

(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 2014/170588 A2

(43) Date de la publication internationale
23 octobre 2014 (23.10.2014)

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/050882

(22) Date de dépôt international :
11 avril 2014 (11.04.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1353373 15 avril 2013 (15.04.2013) FR

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

(72) Inventeurs : PHILIPPE, Antoine; 16 rue de Madrid, F-
91190 Gif Sur Yvette (FR). BOUGAULT, Johan; 14 rue
du Maréchal Joffre, F-78350 Jouy En Josas (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), eurasiatique (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 AND THERMALLY INSULATED TANK

(54) Titre : CUVE ÉTANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

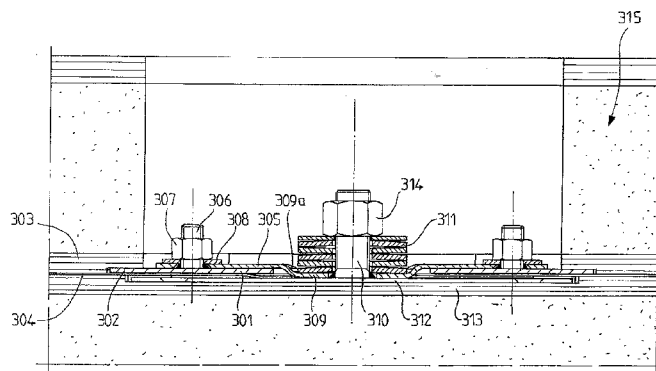


FIG. 3

(57) Abstract : A sealed and thermally insulated tank of which the wall is fixed to a bearing wall, the tank wall comprising a secondary thermal insulation barrier retained on the bearing wall and a secondary sealing barrier supported by the thermal insulation barrier; and a primary insulation barrier rigidly connected to the secondary element of the tank by fastening means linked to the secondary insulation barrier. The fastening means comprise a metal plate (301) fixed in a counterbore of a rigid plate (303) of a primary insulation block (13) adjacent to the secondary sealing barrier (304), and a protruding member (310), which is linked to a secondary insulation block (1) located perpendicular to the plate, said protruding member having a threaded head in order to engage with a nut (314) which, when screwed in, directly or indirectly exerts a force on the retaining area of the plate in the direction of the bearing wall (3).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/170588 A2

**Publiée :**

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

Cuve étanche et thermiquement isolante dont la paroi est fixée sur une paroi porteuse, la paroi de cuve comportant une barrière d'isolation thermique secondaire retenue sur la paroi porteuse et une barrière d'étanchéité secondaire supportée par la barrière d'isolation thermique; une barrière d'isolation primaire solidarisée de l'élément secondaire de la cuve par des moyens d'accrochage liés à la barrière d'isolation secondaire. Les moyens d'accrochage comportent une plaque métallique (301) fixée dans un lamage d'une plaque rigide (303) d'un bloc d'isolation primaire (13) voisine de la barrière d'étanchéité secondaire (304), et un organe saillant (310), qui est lié à un bloc d'isolation secondaire (1) situé au droit de la plaque, ledit organe saillant ayant une tête filetée pour coopérer avec un écrou (314), dont le vissage exerce directement ou indirectement sur la zone de retenue de la plaque une force en direction de la paroi porteuse (3).

CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

5

La présente invention se rapporte à une cuve étanche et thermiquement isolante ; en particulier, la présente invention se rapporte à des cuves destinées à contenir des liquides froids, par exemple des cuves pour le stockage et/ou le transport par voie maritime de gaz liquéfiés.

10

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 terrestres ou dans des cuves embarquées dans des structures flottantes.

15

20

Une telle cuve a été, par exemple, décrite dans le document FR-A-2887010. Dans ce document, on décrit une cuve comprenant une barrière d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le produit contenu dans ladite cuve, une barrière d'étanchéité secondaire disposée entre ladite barrière d'étanchéité primaire et la structure porteuse, une barrière thermiquement isolante primaire entre les deux barrière d'étanchéité, une barrière thermiquement isolante secondaire entre ladite barrière d'étanchéité secondaire et ladite structure porteuse, ladite cuve comprenant des moyens de retenue primaires et secondaires pour retenir respectivement lesdits éléments des barrières isolantes primaire et secondaire sur la structure porteuse. Les moyens de retenue primaire sont indépendants des moyens de retenue secondaire ; des platines sont retenues sur les panneaux de

25

30

dessus des éléments calorifuges secondaires de manière à retenir les éléments de la barrière d'isolation primaire sur la structure porteuse par l'intermédiaire desdits éléments calorifuges secondaires. Il convient de noter que, dans cette réalisation, les moyens de fixation pour fixer les éléments calorifuges primaires sur la barrière secondaire, prennent appui sur le dessus de la plaque de fond, qui délimite les blocs d'isolation primaire ; en d'autres termes, l'élément calorifuge primaire est serré et frotte fortement contre la barrière étanche secondaire, ce qui limite la possibilité d'un éventuel débattement entre les blocs d'isolation primaire et la barrière d'étanchéité secondaire.

Une idée à la base de l'invention est de fournir une structure multicouche étanche et isolante qui laisse une liberté de mouvement des blocs d'isolation de l'élément primaire par rapport à l'élément secondaire parallèlement à la paroi porteuse, bien que les blocs primaires soient retenus par rapport à la paroi porteuse par l'intermédiaire de la couche isolante secondaire. Cet aspect est particulièrement important lorsque les membranes d'étanchéité sont munies d'ondulations selon au moins deux directions orthogonales parallèles aux côtés des blocs d'isolation pour permettre des dilatations ou contractions locales.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure qui comporte une paroi porteuse, ladite cuve comportant une paroi de cuve fixée sur ladite paroi porteuse, la paroi de cuve comportant d'une part, un élément primaire et, d'autre part, un élément secondaire disposé entre la paroi porteuse et l'élément primaire, chacun des éléments primaire et secondaire incluant, d'une part, une barrière d'isolation thermique constituée de blocs d'isolation en forme de parallélépipèdes rectangles, juxtaposés selon des rangées

parallèles et délimités chacun par deux plaques rigides sensiblement parallèles à la paroi porteuse dans la zone au droit de laquelle elles se trouvent, et, d'autre part, une barrière d'étanchéité disposée sur chacune des barrières d'isolation thermique, la barrière d'isolation thermique de l'élément secondaire étant solidarisée de la paroi porteuse, la barrière d'isolation thermique de l'élément primaire étant solidarisé de l'élément secondaire de la cuve par des moyens d'accrochage liés à la barrière d'isolation thermique dudit élément secondaire, et permettant de plaquer les blocs d'isolation primaire de l'élément primaire de la paroi de cuve sur les blocs d'isolation secondaire de l'élément secondaire de ladite paroi de cuve, lesdits moyens d'accrochage comportant :

une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide d'un bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique comportant au moins une zone de retenue, et

un organe saillant, qui est lié par sa base à un bloc d'isolation secondaire situé au droit de la plaque, ledit organe saillant ayant une tête filetée pour coopérer avec un écrou, dont le vissage exerce directement ou indirectement sur la zone de retenue de la plaque une force en direction de la paroi porteuse.

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

Selon un mode de réalisation, un bloc d'isolation d'une barrière d'isolation thermique comporte une couche de mousse de matière plastique enserrée entre deux plaques rigides isolantes.

Selon un mode de réalisation, lesdits moyens d'accrochage comportent un bras de liaison reliant ladite zone de retenue de la plaque avec l'organe saillant, le bras de liaison comportant une zone

de retenue en prise avec un empilement de rondelles élastiques engagées sur l'organe saillant, l'écrou étant vissé au-dessus de l'empilement de rondelles élastiques.

5 Selon un mode de réalisation, quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide du bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique
10 comportant au moins une zone de retenue.

Selon un mode de réalisation, lesdits moyens d'accrochage comportent une platine cruciforme comprenant quatre bras de liaison reliant respectivement ladite zone de retenue de la plaque d'un bloc d'isolation primaire avec l'organe saillant, la platine cruciforme
15 comportant une zone de retenue en prise avec l'organe saillant, l'écrou étant vissé au-dessus de la zone de retenue de ladite platine cruciforme.

Selon un mode de réalisation, chaque branche de la platine cruciforme comporte une zone de cintrage pour que le maintien des blocs d'isolation primaire se fasse élastiquement.
20

Selon un mode de réalisation, la zone de retenue de la plaque métallique comporte un plot fileté, soudé sur la plaque métallique qui traverse une portion d'extrémité du bras de liaison et un écrou coopère avec le filetage du plot pour fixer portion d'extrémité du bras de liaison au bloc d'isolation primaire.
25

Selon un mode de réalisation, la plaque d'un bloc d'isolation primaire comporte un disque disposé dans le lamage de la plaque rigide du bloc d'isolation primaire, et une patte qui fait saillie hors du lamage tout en restant dans le plan du disque, l'extrémité de ladite
30 patte constituant la zone de retenue de la plaque, ladite zone

supportant un empilement de rondelles élastiques engagées sur l'organe saillant, la base de l'empilement de rondelles étant un disque crénelé, dont les créneaux permettent le passage de ladite patte.

5 Selon un mode de réalisation, quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide du bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique
10 comportant à chaque fois une patte qui fait saillie hors du lamage tout en restant dans le plan du disque, l'extrémité de ladite patte constituant la zone de retenue de la plaque, et dans laquelle les créneaux du disque crénelé permettent le passage des quatre pattes correspondant aux quatre blocs d'isolation primaire.

15 Selon un mode de réalisation, quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide du bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique
20 comportant à chaque fois un perçage central,

dans laquelle lesdits moyens d'accrochage comportent une plaque-entretoise percée en son centre pour être traversée par l'organe saillant constitué par un goujon fileté à son extrémité libre pour coopérer avec un écrou, la base du goujon étant soudée au centre
25 d'un plateau vissé dans un lamage de plaque rigide d'un bloc d'isolation secondaire, ledit plateau étant recouvert par la barrière d'étanchéité secondaire, qui est soudée sur lui tout autour du goujon pour assurer l'étanchéité secondaire, le serrage de l'écrou du goujon exerçant sur la plaque-entretoise par l'intermédiaire d'un empilement
30

de rondelles élastiques, une force en direction de la paroi porteuse, pour plaquer la plaque-entretoise sur la barrière d'étanchéité secondaire, la plaque-entretoise comportant quatre goujons secondaires engagés respectivement dans le perçage central des quatre plaques métalliques, des écrous secondaires étant vissés sur les goujons secondaires pour serrer à chaque fois la plaque métallique en direction de la plaque-entretoise.

Selon un mode de réalisation, quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide du bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique comportant à chaque fois un perçage central, les moyens d'accrochage comportant quatre goujons filetés engagés respectivement dans le perçage central des quatre plaques métalliques, chaque goujon fileté étant soudé par sa base sur un plateau vissé dans un lamage de la plaque rigide du bloc d'isolation secondaire, le goujon fileté traversant la barrière d'étanchéité secondaire et ladite barrière d'étanchéité secondaire étant ressoudée sur le plateau tout autour du goujon pour rétablir l'étanchéité, un écrou coopérant avec le filetage du goujon pour exercer sur la plaque qui lui correspond, par l'intermédiaire d'un empilement de rondelles élastiques, une force dirigée vers la paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique fixée dans un lamage d'une plaque rigide du bloc d'isolation primaire voisine de la barrière d'étanchéité secondaire, le lamage étant du

côté de la barrière d'étanchéité secondaire, ladite plaque métallique comportant à chaque fois un plot de centrage dirigé vers l'intérieur de chaque bloc d'isolation primaire, ledit plot permettant d'y enfiler des rondelles élastiques surmontées d'un disque à perforation centrale sur lequel vient s'appuyer un pied cylindrique creux centré sur le plot de centrage, et

dans laquelle lesdits moyens d'accrochage comportent une contreplaque à laquelle sont solidarités les quatre pieds cylindriques creux, à chaque fois par une extrémité du pied opposée à celle qui permet le centrage sur le plot, la contreplaque ayant un puits central et étant mise en place au-dessus des blocs d'isolation primaire, le puits central ayant son fond perforé pour assurer le passage de l'organe saillant, dont la base est solidaire d'un plateau vissé dans une plaque rigide du bloc d'isolation secondaire.

Selon un mode de réalisation, les tôles de la membrane métallique comportent chacune au moins deux ondulations orthogonales parallèles aux côtés des blocs d'isolation thermique, lesdites ondulations étant insérées dans les interstices ménagés entre les blocs d'isolation.

Selon un mode de réalisation, les tôles métalliques adjacentes d'une barrière d'étanchéité sont soudées à recouvrement.

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 ou de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

L'invention concerne donc aussi un navire pour le transport d'un produit liquide froid, qui comporte une double coque et une cuve telle que ci-dessus définie disposée dans la double coque.

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 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.

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 démonstratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

Sur ces dessins :

-la figure 1 représente schématiquement, en perspective, un assemblage des différents organes constituant une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon un mode de réalisation de l'invention : cette vue générale comporte des parties arrachées pour permettre de voir les barrières d'isolation thermique et d'étanchéité des éléments secondaire et primaire de la paroi de cuve ;

-la figure 2 représente schématiquement une coupe d'une paroi de cuve de la figure 1, dont la barrière d'étanchéité primaire comporte des plis saillants du côté opposé à la paroi porteuse et dont la barrière d'étanchéité secondaire comporte des plis saillants dirigés vers la paroi porteuse ;

-la figure 3 représente, en coupe perpendiculairement à la paroi porteuse un premier mode de réalisation des moyens d'accrochage, dans une zone où se trouve le point de rencontre de quatre blocs d'isolation primaire adjacents ;

5 -les figures 3A et 3B représentent, en perspective, des variantes de la figure 3 montrant les évidements pratiqués dans les blocs isolants primaires pour loger les constituants des moyens d'accrochage ;

-la figure 4 représente, en perspective, une autre variante des moyens d'accrochage dans une zone de paroi de cuve analogue à celle des figures 3 ou 3A, trois des quatre blocs isolants primaires ayant
10 été enlevés pour laisser visibles les moyens d'accrochage ;

-la figure 5 représente, en perspective, dans une zone où se trouve le point de rencontre de quatre blocs d'isolation primaire adjacents, une autre variante des moyens d'accrochage dans laquelle chacun des quatre blocs d'isolation primaire est lié
15 mécaniquement à un angle d'une plaque-entretoise dont le centre est relié à la barrière d'isolation secondaire ;

-la figure 6 représente une variante de la figure 5 dans laquelle la liaison mécanique qui existait au centre de la plaque-entretoise de la figure 5 est reportée aux quatre angles d'un plateau de la barrière
20 d'étanchéité secondaire pour supprimer le boulon central de la variante de la figure 5 ;

-la figure 7 représente, en perspective quart-de-coupe, dans la même zone de paroi que la figure 5, un autre mode de réalisation des moyens d'accrochage, dans lesquels l'effort exercé à partir d'un
25 plateau de la barrière d'étanchéité primaire est transmis par une contreplaque positionnée au-dessus des blocs d'étanchéité primaire ;

-la figure 8 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
30

En se référant aux dessins et plus spécifiquement aux figures 1 et 2, on voit que l'on a désigné par 1 dans son ensemble, un bloc isolant de la barrière d'isolation thermique de l'élément secondaire d'une paroi de cuve. Ce bloc a une longueur L et une largeur l, par exemple, respectivement, 3 m et 1 m; il a une forme de parallélépipède rectangle et il est constitué d'une mousse de polyuréthane comprise entre deux plaques 2a, 2b de bois contreplaqué. Une des plaques 2a est destinée à venir en vis-à-vis de la paroi porteuse 3 avec interposition de boudins de résine 4 permettant le rattrapage des défauts locaux de la paroi porteuse 3. La plaque 2a est maintenue sur la paroi porteuse 3 par collage au moyen des boudins de résine 4, ainsi que par des goujons 9 soudés sur la paroi porteuse 3.

Sur la figure 1, on voit que, en partant du bloc isolant secondaire non recouvert représenté en haut et à gauche de la figure et en allant dans une direction oblique vers la droite et vers le bas, la perspective montre un bloc isolant secondaire 1, qui est partiellement recouvert d'une tôle 11 constituant une partie de la barrière d'étanchéité secondaire de la paroi de cuve. Cette tôle métallique 11 a une forme sensiblement rectangulaire et elle comporte, selon chacun des deux axes de symétrie de ce rectangle, une ondulation 12a, respectivement 12b. Les ondulations 12a et 12b forment des reliefs disposés en direction de la paroi porteuse 3 et ils sont logés dans les interstices 10 de la barrière isolante secondaire.

Les tôles métalliques adjacentes des barrières d'étanchéité des éléments primaire et secondaire sont soudées à recouvrement au droit de bandes de liaison portées respectivement par les barrières d'isolation thermique des éléments primaire et secondaire. Les moyens d'accrochage sur la barrière d'isolation thermique de l'élément primaire sont ménagés au droit du croisement des deux

bandes de liaison de chaque bloc d'isolation de l'élément secondaire et traversent le niveau de la barrière d'étanchéité de l'élément secondaire sans monter au niveau de la barrière d'étanchéité de l'élément primaire. Lesdits moyens d'accrochage sont des goujons 8 dont la base est soudée sur les bandes de liaison de l'élément secondaire, qui traversent la barrière d'étanchéité de l'élément secondaire au voisinage de la zone de soudure à recouvrement de deux tôles adjacentes de ladite barrière d'étanchéité, les pièces intermédiaires étant interposées entre, d'une part, un écrou coopérant avec le filetage prévu à l'extrémité libre du goujon et, d'autre part, les parties débordantes des plaques des blocs d'isolation de la barrière d'isolation thermique de l'élément primaire.

Les tôles métalliques peuvent être réalisées en invar®, dont le coefficient de dilatation thermique est typiquement entre $1,5 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; elles ont alors une épaisseur comprise entre environ 0,7 mm et environ 0,4 mm. Selon un mode de réalisation préféré, les tôles métalliques sont réalisées en un alliage à base de manganèse présentant un coefficient de dilatation thermique sensiblement égal à $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Un tel alliage est généralement moins coûteux que les alliages à forte teneur en nickel tels que l'invar®.

En se référant à nouveau à la figure 1, à partir de la zone où sont mises en place les tôles métalliques 11 de la barrière d'étanchéité de l'élément secondaire de la paroi de cuve et en se dirigeant en oblique vers la droite et vers le bas, on voit que l'on a représenté une zone où la barrière d'étanchéité secondaire est recouverte d'un bloc d'isolation 13 de la barrière isolante thermique de l'élément primaire de la paroi de cuve.

Ce bloc d'isolation 13 a une structure générale, qui est analogue à celle du bloc 1, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un sandwich constitué d'une mousse de polyuréthane entre deux plaques de bois

contreplaqué. La plaque de fond 13a est en appui sur une tôle métallique 11.

Enfin, la figure 1 montre, quand on se déplace à partir d'un élément 13 en oblique vers le bas et vers la droite, la mise en place d'une tôle métallique 15 constituant la barrière d'étanchéité de l'élément primaire de la cuve. Cette tôle 15 peut être réalisée en acier inoxydable d'une épaisseur de 1,2 mm environ ; elle comporte des ondulations selon les axes de symétrie du rectangle qu'elle constitue, comme il a déjà été indiqué pour les tôles métalliques 11. Ces ondulations peuvent être en relief du côté de la paroi porteuse 3, mais ils peuvent être aussi en relief vers l'intérieur de la cuve ; ces ondulations ont été désignées par 16a, 16b. Sur la figure 2, les ondulations 16a, 16b sont dirigées vers l'intérieur de la cuve.

Pour la description de certains modes de réalisation des moyens d'accrochage des figures 3 à 7, on a conservé pour désigner des éléments identiques ou similaires les mêmes chiffres de référence, éventuellement assortis d'indices a, b ou c selon les variantes décrites.

En se référant à la figure 3, on va décrire maintenant une réalisation de moyens d'accrochage dans laquelle une plaque métallique en forme de disque 301 est maintenue sous les quatre angles adjacents de quatre blocs d'isolation primaire adjacents. Le disque 301 est disposé dans un lamage 302 de la plaque rigide 303 d'un bloc isolant primaire voisin de la barrière d'étanchéité 304. Le bras de liaison 305 réalise une liaison mécanique du disque 301 avec le goujon central 310, cette liaison étant obtenue au moyen d'un téton fileté 306 sur lequel se visse un écrou 307 qui prend appui sur l'extrémité distale du bras 305 par l'intermédiaire d'une rondelle 308. Le téton 306 est soudé à sa base sur le disque 301. Le bras 305 de liaison comporte, quand on s'éloigne du téton 306, un cintrage 309a, qui permet de l'amener à un niveau inférieur pour constituer la zone

de retenue 309 du bras 305. La zone de retenue 309 est traversée par un organe saillant 310 qui est soudé par sa base sur une plaque 312 mise en place dans un lamage de la plaque rigide 313, qui délimite un bloc isolant secondaire du côté où se trouve la barrière d'étanchéité 304. L'organe saillant 310 est un goujon dont l'extrémité libre est filetée pour coopérer avec un écrou 314 avec interposition d'un empilement de rondelles élastiques 311. Le serrage de l'écrou 314 permet de plaquer le bloc d'isolant primaire 315 sur la barrière isolante secondaire. Il est clair que la retenue de la barrière d'isolation primaire s'effectue, dans cette variante, à partir du dessous des plaques rigides de fond des blocs d'isolation primaire 315.

En se référant maintenant à la figure 3A, on voit que les moyens d'accrochage représentés correspondent à une variante de ceux qui ont été décrits à la figure 3. Dans cette variante, les quatre bras de liaison forment une platine est cruciforme. La figure 3 montre ces moyens d'accrochage dans la zone où se trouvent quatre blocs isolants primaires adjacents. Un disque 401 est disposé dans un lamage de la plaque rigide de fond d'un bloc d'isolation primaire, plaque de fond qui est voisine de la barrière d'étanchéité. La platine, désignée par 416 dans son ensemble, comporte une croix dont la zone centrale est traversée par un organe saillant 408b constitué comme pour la réalisation précédente, d'un goujon fileté à son extrémité libre : ce filetage coopère avec un écrou 409b et la base du goujon 408b est solidarifiée des blocs d'isolation secondaire par une plaquette (non représentée) vissée sur les plaques rigides des blocs d'isolation secondaire ; la platine cruciforme 416 est solidaire de la plaque rigide des blocs d'isolation primaire 13 par les extrémités de ses quatre bras grâce à un boulonnage 197 prenant appui sur le disque 401 inséré en préfabrication dans un lamage de chaque plaque rigide des quatre blocs d'isolation primaire 13 adjacents. De la sorte,

les extrémités 196 des bras de la platine cruciforme 416 sont boulonnés sur les blocs d'isolation primaire 13, l'organe saillant 408**b** est solidaire du bloc d'isolation secondaire 1 sous-jacent, le plaquage de l'un des deux blocs sur l'autre étant obtenu par le vissage de l'écrou 409**b**. Il est clair, comme pour les réalisations précédentes, que la retenue de la barrière d'isolation primaire s'effectue ainsi en agissant à partir du dessous des plaques rigides de fond 13**a** des blocs d'isolation primaire 13.

La figure 3B représente une variante de la figure 3A, dans laquelle on a ménagé sur chacun des bras de la platine cruciformes, un cintrage 417, qui facilite élastiquement le mouvement de l'élément d'isolation primaire 13 par rapport à l'élément d'isolation secondaire 1. Bien entendu, comme dans le cas précédent, la retenue de la barrière d'isolation primaire s'effectue en agissant à partir du dessous des plaques rigides de fond 13**a** des blocs d'isolation primaire 13.

La figure 4 représente une autre variante des moyens d'accrochage dans une cuve selon l'invention. Ces moyens d'accrochage sont associés à quatre blocs d'isolation primaire adjacents et, par rapport à la figure 3, le bras de liaison est fusionné au disque au lieu d'être boulonnés à lui. Dans cette variante, un disque est mis en place à l'intérieur d'un lamage prévu sur la face du fond rigide d'un bloc isolant primaire, qui est tourné vers la barrière d'étanchéité secondaire ; ce disque est fixé dans la plaque rigide d'un bloc isolant primaire. Ce disque 100 **b** se prolonge par une patte 450 qui, du côté opposé au disque, est perforée pour permettre le passage d'un organe saillant 408**b**. L'organe 408**b** est un goujon fileté dont l'extrémité libre porte un écrou 109**b** et dont la base est soudée sur une plaque (non visible sur le dessin) qui est solidaire d'un bloc isolant secondaire 1. L'écrou 108**b** s'appuie par sa face inférieure sur un empilement de rondelles 199 ; la base de l'empilement repose sur

un disque crénelé 451 ; les créneaux du disque 451 permettent le passage des pattes 450 correspondant aux quatre blocs d'isolation primaire 1, qui sont répartis autour de l'organe saillant 108b. On voit que le serrage de l'écrou 109b appuie, par les pattes 450, sur les disques 100b de sorte que les blocs d'isolation primaires sont plaqués sur les blocs d'isolation secondaire. Il est clair, comme pour les réalisations précédentes, que la retenue de la barrière d'isolation primaire s'effectue ainsi en agissant à parti du dessous des plaques rigides de fond 13g des blocs d'isolation primaire 13.

Sur la figure 5, on a représenté une autre variante des moyens d'accrochage susceptibles d'être utilisés pour quatre blocs d'isolation primaire adjacents. Ces moyens d'accrochage comportent quatre disques 501 dont chacun se trouve dans un lamage d'une plaque rigide 13a d'un bloc d'isolation primaire 13 ; ladite plaque est voisine de la barrière d'étanchéité 502 et le lamage est prévu du côté de la membrane d'étanchéité secondaire 502. Les quatre disques 501 sont reliés entre eux par une plaque-entretoise 503 percée en son centre pour être traversée par un organe saillant 504 constitué par un goujon, qui est fileté à son extrémité libre pour coopérer avec un écrou 505. La base du goujon est soudée au centre d'une plateau (non représenté sur le dessin) vissé dans un lamage de la plaque rigide d'une bloc d'isolation secondaire ; ledit plateau est recouvert par la barrière d'étanchéité secondaire qui est soudée sur lui tout autour du goujon 504 pour assurer l'étanchéité secondaire ; Le serrage de l'écrou 505 du goujon 504 exerce sur la plaque-entretoise 503, par l'intermédiaire d'un empilement de rondelles élastiques 506, une force en direction de la paroi porteuse pour appuyer la plaque-entretoise sur la barrière d'étanchéité secondaire. On constate que la retenue de la barrière d'isolation primaire sur la barrière d'isolation secondaire s'effectue en agissant à partir du dessous des plaques rigides de fond 13a des blocs

d'isolation primaire 13 au moyen d'écrous 598 vissés sur des têtes filetées 599 portés par la plaque-entretoise 503 au niveau de ses quatre coins et engagés à chaque fois dans un perçage central du disque 501 correspondant.

5 Sur la figure 6, on a représenté des moyens d'accrochage destinés à coopérer avec quatre blocs d'isolation primaire adjacents. Ces moyens comportent quatre disques 601, dont chacun est maintenu par vissage dans un lamage d'une plaque rigide 13a de blocs isolants primaires 13, ladite plaque étant celle qui est voisine de
10 la barrière d'étanchéité 602, le lamage étant pratiqué du côté de la barrière d'étanchéité secondaire. Chaque disque 601 est perforé en son centre pour laisser passer un organe saillant 603 constitué par un goujon fileté à son extrémité libre et soudé par sa base sur un plateau 699 vissé dans un lamage de la plaque rigide du bloc d'isolation
15 secondaire 1 situé au droit du goujon 603. Le goujon 603 traverse la barrière d'étanchéité 602 et ladite barrière d'étanchéité est ressoudée sur le plateau tout autour du goujon pour rétablir l'étanchéité. Un écrou 604 coopère avec le filetage du goujon 603 pour exercer sur le disque 601 qui lui correspond, par l'intermédiaire
20 d'un empilement de rondelles élastiques 605 une force dirigée vers la paroi porteuse de la cuve.

La figure 7 représente des moyens d'accrochage dans lesquels la force d'action de plaquage d'un bloc d'isolant primaire sur un bloc isolant secondaire adjacent, est transférée non pas
25 directement dans la zone correspondant aux plaques rigides des blocs d'isolation primaire et secondaire, mais en passant, au moyen d'une pièce supplémentaire, au-dessus du bloc isolant primaire. Cette réalisation est destinée à être mise en place dans la zone des barrières isolantes où se retrouvent adjacents quatre blocs adjacents isolants.
30 La plaquette métallique 201 est fixée dans un lamage de la plaque

rigide 202 du bloc d'isolation primaire 213, ladite plaque rigide étant celle qui est voisine de la barrière d'étanchéité secondaire 203. La plaquette 201 porte un plot de centrage 204 dirigé vers l'intérieur du bloc isolant primaire 213 ; le plot 204 est dans un logement du bloc d'isolation primaire 213, ledit logement permettant d'enfiler sur ledit plot 204 des rondelles élastiques 205 surmontées d'un disque 206 à perforation centrale. Sur le disque 206 vient s'appuyer un pied cylindrique creux 207 centré sur le plot de centrage 204, ledit pied étant solidaire, à son extrémité opposée à celle qui permet le centrage sur le plot 204, d'une contreplaque 208. La contreplaque 208 est mise en place au-dessus du bloc d'isolation primaire 213, c'est-à-dire du côté opposé à celui où se trouve la paroi porteuse de la cuve. La contreplaque 208 comporte un puits central 209, dont le fond est perforé pour permettre le passage d'un organe 210 qui est en saillie par rapport à la barrière secondaire ; l'organe saillant 210 est un goujon, dont la base est solidaire d'un plateau 211 vissé dans une plaque rigide 212 de la barrière d'isolation secondaire, l'extrémité libre du goujon 210 coopère avec un écrou 214 qui prend appui sur le fond du puits 209. On voit que le serrage de l'écrou 214 entraîne un appui de la bordure des pieds d'appui 207 sur la rondelle 206 et donc, sur la plaquette 201 avec interposition des rondelles élastiques 205. On réalise ainsi le plaquage des blocs d'isolation primaire 213 sur les blocs d'isolation secondaire sous-jacents. Le puits central 209, les pieds d'appui 207, les disques 206 et les rondelles 205 sont disposés dans des évidements de formes et positions appropriées pratiquées dans les blocs d'isolation primaire 213. Il est clair que la retenue de la barrière d'isolation primaire s'effectue dans ce mode de réalisation en agissant à partir du dessous des plaques rigides de fond des blocs d'isolation primaire 13.

Pour toutes les variantes de réalisation précédemment décrites, il est bien clair, dès lors que la mise en place des moyens d'accrochage requière de pratiquer des évidements pour loger des éléments desdits moyens d'accrochage à l'intérieur des blocs d'isolation primaire, on remplit lesdits évidements d'un matériau isolant
5 dès la fin de la mise en place afin que l'isolation thermique ne soit pas réduite. Par ailleurs, les plaques et plaquettes ou similaires, qui coopèrent directement avec les plaques rigides des blocs isolants primaire et secondaire, sont placées dans des lamages permettant
10 d'éviter les surépaisseurs et d'éviter tout risque de détérioration de la barrière d'étanchéité secondaire dans l'hypothèse d'un déplacement localisé de la barrière primaire par rapport à la barrière secondaire, par exemple, lors de la mise en froid de la cuve.

Il est bien clair, également, dès lors que la mise en place des
15 moyens d'accrochage ci-dessus décrits entraîne la nécessité de perforer la membrane d'étanchéité secondaire, on rétablit cette étanchéité par soudure après ladite mise en place.

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

En se référant à la figure 8, on voit qu'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
25 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 la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire, et entre la barrière étanche secondaire
30 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 cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

La figure 8 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent
5 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
10 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
15 revendication.

REVENDEICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans
5 une structure qui comporte une paroi porteuse (3), ladite cuve
comportant une paroi de cuve fixée sur ladite paroi porteuse, la paroi
de cuve comportant d'une part, un élément primaire et, d'autre part,
un élément secondaire disposé entre la paroi porteuse et l'élément
10 primaire, chacun des éléments primaire et secondaire incluant, d'une
part, une barrière d'isolation thermique constituée de blocs d'isolation
(1), (13) en forme de parallélépipèdes rectangles, juxtaposés selon des
rangées parallèles, un bloc d'isolation (1,13) d'une barrière d'isolation
thermique comportant une couche de mousse de matière plastique
15 enserrée entre deux plaques rigides isolantes (13a, 303) qui délimitent
ledit bloc d'isolation, lesdites deux plaques rigides étant sensiblement
parallèles à la paroi porteuse dans la zone au droit de laquelle elles se
trouvent, et, d'autre part, une barrière d'étanchéité disposée sur
chacune des barrières d'isolation thermique, la barrière d'isolation
20 thermique de l'élément secondaire étant solidarisée de la paroi
porteuse, la barrière d'isolation thermique de l'élément primaire étant
solidarisé de l'élément secondaire de la cuve par des moyens
d'accrochage liés à la barrière d'isolation thermique dudit élément
secondaire, et permettant de plaquer les blocs d'isolation primaire de
25 l'élément primaire de la paroi de cuve sur les blocs d'isolation
secondaire de l'élément secondaire de ladite paroi de cuve,
caractérisée en ce que lesdits moyens d'accrochage comportent :

une plaque métallique (301, 401, 100b, 501) fixée dans un lamage
d'une plaque rigide (13a, 303) d'un bloc d'isolation primaire (13)

recouvrant la barrière d'étanchéité secondaire (502, 304), le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire (502, 304), ladite plaque métallique (301, 401, 100b, 501) comportant au moins une zone de retenue,

5 un organe saillant (310, 108b, 408b, 504), qui est lié par sa base à un bloc d'isolation secondaire (1) situé au droit de la plaque métallique, et

un élément de liaison reliant ladite zone de retenue de la plaque métallique (301, 401, 100b, 501) avec l'organe saillant (310), l'élément de liaison comportant une zone de retenue en prise avec un empilement de rondelles élastiques engagées sur l'organe saillant (310), un écrou (314) étant vissé au-dessus de l'empilement de rondelles élastiques

15 ledit organe saillant ayant une tête fileté pour coopérer avec ledit écrou (314, 109b, 409b, 505), dont le vissage exerce sur la zone de retenue de la plaque métallique, par l'intermédiaire de l'élément de liaison, une force en direction de la paroi porteuse (3),

et en ce que quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent, chacun au niveau d'un coin adjacent aux trois autres blocs d'isolation primaires, une plaque métallique (301, 401, 100b, 501) fixée dans un lamage d'une plaque rigide (13a, 303) du bloc d'isolation primaire (13) recouvrant la barrière d'étanchéité secondaire (502, 304), le lamage étant du côté de la barrière d'étanchéité secondaire (502, 304), ladite plaque métallique (301, 401, 100b, 501) comportant au moins une zone de retenue.

2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle l'élément de liaison est un bras de liaison (305).

3. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle lesdits moyens d'accrochage comportent en tant qu'élément de liaison une platine cruciforme (416) comprenant quatre bras de liaison reliant

30

respectivement ladite zone de retenue de la plaque (401) d'un bloc d'isolation primaire avec l'organe saillant (408b), la zone de retenue de la platine cruciforme (416) étant en prise avec l'organe saillant (310), l'écrou (314) étant vissé au-dessus de la zone de retenue de ladite platine cruciforme (416).

4. Cuve selon la revendication 3, dans laquelle chaque branche de la platine cruciforme (416) comporte une zone de cintrage (417) pour que le maintien des blocs d'isolation primaire (13) se fasse élastiquement.

5. Cuve selon la revendication 2 ou 3, dans laquelle la zone de retenue de la plaque métallique (301, 401) comporte un plot (306) fileté, soudé sur la plaque métallique (301, 401) qui traverse une portion d'extrémité du bras de liaison et un écrou (307, 197) coopère avec le filetage du plot (306) pour fixer la portion d'extrémité du bras de liaison au bloc d'isolation primaire (315).

6. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle la plaque métallique d'un bloc d'isolation primaire comporte un disque (100b) disposé dans le lamage de la plaque rigide (13a) du bloc d'isolation primaire (13), et une patte (450) en tant qu'élément de liaison qui fait saillie hors du lamage tout en restant dans le plan du disque (100b), la patte (450) étant fusionnée avec la plaque métallique de sorte que l'extrémité de ladite patte (450) constitue à la fois la zone de retenue de la patte (450) et la zone de retenue de la plaque métallique, ladite zone de retenue supportant un empilement (199) de rondelles élastiques engagées sur l'organe saillant (108b), la base de l'empilement de rondelles étant un disque crénelé (451), dont les créneaux permettent le passage de ladite patte (450).

7. Cuve selon la revendication 6, dans laquelle les créneaux du disque crénelé (451) permettent le passage des quatre pattes (450) correspondant aux quatre blocs d'isolation primaire (13).

8. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle les plaques métalliques (501) fixées respectivement dans le lamage de la plaque rigide (13a, 303) des quatre blocs d'isolation primaires adjacents comportent à chaque fois un perçage central,

5 dans laquelle lesdits moyens d'accrochage comportent en tant qu'élément de liaison une plaque-entretoise (503) percée en son centre pour être traversée par l'organe saillant (504) constitué par un goujon fileté à son extrémité libre pour coopérer avec un écrou (505), la base du goujon étant soudée au centre d'un plateau vissé dans un
10 lamage de plaque rigide d'un bloc d'isolation secondaire, ledit plateau étant recouvert par la barrière d'étanchéité secondaire (502), qui est soudée sur lui tout autour du goujon pour assurer l'étanchéité secondaire, le serrage de l'écrou (505) du goujon exerçant sur la plaque-entretoise (503), par l'intermédiaire d'un
15 empilement de rondelles élastiques (506), une force en direction de la paroi porteuse, pour plaquer la plaque-entretoise sur la barrière d'étanchéité secondaire, la plaque-entretoise (503) comportant quatre goujons secondaires (599) engagés respectivement dans le perçage central des quatre plaques métalliques (501), des écrous secondaires (598) étant vissés sur les goujons secondaires (599) pour
20 serrer à chaque fois la plaque métallique (501) en direction de la plaque-entretoise (503).

9. Cuve selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle les tôles de la membrane métallique comportent chacune au moins
25 deux ondulations orthogonales (12a; 12b, 16a, 16b) parallèles aux côtés des blocs d'isolation thermique (1,13), lesdites ondulations étant insérées dans les interstices (10) ménagés entre les blocs d'isolation.

10. Cuve selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle les tôles métalliques adjacentes (11,15) d'une barrière d'étanchéité
30 sont soudées à recouvrement.

11. 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 10 disposée dans la double coque.

5 12. Utilisation d'un navire (70) selon la revendication 11 pour le chargement ou déchargement d'un produit liquide froid, dans laquelle on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

10 13. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 11, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un
15 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.

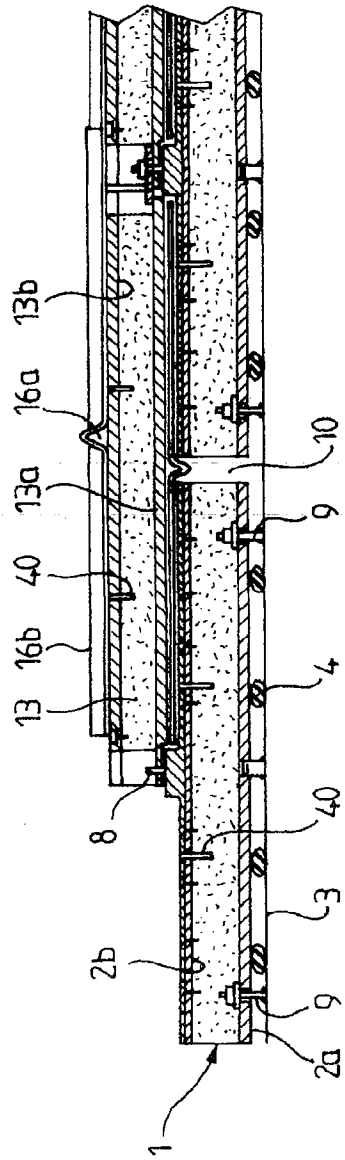
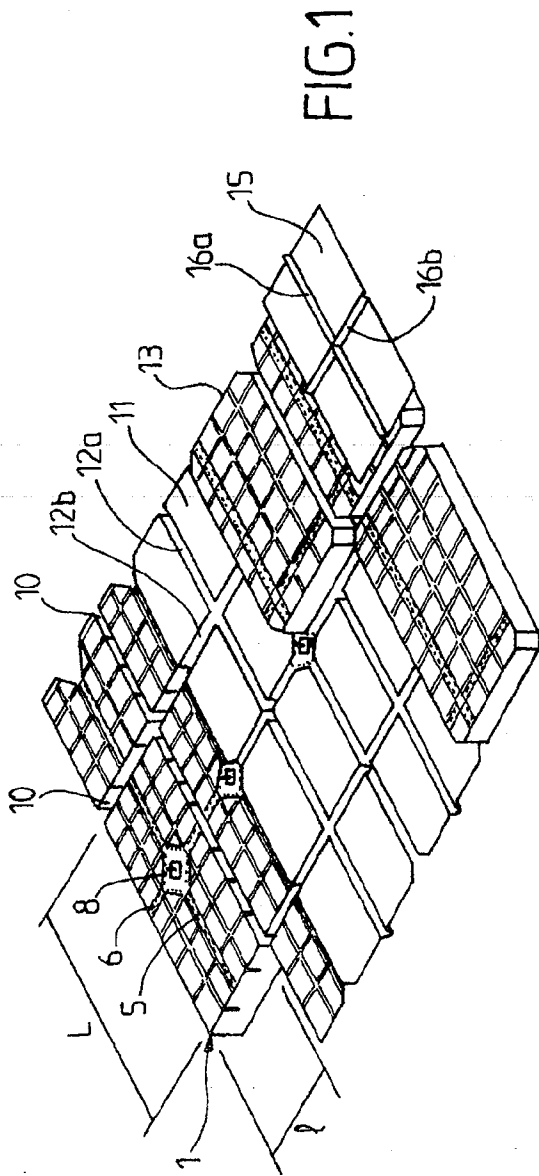


FIG. 2

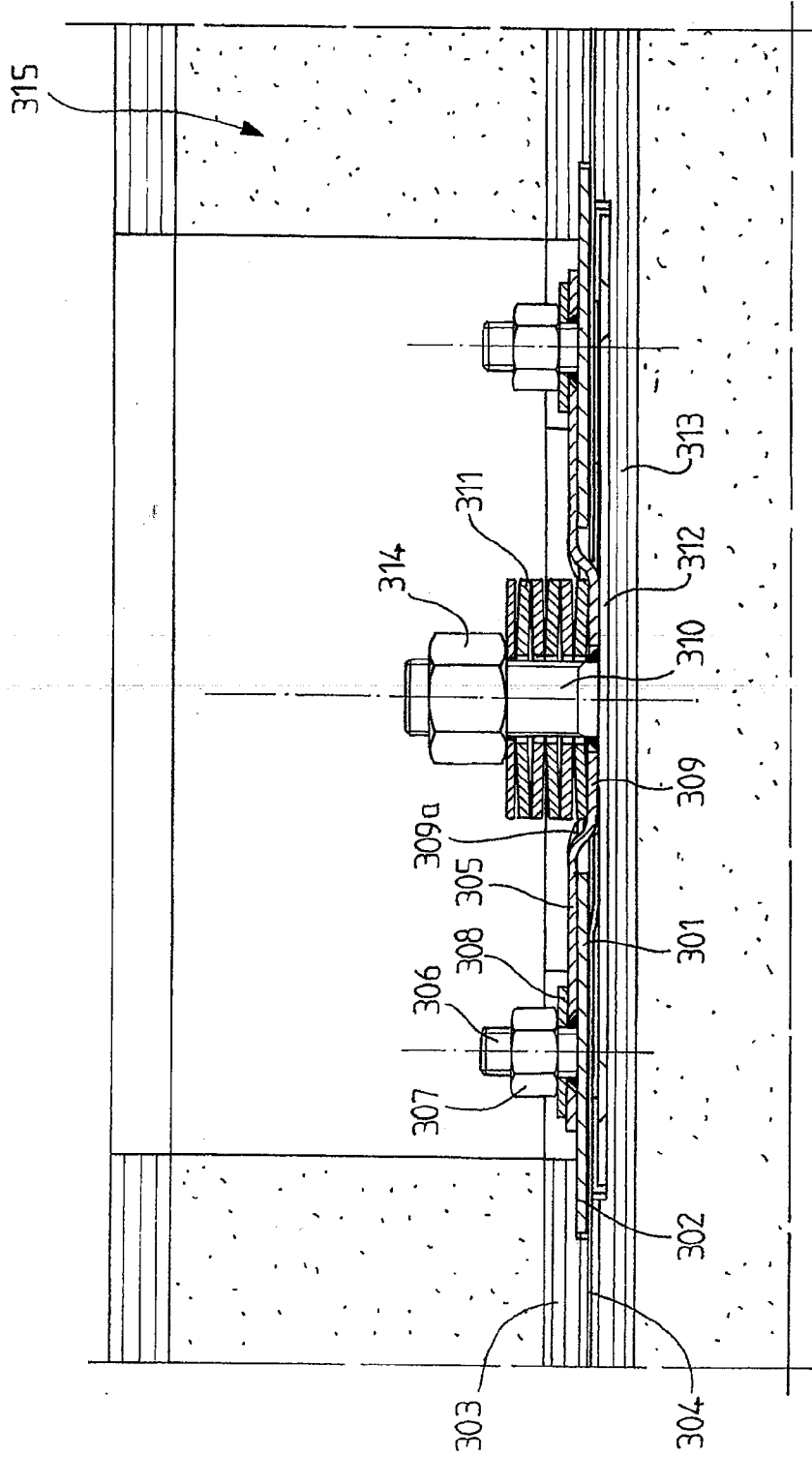


FIG.3

3/6

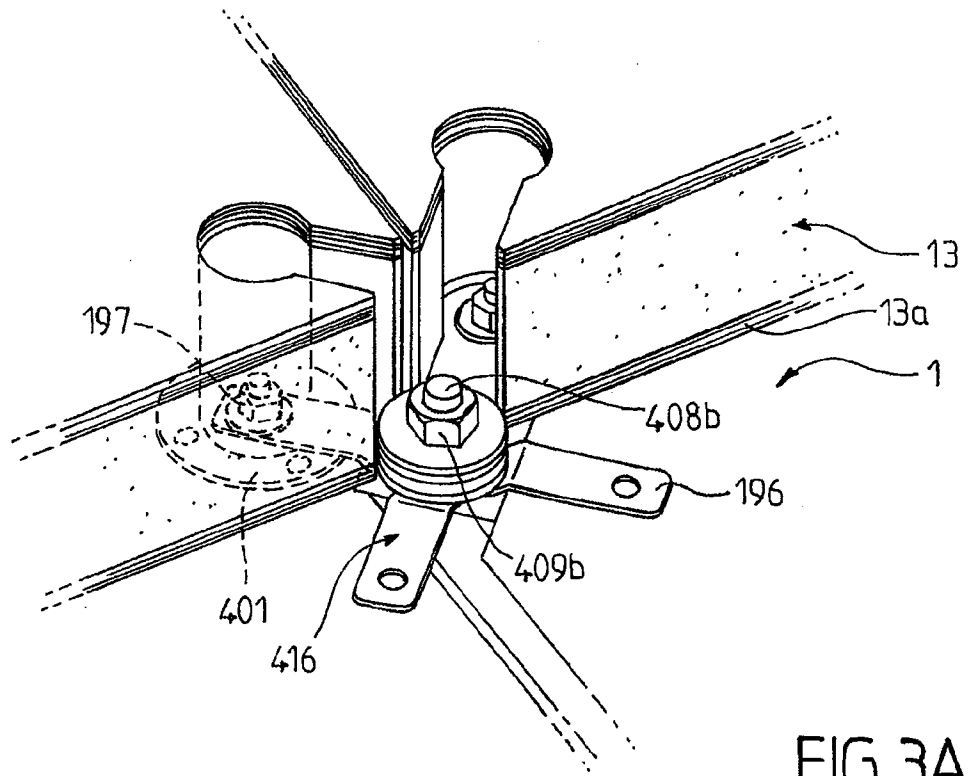


FIG. 3A

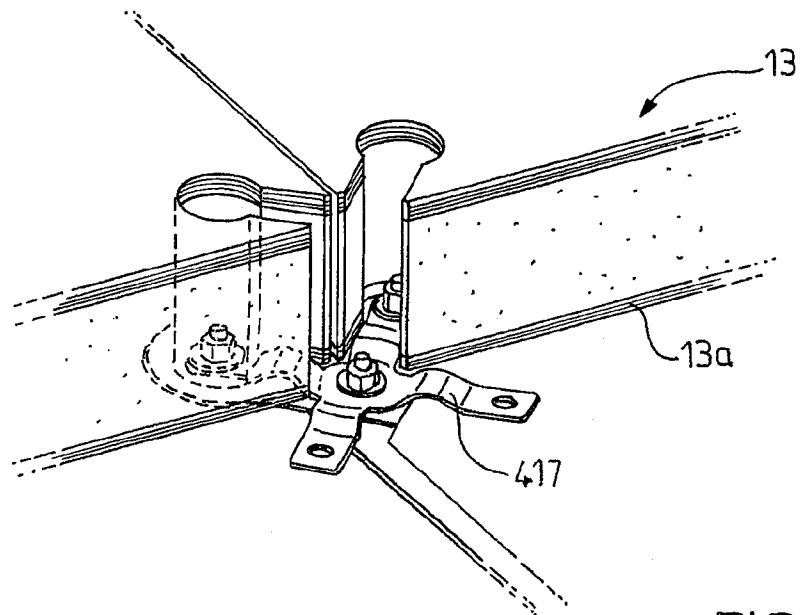


FIG. 3B

4/6

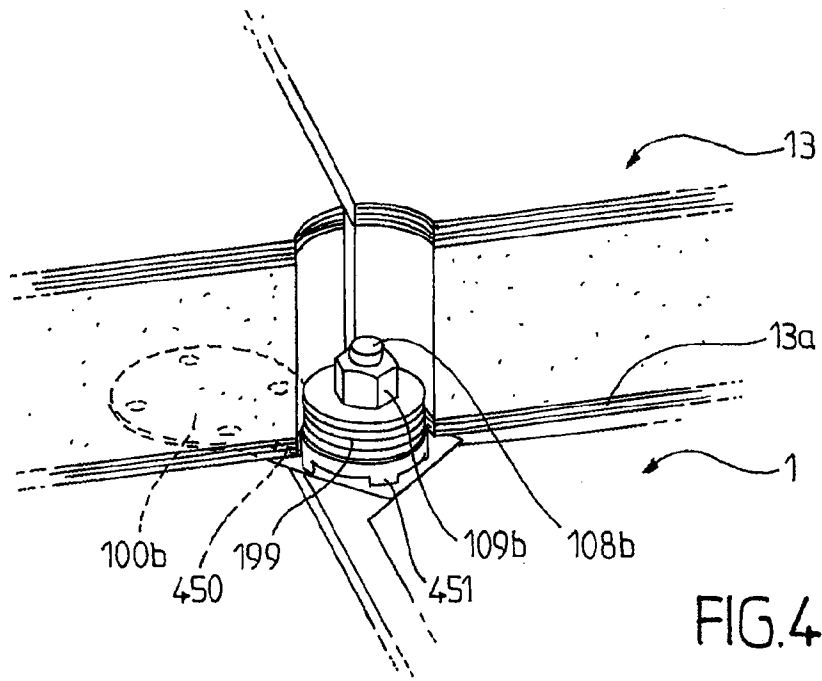


FIG. 4

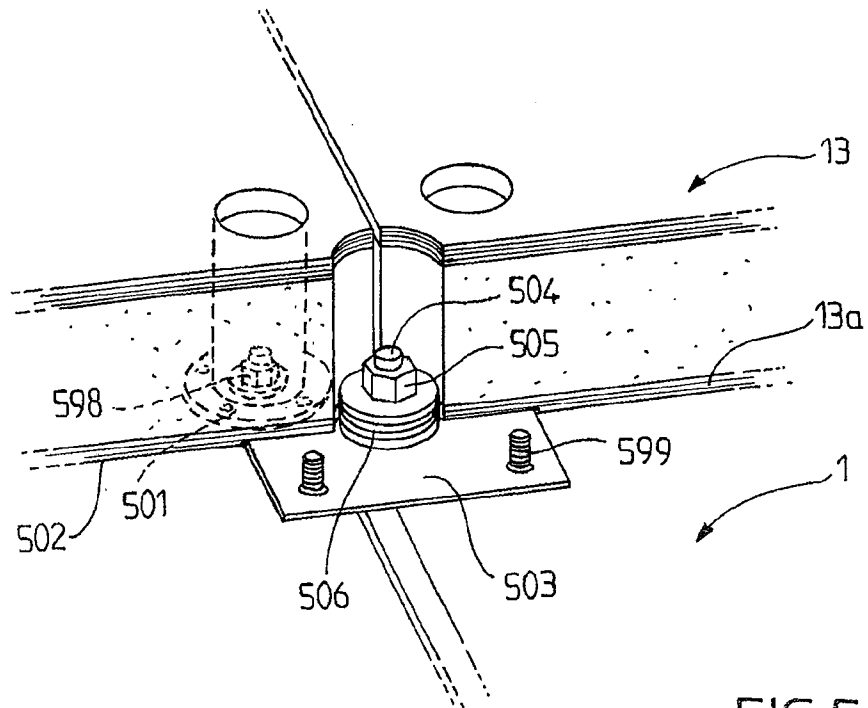
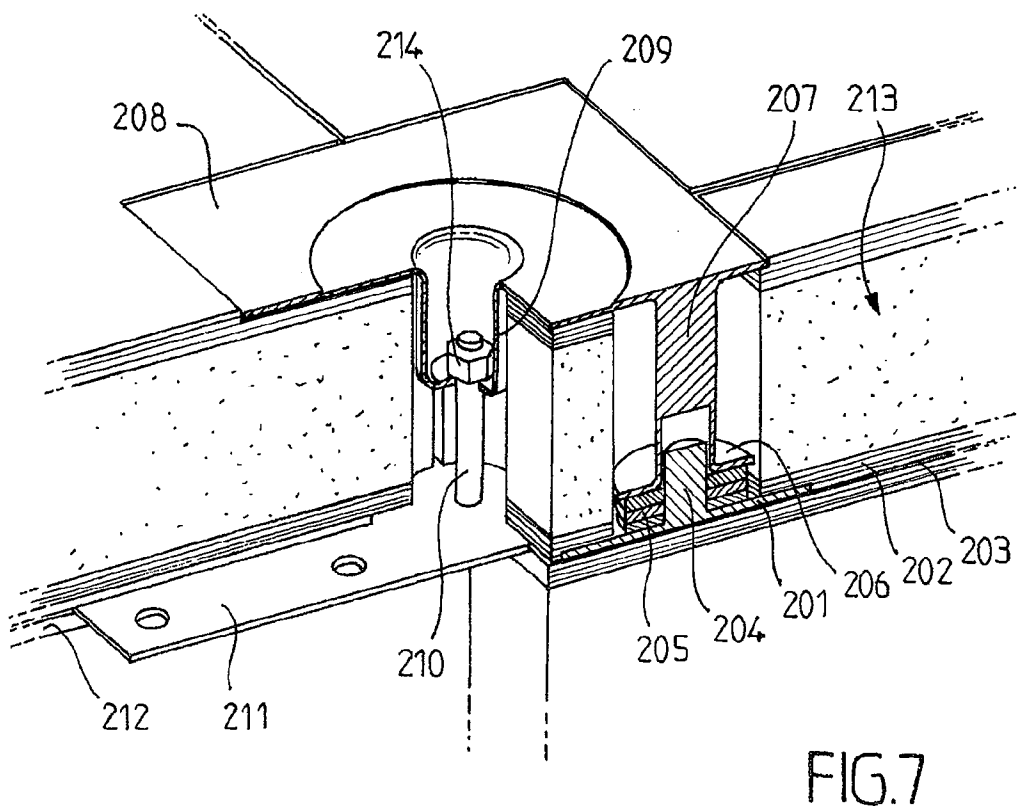
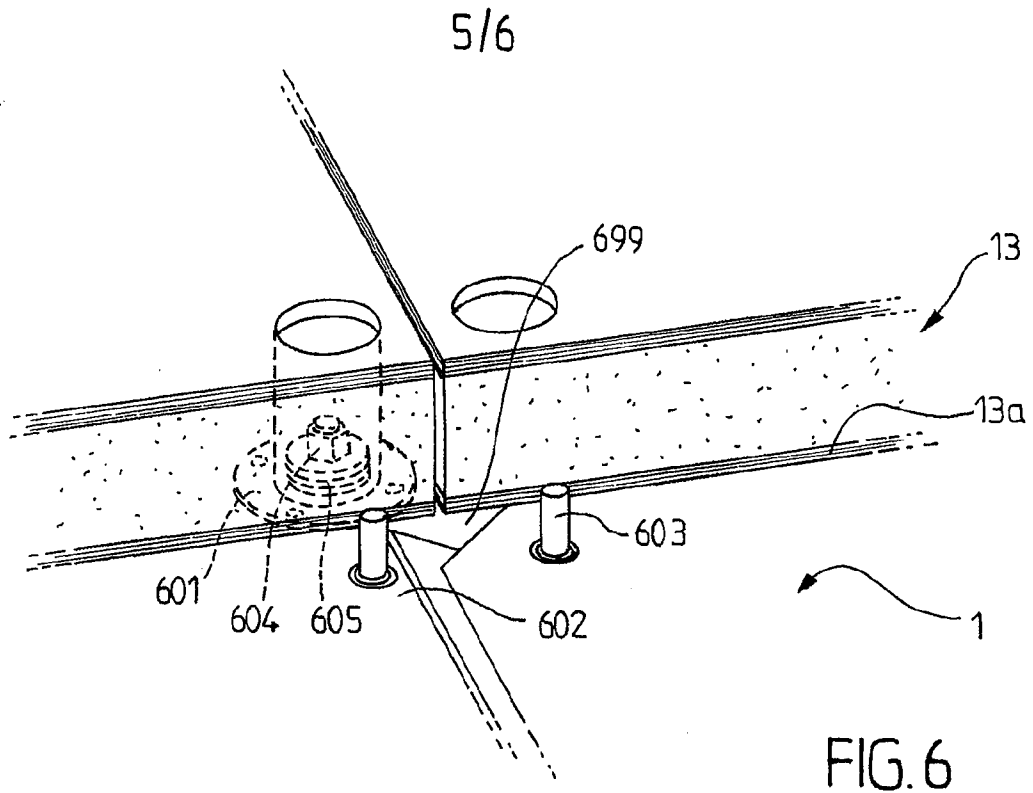


FIG. 5



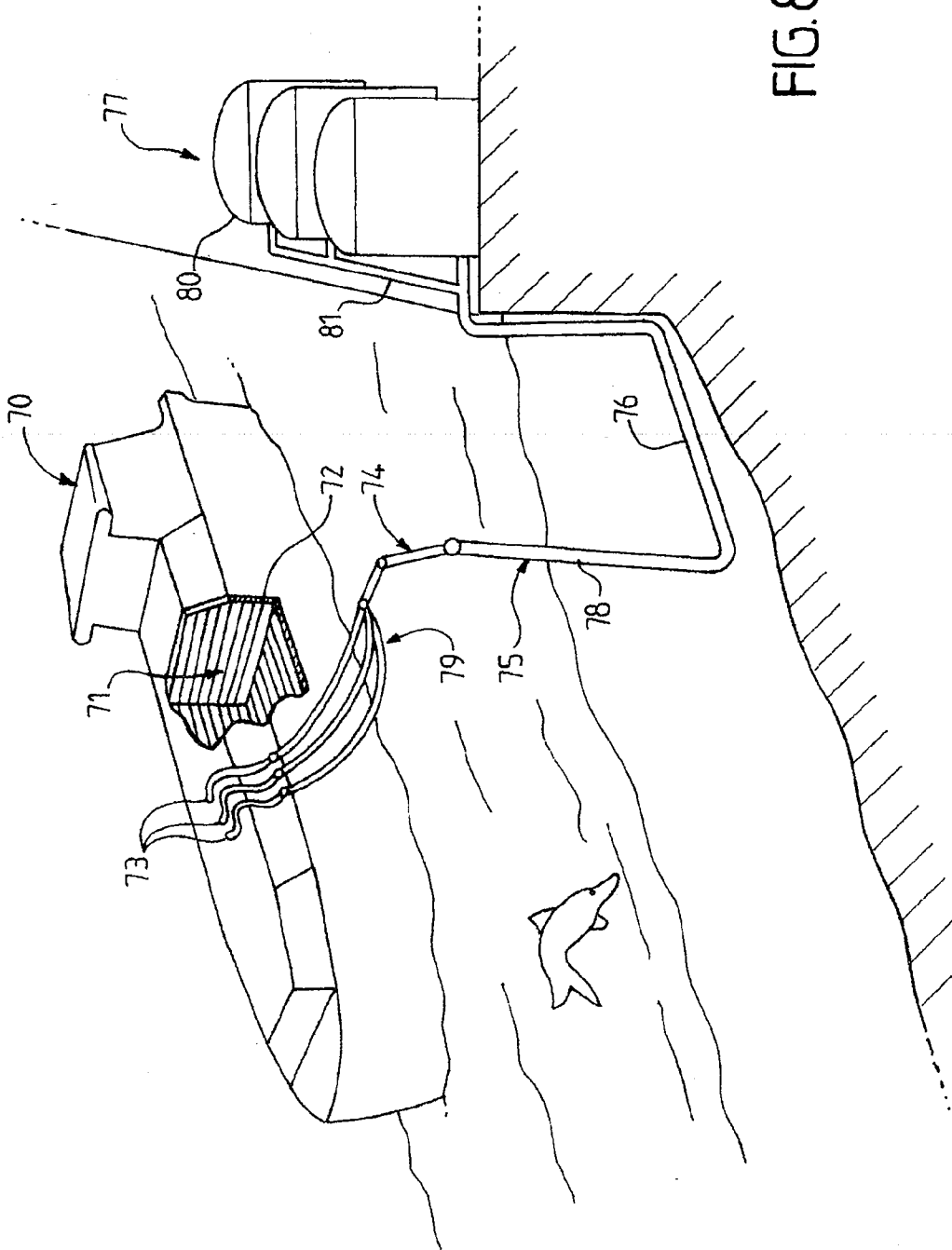


FIG. 8