so angeordnet ist, dass er zwischen zwei der Metallplatten (38) des Isolierblock (30, 31) verläuft.

2. Gefäß gemäß Anspruch 1, wobei die Überbrückungselemente Überbrückungsplatten (44) sind, welche jeweils eine Außenseite, welche auf der Innenseite des ersten oder des zweiten Isolierblock (30, 31) und der Innenseite der angrenzenden Platte (9) aufliegt, und eine Innenseite, welche die Abdichtungsmembran (6) trägt, aufweisen.

3. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei jeder der ersten und zweiten Isolierblöcke (30, 31) eine Serie von Entspannungsschlitzen (48) umfasst, welche senkrecht zur Schnittstelle zwischen der ersten und der zweiten Wand (1, 2) verlaufen, wobei jeder der Entspannungsschlitze (48) in einem entsprechenden Intervall zwischen zwei Metallplatten

(38) des Isolierblocks (30, 31) angeordnet sind.

4. Gefäß gemäß Anspruch 3, wobei die Serie der Entspannungsschlitze (48), welche senkrecht zur Schnittstelle verlaufen, mindestens einen zentralen Entspannungsschlitz (48b) und zwei Endabschnitts-Entspannungsschlitze (48a), welche sich beidseitig von dem zentralen Entspannungsschlitz erstrecken, umfasst, wobei der zentrale Entspannungsschlitz (48b) eine Tiefe aufweist, welche größer ist, als die der Endabschnitts-Entspannungsschlitze (48b). 5 10
5. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der oder jeder Entspannungsschlitz (48), welche senkrecht zur Schnittstelle verlaufen, von einer Kante (32) des Isolierblocks, welche an die Schnittstelle angrenzt, bis zum ersten Entspannungsschlitz (45) verläuft. 15
6. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste und der zweite Isolierblock (30, 31) jeweils von der ersten und der zweiten Wand (1, 2) der Haltestruktur (3) mittels einer Vielzahl von Bolzen, welche an der Haltestruktur angebracht sind, gehalten sind, wobei jeder der ersten und zweiten Isolierblöcke (30, 31) mit zylindrischen Bohrlöchern (33) ausgestattet sind, in denen ein Gewindebolzen befestigt ist; wobei die zylindrischen Bohrlöcher (33) entlang der Kante (47) des an eine isolierende Platte (9) angrenzenden Isolierblocks (30, 31) angeordnet sind. 20 25 30
7. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die metallische Winkelstruktur ein Winkelstück (49) und ein Paar Metallbänder (50, 51), welche mit dem Winkelstück (49) überlappend verschweißt sind, umfasst, wobei eines der Winkelstücke (49) und das Paar Metallbänder (50, 51) auf der Vielzahl der Metallplatten (38) des ersten und des zweiten Isolierblocks (30, 31) verschweißt sind. 35 40
8. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Flügel der metallischen Winkelstruktur (49, 50, 51) plan sind.
9. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die isolierenden Platten (9, 57, 58) eine Innenseite aufweisen, welche mit Metallplatten (16, 17) ausgestattet sind, wobei die Abdichtungsmembran (6) eine Vielzahl von Metallwellblechen (18, 28) umfasst, welche auf den Metallplatten (16, 17) der isolierenden Platten (9, 57, 58) verschweißt sind, und wobei die metallische Winkelstruktur (49, 50, 51) mittels dichtem Verschweißen mit den Metallwellblechen (16, 17) verbunden ist. 45 50
10. Gefäß gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die wärmeisolierende Sperre eine sekundäre wärmeisolierende Sperre (5) ist und die Abdichtungs-

membran eine sekundäre Abdichtungsmembran (6) ist, wobei das Gefäß weiterhin eine primäre wärmeisolierende Sperre (7), welche mit der sekundären wärmeisolierenden Sperre (5) durch Rückhalteelemente (19) verbunden ist, und eine primäre Abdichtungsmembran (8) getragen von der primären wärmeisolierenden Sperre (7), welche dazu bestimmt ist, mit der in dem Gefäß enthaltenen Flüssigkeit in Kontakt zu sein, umfasst.

11. Gefäß gemäß Anspruch 10, wobei die Winkelvorrichtung (12) primäre Isolierblöcke (41, 42) umfasst, welche eine Ecke der primären wärmeisolierenden Sperre (7) bilden und welche jeweils gegen den einen oder den anderen der ersten oder zweiten Isolierblöcke (30, 31) mittels von der Metallplatte (38) getragenen Bolzen (40) haltbar sind.
12. Gefäß gemäß Anspruch 11, wobei die metallische Winkelstruktur (49, 50, 51) Öffnungen aufweist, durch welche die von der Metallplatte (38) der ersten und zweiten Isolierblöcke (30, 31) getragenen Bolzen führbar sind, wobei die metallische Winkelstruktur (49, 50, 51) mit der Metallplatte (auf 38) im Randbereich der Öffnungen verschweißt ist.
13. Schiff (70) zum Transport einer Flüssigkeit, wobei das Schiff eine Hülle (72) und ein in der Hülle angeordnetes Gefäß (71) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.
14. Verfahren zur Be- und Entladung eines Schiffes (70) gemäß Anspruch 13, wobei eine Flüssigkeit von oder zu einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) zu oder von dem Gefäß des Schiffes (71) durch isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81) geleitet wird.
15. Transfersystem für eine Flüssigkeit, wobei das System ein Schiff (70) gemäß Anspruch 13, isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81), welche so angeordnet sind, dass sie das in der Schiffshülle angeordnete Gefäß (71) mit einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) verbinden, und eine Pumpe umfasst, um eine Flüssigkeit durch isolierte Rohrleitungen von oder zu der schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage oder zu oder von dem Gefäß des Schiffes zuleiten.

Claims

1. A sealed and thermally-insulating fluid storage tank comprising at least one thermally insulating barrier (5) retained on a supporting structure (3) and a sealing membrane (6) supported by said thermally insulating barrier (5),
the thermally insulating barrier (5) comprising a plu-

ality of insulating panels (9, 57, 58) retained on the supporting structure (3) and juxtaposed against at least one first and one second adjacent walls (1, 2) of the supporting structure (3); the tank further comprising an angle arrangement (12) placed at the intersection (4) between the first and the second walls (1, 2) and comprising:

- a first and a second insulating blocks (30, 31) respectively retained on the first and second walls (1, 2) of the supporting structure and forming a corner of the thermally insulating barrier (5); each of the first and second insulating blocks (30, 31) comprising an outer face placed facing the supporting structure (3) and an inner face comprising metal plates (38) spaced apart from one another along the intersection between the first and the second walls (1, 2); said first and second insulating blocks (30, 31) comprising a layer of polymer foam (34); and
- a metal angle structure (49, 50, 51) forming a corner of the sealing membrane (6) and comprising a first and a second wings which are respectively welded onto the plurality of metal plates (38) of the first and second insulating blocks (30, 31) ;

each of the first and second insulating blocks (30, 31) being associated with an adjacent panel (9) of the plurality of insulating panels (9, 57, 58) via a bridging element (44); said bridging element (44) being fixed straddling an edge (47), parallel to the intersection (4), of the inner face of said first or second insulating block (30, 31) and an inner face of the adjacent panel (9), so as to oppose a mutual separation of said first or second insulating block (30, 31) and of said adjacent panel (9), the sealed and thermally-insulating fluid storage tank being **characterized in that:**

said bridging element is placed between the sealing membrane (6) and the supporting structure (3) and **in that** each of the first and second insulating blocks (30, 31) having at least one first and one second stress-relief slots (45, 48) formed in the inner face of said first or second insulating block (30, 31) in the thickness of the layer of polymer foam (34); the first stress-relief slot (45) extending parallel to the intersection (4), said first stress-relief slot (45) being situated so as to pass between the edge (47) of the inner face of the insulating block (30, 31) receiving the bridging element (44) and the plurality of metal plates (38) of said insulating block (30, 31); the second stress-relief slot (48) extending at right angles to the intersection (4), said second stress-relief slot (45) being situated so as to pass between two of the

metal plates (38) of said insulating block (30, 31).

2. The tank as claimed in claim 1, in which the bridging elements are bridging plates (44) which each have an outer face resting against the inner face of the first or of the second insulating block (30, 31) and the inner face of the adjacent panel (9) and an inner face supporting the sealing membrane (6).
3. The tank as claimed in claim 1 or 2, in which each of the first and second insulating blocks (30, 31) comprises a series of stress-relief slots (48) extending at right angles to the intersection between the first and the second walls (1, 2), each of said stress-relief slots (48) being situated in a respective interval between two of the metal plates (38) of said insulating block (30, 31).
4. The tank as claimed in claim 3, in which the series of stress-relief slots (48) extending at right angles to the intersection comprises at least one central stress-relief slot (48b) and two end stress-relief slots (48a) which extend on either side of the central stress-relief slot (48b), the central stress-relief slot (48b) having a depth greater than that of each of the end stress-relief slots (48b).
5. The tank as claimed in any one of claims 1 to 4, in which the or each stress-relief slot (48) extending at right angles to the intersection extends from an edge (32) of the insulating block which is adjacent to the intersection to the first stress-relief slot (45).
6. The tank as claimed in any one of claims 1 to 5, in which the first and the second insulating blocks (30, 31) are respectively retained on the first and the second walls (1, 2) of the supporting structure (3) by means of a plurality of studs fixed to the supporting structure (3), each of said first and second insulating blocks (30, 31) being provided with cylindrical wells (33) in each of which is anchored one of the threaded studs; said cylindrical wells (33) being formed along the edge (47) of said insulating block (30, 31) adjacent to an insulating panel (9).
7. The tank as claimed in any one of claims 1 to 6, in which the metal angle structure comprises an angle iron (49) and a pair of metal strips (50, 51) lap-welded with the angle iron (49), one of the angle iron (49) and the pair of metal strips (50, 51) being welded onto the plurality of the metal plates (38) of the first and of the second insulating blocks (30, 31).
8. The tank as claimed in any one of claims 1 to 7, in which the wings of the metal angle structure (49, 50, 51) are planar.

9. The tank as claimed in any one of claims 1 to 8, in which the insulating panels (9, 57, 58) have an inner face equipped with metal plates (16, 17), in which the sealing membrane (6) comprises a plurality of corrugated metal sheets (18, 28) which are welded onto the metal plates (16, 17) of the insulating panels (9, 57, 58) and in which the metal angle structure (49, 50, 51) is connected by tight welding to the corrugated metal sheets (16, 17).

5
10
10. The tank as claimed in any one of claims 1 to 9, in which the thermally insulating barrier is a secondary thermally insulating barrier (5) and the sealing membrane is a secondary sealing membrane (6), the tank further comprising a primary thermally insulating barrier (7) anchored to the second thermally insulating barrier (5) by retaining members (19) and a primary sealing membrane (8) supported by the primary thermally insulating barrier (7) and intended to be in contact with the fluid contained in the tank.

15
20
11. The tank as claimed in claim 10, in which the angle arrangement (12) comprises primary insulating blocks (41, 42) forming a corner of the primary thermally insulating barrier (7) which are each retained against one or other of the first and second insulating blocks (30, 31) by means of studs (40) supported by the metal plates (38) of the first and second insulating blocks (30, 31).

25
30
12. The tank as claimed in claim 11, in which the metal angle structure (49, 50, 51) comprises orifices through which pass the studs (40) supported by the metal plates (38) of the first and second insulating blocks (30, 31), the metal angle structure (49, 50, 51) being welded to said metal plates (38) at the periphery of said orifices.

35
13. A ship (70) for transporting a fluid, the ship comprising a hull (72) and a tank (71) as claimed in any one of claims 1 to 12 placed in the hull.

40
14. A method for loading or offloading a ship (70) as claimed in claim 13, in which a fluid is routed through insulated pipelines (73, 79, 76, 81) from or to a floating or onshore storage installation (77) to or from the tank of the ship (71).

45
15. A transfer system for a fluid, the system comprising a ship (70) as claimed in claim 13, insulated pipelines (73, 79, 76, 81) arranged so as to link the tank (71) installed in the hull of the ship to a floating or onshore storage installation (77) and a pump for driving a flow of fluid through the insulated pipelines from or to the floating or onshore storage installation to or from the tank of the ship.

50
55

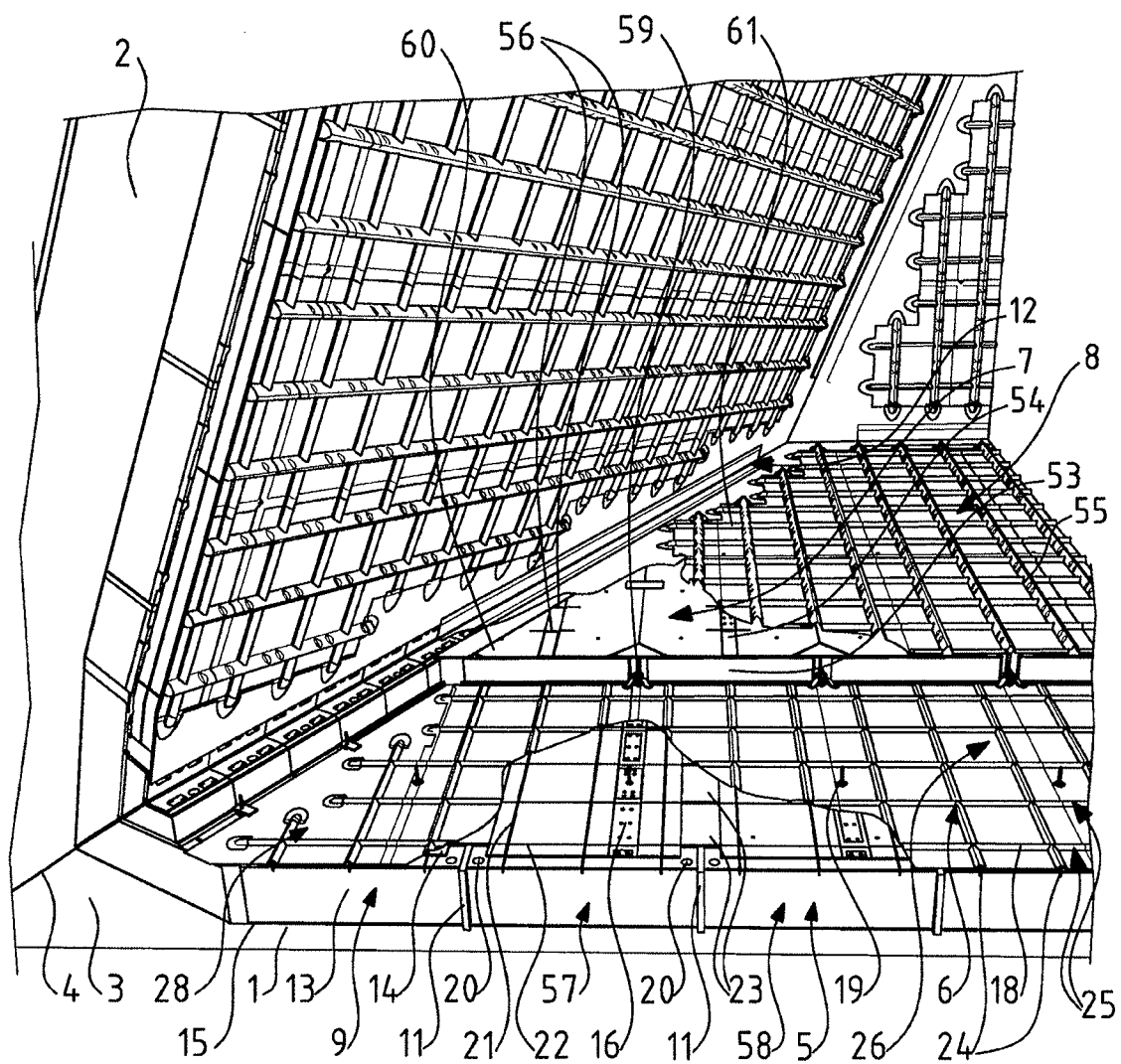
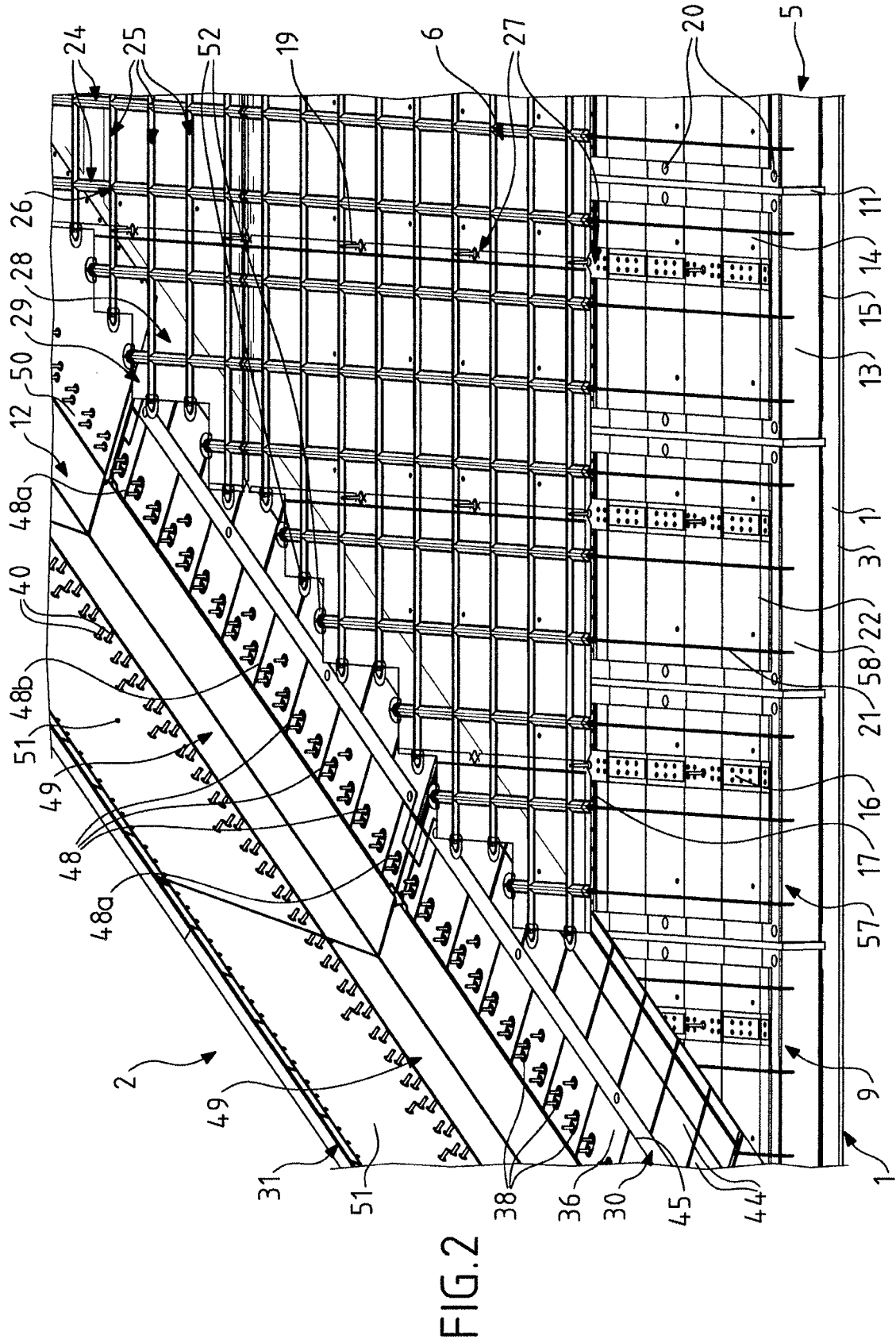


FIG.1



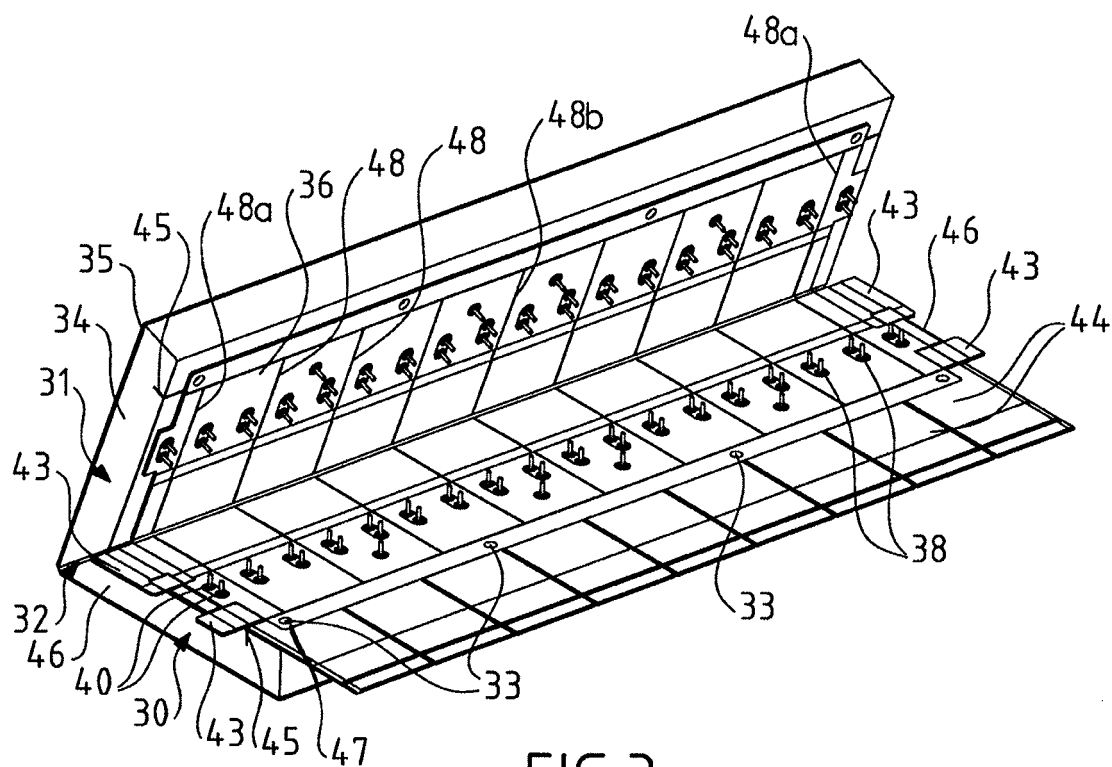


FIG.3

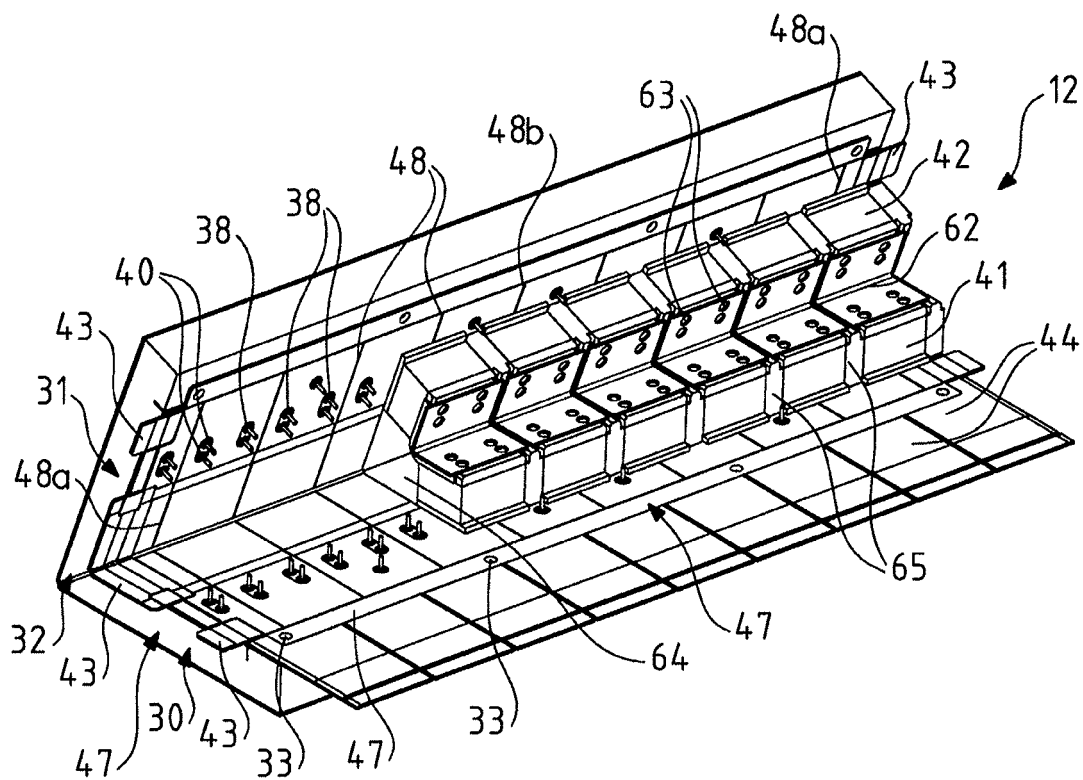


FIG.4

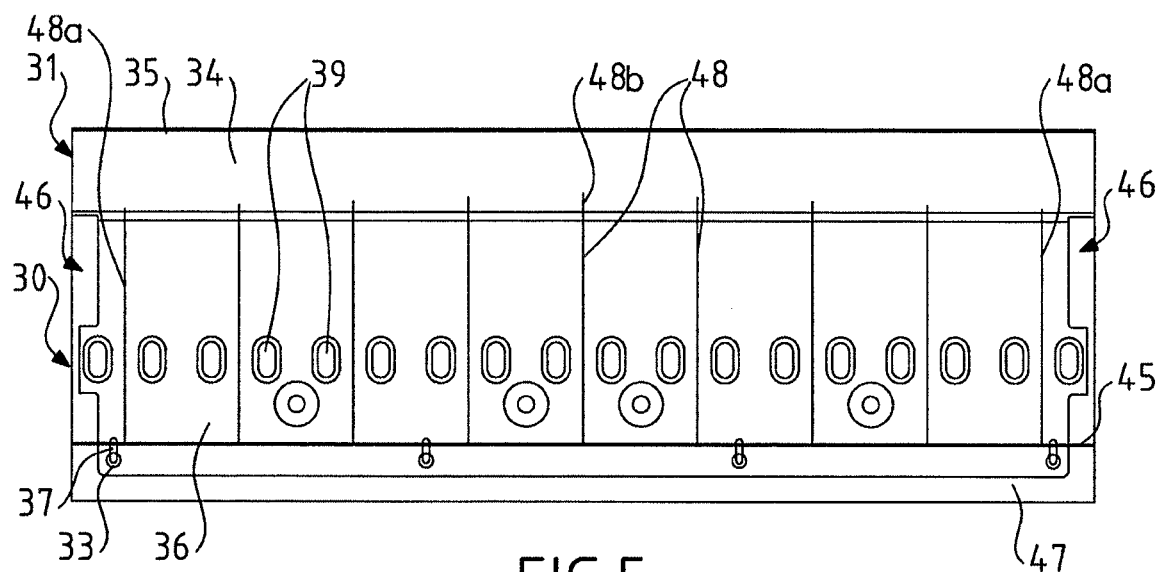


FIG. 5

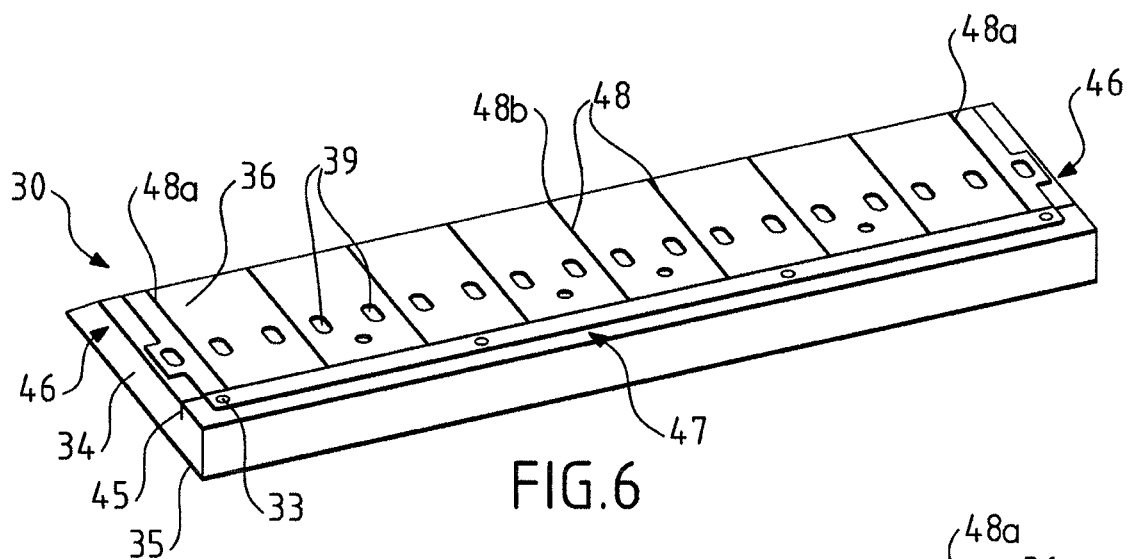


FIG. 6

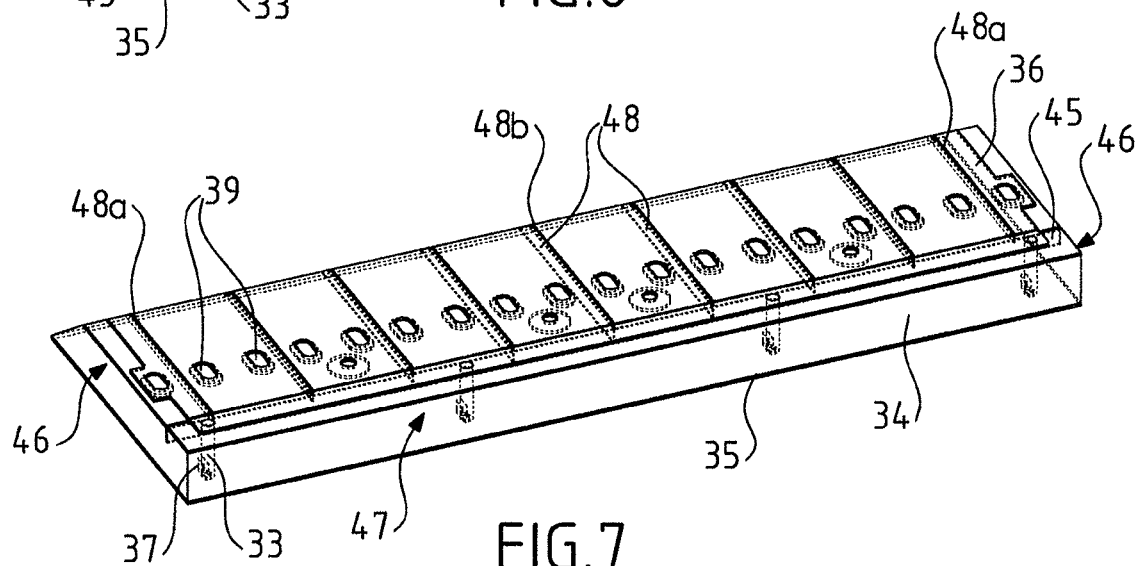


FIG. 7

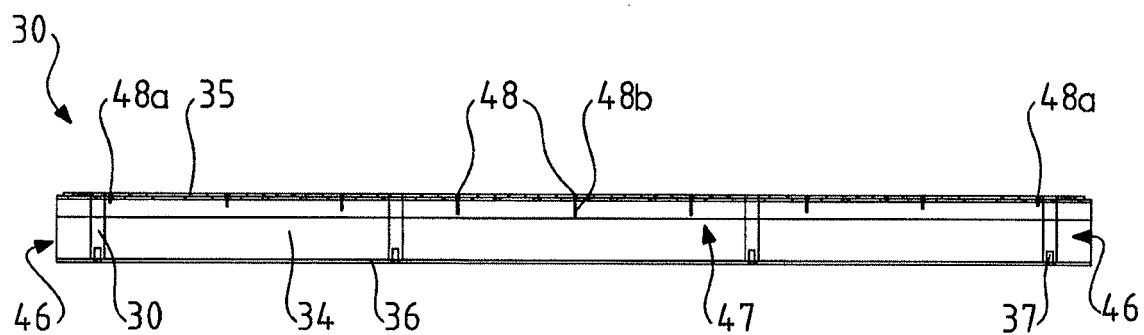


FIG. 8

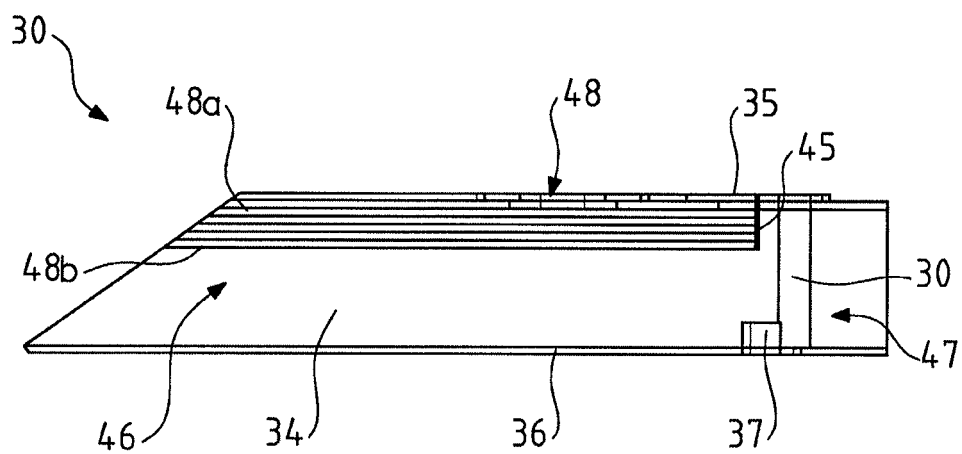
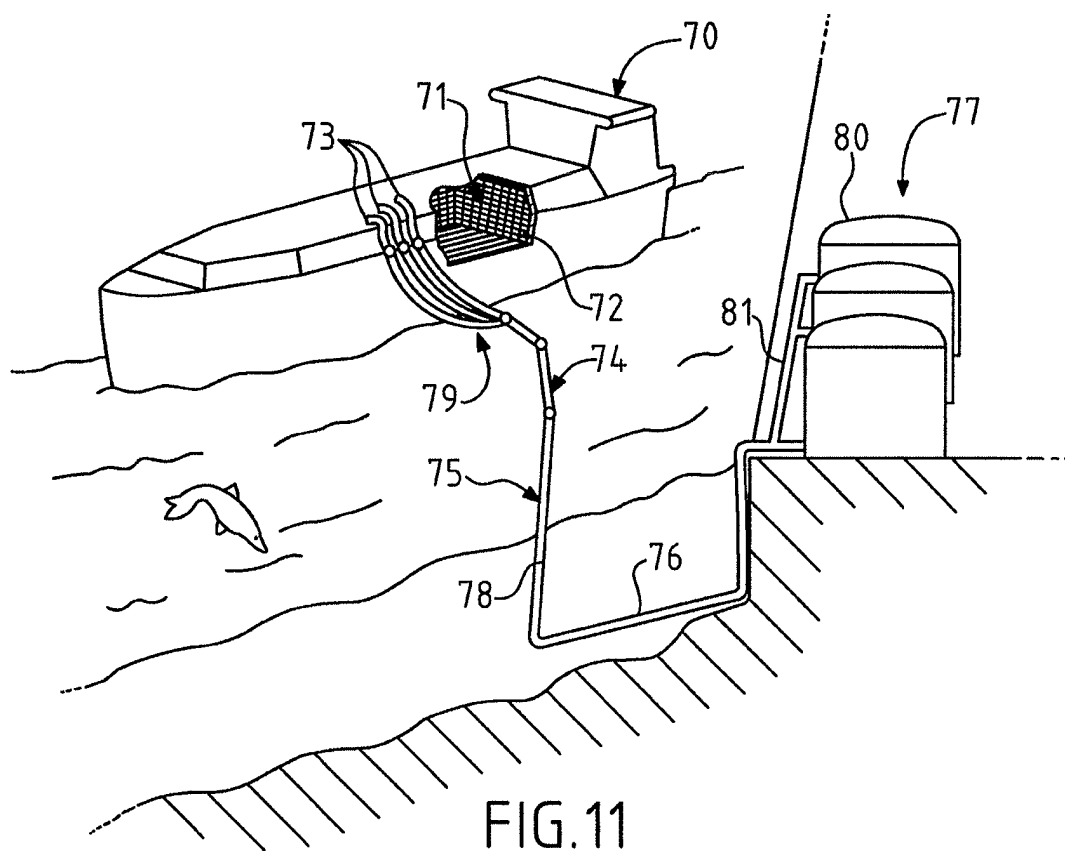
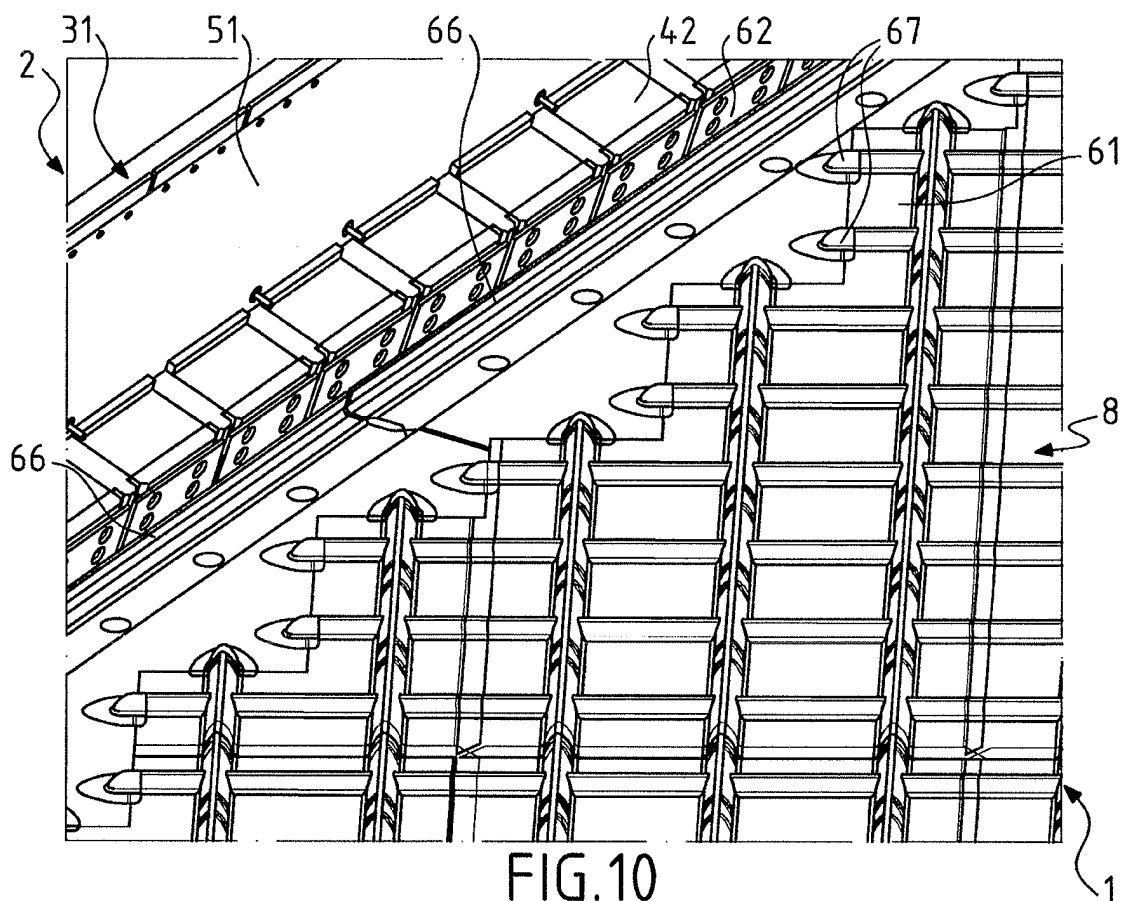


FIG. 9



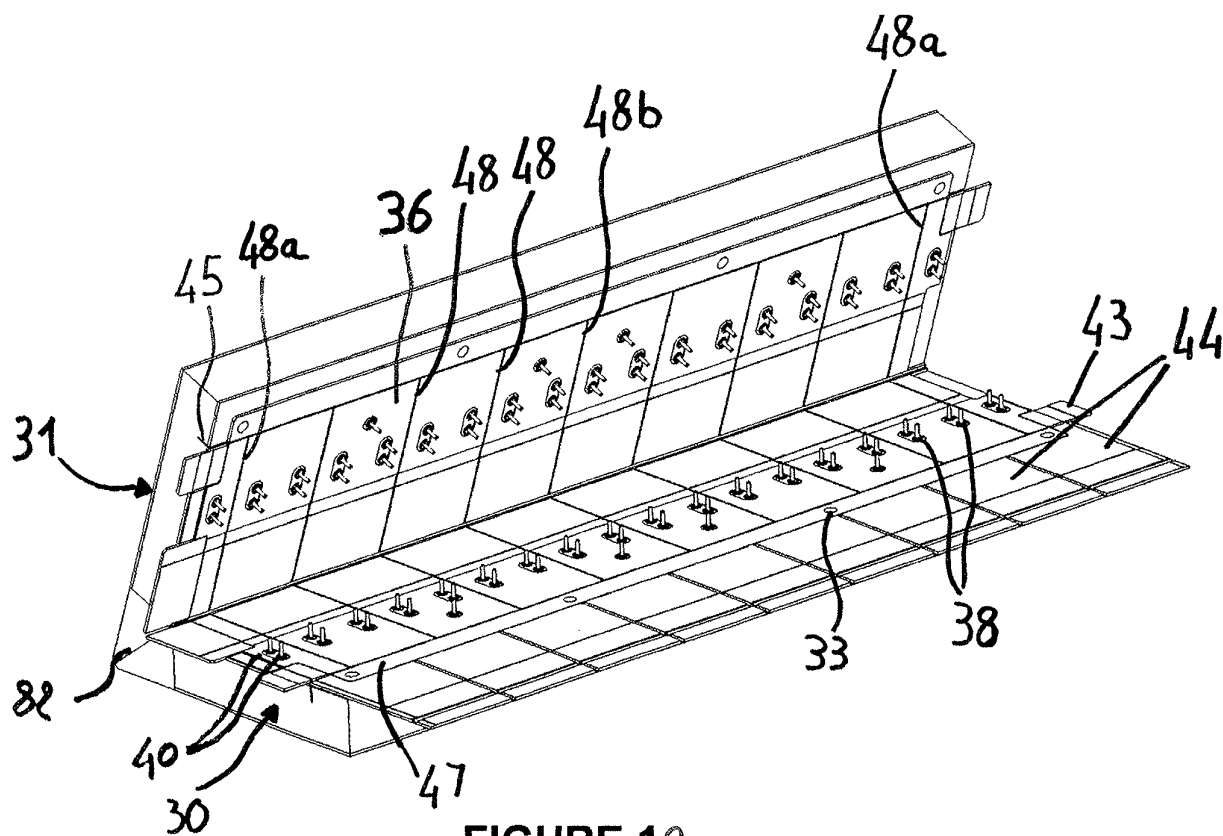


FIGURE 12

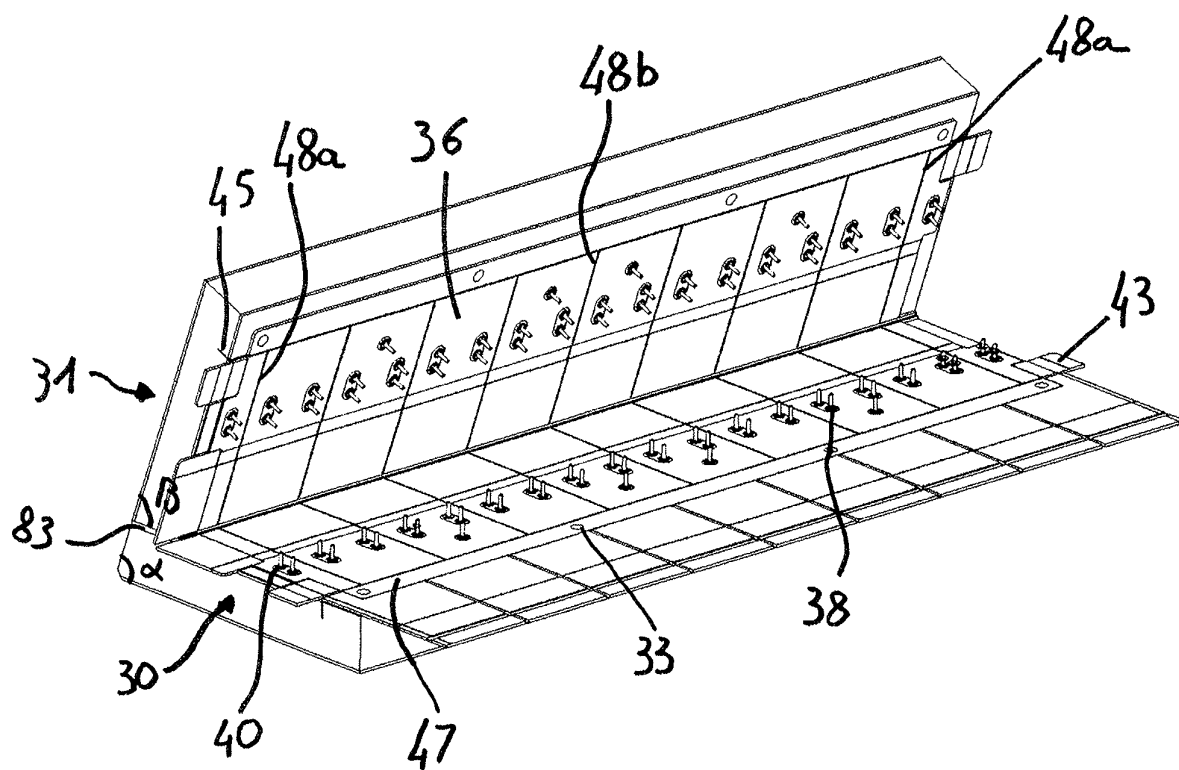


FIGURE 13

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 2014167214 A [0003] [0006]
- FR 3001945 [0069]