



(51) Classification internationale des brevets :
F17C 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/052917

(22) Date de dépôt international :
3 décembre 2013 (03.12.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1262729 21 décembre 2012 (21.12.2012) FR

(71) Déposant : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
[FR/FR]; 1 route de Versailles, F-78470 Saint Remy les
Chevreuse (FR).

(72) Inventeurs : THENARD, Nicolas; 41 rue Lucien Coupet,
F-78117 Toussus le Noble (FR). LECLERE, Guillaume;
5 allée du champ tortu, F-91190 Gif sur Yvette (FR).
CANLER, Gery; 2 ter rue de la Masette, F-78720 La
Celle les Bordes (FR).

(74) Mandataire : ABELLO, Michel; Loyer & Abello, 9 Rue
Anatole de la Forge, F-75017 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

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

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SEALED, THERMALLY INSULATING VESSEL

(54) Titre : CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

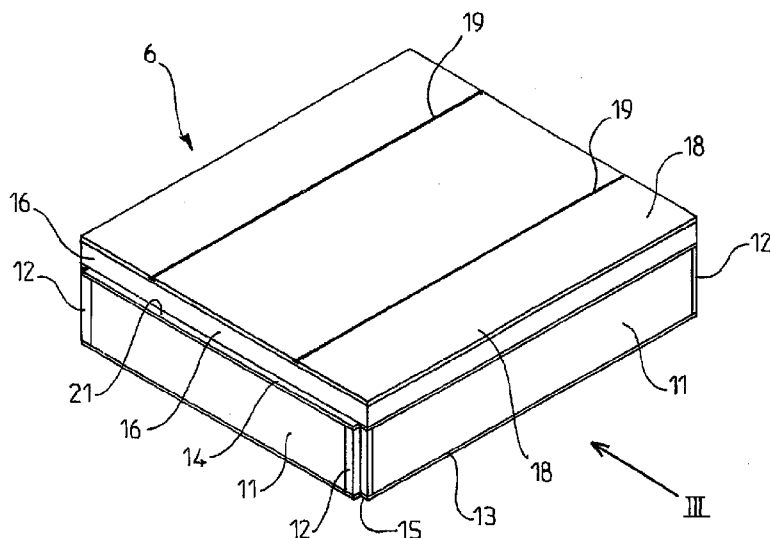


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to the
secondary insulating barrier of a sealed,
thermally insulating vessel which comprises
a set of heat-insulating, generally parallele-
piped-shaped elements (6) added to the bea-
ring structure such as to form a substantially
uniform supporting surface for the seconda-
ry sealing membrane, and retaining members
attached to the bearing surface between the
added heat-insulating elements and enga-
ging with the heat-insulating elements such
as to retain the heat-insulating elements
against the bearing structure. An heat-insu-
lating element of the secondary insulating
barrier comprises a first parallelepiped sub-
assembly (11, 13, 14) extending parallel to
the secondary sealed membrane, and a se-
cond parallelepiped sub-assembly (16, 18)
that has a shorter length such as to leave an
upper surface (21) uncovered. A retaining
member comprises an attachment element
having peripheral portions engaging with
the uncovered portion of the upper surface
(21) of the intermediate panels of the heat-
insulating elements (6) between which the
retaining member is placed such as to retain

the heat-insulating elements against the bearing surface.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

La barrière isolante secondaire d'une cuve étanche et thermiquement isolante comporte un ensemble d'éléments calorifuges (6) de forme générale parallélépipédique juxtaposés sur la structure porteuse pour former une surface de support sensiblement uniforme pour la membrane étanche secondaire, et des organes de retenue attachés à la structure porteuse entre les éléments calorifuges juxtaposés et coopérant avec les éléments calorifuges pour retenir les éléments calorifuges contre la structure porteuse. Un élément calorifuge de la barrière isolante secondaire comporte un premier sous-ensemble (11, 13, 14) parallélépipédique s'étendant parallèlement à la membrane étanche secondaire, un deuxième sous-ensemble parallélépipédique (16, 18) présentant une longueur inférieure de manière à laisser découverte une surface supérieure (21). Un organe de retenue comporte un l'élément de fixation présentant des parties périphériques coopérant avec la portion découverte de la surface supérieure (21) des panneaux intermédiaires des éléments calorifuges (6) entre lesquels l'organe de retenue est disposé pour retenir les éléments calorifuges contre la structure porteuse.

CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes agencées dans une structure porteuse pour contenir un fluide froid, notamment aux cuves à membrane pour contenir des gaz liquéfiés.

5

Des cuves étanches et thermiquement isolantes peuvent être utilisées dans différentes industries pour stocker des produits chauds ou froids. Par exemple, dans le domaine de l'énergie, le gaz naturel liquéfié (GNL) est un liquide à forte teneur en méthane qui peut être stocké à pression atmosphérique à environ -163°C dans des
10 cuves de stockage terrestres ou dans des cuves embarquées dans des structures flottantes.

Une telle cuve est divulguée par exemple dans FR-A-2867831. Dans cette cuve connue, une barrière isolante primaire et une barrière isolante secondaire sont constituées sous une forme modulaire à l'aide de caisses parallélépipédiques en bois
15 juxtaposées. Les caisses sont remplies d'une garniture calorifuge de perlite expansée ou de matériaux aérogels.

FR-A-2798902 divulgue une autre cuve de GNL agencée dans la coque d'un navire dans laquelle une barrière isolante primaire et une barrière isolante secondaire sont constituées chacune d'une unique couche de caissons remplis de
20 blocs de mousse à basse densité de l'ordre de 33 à 40 kg/m³ collés à des entretoises en bois contreplaqué.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse pour contenir un
25 fluide froid,

dans laquelle une paroi de la cuve comporte successivement une membrane étanche primaire destinée à être en contact avec le fluide, une barrière isolante primaire, une membrane étanche secondaire parallèle à la membrane étanche primaire et une barrière isolante secondaire disposée entre la membrane étanche
30 secondaire et la structure porteuse,

dans laquelle la barrière isolante secondaire comporte un ensemble d'éléments calorifuges de forme générale parallélépipédique juxtaposés sur la structure porteuse pour former une surface de support sensiblement uniforme pour la membrane étanche secondaire, et

- 5 des organes de retenue attachés à la structure porteuse entre les éléments calorifuges juxtaposés et coopérant avec les éléments calorifuges pour retenir les éléments calorifuges contre la structure porteuse,

dans laquelle un élément calorifuge de la barrière isolante secondaire comporte :
un premier sous-ensemble parallélépipédique s'étendant parallèlement à la

- 10 membrane étanche secondaire, le premier sous-ensemble parallélépipédique comprenant un premier bloc de mousse polymère à haute densité, un panneau de fond collé sous le premier bloc de mousse polymère à haute densité, un panneau intermédiaire collé sur le premier bloc de mousse polymère à haute densité, et une pluralité de piliers raidisseurs de petite section disposés entre le panneau de fond et
15 le panneau intermédiaire et s'étendant dans le sens de l'épaisseur du premier bloc de mousse polymère à haute densité, et

un deuxième sous-ensemble parallélépipédique s'étendant parallèlement à la membrane étanche secondaire, le deuxième sous-ensemble parallélépipédique comprenant un deuxième bloc de mousse polymère collé sur le panneau
20 intermédiaire et un panneau de couvercle collé sur le deuxième bloc de mousse polymère, le deuxième sous-ensemble parallélépipédique présentant une longueur inférieure à la longueur du premier sous-ensemble parallélépipédique et étant sensiblement centré sur le premier sous-ensemble parallélépipédique de manière à laisser découverte une surface supérieure du panneau intermédiaire au niveau de

- 25 deux portions d'extrémité opposées du premier sous-ensemble parallélépipédique ;
et dans laquelle un organe de retenue comporte :

une tige orientée selon l'épaisseur de la barrière isolante secondaire et présentant une portion d'extrémité inférieure attachée à la structure porteuse, et

- un élément de fixation lié à une portion d'extrémité supérieure de la tige, l'élément
30 de fixation présentant une surface inférieure et une surface supérieure parallèles à la

membrane étanche secondaire et séparées par une distance égale à l'épaisseur du deuxième sous-ensemble parallélépipédique,
la surface inférieure de l'élément de fixation présentant des parties périphériques coopérant avec la portion découverte de la surface supérieure des panneaux
5 intermédiaires des éléments calorifuges entre lesquels l'organe de retenue est disposé pour retenir les éléments calorifuges contre la structure porteuse,
la surface supérieure de l'élément de fixation affleurant au niveau de la surface supérieure des panneaux de couvercle des éléments calorifuges entre lesquels l'organe de retenue est disposé pour former avec lesdits panneaux de couvercle la
10 surface de support sensiblement uniforme pour la membrane étanche secondaire.

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

Les piliers raidisseurs peuvent être prévus en plus ou moins grand nombre et disposés de différentes manières dans le premier sous-ensemble
15 parallélépipédique. Selon un mode de réalisation, les piliers raidisseurs du premier sous-ensemble parallélépipédique sont disposés entre le panneau de fond et le panneau intermédiaire au niveau des deux portions d'extrémité opposées du premier sous-ensemble parallélépipédique. Une telle disposition permet de reprendre efficacement les éventuels efforts de compression transmis par
20 l'intermédiaire de l'élément de fixation sur la portion découverte du panneau intermédiaire.

Selon un mode de réalisation, le premier sous-ensemble parallélépipédique comporte quatre piliers raidisseurs disposés aux quatre coins du premier bloc de mousse. Une telle disposition permet de créer de manière simple un cadre
25 relativement rigide pour stabiliser le bloc de mousse, notamment contrer des efforts de flexion engendrés par la dilatation thermique différentielle. De préférence, les extrémités des piliers raidisseurs sont attachées, par exemple agrafées, clouées et/ou collées, au panneau de fond et au panneau intermédiaire.

Selon un mode de réalisation, le premier sous-ensemble parallélépipédique
30 présente un embrèvement s'étendant sur toute l'épaisseur du premier sous-

ensemble parallélépipédique au niveau de chacun des quatre coins du premier sous-ensemble parallélépipédique pour former des dégagements dans lesquels les organes de retenue sont disposés, l'embrèvement présentant une profondeur égale à la profondeur de la portion d'extrémité découverte du panneau intermédiaire, de sorte qu'une paroi latérale du premier sous-ensemble parallélépipédique au fond de l'embrèvement est alignée avec une paroi latérale du deuxième sous-ensemble parallélépipédique.

Selon un mode de réalisation, l'embrèvement présente une section rectangulaire et le pilier raidisseur disposé au coin du premier bloc de mousse présente deux ailes perpendiculaires longeant deux côtés de l'embrèvement. Une telle disposition permet notamment de protéger le coin du bloc de mousse contre des détériorations accidentelles lors de la mise en place des organes de retenue.

Selon un mode de réalisation, l'élément de fixation comporte une platine métallique inférieure formant la surface inférieure, une platine métallique supérieure formant la surface supérieure et un bloc de matière isolante rigide agencé entre les platines métalliques inférieure et supérieure. Une telle disposition permet de réaliser un élément de fixation relativement large pour distribuer les efforts transmis au panneau intermédiaire en prise avec la surface inférieure. Une telle disposition permet aussi de réaliser un élément de fixation relativement solide pour reprendre d'éventuels efforts de compression en cas d'endommagement d'un élément calorifuge secondaire adjacent, tout en limitant le pont thermique formé vers la structure porteuse.

Les panneaux peuvent être réalisés en différents matériaux, par exemple dans un matériau composite résistant à la flexion et au cisaillement. Selon un mode de réalisation, le panneau de fond, le panneau intermédiaire et le panneau de couvercle sont en bois contreplaqué. Un tel matériau est économique et offre des possibilités d'approvisionnement variées.

Selon un mode de réalisation, la mousse polymère à haute densité présente une densité supérieure à 90kg/m³, par exemple entre 120 et 140 kg/m³. En particulier, la mousse polymère à haute densité peut être choisie parmi le groupe

consistant en la mousse de polyuréthane et la mousse de polyuréthane renforcée de fibres de verre.

Selon un mode de réalisation, des cordons de mastic disposés sur une surface inférieure du panneau de fond sont en appui contre la structure porteuse de manière à compenser des défauts de planéité de la structure porteuse.

Selon un mode de réalisation, la barrière isolante primaire est constituée d'éléments calorifuges juxtaposés, un élément calorifuge de la barrière isolante primaire comportant à chaque fois un caisson rempli d'une garniture d'isolation essentiellement constituée de laine minérale ou de perlite.

10 Selon un mode de réalisation, la ou chaque membrane étanche comporte des bandes de tôle métallique parallèles dont les bords longitudinaux sont relevés en saillie vers l'intérieur de la cuve et des ailes de soudure parallèles retenues sur la barrière d'isolation thermique sous-jacente et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve à chaque fois entre deux bandes de tôle pour former un joint soudé étanche avec les
15 bords longitudinaux relevés adjacents.

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
20 stockage déporté (FPSO) et autres.

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

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

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
30 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.

- 5 Une idée à la base de l'invention est de concevoir une structure de paroi de cuve, et en particulier une structure de barrière isolante secondaire, offrant des propriétés avantageuses quant à l'isolation thermique, la résistance mécanique et le prix de revient.

Certains aspects de l'invention dérivent du constat que lorsqu'une cuve
10 étanche et thermiquement isolée est remplie de gaz naturel liquéfié, la différence de température entre l'extérieur de la cuve et l'intérieur de la cuve génère un gradient thermique au sein des éléments calorifuges. Ce gradient thermique peut provoquer des phénomènes de dilatation différentielle au sein des assemblages collés de mousse polymère avec d'autres matériaux rigides, par exemple bois contreplaqué,
15 susceptibles de provoquer des contraintes tendant à fléchir les éléments calorifuges. Cette flexion peut notamment avoir lieu lorsque les moyens d'attache de l'élément calorifuge dans la cuve ne sont pas aptes à reprendre totalement ces contraintes, par exemple lorsque l'élément calorifuge n'est pas collé à la coque sur toute sa surface, mais uniquement attaché au niveau d'une pluralité de points d'attache.

- 20 Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser des éléments calorifuges relativement épais pour une barrière isolante secondaire tout en plaçant un panneau intermédiaire au sein de l'épaisseur de l'élément calorifuge pour limiter des contraintes de flexion d'origine thermique.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et
25 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.

Sur ces dessins :

- La figure 1 est une vue partielle en perspective écorchée d'une paroi de
30 cuve étanche et isolante.

- La figure 2 est une vue en perspective d'un élément calorifuge secondaire de la paroi de la figure 1.
- La figure 3 est une vue plane de l'élément calorifuge secondaire de la figure 2 selon la flèche III.
- 5 • La figure 4 est une vue agrandie en coupe d'un pilier d'angle de l'élément calorifuge secondaire selon la ligne IV de la figure 3.
- La figure 5 est une vue plane d'un coupleur pouvant être utilisé dans la paroi de cuve de la figure 1.
- La figure 6 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de
10 navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- Les figures 7 et 8 sont deux schémas de principes illustrant un phénomène de contraction différentielle générant un moment de flexion.

On va rappeler brièvement le phénomène de contraction différentielle avec
15 deux exemples simples illustrés schématiquement dans les figures 7 et 8.

Un panneau en bois contreplaqué 37 est collé sur une couche de mousse polymère 36 monobloc plus épaisse. Le panneau en contreplaqué 37 et la couche de mousse polymère 36 sont soumis à un gradient thermique 38 descendant. Cela signifie que la température au niveau du panneau en contreplaqué 37 est inférieure
20 à la température au niveau de la surface inférieure 41 de la couche de mousse polymère 36. La mousse polymère présente un coefficient de dilatation thermique plus important que le bois contreplaqué. Ainsi, la mousse polymère se contracte plus par rapport à la température ambiante que le panneau en contreplaqué 37 sous l'effet du gradient thermique 38. Comme le panneau contreplaqué 37 et la couche
25 de mousse polymère 36 sont collés et que par surcroît la couche de mousse polymère 36 est plus rigide en flexion que le panneau contreplaqué 37, le panneau 37 et la couche de mousse polymère 36 tendent à fléchir suivant la courbure convexe 39.

Le même phénomène peut être observé dans un deuxième exemple illustré
30 schématiquement dans la figure 8 où le panneau en bois contreplaqué 37 est collé

en dessous de la couche de mousse polymère 36. Toutefois, dans ce cas, la couche de mousse polymère 36 et le panneau 37 tendent à fléchir selon une courbure convexe opposée 40 à la courbure convexe 39 décrite dans le premier exemple. Par ailleurs, comme le panneau en bois contreplaqué 37 est situé en dessous de la
5 couche de mousse polymère 36, ce panneau 37 est soumis à une température plus chaude que dans le premier exemple pour le même gradient thermique 38. En conséquence, celui-ci se contracte moins que dans le premier exemple, ce qui engendre une courbure convexe 40 plus importante que la courbure convexe 39 du premier exemple. Ceci est dû au fait que la différence de contraction thermique
10 entre la couche de mousse polymère 36 et le panneau 37 est plus importante que dans le premier exemple.

La figure 1 représente une paroi étanche et thermiquement isolante en perspective écorchée pour montrer la structure de cette paroi. Une telle structure peut être mise en œuvre sur des surfaces étendues ayant diverses orientations, par
15 exemple pour recouvrir des parois de fond, de plafond et de côté d'un réservoir. L'orientation de la figure 1 n'est donc pas limitative à cet égard.

La paroi de cuve est attachée à la paroi d'une structure porteuse 1. Par convention, on appellera « au-dessus » une position située plus près de l'intérieur du réservoir et « en dessous » une position située plus près de la structure porteuse 1,
20 quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre.

La paroi de cuve comporte une barrière isolante secondaire 2, une barrière étanche secondaire 3 retenue sur le dessus de la barrière isolante secondaire 2, une barrière isolante primaire 4 retenue sur la barrière étanche secondaire 3 et une
25 barrière étanche primaire 5 retenue sur le dessus de la barrière isolante primaire 4.

La barrière isolante secondaire 2 est constituée d'une pluralité de modules isolants secondaires parallélépipédiques 6 qui sont disposés côte à côte, de manière à recouvrir sensiblement la surface interne de la structure porteuse 1. Pour permettre la planéité des membranes étanches, des cordons de mastic 7 sont
30 installés entre la structure porteuse 1 et la surface inférieure des modules isolants

secondaires 6. Ces cordons de mastic sont par exemple collés sur la surface inférieure du module isolant secondaire 6. Ils n'adhèrent pas à la structure porteuse 1 en raison de la mise en place d'un papier kraft non représenté entre la structure porteuse 1 et le mastic. Selon un mode de réalisation, les cordons de mastic peuvent
5 être des cordons ondulés tels que décrits dans FR-A1-2931535. Des cales 28 sont également prévues sur la paroi porteuse pour supporter les coins des modules isolants secondaires 6.

Un module isolant secondaire 6 est représenté plus en détails sur les figures 2 et 3. Il est constitué de deux parties : un sous-ensemble parallélépipédique 10 dans la
10 partie inférieure proche de la structure porteuse 1 et un sous-ensemble parallélépipédique 20 légèrement moins long dans la partie supérieure.

Le sous-ensemble 10 comporte un bloc de mousse polymère à haute densité 11, notamment polyuréthane avec ou sans de fibres de verre, pris en sandwich entre deux panneaux plans de bois contreplaqué 13 et 14. Le bloc de
15 mousse 11 présente une forme globale de parallélépipède rectangle avec des découpes dans les coins pour laisser passer des piliers d'angle 12.

Le panneau de fond 13 et le panneau intermédiaire 14 présentent une forme identique, à savoir une forme rectangle avec un embrèvement rectangulaire
15 dans chaque coin pour créer des dégagements dans la paroi de cuve à l'état
20 assemblé, au niveau de l'interface entre plusieurs modules isolants secondaires 6 juxtaposés. Ces dégagements servent à recevoir des coupleurs mécaniques 30, visibles sur la figure 1.

Ainsi, la découpe du sous-ensemble 10 est optimisée de façon à limiter au maximum les cheminées thermiques présentes entre les blocs de mousse. De
25 préférence, les seuls jeux présents sont les jeux de montage et les passages des coupleurs mécaniques 30 dans les coins.

Le bloc de mousse 11 est collé sur toute sa surface au panneau de fond 13 et au panneau intermédiaire 14. Au niveau de chaque coin, le bloc de mousse 11 est collé sur toute sa hauteur au pilier d'angle 12. Le pilier d'angle 12 est en outre

attaché au panneau de fond 13 et au panneau intermédiaire 14 par des agrafes ou similaires.

La figure 4 montre la section du pilier d'angle 12 dans un mode de réalisation. Les surfaces internes 17 sont collées sur la paroi latérale du bloc de mousse 11 tandis que les surfaces externes 15 sont dans la continuité de l'embrèvement rectangulaire 15 du panneau de fond 13 et du panneau intermédiaire 14. Les piliers d'angle 12 permettent de reprendre une partie de la charge de compression en service et ainsi limiter l'écrasement et le fluage de la mousse 11.

10 Le sous-ensemble parallélépipédique 20 situé dans la partie supérieure du module isolant secondaire 6 comporte un deuxième bloc de mousse polymère à haute densité 16, notamment polyuréthane avec ou sans de fibres de verre, pris en sandwich entre le panneau intermédiaire 14 et un panneau de couvercle 18 en bois contreplaqué. Le bloc de mousse 16 est collé sur toute sa superficie au panneau de
15 couvercle 18 et au panneau intermédiaire 14 et ne comporte aucun pilier, ce qui simplifie sa fabrication et son assemblage. Le bloc de mousse 16 est sensiblement moins épais que le bloc de mousse 11, par exemple environ 1/3 de l'épaisseur du bloc de mousse 11. Comme le sous-ensemble parallélépipédique 20 est moins long que le sous-ensemble 10, les deux extrémités longitudinales du panneau
20 intermédiaire 14 sont dégagées et offrent une surface supérieure libre 21 en forme bande.

De façon à faciliter la construction de la paroi de cuve, le module isolant secondaire 6 est de préférence fourni sous la forme d'un élément préfabriqué. Dans un mode de réalisation, les dimensions suivantes sont prévues :

- 25 Longueur du sous ensemble 10 : 118 cm
- Longueur du sous ensemble 20 : 114 cm
- Largeur du module isolant secondaire 6 : 100 cm
- Epaisseur du bloc de mousse 11 : 20 cm
- Epaisseur du bloc de mousse 16 : 6,5 cm
- 30 Epaisseur du panneau de couvercle 18 : 1,5 cm

Epaisseur du panneau de fond 13 : 1 cm

Epaisseur du panneau intermédiaire 14 : 1 cm

Epaisseur du module isolant secondaire 6 : 30 cm

Ces épaisseurs des barrières d'isolation sont avantageuses en ce qu'elles
5 respectent les dimensions de conceptions antérieures et sont donc compatibles avec
des éléments disponibles sur le marché, tels que les systèmes d'ancrage, les
membranes d'étanchéités ainsi que les différentes zones singulières que sont les
dièdres et trièdres des cuves.

De retour sur la figure 1, on voit que les coupleurs mécaniques 30 sont
10 positionnés au niveau des coins des modules isolants secondaires 6 à raison de
quatre coupleurs mécaniques 30 par module 6. La surface libre 21 du panneau
intermédiaire 14 permet de mettre en prise les coupleurs mécaniques 30 afin de
retenir les modules isolants secondaires 6 sur la paroi porteuse 1.

Un coupleur mécanique 30 est représenté plus en détail sur la figure 5. Le
15 coupleur mécanique 30 comprend une douille 22 dont la base est soudée à la
structure porteuse 1 en une position qui correspond à un dégagement au niveau
des coins de quatre modules isolants secondaires 6 adjacents. La douille 22 porte
une première tige 23 vissée à celle-ci. La tige 23 passe entre les modules 6 adjacents.
Une pièce de fixation est montée sur la tige 23 pour serrer les modules 6 contre la
20 structure porteuse 1 au niveau des surfaces libres 21 du panneau intermédiaire 14.
La pièce de fixation comporte une platine métallique inférieure 24, une platine
supérieure 26 et un bloc en bois contre-plaqué 25 montée sur la platine 24 de façon
à servir d'entretoise entre la platine 24 et la platine supérieure 26 et à réduire le pont
thermique vers la structure porteuse 1. La hauteur de cet agencement est
25 déterminée de façon que la platine supérieure 26 vienne affleurer au niveau des
panneaux de couvercle 18 pour supporter la membrane secondaire 3. En d'autres
termes, l'épaisseur 29 de la pièce de fixation formée par le bloc 25 et les platines 24
et 26 est égale à l'épaisseur du sous-ensemble 20. De plus, l'épaisseur du sous-
ensemble 10 correspond à la distance 50 entre la cale 28 la platine inférieure 24.

Le bloc de bois 25 présente un logement 47 dans lequel l'extrémité supérieure de la tige 23 est engagée en traversant un perçage central de la platine inférieure 24. La platine inférieure 24 est retenue sur la tige 23 au moyen d'un écrou 48 avec interposition d'une pluralité de rondelles Belleville 49 pour procurer un jeu 5 élastique.

Au niveau des coins du sous-ensemble 10, l'effort de compression appliqué par le coupleur mécanique 30 au module isolant 6 est repris par les piliers d'angle 12.

Les panneaux de couvercle 18 des modules isolants 6 comportent, en outre, 10 une paire de rainures parallèles 19 en forme sensiblement de T inversé pour recevoir des ailes de soudure en forme d'équerre. La partie des ailes de soudure qui fait saillie vers le dessus des panneaux 18 permet l'ancrage de la barrière d'étanchéité secondaire 3. La barrière d'étanchéité secondaire est constituée d'une pluralité de virures d'Invar® à bords relevés, ayant une épaisseur de l'ordre de 0,7 mm. Les 15 bords relevés de chaque virure sont soudés aux ailes de soudure précitées selon la technique connue.

Sur la barrière d'étanchéité secondaire est montée la barrière isolante primaire 4 qui est constituée d'une pluralité de caissons isolants primaires 33. Chaque caisson isolant primaire 33 est constitué d'une boîte parallélépipédique 20 rectangle réalisée en bois contre-plaqué, qui est remplie de matière isolante non structurale comme de la perlite ou de la laine de verre. Les caissons isolants primaires 33 comportent également des cloisons internes, un panneau de fond et un panneau de dessus 45. Le panneau de dessus 45 comporte également deux rainures 46 en forme générale de T inversé, pour recevoir également une aile de soudure sur 25 laquelle sont soudés les bords relevés des virures de la barrière d'étanchéité primaire. L'écart entre deux rainures 19 ou 46 correspond à la largeur d'une virure. L'écart entre les rainures et le bord adjacent du même caisson correspond à la demi-largeur d'une virure, de façon qu'une virure vienne chevaucher deux caissons adjacents.

En cas de rupture de la membrane primaire 5, la barrière isolante primaire 4 se trouve inondé de GNL de sorte que la membrane secondaire 3 se trouve à la température très froide du liquide. Le module isolant secondaire 6 est alors soumis à un gradient thermique très important. La plaque intermédiaire 14 est agencée dans la zone d'épaisseur où ce gradient est très important, et remplit alors la fonction de réduire les efforts de flexion engendrés par la contraction différentielle des matériaux, à savoir de la mousse et du bois contreplaqué. De plus, l'effort de pression hydrostatique supporté par la membrane secondaire 3 est transmis par le coupleur 30 sur la surface 21 du panneau intermédiaire 14 et peut être repris directement par les piliers 12. Ainsi le risque de faire fluer le bloc de mousse 11 est réduit.

Les techniques décrites ci-dessus pour réaliser une paroi étanche et isolée peuvent être utilisées dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer la paroi d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

En référence à la figure 6, 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.

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.

La figure 6 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
5 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
10 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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

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

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
25 « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

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

REVENDEICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse pour contenir un fluide froid,
dans laquelle une paroi de la cuve comporte successivement une membrane
5 étanche primaire (5) destinée à être en contact avec le fluide, une barrière isolante
primaire (4), une membrane étanche secondaire (3) parallèle à la membrane étanche
primaire et une barrière isolante secondaire (2) disposée entre la membrane étanche
secondaire et la structure porteuse,
dans laquelle la barrière isolante secondaire comporte un ensemble d'éléments
10 calorifuges (6) de forme générale parallélépipédique juxtaposés sur la structure
porteuse pour former une surface de support sensiblement uniforme pour la
membrane étanche secondaire, et
des organes de retenue (30) attachés à la structure porteuse entre les éléments
calorifuges juxtaposés et coopérant avec les éléments calorifuges pour retenir les
15 éléments calorifuges contre la structure porteuse,
dans laquelle un élément calorifuge de la barrière isolante secondaire comporte :
- un premier sous-ensemble (10) parallélépipédique s'étendant parallèlement à la
membrane étanche secondaire, le premier sous-ensemble parallélépipédique
20 comprenant un premier bloc de mousse polymère à haute densité (11), un panneau
de fond (13) collé sous le premier bloc de mousse polymère à haute densité, un
panneau intermédiaire (14) collé sur le premier bloc de mousse polymère à haute
densité, et une pluralité de piliers raidisseurs (12) de petite section disposés entre le
panneau de fond et le panneau intermédiaire et s'étendant dans le sens de
25 l'épaisseur du premier bloc de mousse polymère à haute densité, et
un deuxième sous-ensemble parallélépipédique (20) s'étendant parallèlement à la
membrane étanche secondaire, le deuxième sous-ensemble parallélépipédique
comportant un deuxième bloc de mousse polymère (16) collé sur le panneau
intermédiaire et un panneau de couvercle (18) collé sur le deuxième bloc de mousse
30 polymère, le deuxième sous-ensemble parallélépipédique présentant une longueur

inférieure à la longueur du premier sous-ensemble parallélépipédique et étant sensiblement centré sur le premier sous-ensemble parallélépipédique de manière à laisser découverte une surface supérieure (21) du panneau intermédiaire au niveau de deux portions d'extrémité opposées du premier sous-ensemble
5 parallélépipédique,

et dans laquelle un organe de retenue comporte :

une tige (23) orientée selon l'épaisseur de la barrière isolante secondaire et présentant une portion d'extrémité inférieure attachée à la structure porteuse, et un élément de fixation lié à une portion d'extrémité supérieure de la tige, l'élément
10 de fixation présentant une surface inférieure (24) et une surface supérieure (26) parallèles à la membrane étanche secondaire et séparées par une distance (29) égale à l'épaisseur du deuxième sous-ensemble parallélépipédique (20),

la surface inférieure de l'élément de fixation présentant des parties périphériques coopérant avec la portion découverte de la surface supérieure (21) des panneaux
15 intermédiaires des éléments calorifuges (6) entre lesquels l'organe de retenue est disposé pour retenir les éléments calorifuges contre la structure porteuse,

la surface supérieure (26) de l'élément de fixation affleurant au niveau de la surface supérieure des panneaux de couvercle (18) des éléments calorifuges entre lesquels l'organe de retenue est disposé pour former avec lesdits panneaux de couvercle la
20 surface de support sensiblement uniforme pour la membrane étanche secondaire (3).

2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle les piliers raidisseurs (12) du premier sous-ensemble parallélépipédique sont disposés entre le panneau de fond et le panneau intermédiaire (14) au niveau des deux portions d'extrémité
25 opposées du premier sous-ensemble parallélépipédique.

3. Cuve selon la revendication 2, dans laquelle le premier sous-ensemble parallélépipédique comporte quatre piliers raidisseurs disposés aux quatre coins du premier bloc de mousse (11).

4. Cuve selon la revendication 3, dans laquelle le premier sous-
30 ensemble parallélépipédique présente un embrèvement (15) s'étendant sur toute

l'épaisseur du premier sous-ensemble parallélépipédique au niveau de chacun des quatre coins du premier sous-ensemble parallélépipédique pour former des dégagements dans lesquels les organes de retenue (30) sont disposés, l'embrèvement présentant une largeur égale à la largeur de la portion d'extrémité
5 découverte du panneau intermédiaire, de sorte qu'une paroi latérale du premier sous-ensemble parallélépipédique au fond de l'embrèvement est alignée avec une paroi latérale du deuxième sous-ensemble parallélépipédique.

5. Cuve selon la revendication 4, dans laquelle l'embrèvement présente une section rectangulaire et le pilier raidisseur disposé au coin du premier
10 bloc de mousse présente deux ailes perpendiculaires (15) longeant deux côtés de l'embrèvement.

6. Cuve selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle l'élément de fixation comporte une platine métallique inférieure (24) formant la surface inférieure, une platine métallique supérieure (26) formant la surface supérieure et un
15 bloc de matière isolante rigide (25) agencé entre les platines métalliques inférieure et supérieure.

7. Cuve selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle le panneau de fond, le panneau intermédiaire et le panneau de couvercle sont en bois contreplaqué.

20 **8.** Cuve selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la mousse polymère à haute densité présente une densité supérieure à 90kg/m³.

9. Cuve selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la mousse polymère à haute densité est choisie parmi le groupe consistant en la mousse de polyuréthane et la mousse de polyuréthane renforcée de fibres de verre.

25 **10.** Cuve selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle des cordons de mastic (7) disposés sur une surface inférieure du panneau de fond (13) sont en appui contre la structure porteuse de manière à compenser des défauts de planéité de la structure porteuse.

11. Cuve selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle la
30 barrière isolante primaire est constituée d'éléments calorifuges juxtaposés (33), un

élément calorifuge de la barrière isolante primaire comportant à chaque fois un caisson rempli d'une garniture d'isolation essentiellement constituée de laine minérale ou de perlite.

12. Cuve selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle chaque
5 membrane étanche (3, 5) comporte des bandes de tôle métallique parallèles dont les bords longitudinaux sont relevés en saillie vers l'intérieur de la cuve et des ailes de soudure parallèles retenues sur la barrière d'isolation thermique sous-jacente et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve à chaque fois entre deux bandes de tôle pour former un joint soudé étanche avec les bords longitudinaux relevés adjacents.

10 **13.** Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 1 à 12 disposée dans la double coque.

14. Procédé d'utilisation d'un navire (70) selon la revendication 13, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées
15 (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71) pour effectuer le chargement ou le déchargement du navire.

15. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 13, des canalisations isolées (73, 79,
20 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 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.

1/4

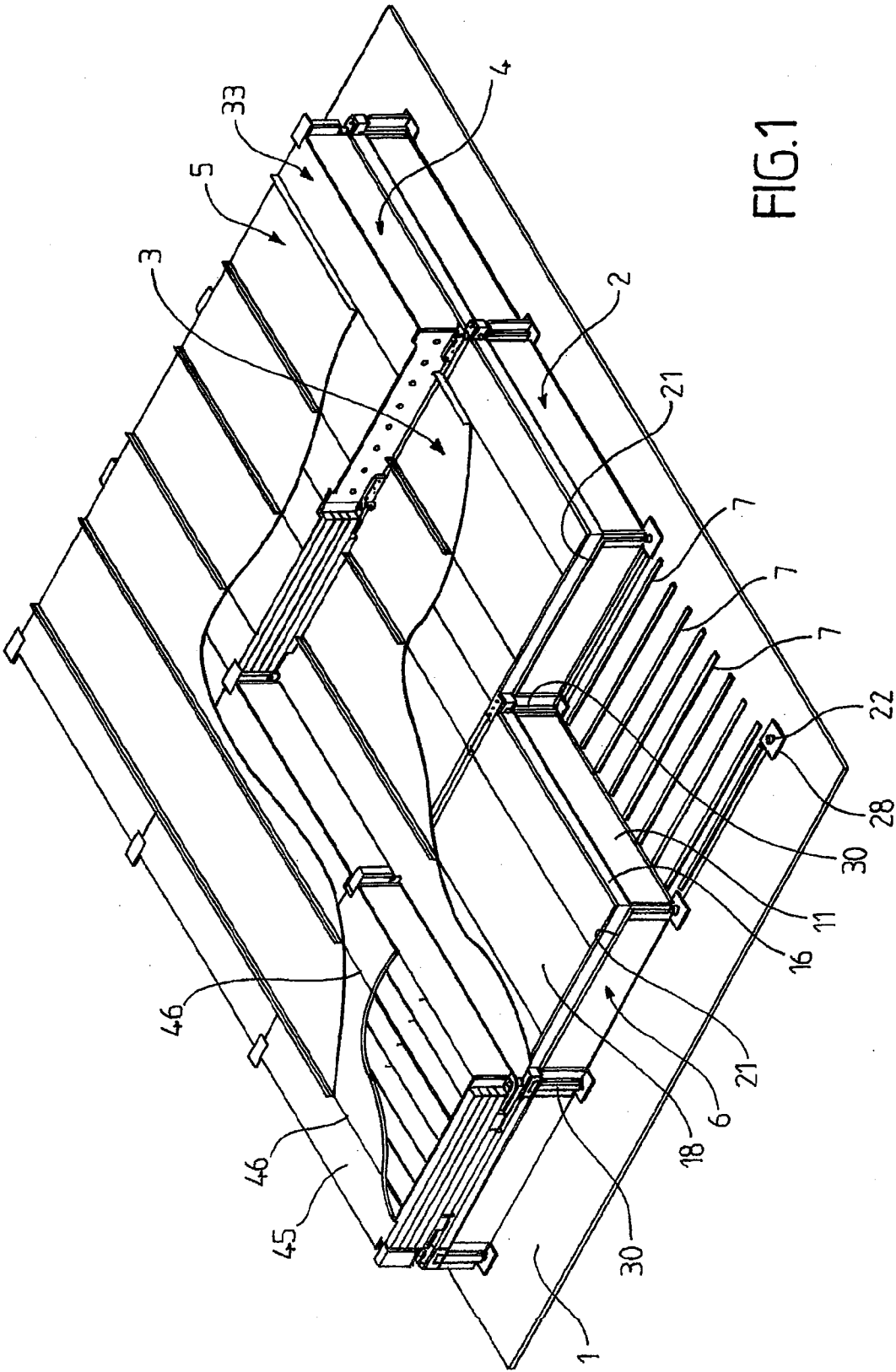


FIG.1

2/4

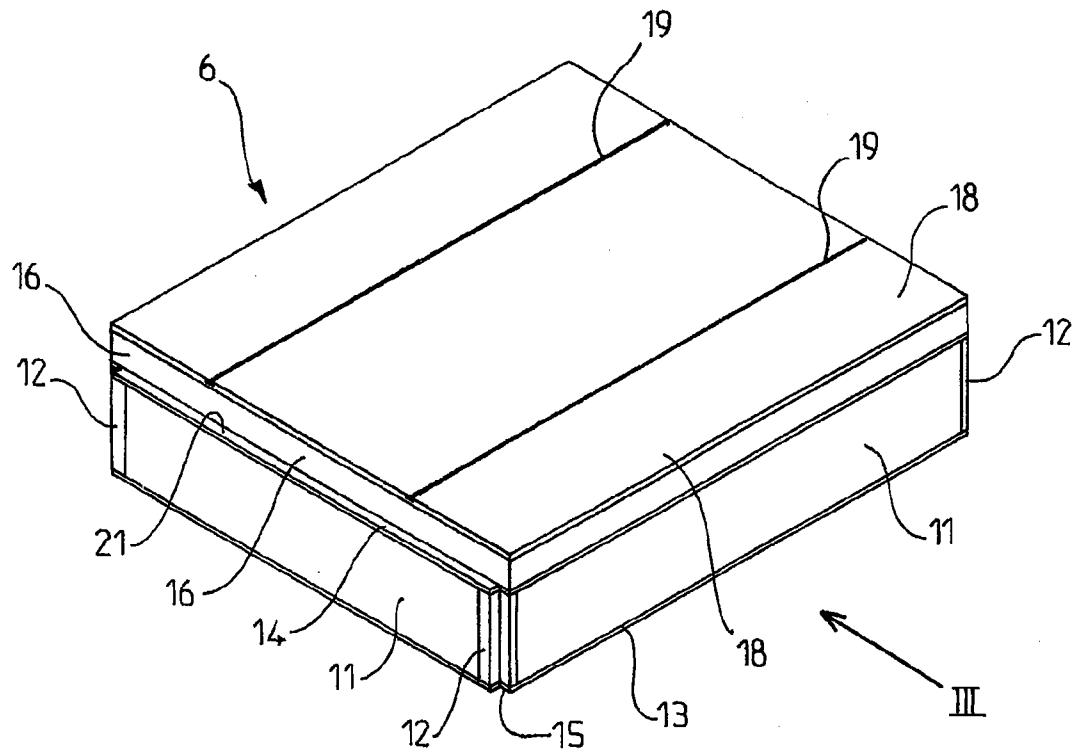


FIG. 2

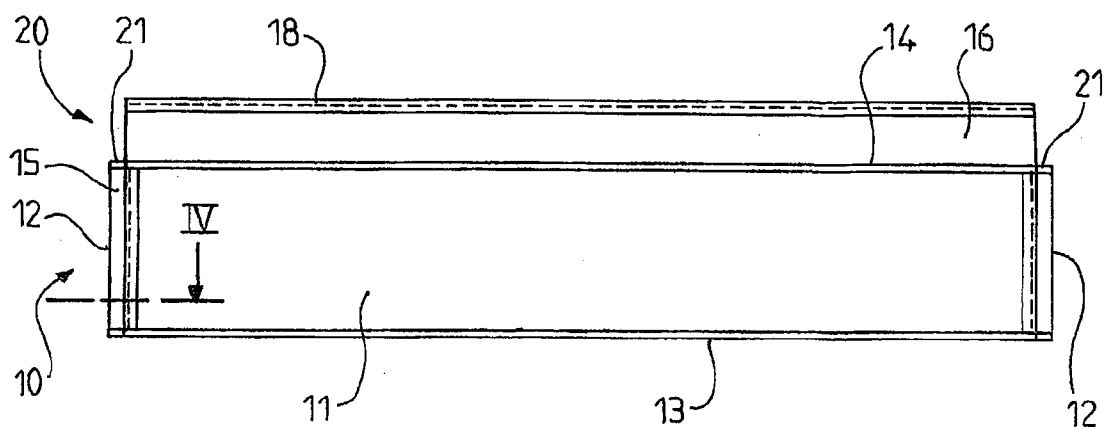


FIG. 3

3/4

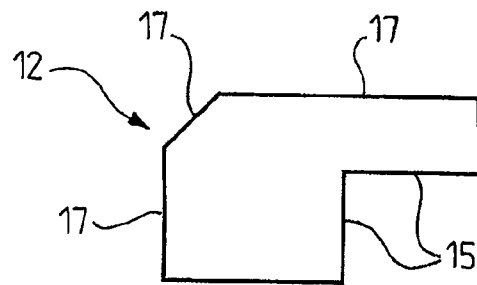


FIG. 4

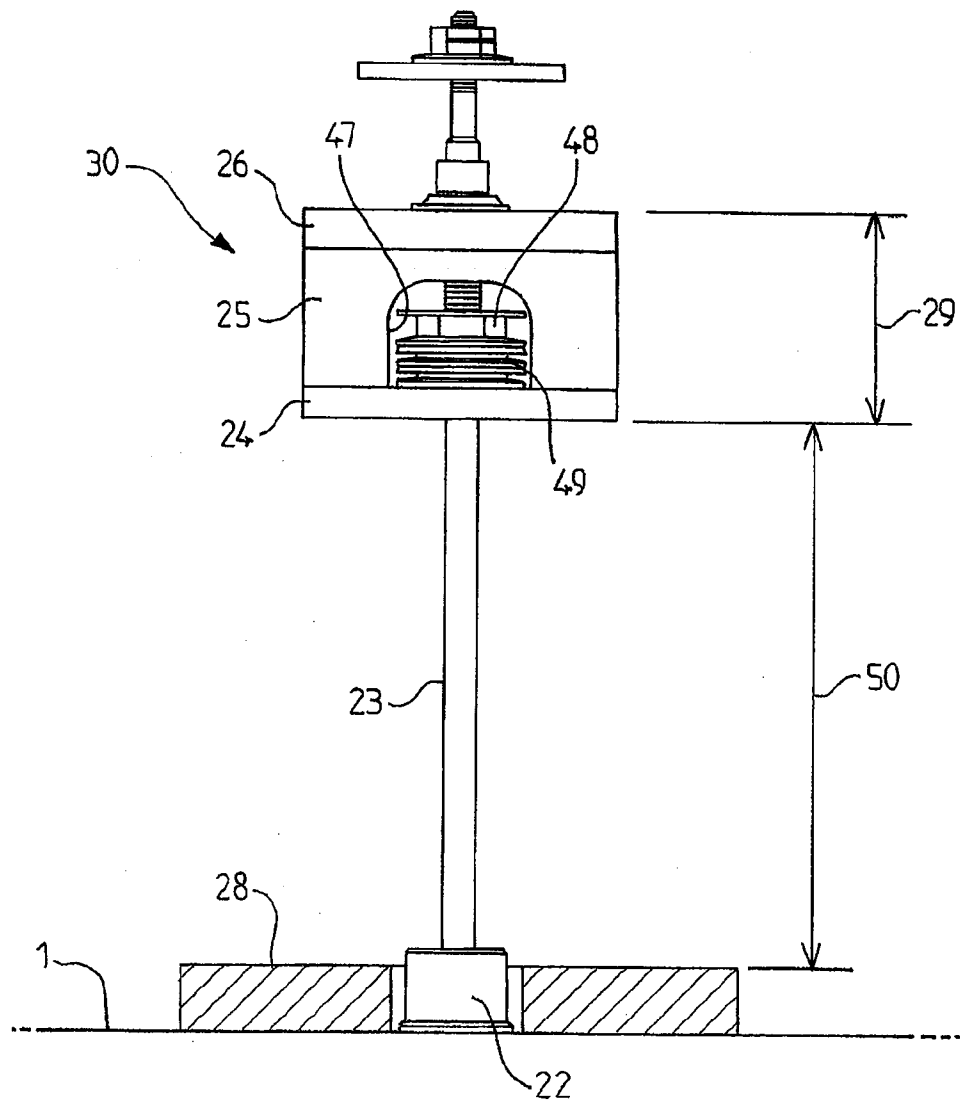
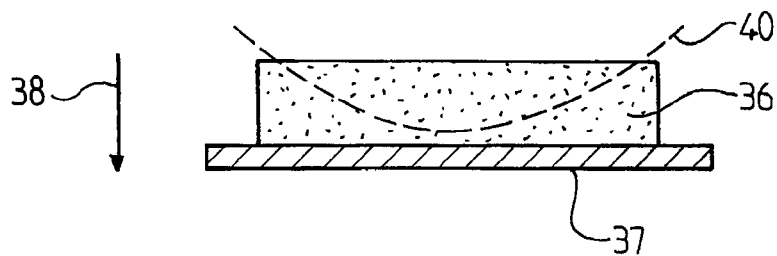
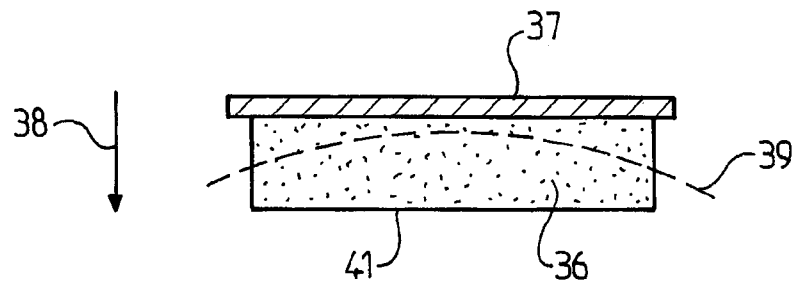
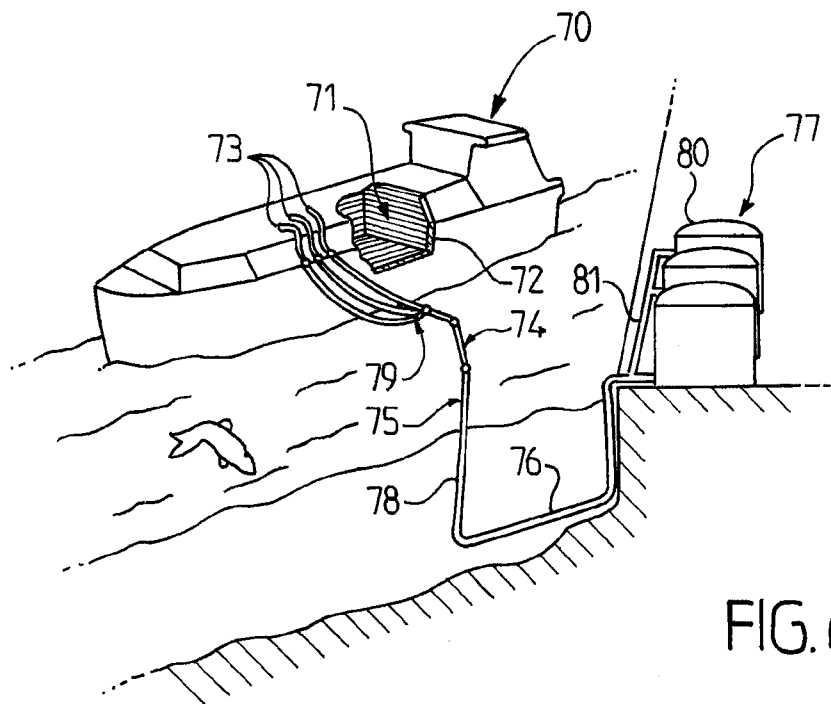


FIG. 5

4/4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/052917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F17C3/02
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F17C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 527 544 A1 (GAZ TRANSPORT [FR]) 2 December 1983 (1983-12-02) the whole document	1-15
A	WO 2012/127141 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]; CANLER GERY [FR]; JOLIVET PIERRE [FR]) 27 September 2012 (2012-09-27) the whole document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2014

Date of mailing of the international search report

12/05/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Nicol, Boris

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/052917

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2527544	A1	02-12-1983	BE 896896 A1 30-11-1983
			DE 3316359 A1 01-12-1983
			FR 2527544 A1 02-12-1983
			JP H0417303 B2 25-03-1992
			JP S58217898 A 17-12-1983
			NL 8301470 A 02-01-1984
			SE 8303054 A 02-12-1983

WO 2012127141	A1	27-09-2012	AU 2012230164 A1 17-10-2013
			CN 103492784 A 01-01-2014
			FR 2973097 A1 28-09-2012
			WO 2012127141 A1 27-09-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052917

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F17C3/02
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 527 544 A1 (GAZ TRANSPORT [FR]) 2 décembre 1983 (1983-12-02) le document en entier	1-15
A	WO 2012/127141 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]; CANLER GERY [FR]; JOLIVET PIERRE [FR]) 27 septembre 2012 (2012-09-27) le document en entier	1-15



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



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 avril 2014

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/05/2014

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

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

Fonctionnaire autorisé

Nicol, Boris

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052917

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2527544	A1	02-12-1983	BE 896896 A1	30-11-1983
			DE 3316359 A1	01-12-1983
			FR 2527544 A1	02-12-1983
			JP H0417303 B2	25-03-1992
			JP S58217898 A	17-12-1983
			NL 8301470 A	02-01-1984
			SE 8303054 A	02-12-1983

WO 2012127141	A1	27-09-2012	AU 2012230164 A1	17-10-2013
			CN 103492784 A	01-01-2014
			FR 2973097 A1	28-09-2012
			WO 2012127141 A1	27-09-2012
