

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/124597 A2

(43) Date de la publication internationale
29 août 2013 (29.08.2013)

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/050370

(22) Date de dépôt international :
22 février 2013 (22.02.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1251661 23 février 2012 (23.02.2012) FR

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

(72) Inventeurs : GUELTON, Bruno; Le Douet, F-50480 Eco-
queneauville (FR). PRUNIER, Raphaël; 14 rue Charpen-
tier, F-92340 Bourg-la-reine (FR). DELETRE, Bruno; 18
rue Saint Médéric, F-78000 Versailles (FR). PERROT,
Olivier; 59 Avenue de Paris, F-91150 Etampes (FR). TES-
SIER, Alain; 5 allée de la Sablière, F-91820 Boutigny Sur
Essonne (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INSULATING BOX COMPRISING A FLOW SPACE

(54) Titre : CAISSE ISOLANTE COMPORTANT UN ESPACE D'ÉCOULEMENT

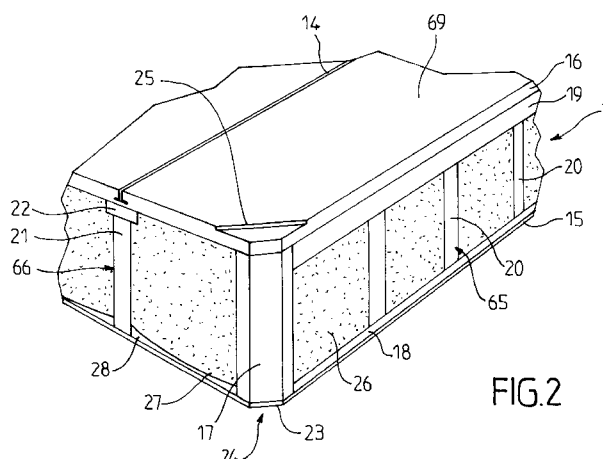


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to an insulating box (7) for manufacturing a sealed and thermally insulated tank wall, the insulating box comprising: a first rigid panel (16) comprising side edges, a second rigid panel (15), spacer parts (65, 66, 67) which are attached to the first rigid panel and to the second rigid panel and which extend in a height direction in order to keep the first rigid panel spaced apart from the second rigid panel, and a thermally insulating packing (26) arranged between the first rigid panel and the second rigid panel, the thermally-insulating packing forming a solid unit enveloping the spacer parts over at least a portion of the height thereof, characterized in that a flow space (28), which is capable of enabling a fluid to flow through the insulating box from one side edge of the box to an opposite side edge of the box, is defined between the second panel (15) and the thermally insulating packing (26).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

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

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Caisse isolante (7) pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, la caisse isolante comportant : un premier panneau rigide (16) comportant des bords latéraux, un deuxième panneau rigide (15), des pièces d'espacement (65, 66, 17) fixées au premier panneau rigide et au deuxième panneau rigide, s'étendant selon une direction de hauteur pour maintenir le premier panneau rigide espacé du deuxième panneau rigide, et une garniture calorifuge (26) disposée entre le premier panneau rigide et le deuxième panneau rigide, la garniture calorifuge formant un ensemble solide noyant sur au moins une portion de leur hauteur les pièces d'espacement, caractérisé en ce qu'un espace d'écoulement (28) apte à permettre la circulation d'un fluide à travers la caisse isolante d'un bord latéral de la caisse à un bord latéral opposé de la caisse est délimité entre le deuxième panneau (15) et la garniture calorifuge (26).

CAISSE ISOLANTE COMPORTANT UN ESPACE D'ÉCOULEMENT

L'invention se rapporte au domaine de la fabrication de cuves étanches et thermiquement isolées. En particulier, la présente invention se rapporte à des cuves destinées à contenir des liquides froids ou chauds, et plus particulièrement à des
5 cuves pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié par voie maritime.

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 qui peut être stocké à pression atmosphérique à environ -163°C dans des cuves de stockage
10 terrestres ou dans des cuves embarquées dans des structures flottantes.

Une telle cuve est décrite par exemple dans le document FR2877638A. Celle-ci comporte deux barrières d'étanchéité successives, l'une primaire au contact avec le produit contenu dans la cuve, et l'autre secondaire disposée entre la barrière primaire et la structure porteuse, ces deux barrières d'étanchéité étant alternées avec
15 deux barrières thermiquement isolantes dites primaire et secondaire. Chaque barrière thermiquement isolante est constituée d'une pluralité de caissons de forme générale sensiblement parallélépipédique. Chaque caisson comporte un panneau de fond et un panneau de dessus en bois contre-plaqué maintenus écartés par des piliers. Des organes de fixation maintiennent les barrières d'étanchéité ainsi que les
20 caissons contre la structure porteuse.

Les barrières d'étanchéité d'une telle cuve peuvent présenter des fuites entraînant le passage d'une partie du produit de la cuve vers les barrières thermiquement isolantes primaire et secondaire. Pour limiter les effets d'une telle circulation du produit, les barrières thermiquement isolantes sont maintenues sous
25 une atmosphère inerte, par exemple en faisant circuler de l'azote au sein de ces barrières, ce qui permet notamment de détecter les fuites et d'éviter tout accident.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une caisse isolante pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, la caisse isolante
30 comportant :

un premier panneau rigide comportant des bords latéraux,
un deuxième panneau rigide,
des pièces d'espacement fixées au premier panneau rigide et au deuxième
panneau rigide, s'étendant selon une direction de hauteur pour maintenir le premier
5 panneau rigide espacé du deuxième panneau rigide, et
une garniture calorifuge disposée entre le premier panneau rigide et le deuxième
panneau rigide, la garniture calorifuge formant un ensemble solide noyant sur au
moins une portion de leur hauteur les pièces d'espacement,
caractérisé en ce qu'un espace d'écoulement apte à permettre la circulation d'un
10 fluide à travers la caisse isolante d'un bord latéral de la caisse à un bord latéral
opposé de la caisse est délimité entre le deuxième panneau et la garniture
calorifuge.

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

15 Selon un mode de réalisation, l'espace d'écoulement est constitué d'une
pluralité de canaux parallèles s'étendant entre les deux bords latéraux de la caisse.
Selon un mode de réalisation, un canal est délimité par une surface de la garniture
calorifuge et présente une section convexe dont la convexité est tournée vers la
garniture calorifuge.

20 Selon un mode de réalisation, une couche isolante, poreuse et résiliente est
logée dans l'espace d'écoulement.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de
fabrication d'une caisse isolante pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et
thermiquement isolante, le procédé comprenant les étapes consistant à :

25 fixer des pièces d'espacement sur un premier panneau rigide, les pièces
d'espacement s'étendant selon une direction de hauteur qui s'éloigne du premier
panneau rigide,

placer des moyens de coffrage autour de bords latéraux du premier panneau
rigide,

30 introduire une garniture calorifuge dans un état fluide ou pâteux dans l'espace

entre les moyens de coffrage sur le premier panneau rigide de manière à noyer les pièces d'espacement sur au moins une portion de leur hauteur,

solidifier ladite garniture calorifuge,

et fixer un deuxième panneau rigide sur les pièces d'espacement de manière
5 espacée du premier panneau rigide, la garniture calorifuge étant positionnée entre les deux panneaux rigides,

caractérisé en ce que l'étape d'introduction et de solidification de la garniture calorifuge est réalisée de manière à ménager un espace d'écoulement traversant la caisse isolante d'un bord latéral à un bord latéral opposé de la caisse isolante,
10 l'espace d'écoulement étant délimité entre le deuxième panneau rigide et la garniture calorifuge pour permettre la circulation d'un fluide.

Selon des modes de réalisation, un tel procédé peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, les moyens de coffrage sont retirés des bords
15 latéraux du premier panneau rigide après l'étape de solidification.

Selon un mode de réalisation, les moyens de coffrage s'étendent dans la direction de hauteur sur une partie de la hauteur des pièces d'espacement.

Selon un mode de réalisation, le procédé comporte en outre une étape consistant à placer un couvercle de coffrage sur les pièces d'espacement, le
20 couvercle de coffrage comportant une surface du couvercle de coffrage présentant des parties saillantes, les parties saillantes du couvercle de coffrage s'étendant en direction du premier panneau rigide pour délimiter l'espace d'écoulement lors de l'étape d'introduction et de solidification de la garniture calorifuge,
et une étape consistant à retirer le couvercle de coffrage avant de fixer le deuxième
25 panneau rigide .

Selon un mode de réalisation les parties saillantes présentent une forme allongée, la partie saillante présentant une section dont le côté opposé au premier panneau rigide présente une forme convexe.

Selon des modes de réalisation, les parties saillantes présentent une forme
30 allongée, et présentent une section de forme rectangulaire.

Selon un mode de réalisation, l'étape d'introduction de la garniture calorifuge comporte en outre une étape consistant à :

déposer une couche de matériau isolant, poreux et résilient sur la surface de la garniture calorifuge liquide ou pâteuse introduite

- 5 Selon un mode de réalisation, le deuxième panneau rigide comportant en outre une couche isolante, poreuse et résiliente sur une de ses faces et le deuxième panneau rigide est fixé sur les pièces d'espacement préalablement à l'étape de solidification de la garniture isolante, la couche isolante, poreuse et résiliente présentant une épaisseur s'étendant en direction du premier panneau rigide.

- 10 Selon un mode de réalisation, les moyens de coffrage sont réalisés en ou revêtus d'un matériau anti-adhérent. Les moyens de coffrage peuvent être réglés en température.

- Selon des modes de réalisation, les moyens de coffrage sont fixés sur la caisse isolante et forment des voiles latéraux entourant la garniture calorifuge,
15 les voiles latéraux présentant des ouvertures débouchant sur l'espace d'écoulement.

 Selon des modes de réalisation, la garniture calorifuge dans un état fluide ou pâteux présente un temps de crème supérieur à une minute.

 Selon des modes de réalisation, la garniture calorifuge est une mousse expansée isolante présentant une densité entre 20 et 80kg/m³.

- 20 Selon des modes de réalisation, la garniture isolante est une mousse expansée rigide à cellules fermées, par exemple une mousse polyuréthane dont l'expansion est réalisée à l'aide d'un agent d'expansion physique et/ou chimique choisi parmi les agents d'expansion de type HFC245, HFC365 et l'eau.

- Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve étanche et
25 isolante comportant une paroi de cuve retenue sur une structure porteuse, la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière isolante secondaire retenue sur la structure porteuse, une membrane étanche secondaire retenue sur la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire retenue sur la membrane étanche secondaire et une
30 membrane étanche primaire retenue sur la barrière isolante primaire, caractérisée

par le fait que la barrière isolante primaire et/ou la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de caisses précitées juxtaposées.

Selon des modes de réalisation, au moins deux caisses isolantes de ladite pluralité de caisses isolantes sont juxtaposées de manière à permettre une communication
5 entre les espaces d'écoulement respectifs des deux caisses.

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
10 stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de 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.

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

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de
20 transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

25

Une idée à la base de l'invention est de permettre la circulation de fluides, notamment un gaz inerte, dans la paroi d'une cuve étanche et isolante selon une direction parallèle à la paroi, à l'aide d'un espace de circulation traversant les caisses isolantes en permettant au fluide de circuler d'un bord à l'autre des caisses isolantes
30 composant cette paroi.

Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser des canaux dans la garniture calorifuge des caisses isolantes et de réaliser ces canaux pour que ceux-ci traversent la caisse isolante d'un bord à l'autre de la caisse isolante, par exemple selon une direction parallèle à un troisième bord de la caisse. Certains aspects de l'invention partent de l'idée de juxtaposer deux caisses isolantes dans la direction de leurs canaux, de sorte que les canaux des deux caisses s'alignent pour réaliser des passages dans lesquels le fluide peut circuler successivement à travers lesdites caisses.

Certains aspects de l'invention partent de l'idée de fournir un procédé de réalisation de caisses isolantes qui est fiable, efficace et contrôlé, en contrôlant la réalisation de la garniture calorifuge au sein des caisses isolantes.

Certains aspects de l'invention partent de l'idée de fournir une caisse isolante qui présente une caractéristique d'isolation sensiblement continue dans une direction perpendiculaire à la paroi tout en permettant la circulation du fluide dans une direction parallèle à la paroi.

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.

Sur ces dessins :

- La figure 1 est une vue partielle arrachée en perspective d'une paroi de cuve.
- La figure 2 est une vue partielle en perspective d'une caisse isolante convenant pour former une barrière isolante primaire de la paroi de cuve de la figure 1.
- La figure 3 est une vue de côté d'une autre caisse isolante convenant pour former une barrière isolante primaire de la paroi de cuve de la figure 1.
- La figure 4 est une autre vue de côté de la caisse isolante primaire de la figure 3.

- La figure 5 est une vue de côté d'un panneau de coffrage permettant d'obtenir la caisse isolante primaire des figures 3 et 4.
- La figure 6 est une vue de côté d'une variante du panneau de coffrage de la figure 5.
- 5 • La figure 7 est une vue en coupe d'une autre caisse isolante convenant pour former une barrière isolante primaire de la paroi de cuve de la figure 1.
- La figure 8 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- La figure 8 est une représentation schématique du coulage d'une
10 garniture calorifuge convenant pour réaliser une caisse isolante des figures 3 et 4.

La figure 1 présente une vue partielle d'une paroi de cuve d'un navire méthanier. Par convention, on appellera « au-dessus » une position située plus près de l'intérieur de la cuve et « en dessous » une position située plus près de la
15 structure porteuse 1, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre. La structure porteuse est constituée par la paroi interne d'une double coque d'un navire.

La cuve peut être réalisée selon différentes géométries bien connues, par exemple une géométrie prismatique dans la coque d'un navire ou une géométrie
20 cylindrique à terre ou autre.

La paroi de cuve est composée d'une barrière thermiquement isolante secondaire portant une barrière étanche secondaire 5. La barrière étanche secondaire porte elle-même une barrière thermiquement isolante primaire 6 sur laquelle s'appuie une barrière étanche primaire 8.

25 La barrière thermiquement isolante secondaire et la barrière thermiquement isolante primaire sont respectivement constituées de caissons isolants secondaires 3 et primaires 7. Des organes d'ancrage 4 maintiennent les caisses isolantes secondaires en appui sur la structure porteuse 1. Les organes d'ancrages 4 sont fixés à la structure porteuse 1 par l'intermédiaire de goujons 9
30 soudés à la structure porteuse 1.

Les caissons secondaires 3 comportent des rainures 12 à section en forme de T inversé. Les rainures 12 accueillent des supports de soudure de manière coulissante sous la forme de bandes métalliques pliées en forme de L. Des virures à bords relevés 11 sont soudées sur ces supports de soudure (non représentées). Ces virures forment la barrière étanche secondaire 5.

Les caissons primaires 7 s'appuient sur la barrière étanche secondaire 5. Ceux-ci comportent des rainures 29 pour accueillir les bords relevés de virures 10 soudés aux supports de soudures.

Des organes de retenue primaires 13 maintiennent les caisses isolantes primaires 7 contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2 d'une manière connue de l'homme du métier. Par exemple, des organes de retenue primaires 13 sont notamment décrits dans le brevet FR2877638.

Les caisses isolantes primaires 7 et secondaires 3 présentent une forme parallélépipédique. Les caisses isolantes primaires 7 et secondaires 3 sont disposées selon un maillage rectangulaire régulier dans chacune des barrières thermiquement isolantes. De cette manière, un organe d'ancrage 4 ou un organe de retenue 13 maintient quatre caissons primaires 7 ou secondaires 3 en même temps par leurs coins respectifs qui se rejoignent.

De la même manière que les caisses isolantes secondaires, les caisses isolantes primaires 7 comportent des rainures 14 à section en forme de T inversé. Les rainures 14 reçoivent les supports de soudure en forme de L sur lesquels sont soudées des virures à bords relevés 11. Ces virures forment la barrière étanche primaire 8.

La figure 2 présente de manière plus précise la structure d'une des caisses isolantes primaires 7.

La caisse isolante primaire 7 comporte un panneau de fond de forme sensiblement rectangulaire. Un pilier de coin 17 est fixé sur chacun des coins du panneau de fond 15.

Des structures de piliers latérales 65 et des structures de piliers intermédiaires 66 sont fixées sur le panneau de fond 15.

Un panneau de couvercle est fixé sur les piliers de coin 17, les structures de piliers intermédiaires 66 et les structures de piliers latérales 65. Les structures de piliers 65,66, les piliers de coins 17 et les panneaux 15,16 sont réalisés en contreplaqué.

Les panneaux 15,16 présentent une découpe sur chacun de leur coin. Les piliers de coin 17 présentent une section qui adopte la forme de la découpe des coins des panneaux 15 et 16. De cette manière, quatre caisses isolantes 7 juxtaposées au niveau d'un coin forment, au niveau de ce coin, un passage traversé par l'organe de retenue primaire 13.

Les piliers de coin 17 servent à recevoir l'appui des organes de retenue primaire 13 utilisés à chaque coin de caisses isolantes 7. A cet effet l'organe de retenue primaire 13 comporte une platine (non représentée) qui vient en appui sur le panneau de couvercle 16. Plus précisément, un décrochement 25 réalisé sur le coin de panneau de couvercle 16 reçoit la platine. Ce décrochement 25 présente une hauteur sensiblement égale à l'épaisseur de la platine de sorte que la platine affleure au niveau de la surface supérieure 69 du panneau de couvercle 16.

Les structures de piliers latérales 65 s'étendent le long de deux bords opposés de la caisse isolante 7 entre les piliers de coin 17. Une structure de piliers latérale 65 est constituée d'un plateau inférieur 18 sur lequel sont agrafés des piliers 20 à un pas régulier. Un plateau supérieur 19 est fixé au-dessus des piliers 20. Les plateaux inférieur 18 et supérieur 19 s'étendent depuis un pilier de coin 17 jusqu'à un second pilier de coin 17 en suivant un bord des panneaux 15 et 16.

Les structures de piliers intermédiaires 66 s'étendent depuis un bord de la caisse isolante 7 jusqu'au bord opposé selon une direction parallèle aux structures de piliers latérales 65. Une structure de piliers intermédiaire 66 est constituée de piliers 21 fixés au panneau de fond 15 par pointage. Un plateau d'appui 22 est agrafé sur les piliers 21. Ce plateau d'appui 22 est fixé au panneau supérieur 16.

Comme cela est visible sur la figure 2, le plateau d'appui 22 est fixé sous une rainure 14.

Une garniture calorifuge 26, constituée d'une mousse expansée solide, s'étend à partir du panneau de couvercle 16 vers le panneau de fond 16 entre les structures de piliers 65, 66 et au sein des structures de piliers 65, 66. Toutefois, la garniture calorifuge 16 ne s'étend pas jusqu'au panneau de fond 15. La garniture calorifuge 26 présente une surface bombée 27 en direction du panneau de fond 15 qui délimite un espace 28 entre le panneau de fond 15 et la garniture calorifuge 26 dans lequel des fluides peuvent circuler. Cet espace 28 s'étend à travers la caisse isolante 7 selon une direction parallèle aux structures de piliers latérales 65. De cette manière, les fluides peuvent circuler d'un bord de la caisse jusqu'au bord opposé de la caisse isolante 7.

Par conséquent, lorsque plusieurs caisses isolantes 7 sont alignées selon la direction de leurs structures de piliers 65, 66, le fluide peut s'écouler dans plusieurs caisses isolantes qui se suivent.

La garniture calorifuge 26 est constituée d'une mousse polyuréthane de faible densité. Plus particulièrement, la densité de la mousse peut être comprise entre 20 et 80kg/m³. Toutefois, l'invention n'est pas limitée à ces densités, des densités supérieures pouvant être employées.

Pour obtenir le caisson décrit ci-dessus, on peut procéder de la manière suivante.

Les structures de piliers sont préfabriquées en agrafant les plateaux 18, 19 et 22 sur les piliers 20 et 21 respectifs.

Ces structures latérales 65 et intermédiaires 66 ainsi que les piliers de coin 17 sont ensuite agrafés sur le panneau couvercle 16.

La surface supérieure 67 du panneau de couvercle est ensuite positionnée sur un support de manière à orienter les structures de piliers 66 et 65 vers le haut.

Des panneaux de coffrages latéraux rigides sont mis en place sur chacun des bords du panneau de couvercle 16 et s'étendent vers le haut sur toute la

hauteur des structures de piliers 65, 66. Les panneaux de coffrage sont constitués ou revêtus d'un matériau anti-adhérent de type PTFE pour faciliter le démoulage.

Un mélangeur mélange des composants réactifs permettant d'obtenir la mousse de la garniture calorifuge. L'organe de mélange fournit le mélange produit à
5 une tête de distribution. La tête de distribution coule le mélange sur le panneau de couvercle 16 entre les structures de piliers 65, 66.

Le mélange présente un temps de crème supérieur à une minute. Le temps de crème correspond au temps pendant lequel la mousse est inerte et ne gonfle pas. Ce temps de crème permet de répartir le mélange sous forme liquide ou pâteuse de
10 manière homogène par balayage de la caisse par la tête de distribution avant son moussage.

La mousse gonfle ensuite en remplissant l'espace entre les structures de piliers 65,66 et se déploie vers le haut du fait de l'augmentation de son volume. L'augmentation de son volume et la solidification progressive de la mousse génère
15 une surface bombée 27 dans une direction opposée au panneau de couvercle 16. Pour améliorer le contrôle des dimensions finales de la garniture isolante 26 solidifiée, les moyens de coffrage sont régulés en température.

Une quantité déterminée de garniture calorifuge 26 est répandue sur le panneau de couvercle 16 afin de noyer les structures de pilier 65,66 uniquement sur
20 une partie de leur hauteur. Cette quantité est inférieure à la quantité de mélange nécessaire pour remplir la totalité de l'espace entre les structures de pilier 65,66 par la mousse.

Lorsque la mousse s'est solidifiée, les panneaux de coffrage sont retirés. Un surfacage des parois latérales de la caisse isolante 7 peut être réalisé pour ajuster les
25 dimensions de la caisse isolante 7.

Le panneau de fond 15 est ensuite mis en place et fixé sur les piliers de coins 17 et les structures de piliers 66 et 65.

Dans une variante du procédé, le panneau de fond 15 peut être positionné et fixé sur les structures de piliers lors de l'expansion et la solidification de la
30 mousse. Selon une autre réalisation, le panneau de fond 15 peut être positionné

avant la mise en place de la garniture calorifuge 26 sur le panneau de couvercle 16. Dans ce cas, le mélange est injecté au travers des orifices de remplissage répartis de manière équilibrée sur le panneau de fond 15. Une presse ou un conformateur peut, de surcroît, contraindre les panneaux 15 et 16, suite à la fixation du panneau de fond 5 15 sur les structures de piliers 65,66 lors de l'expansion de la mousse ou préalablement à la mise en place de la garniture calorifuge 26 pour maintenir le panneau de fond 15 et le panneau de couvercle 16 en place et éviter ainsi les déformations de la caisse isolante 7.

Grace à ce procédé, les éléments tels que les piliers de coins 17 et les 10 structures de piliers 65,66 ne sont noyés que sur une partie de leur hauteur à partir du panneau de couvercle 16. De cette manière un espace 28 est préservé pour la circulation du fluide entre la surface bombée 27 de la garniture calorifuge 26 et le panneau de fond 15.

Selon une alternative de ce procédé, les moyens de coffrage peuvent 15 s'étendre sur une partie seulement de la hauteur des structures de piliers. En cas de dépassement de la hauteur des panneaux de coffrage latéraux, la mousse qui continuerait son expansion au-dessus des moyens de coffrage « déborde » en dehors de la caisse. De cette manière, après solidification et retrait des panneaux de coffrage, un surfacage effectué permettra de retirer l'excès de mousse expansé.

20 Dans une variante, les moyens de coffrage sont constitués d'un matériau rigide, recouvert d'un film anti-adhérent pour faciliter le décoffrage.

Les figures 3 et 4 présentent une variante de caisse isolante primaire 30. Des structures d'entretoises 31 sont positionnées entre le panneau de fond 15 et le 25 panneau de couvercle 16.

Chaque structure d'entretoise 31 comporte une rangée de piliers 42 de section carrée sur laquelle sont disposés un plateau supérieur 32 et un plateau inférieur 35. Les piliers 42 sont alignés et équidistants les uns des autres afin de permettre une bonne répartition des efforts de compression. Des renforts latéraux 30 supérieurs 33 de section rectangulaire sont fixés aux piliers 42 et au plateau

supérieur 32. Des renforts latéraux inférieurs 34 de section rectangulaire sont fixés aux piliers 42 et au plateau inférieur 35. Les renforts latéraux inférieurs 34 et les renforts latéraux supérieurs 33 permettent chacun d'améliorer la rigidité de la structure. Par ailleurs, ceux-ci permettent d'éviter le déversement des piliers 42. De
5 telles structures d'entretoise peuvent être réalisées en préfabrication, facilitant ainsi la réalisation de la caisse isolante.

La caisse isolante 30 comporte trois structures d'entretoise 31 comportant neuf piliers 42 chacune. Deux structures d'entretoise latérales 36 sont aussi agencées sur des bords de la caisse isolante 30, dans lesquelles les plateaux 32 et 35 et les
10 renforts latéraux 33 et 34 ne s'étendent que d'un côté des piliers 42, à savoir le côté interne à la caisse isolante 30. De la même manière que la caisse isolante primaire 7 décrite en référence à la figure 2, la caisse isolante 30 présente une découpe sur les coins de la caisse pour générer un espace destiné à recevoir l'organe de retenue primaire 13. Une couche inférieure de matière isolante 38 est agencée sur la surface
15 extérieure du panneau de fond 15. Des tasseaux 37 permettent d'éviter le fluage au voisinage des coupleurs et assurer la continuité structurelle. La garniture calorifuge s'étend entre les structures d'entretoise 36 et 31 depuis le panneau de couvercle et garnit l'espace entre les piliers d'une rangée de piliers d'une structure d'entretoise 31,36.

20 La garniture calorifuge 26 présente, entre chaque paire de structures d'entretoise une surface de section concave 41 qui s'éloigne du panneau de fond 15. La surface 41 délimite ainsi des canaux 40 entre les structures d'entretoise 31,36. Ces canaux 40 longent les structures d'entretoise 31,36.

Ces canaux 40 sont obtenus par un procédé similaire au procédé décrit en
25 référence à la caisse isolante illustrée dans la figure 2. Toutefois, la forme concave de ces canaux 40 est obtenue par la mise en place d'un panneau de coffrage supérieur 50 sur les structures d'entretoise après la coulée de la garniture calorifuge sur le panneau de couvercle.

La figure 5 représente une vue de côté d'un tel panneau de coffrage
30 supérieur 50. Le panneau de coffrage supérieur 50 est constitué d'un panneau rigide

51 qui présente sur une de ses faces quatre nervures 51 qui s'étendent parallèlement sur cette surface sur une longueur égale à la distance entre les bords du panneau de couvercle 16 entre lesquels les canaux 40 s'étendent. Ces nervures 51 présentent une surface externe convexe 53. Lorsque le panneau de coffrage supérieur 50 est mis en place sur les structures d'entretoise lors du procédé, les nervures 53 sont insérées entre les structures d'entretoise 50. De cette manière, lorsque la mousse gonfle, celle-ci atteint et adopte la forme des nervures 51. Les nervures génèrent ainsi des canaux 40 dont la géométrie est contrôlée. Par opposition au procédé décrit en relation avec la caisse isolante 7 de la figure 2, le contrôle de la quantité de mélange introduite est moins critique. En effet, des orifices d'évents peuvent être prévus dans le coffrage pour guider l'excès de mousse produit. Le panneau de coffrage supérieur est retiré simultanément au retrait des panneaux de coffrage latéraux.

En référence à la figure 6, on voit une variante de panneau de coffrage 54. Dans cette variante, les nervures 51 sont remplacées par de languettes 55 de section rectangulaire 56. Ainsi, des canaux de section rectangulaires sont formés lorsque le panneau de coffrage est positionné sur la caisse isolante 7 lors du moulage de la garniture calorifuge.

L'utilisation de parties saillantes allongées tel que des nervures 51 ou des languettes 55 sur un panneau de coffrage supérieur 50, 54 permet de générer des canaux 40 dont la géométrie est contrôlée lors du moulage de la garniture isolante 26. De cette manière, les canaux 40 générés présentent une section ayant une surface minimale imposée par les parties saillantes. Le couvercle de coffrage peut aussi être réalisé en ou revêtus d'un matériau anti-adhérent

Par ailleurs, en référence à la figure 9, un râteau d'épandage 43 peut être relié à la tête de moussage 44 afin de répandre une quantité adaptée de mélange directement et simultanément entre chacune des paires de structures d'entretoises 31 et 36 pour simplifier l'épandage du mélange. Des buses d'épandage 45 réparties le long du râteau 43 au-dessus des espaces entre les structures d'entretoises

intermédiaires 31 et latérales 36 répartissent le mélange entre les structures d'entretoises 31 et 36.

La figure 7 présente une vue en coupe d'une autre variante de caisse isolante 67.

La caisse isolante 67 comporte un panneau de couvercle 16 et un panneau de fond 15 maintenu écartés par quatre piliers de coins 17. Quatre plaques de contreplaqué 60 sont fixées respectivement sur chacun des bords latéraux de la caisse isolante 67. Ces plaques de contreplaqué 60 assurent la rigidité de la caisse isolante 67 et maintiennent le panneau de fond 15 espacé du panneau de couvercle 16. La garniture isolante 26 s'étend depuis le panneau de couvercle 16 vers le panneau de fond 15 sur une partie de la hauteur des plaques de contreplaqué. La garniture isolante 26 présente une surface 61 sensiblement plane.

Une couche de laine de verre 62 est logée dans l'espace entre la garniture isolante 26 et le panneau de fond 15. Cette couche de laine de verre 62 est comprimée entre la garniture isolante 62 et le panneau de fond 15. De cette manière, la couche de laine de verre 62 adopte la géométrie de l'espace 68 de circulation du fluide tout en freinant la convection naturelle selon la direction de hauteur de la caisse isolante 67.

Des orifices de circulation 63 traversent les plaques de contreplaqué 60 pour permettre la circulation d'un gaz depuis la couche de laine de verre 62 vers l'extérieur de la caisse isolante 67, par exemple vers la couche de laine de verre 62 d'une seconde caisse isolante 67 non représentée.

Pour obtenir une telle caisse, les piliers de coin 17 sont premièrement agrafés sur le panneau couvercle 16.

Les plaques de contreplaqué 60 sont mises en place sur chacun des bords du panneau de couvercle 16 et s'étendent vers le haut sur toute la hauteur des piliers de coins 17. Les panneaux de coffrage sont constitués, dans ce mode de réalisation, par les plaques de contreplaqué 60 fixées sur les bords de la caisse 67. Ainsi, celles-ci ne sont pas retirées après le moulage de la garniture isolante 26.

La surface supérieure 69 du panneau de couvercle 16 est ensuite positionnée sur un support de manière à orienter les piliers de coins 17 et la largeur des plaques de contreplaqué 60 vers le haut.

Une tête de distribution coule le mélange destiné à former la garniture calorifuge sur le panneau de couvercle sur toute la largeur à l'aide d'un râteau d'épandage.

Une couche de laine de verre 62 est ensuite déposée à la surface du mélange et le panneau de fond est fixé sur les piliers de coins 17 et les plaques de contreplaqué 60.

La mousse produite par le mélange se déploie vers le haut du fait de l'augmentation de son volume lors du moussage. La couche de laine de verre 62 permet de générer une surface 61 de garniture isolante plane. En effet, celle-ci suit l'expansion de la garniture isolante 26. Par ailleurs la porosité de la couche de laine de verre 62 permet la circulation de fluides d'un bord de la caisse 67 à un bord opposé de la caisse isolante 67.

Toutefois, la couche de laine de verre 62 peut être préalablement fixée sur le panneau de fond 15 ou positionnée sur la surface de la garniture isolante 26 après le moulage de celle-ci.

Par ailleurs, cette couche de laine de verre peut être remplacée par de la laine de roche, des fibres isolantes naturelles ou tout autre matériau poreux et résilient.

Le panneau de fond 15 est ensuite mis en place et fixé sur les piliers de coins 17 et plaques de contreplaqué 60.

Bien que les caisses décrites ci-dessus aient été réalisées à l'aide de bois contreplaqué, il est bien évident que d'autres matériaux peuvent être utilisés. Par exemple, les caisses isolantes peuvent être réalisées en matériau composite.

Par ailleurs, le procédé décrit ci-dessus peut être employé pour réaliser des caisses isolantes d'une barrière isolante secondaire.

Les cuves décrites ci-dessus peuvent être utilisées dans différents types d'installations telles que des installations terrestres ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

En référence à la figure 8, une vue écorchée d'un navire méthanier 70
5 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 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre
10 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 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une
15 cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

La figure 7 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
20 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
25 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.

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
5 l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs
10 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 «une» pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une
15 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. Caisse isolante (7, 30, 67) pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, la caisse isolante comportant :
 - un premier panneau rigide (16) comportant des bords latéraux,
 - 5 un deuxième panneau rigide (15),
 - des pièces d'espacement (17, 66, 60) fixées au premier panneau rigide et au deuxième panneau rigide, s'étendant selon une direction de hauteur pour maintenir le premier panneau rigide espacé du deuxième panneau rigide, et
 - une garniture calorifuge (26) en mousse expansée disposée entre le premier
 - 10 panneau rigide et le deuxième panneau rigide, la garniture calorifuge en mousse expansée formant un ensemble solide noyant sur au moins une portion de leur hauteur les pièces d'espacement,
 - caractérisé en ce qu'un espace d'écoulement (28, 40, 68) apte à permettre la circulation d'un fluide à travers la caisse isolante d'un bord latéral de la caisse à un
 - 15 bord latéral opposé de la caisse est délimité entre le deuxième panneau (15) et la garniture calorifuge (26) en mousse expansée.
2. Caisse isolante selon la revendication 1, dans laquelle l'espace d'écoulement est constitué d'une pluralité de canaux parallèles (40) s'étendant entre les deux bords latéraux de la caisse.
- 20 3. Caisse isolante selon la revendication 2, dans laquelle un canal (40) est délimité par une surface de la garniture calorifuge en mousse expansée et présente une section convexe dont la convexité est tournée vers la garniture calorifuge en mousse expansée ou vers le deuxième panneau (15).
4. Caisse isolante selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle
- 25 une couche isolante, poreuse et résiliente (62) est logée dans l'espace d'écoulement.
5. Cuve étanche et isolante comportant une paroi de cuve retenue sur une structure porteuse, la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière isolante secondaire (2) retenue sur la structure porteuse, une membrane étanche secondaire (5) retenue sur
- 30 la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire (6) retenue sur la

membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire (8) retenue sur la barrière isolante primaire, caractérisée par le fait que la barrière isolante primaire et/ou la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de caisses isolantes (4, 7) selon l'une des revendication 1 à 5 juxtaposées.

- 5 6. Cuve étanche selon la revendication 5, dans laquelle au moins deux caisses isolantes de ladite pluralité de caisses isolantes sont juxtaposées de manière à permettre une communication entre les espaces d'écoulement (28, 40, 68) respectifs des deux caisses.

- 10 7. Procédé de fabrication d'une caisse isolante (7, 30, 67) pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, le procédé comprenant les étapes consistant à :

fixer des pièces d'espacement (17, 66, 60) sur un premier panneau rigide, les pièces d'espacement s'étendant selon une direction de hauteur qui s'éloigne du premier panneau rigide (16),

- 15 placer des moyens de coffrage autour de bords latéraux du premier panneau rigide,

- introduire un mélange de composants réactifs permettant d'obtenir une garniture calorifuge (26) en mousse expansée, ledit mélange étant introduit dans un état fluide ou pâteux dans l'espace entre les moyens de coffrage sur le premier
20 panneau rigide (16) de manière à noyer les pièces d'espacement sur au moins une portion de leur hauteur,

solidifier ladite garniture calorifuge (26) en mousse expansée,

- et fixer un deuxième panneau rigide (15) sur les pièces d'espacement de manière espacée du premier panneau rigide, la garniture calorifuge en mousse expansée
25 étant positionnée entre les deux panneaux rigides,

caractérisé en ce que l'étape d'introduction et de solidification de la garniture calorifuge en mousse expansée est réalisée de manière à ménager un espace d'écoulement (28, 40, 68) traversant la caisse isolante d'un bord latéral à un bord latéral opposé de la caisse isolante, l'espace d'écoulement étant délimité entre le

deuxième panneau rigide et la garniture calorifuge en mousse expansée pour permettre la circulation d'un fluide.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel les moyens de coffrage sont retirés des bords latéraux du premier panneau (16) rigide après l'étape
5 de solidification.

9. Procédé selon la revendication 7, dans lequel les moyens de coffrage sont fixés sur la caisse isolante et forment des voiles latéraux (60) entourant la garniture calorifuge,
les voiles latéraux présentant des ouvertures (61) débouchant sur l'espace
10 d'écoulement.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel les moyens de coffrage s'étendent dans la direction de hauteur sur une partie de la hauteur des pièces d'espacement (17, 66, 60).

11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, comportant en
15 outre une étape consistant à placer un couvercle de coffrage (50, 54) sur les pièces d'espacement, le couvercle de coffrage comportant une surface du couvercle de coffrage présentant des parties saillantes (52, 55), les parties saillantes du couvercle de coffrage s'étendant en direction du premier panneau rigide (16) pour délimiter l'espace d'écoulement lors de l'étape d'introduction et de solidification de la
20 garniture calorifuge en mousse expansée,
et une étape consistant à retirer le couvercle de coffrage avant de fixer le deuxième panneau rigide (15).

12. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11, dans lequel l'étape d'introduction de la garniture calorifuge comporte en outre une étape consistant à :
25 déposer une couche de matériau isolant, poreux et résilient (62) sur la surface du mélange liquide ou pâteux introduit.

13. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11, dans lequel le deuxième panneau rigide (15) comporte en outre une couche isolante, poreuse et résiliente (62) sur une de ses faces et le deuxième panneau rigide (15) est fixé sur les
30 pièces d'espacement préalablement à l'étape de solidification de la garniture

isolante en mousse expansée, la couche isolante, poreuse et résiliente présentant une épaisseur s'étendant en direction du premier panneau rigide (16).

14. Procédé selon l'une des revendications 7 à 13, dans lequel les moyens de coffrage sont réalisés en ou revêtus d'un matériau anti-adhérent.

5 **15.** Procédé selon l'une des revendications 7 à 14, dans lequel les moyens de coffrage sont régulés en température.

16. Procédé selon l'une des revendications 7 à 15, dans lequel le mélange de composants réactifs dans un état fluide ou pâteux présente un temps de crème supérieur à une minute.

10 **17.** Procédé selon l'une des revendications 7 à 16, dans lequel la garniture calorifuge (26) est une mousse expansée isolante polyuréthane présentant une densité entre 20 et 80kg/m³, dont l'expansion est réalisée à l'aide d'un agent d'expansion physique et/ou chimique choisi parmi les agents d'expansion de type HFC245, HFC365 et l'eau.

15 **18.** 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 17 disposée dans la double coque.

19. Utilisation d'un navire (70) selon la revendication 18 pour le chargement ou déchargement d'un produit liquide froid, dans laquelle on achemine
20 un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

20. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 19, des canalisations isolées (73, 79,
25 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

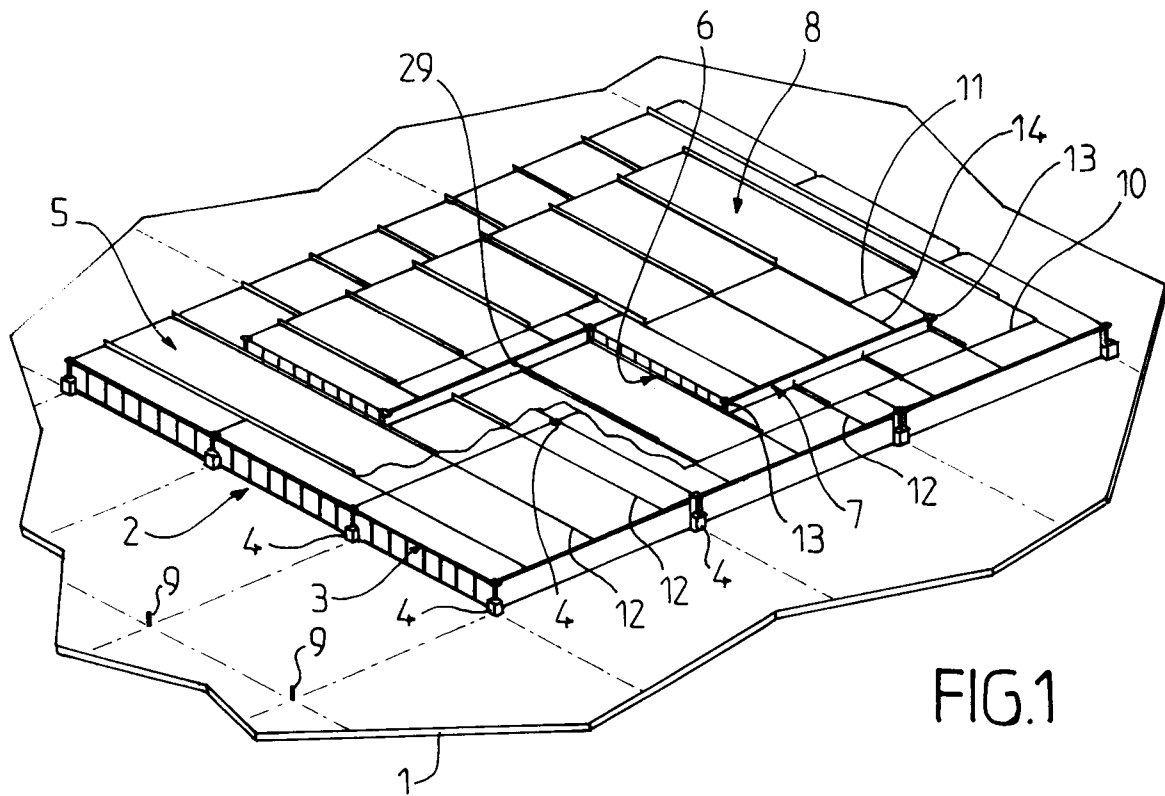


FIG.1

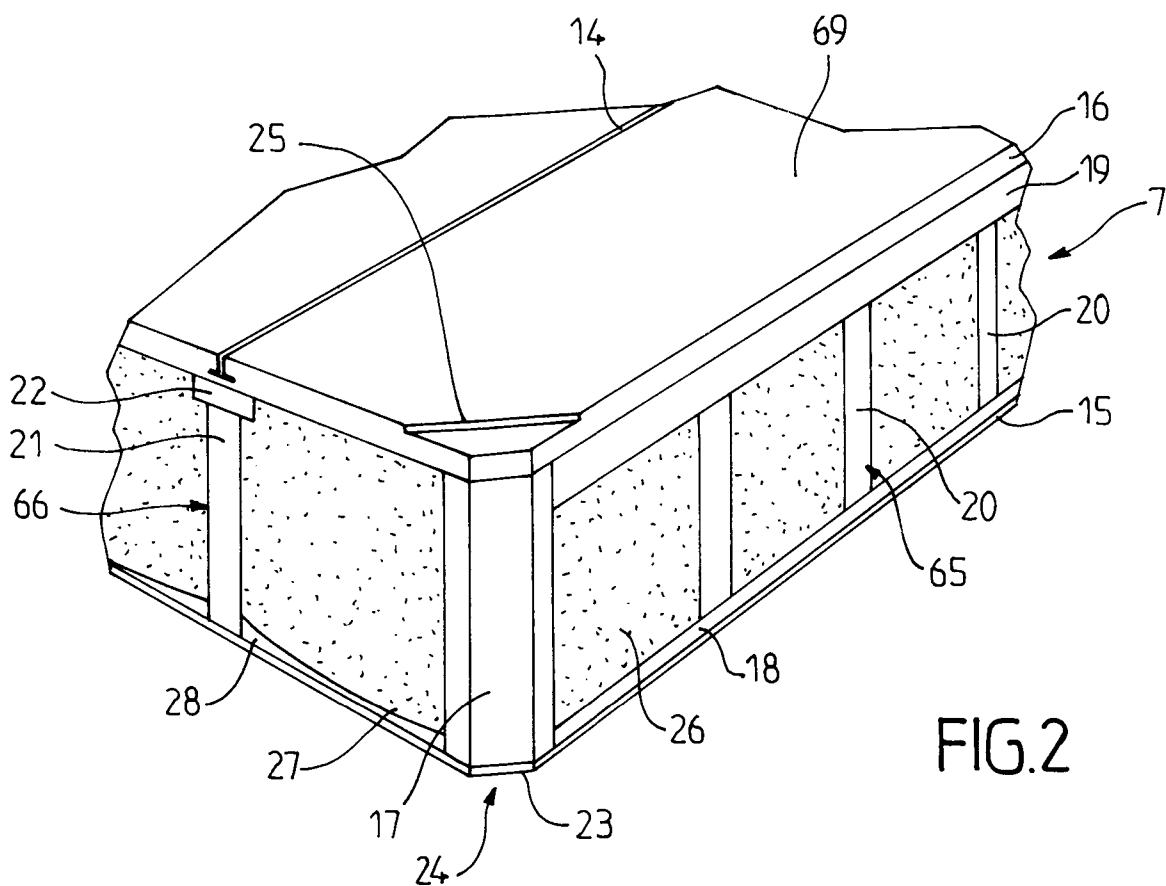
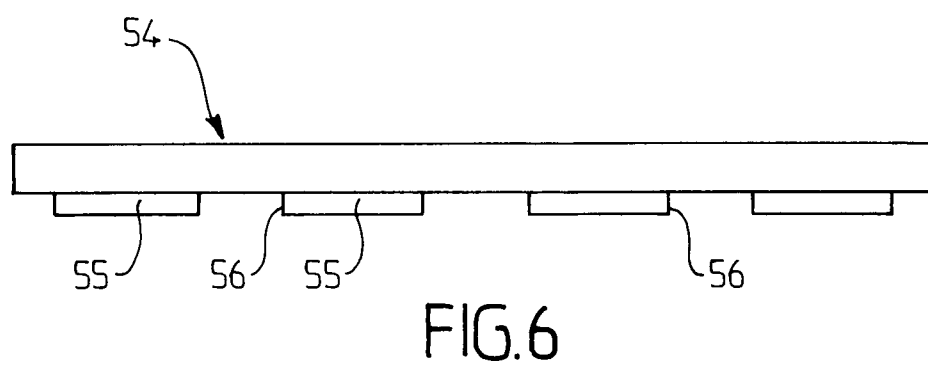
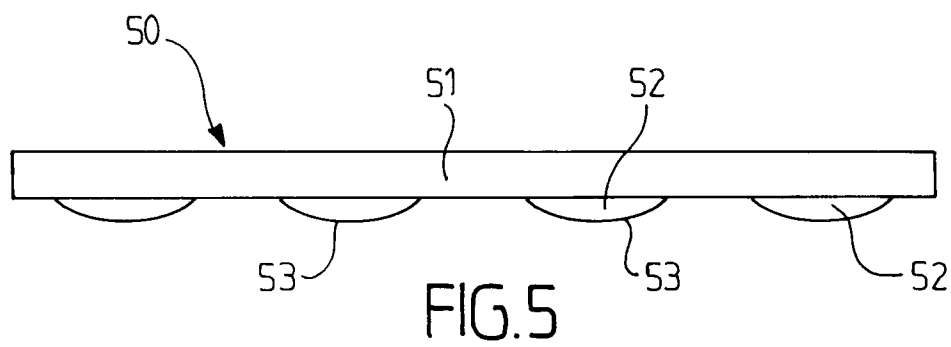
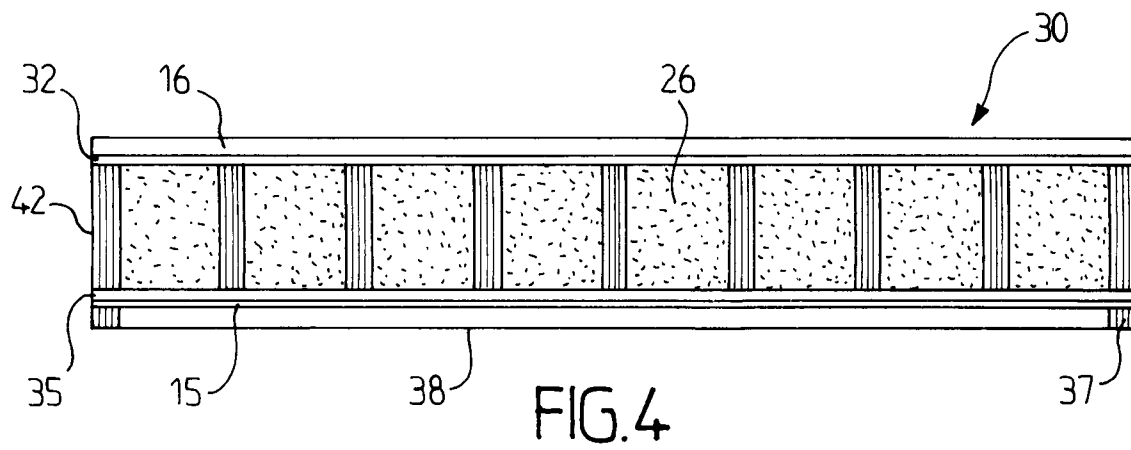
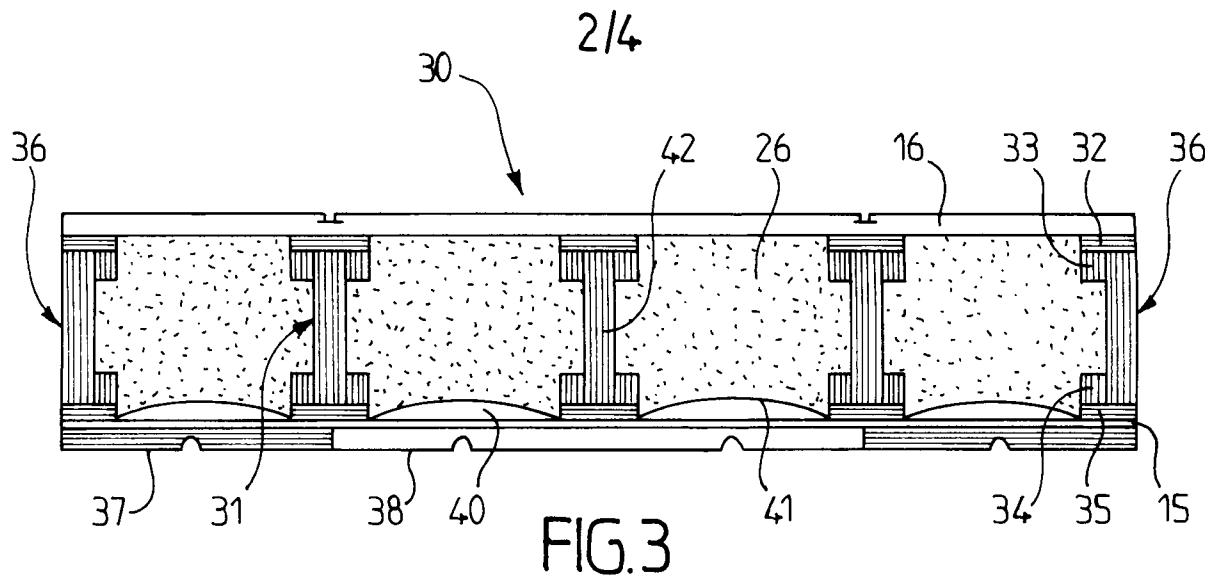


FIG.2



3/4

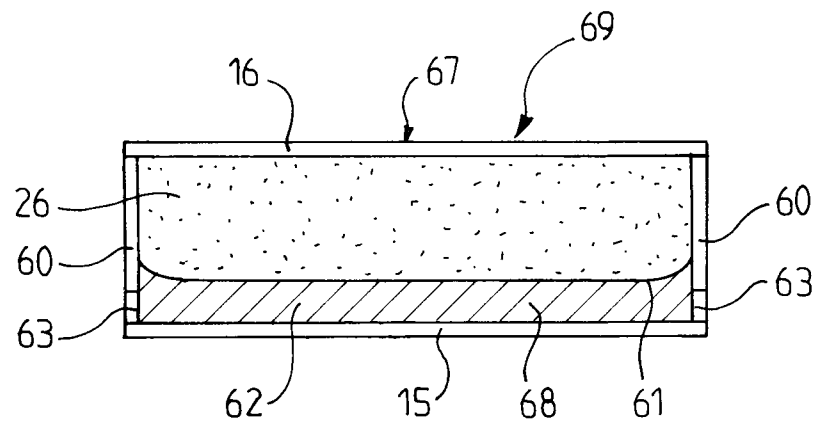


FIG. 7

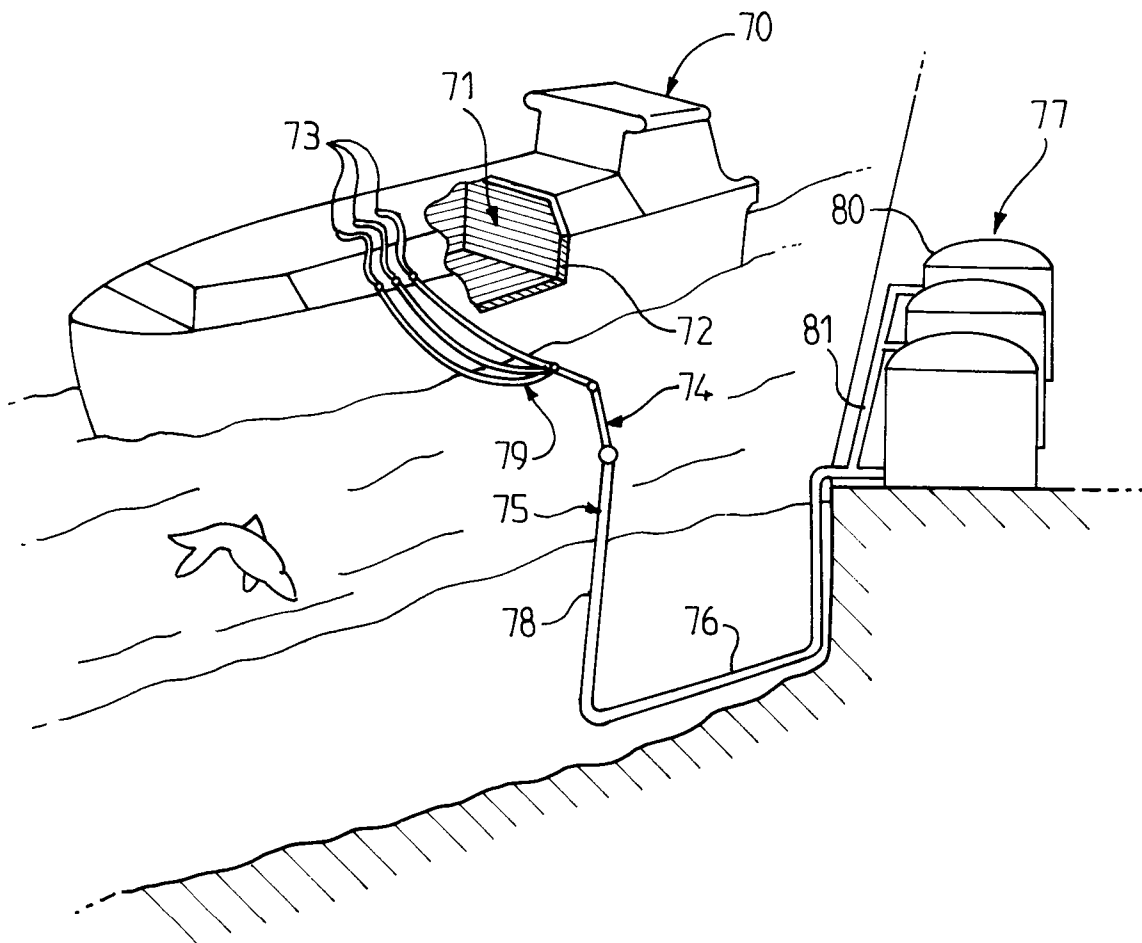


FIG. 8

4/4

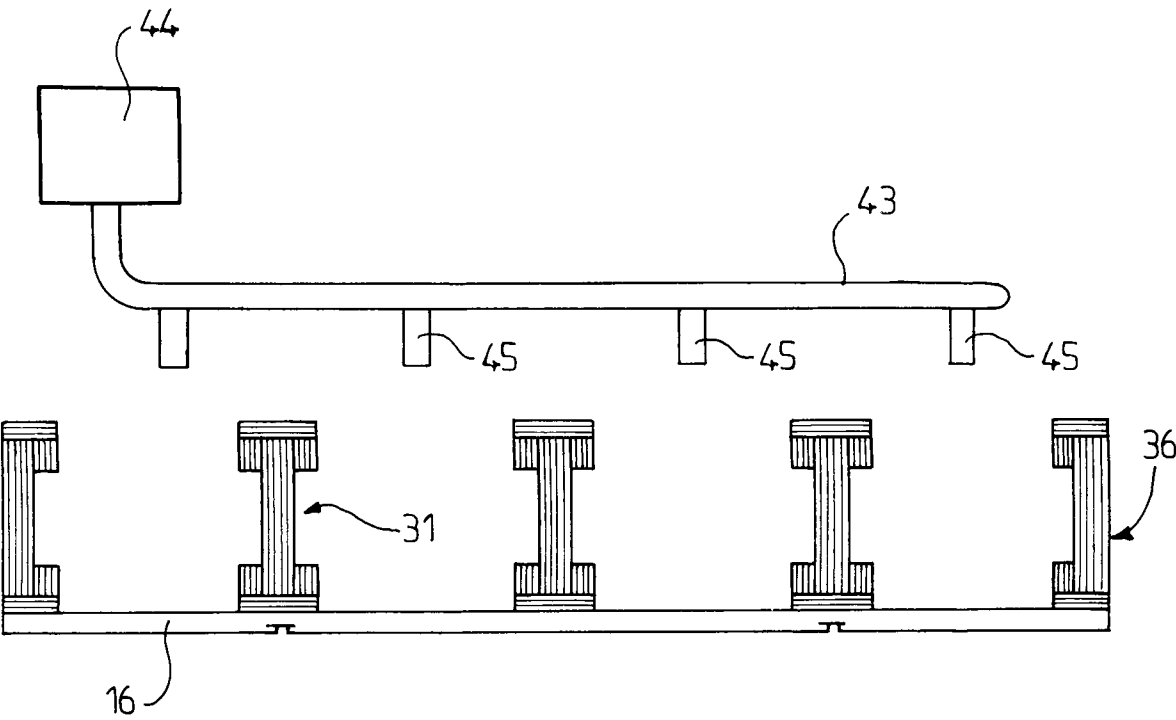


FIG. 9