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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
11 juin 2020 (11.06.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/115406 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 3/02 (2006.01) *F17C 13/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/052856

(22) Date de dépôt international :
29 novembre 2019 (29.11.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1872470 06 décembre 2018 (06.12.2018) FR

(71) Déposant : **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ** [FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR).

(72) Inventeurs : **DELANOE, Sébastien** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR). **BOUGAULT, Johan** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR).

(74) Mandataire : **LOYER & ABELLO** ; 9 RUE ANATOLE DE LA FORGE, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) **Title:** SEALED AND THERMALLY INSULATING TANK

(54) **Titre :** CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

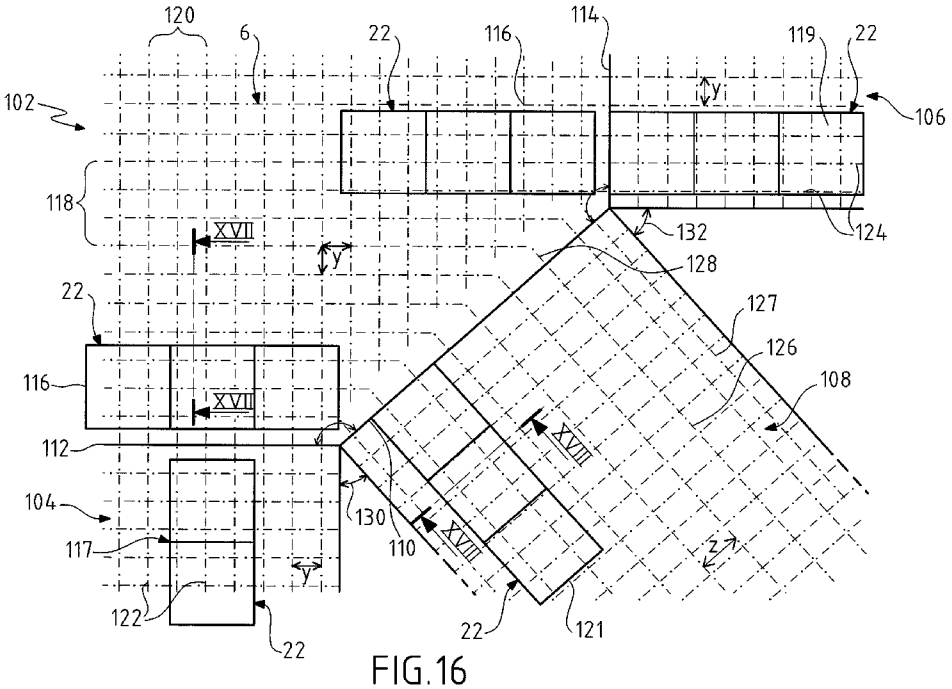


FIG.16

(57) **Abstract:** The invention relates to a sealed and thermally insulating tank in which the sealing membrane of the end wall (102) has a first set of corrugations (118) that are parallel to the second wall (104, 106) and spaced apart at a first wave spacing y and a second set of corrugations (120) that are perpendicular to the second wall and spaced apart at the first wave spacing y, the sealing membrane of each longitudinal wall having a plurality of longitudinal corrugations, the longitudinal corrugations (126) of the first wall (108) being spaced apart at a second wave spacing z greater than the first wave spacing y and being connected continuously to one of the first and second sets of corrugations (120, 118) of the end wall by a corner arrangement, and wherein the angle (130, 132) between a plane of the first wall (108) and a plane of the second wall (104, 106) and a ratio between the first wave spacing y and the second wave spacing

WO 2020/115406 A1

[Suite sur la page suivante]

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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

Publiée:

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

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

z are defined in a mutually corresponding manner.

(57) Abrégé : L'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle la membrane étanche de la paroi d'extrémité (102) comporte une première série d'ondulations (118) parallèles à la deuxième paroi (104), 106) et espacées d'un premier pas d'ondes y et une deuxième série d'ondulations (120) perpendiculaires à la deuxième paroi et espacées du premier pas d'ondes y, la membrane étanche de chaque paroi longitudinale comportant une pluralité, les ondulations longitudinales (126) de la première paroi (108) étant espacées d'un deuxième pas d'ondes z supérieur au premier pas d'ondes y et raccordées continûment à l'une des première et deuxième séries d'ondulations (120,118) de la paroi d'extrémité par un arrangement d'angle, et dans laquelle l'angle (130,132) entre un plan de la première paroi (108) et un plan de la deuxième paroi (104, 106) et un rapport entre le premier pas d'ondes y et le deuxième pas d'ondes z sont définis en correspondance l'un avec l'autre.

Description

Titre de l'invention : Cuve étanche et thermiquement isolante

Domaine technique

[1] L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un gaz liquéfié.

[2] Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -163°C. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

[3] Le document WO-A-89/09909 divulgue une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz naturel liquéfie agencée dans une structure porteuse et dont les parois présentent une structure multicouche, à savoir de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire ancrée contre la structure porteuse, une membrane étanche secondaire qui est supportée par la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire qui est supportée par la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire qui est supportée par la barrière thermiquement isolante primaire et qui est destinée à être contact avec le gaz naturel liquéfie stocké dans la cuve. La barrière isolante primaire comporte un ensemble de plaques rigides qui sont maintenues au moyen des supports de soudure de la membrane étanche secondaire.

[4] Dans un mode de réalisation, la membrane étanche primaire est formée par un assemblage de tôles rectangulaires comportant des ondulations selon deux directions perpendiculaires, lesdites tôles étant soudées entre elles à recouvrement et étant soudées par leurs bords sur des bandes métalliques fixées dans des feuillures le long des bords des plaques de la barrière isolante primaire.

Résumé

[5] Une idée à la base de l'invention consiste à fournir une paroi de cuve cumulant les avantages d'une membrane secondaire formée de virures parallèles, dont la robustesse a été prouvée par l'expérience, et d'une membrane primaire ondulée, qui peut présenter

une très bonne tenue aux indentations accidentelles et aux autres sollicitations, résultant par exemple de la contraction thermique, des mouvements de la cargaison et/ou de la déformation de la poutre navire à la mer.

[6] Une autre idée à la base de l'invention consiste à fournir une paroi de cuve qui soit relativement facile à fabriquer et qui permettent d'utiliser différents types de membranes étanches ondulées en tant que membrane primaire.

[7] Une autre idée à la base de l'invention consiste à fournir une cuve qui permette d'utiliser des panneaux isolants identiques ou similaires sur les différentes parois de cuve tout en facilitant la continuité des ondulations entre des parois adjacentes.

[8] Pour cela, l'invention propose une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, notamment une structure porteuse polyédrique, la cuve comportant une ou plusieurs parois de cuve fixées sur une ou plusieurs parois porteuses de la structure porteuse.

[9] Selon un mode de réalisation, les parois de cuve comportent une paroi d'extrémité transversale et une pluralité de parois longitudinales reliées à la paroi d'extrémité, la pluralité de parois comportant une première paroi reliée à la paroi d'extrémité au niveau d'une première arête et une deuxième paroi adjacente à la première paroi et reliée à la paroi d'extrémité au niveau d'une deuxième arête,

chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité comportant une membrane étanche destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve et une barrière isolante agencée entre la membrane étanche et la structure porteuse,

la barrière isolante des parois longitudinales comporte des rangées de panneaux isolants orientées longitudinalement et juxtaposées selon un motif répété et la barrière isolante de la paroi d'extrémité comporte des rangées de panneaux isolants orientées selon une direction parallèle ou perpendiculaire à la deuxième paroi et juxtaposées selon un motif répété,

la membrane étanche de la paroi d'extrémité comportant une première série d'ondulations parallèles à la deuxième paroi et espacées d'un premier pas d'ondes y et une deuxième série d'ondulations perpendiculaires à la deuxième paroi et espacées du premier pas d'ondes y,

la membrane étanche de chaque paroi longitudinale comportant une pluralité d'ondulations longitudinales, les ondulations longitudinales de la deuxième paroi étant espacées dudit premier pas d'ondes y et raccordées continûment à la deuxième série d'ondulations de la paroi d'extrémité au niveau de la deuxième arête, les ondulations

longitudinales de la première paroi étant espacées d'un deuxième pas d'ondes z supérieur au premier pas d'ondes y et raccordées continûment à l'une des première et deuxième séries d'ondulations de la paroi d'extrémité par un arrangement d'angles situé au niveau de la première arête et comportant une pluralité d'ondulations de déviation,

et l'angle entre un plan de la première paroi et un plan de la deuxième paroi et le rapport entre le premier pas d'ondes y et le deuxième pas d'ondes z sont définis en correspondance l'un avec l'autre.

[10] Selon des modes de réalisation avantageux, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[11] Selon un mode de réalisation, le rapport entre le deuxième pas d'ondes z et le premier pas d'ondes y est égal au sinus ou cosinus de l'angle entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi.

[12] Selon un mode de réalisation, le motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité et le motif répété des rangées de panneaux isolants de la première paroi présentent une même dimension prédéfinie,

et l'angle entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi est choisi de manière que ladite dimension du motif répété est, d'une part, un premier multiple entier n1 du premier pas d'ondes y, et d'autre part, un deuxième multiple entier n2, inférieur au premier multiple n1, du deuxième pas d'ondes z,

ledit angle étant une fonction de l'arccosinus ou de l'arcsinus du rapport entre le deuxième multiple entier n2 et le premier multiple entier n1. Par exemple n2/n1 = 2/3. Cet agencement de l'angle permet d'obtenir une même dimension du motif répété tout en étant un multiple du pas d'ondes quel que soit la paroi de la cuve. Un avantage de cet agencement est d'obtenir une cuve qui permet d'utiliser des panneaux isolants identiques sur la première paroi et la paroi d'extrémité, voire aussi sur la deuxième paroi. Un autre avantage de cet agencement est d'obtenir une cuve plus simple et moins à couteuse à fabriquer.

[13] Selon un mode de réalisation, les rangées de panneaux de la paroi d'extrémité sont perpendiculaires à la deuxième paroi et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la première série d'ondulations de la paroi d'extrémité,

et dans laquelle l'angle entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi est égal à l'arccosinus du rapport entre le deuxième multiple n2 et le premier multiple n1.

[14] Selon un mode de réalisation, les rangées de panneaux de la paroi d'extrémité sont parallèles à la deuxième paroi et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la deuxième série d'ondulations de la paroi d'extrémité,

et l'angle entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi est égal à l'arcsinus du rapport entre le deuxième multiple n2 et le premier multiple n1.

[15] Le choix d'un angle entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi dont le cosinus ou le sinus est le nombre rationnel n2/n1 peut constituer une exigence difficile à satisfaire dans certaines situations. Selon un autre mode de réalisation qui laisse plus de liberté quant à la définition de cet angle, par exemple pour une valeur de 45° ou tout autre valeur, la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité est différente de, en particulier supérieure à, la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la première paroi.

[16] Selon un mode de réalisation, la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité est un multiple entier du premier pas d'ondes y.

[17] Selon un mode de réalisation, la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la première paroi est un multiple entier du deuxième pas d'ondes z.

[18] Selon un mode de réalisation, la deuxième paroi est horizontale et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la première série d'ondulations de la paroi d'extrémité.

Dans ce cas, dans la première paroi, la membrane peut comprendre en outre au moins une ondulation longitudinale supplémentaire adjacente à un bord de la première paroi raccordée continûment à une ondulation de la deuxième série d'ondulations de la paroi d'extrémité. Ainsi, la distance maximale entre deux ondulations continues peut être maintenue inférieure à un certain seuil y compris à l'interface entre deux parois longitudinales adjacentes.

[19] Selon un mode de réalisation, la deuxième paroi est verticale et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la première série d'ondulations de la paroi d'extrémité.

[20] Selon un mode de réalisation, une ondulation de déviation présente une première extrémité située dans le prolongement d'une ondulation longitudinale et une deuxième extrémité située dans le prolongement d'une ondulation de la première série d'ondulations ou de la deuxième série d'ondulations.

[21] Les parois de cuve peuvent éventuellement comporter une unique membrane étanche et une unique barrière isolante, selon la nature de la cargaison à stocker. Les parois de cuve peuvent aussi comporter plusieurs membranes étanches alternées avec plusieurs barrières isolantes. Selon un mode de réalisation correspondant, la membrane étanche est une membrane primaire et la barrière isolante est une barrière isolante primaire, et chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité comporte en outre une membrane étanche secondaire, agencée entre la membrane étanche primaire et la structure porteuse, et une barrière isolante secondaire, agencée entre la membrane secondaire et la structure porteuse, ladite barrière isolante secondaire comprenant des rangées secondaires de panneaux isolants orientées dans une même direction que les rangées primaires de ladite paroi et juxtaposées selon un motif répété,

la membrane secondaire comprenant une pluralité de virures parallèles entre elles, chacune des virures comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure des panneaux secondaires et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, la distance entre les deux bords étant la dimension de la virure,

les virures et les rangées secondaires de la paroi d'extrémité sont horizontales, et les virures et les rangées secondaires des parois longitudinales sont orientées longitudinalement,

et la dimension du motif répété des rangées primaires et la dimension du motif répété des rangées secondaires sont égales sur chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité.

[22] Selon un mode de réalisation, les virures et les rangées secondaires de la paroi d'extrémité sont horizontales, et les virures et les rangées secondaires des parois longitudinales sont orientées longitudinalement.

[23] Selon un mode de réalisation, la dimension du motif répété des rangées primaires et la dimension du motif répété des rangées secondaires sont égales sur chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité.

[24] Selon un mode de réalisation, dans la première paroi, la dimension du motif répété des panneaux secondaires est un multiple entier de la dimension des virures.

[25] Selon un mode de réalisation, dans la paroi d'extrémité et/ou la deuxième paroi, la dimension du motif répété des panneaux secondaires est un multiple entier de la dimension des virures.

[26] Selon un mode de réalisation, dans la première paroi et/ou la paroi d'extrémité et/ou la deuxième paroi, le deuxième pas d'ondes et la dimension des virures sont égaux.

[27] L'invention fournit aussi une structure de paroi de cuve qui peut être employée pour réaliser chacune des parois longitudinales et la paroi d'extrémité ou pour certaines de ces parois de cuve.

[28] Selon un mode de réalisation correspondant, la paroi de cuve, notamment la première paroi, la deuxième paroi et/ou la paroi d'extrémité, comporte une membrane étanche primaire destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve, une membrane étanche secondaire agencée entre la membrane étanche primaire et la paroi porteuse, une barrière isolante primaire agencée entre la membrane étanche primaire et la membrane étanche secondaire et une barrière isolante secondaire agencée entre la membrane étanche secondaire et la paroi porteuse,

la barrière isolante secondaire comporte une pluralité de rangées secondaires parallèles à une première direction, une rangée secondaire comportant une pluralité de panneaux isolants secondaires parallélépipédiques juxtaposés, les rangées secondaires étant juxtaposées dans une deuxième direction perpendiculaire à la première direction selon un motif répété,

la membrane étanche secondaire comporte une pluralité de virures parallèles à la première direction, en alliage à faible coefficient de dilatation, dont le coefficient de dilatation est par exemple inférieur ou égal à 7.10-6 K-1, une virure comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure des panneaux isolants secondaires et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale, les virures étant juxtaposées dans la deuxième direction selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche au niveau des bords relevés, des ailes d'ancrage ancrées aux panneaux isolants secondaires et parallèles à la première direction étant agencées entre les virures juxtaposées pour retenir la membrane étanche secondaire sur la barrière isolante secondaire,

dans laquelle la dimension du motif répété des rangées secondaires est un multiple entier de la dimension d'une virure dans la deuxième direction,

dans laquelle la paroi porteuse porte des organes de retenue secondaires disposés au niveau des interfaces entre les rangées secondaires et coopérant avec les panneaux isolants secondaires pour retenir les panneaux isolants secondaires sur la paroi porteuse,

et dans laquelle la barrière isolante primaire comporte une pluralité de rangées primaires parallèles à la première direction, une ou chaque rangée primaire comportant une pluralité de panneaux isolants primaires parallélépipédiques juxtaposés et étant par exemple

superposée à une rangée secondaire ou à cheval sur au moins deux rangées secondaires, les rangées primaires étant juxtaposées dans la deuxième direction selon un motif répété, la dimension du motif répété des rangées primaires étant égale à la dimension du motif répété des rangées secondaires dans la deuxième direction.

[29] Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est une paroi longitudinale et la première direction est une direction longitudinale.

[30] Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est une paroi d'extrémité et la première direction est parallèle ou perpendiculaire à ladite deuxième paroi.

[31] Selon un mode de réalisation, des organes de retenue primaires, par exemple portés par les organes de retenue secondaires ou par les panneaux isolants secondaires, sont disposés au niveau des interfaces entre les rangées primaires et coopèrent avec les panneaux isolants primaires pour retenir les panneaux isolants primaires sur la membrane étanche secondaire.

[32] Selon un mode de réalisation, les rangées primaires sont décalées dans la deuxième direction d'une fraction, par exemple de la moitié, de la dimension du motif répété des rangées secondaires par rapport aux rangées secondaires. Grâce à un tel décalage, il est possible de limiter ou supprimer les alignements verticaux entre organes de retenue primaires et organes de retenue secondaires, ce qui limite les occurrences de ponts thermiques occasionnés par ces alignements.

[33] Un autre avantage du décalage des rangées primaires dans la première et/ou la deuxième direction est d'obtenir une répartition plus uniforme des efforts passant à travers les membranes et l'isolation primaire et se répercutant sur les panneaux isolants secondaires et la paroi porteuse. En effet, dans ce cas, un effort de pression s'exerçant sur un panneau isolant primaire est réparti sur plusieurs, par exemple deux ou quatre, panneaux isolants secondaires sous-jacents.

[34] Selon un mode de réalisation, les interfaces entre les panneaux isolants primaires au sein d'une rangée primaire sont décalés dans la première direction par rapport aux interfaces entre les panneaux isolants secondaires au sein des deux rangées secondaires sur lesquelles la rangée primaire est superposée.

[35] De préférence dans ce cas, les organes de retenue primaires sont portés par les panneaux isolants secondaires à distance des bords des panneaux isolants secondaires, par exemple aux centres des panneaux isolants secondaires.

[36] De tels organes de retenue primaires peuvent être prévus sur tous les organes de retenue secondaires ou sur tous les panneaux isolants secondaires, par exemple si le

panneau isolant primaire présente les mêmes dimensions que le panneau isolant secondaire, ou sur certains des organes de retenue secondaires ou certains des panneaux isolants secondaires, par exemple si le panneau isolant primaire est plus long que le panneau isolant secondaire ou si le panneau isolant primaire est décalé uniquement dans la première direction.

[37] Selon un mode de réalisation, un organe de retenue primaire comporte une platine fixée à une plaque de couvercle du panneau isolant secondaire sous la membrane étanche secondaire et une tige attachée à ladite platine, fixement ou avec un jeu horizontal, et traversant de manière étanche la membrane étanche secondaire en direction de la barrière isolante primaire.

[38] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire présente des premières ondulations parallèles à la première direction et disposées selon un motif répété dans la deuxième direction et des portions planes situées entre les premières ondulations et reposant sur une surface supérieure des panneaux isolants primaires, et la dimension du motif répété des rangées primaires est un multiple entier de la dimension du motif répété des premières ondulations, à savoir un multiple entier du pas d'onde y ou z, la membrane étanche primaire comportant une pluralité de rangées de tôles parallèles à la première direction, une rangée de tôles comportant une pluralité de tôles rectangulaires soudées ensemble de manière étanche par des zones de bord, sans ou avec recouvrement mutuel, les rangées de tôles étant juxtaposées dans la deuxième direction et soudées ensemble de manière étanche, la dimension d'une rangée de tôles dans la deuxième direction étant égale à un multiple entier de la dimension du motif répété des rangées primaires.

[39] Le motif répété des premières ondulations peut être un motif répété comportant une ondulation, dans le cas d'un pas d'ondes régulier, ou plusieurs ondulations, dans le cas d'un pas d'onde irrégulier. Un motif répété comportant une seule ondulation signifie que les premières ondulations sont espacées d'un premier espacement régulier, autrement dit le pas d'ondes, dans la deuxième direction et que la dimension du motif répété est égale à ce premier espacement régulier. Dans ce cas, la dimension du motif répété des rangées primaires est un multiple entier dudit premier espacement régulier. Un motif répété comportant plusieurs ondulations signifie que l'espacement des ondulations n'est pas forcément régulier, mais que tous les espacements se répètent à un intervalle régulier, appelé dimension du motif répété des ondulations.

[40] Selon un mode de réalisation, les rangées de tôles sont décalées dans la deuxième direction par rapport aux rangées primaires de sorte que les jonctions soudées entre les

rangées de tôles soient situées à distance des interfaces entre les rangées primaires, c'est à dire notamment à distance des organes de retenue.

[41] Grâce à ces caractéristiques, les jonctions soudées entre les rangées de tôles de la membrane étanche primaire peuvent être essentiellement réalisées à distance des bords des panneaux isolants primaires parallèles à la première direction, donc sur une surface présentant un haut niveau de planéité. Il en résulte un moindre risque de variation locale des soudures et un plus haut niveau de qualité de la membrane obtenue.

[42] Selon un mode de réalisation, une rangée primaire comporte une pluralité de panneaux isolants primaires parallélépipédiques juxtaposés selon un motif répété et une rangée de tôles de la membrane étanche primaire comporte une pluralité de tôles rectangulaires juxtaposés selon un motif répété, la dimension du motif répété des tôles rectangulaires étant égale à un multiple entier de la dimension du motif répété des panneaux isolants primaires dans la première direction.

[43] Selon un mode de réalisation, les bords des tôles rectangulaires sont décalés dans la première direction par rapport aux bords des panneaux isolants primaires parallèles à la deuxième direction, de sorte que les jonctions soudées entre les tôles rectangulaires soient situées à distance des bords des panneaux isolants primaires parallèles à la deuxième direction.

[44] Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants primaires et/ou les panneaux isolants secondaires présentent une forme carrée.

[45] Le motif répété des rangées primaires et/ou le motif répété des rangées secondaires peut présenter ou non un interstice dans la deuxième direction. S'il y a un interstice entre deux rangées, la dimension du motif répété est égale à la somme de la dimension du panneau isolant primaire ou secondaire et la dimension de l'interstice.

[46] De la même manière, le motif répété des panneaux isolants primaires ou secondaires au sein une rangée primaire ou secondaire peut présenter ou non un interstice dans la première direction. S'il y a un interstice entre deux panneaux isolants primaires ou secondaires, la dimension du motif répété est égale à la somme de la dimension du panneau isolant primaire ou secondaire et la dimension de l'interstice.

[47] Selon un mode de réalisation, la dimension d'une virure dans la deuxième direction est un multiple entier dudit premier espacement régulier ou pas d'ondes. Ces caractéristiques facilitent la possibilité de choisir l'orientation des virures en fonction des exigences locales de l'application visée.

[48] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire présente aussi des deuxièmes ondulations parallèles à la deuxième direction et disposées selon un motif répété dans la première direction, les portions planes étant situées entre les premières ondulations et entre les deuxièmes ondulations.

[49] Le motif répété des deuxièmes ondulations peut être un motif répété comportant une ondulation ou plusieurs ondulations. Un motif répété comportant une seule ondulation signifie que les deuxièmes ondulations sont espacées d'un deuxième espacement régulier dans la première direction. Dans ce cas, le deuxième espacement régulier peut être égal ou différent du premier espacement régulier. Un motif répété comportant plusieurs ondulations signifie que l'espacement des ondulations n'est pas forcément régulier, mais que tous les espacements se répètent à un intervalle régulier, appelé dimension du motif répété des ondulations.

[50] Selon des modes de réalisation, les premières et deuxièmes ondulations peuvent être continues ou discontinues au niveau des intersections entre premières et deuxièmes ondulations. Grâce à des ondulations continues, il est possible de réaliser des canaux continus, par exemple pour la circulation d'un gaz neutre, entre la membrane étanche primaire et la barrière isolante primaire. Grâce à des ondulations discontinues, il est plus facile de former la tôle par emboutissage.

[51] Selon un mode de réalisation, la dimension du motif répété des panneaux isolants primaires est un multiple entier de la dimension du motif répété des deuxièmes ondulations, par exemple un multiple entier dudit deuxième espacement régulier.

[52] Selon un mode de réalisation, une tôle rectangulaire de la membrane étanche primaire présente une dimension dans la première direction sensiblement égale à un multiple entier de la dimension du motif répété des deuxièmes ondulations ou un multiple entier du deuxième espacement régulier. Un léger écart peut exister entre ces deux quantités, inférieur à la dimension du recouvrement entre deux tôles adjacentes.

[53] La membrane étanche primaire est retenue sur la barrière isolante primaire par des moyens d'ancrage qui peuvent être réalisés de différentes manières.

[54] Selon un mode de réalisation, les moyens d'ancrage comportent des bandes d'ancrage métalliques fixées sur les panneaux isolants primaires à des emplacements correspondant à des contours des tôles rectangulaires et sur lesquelles des zones de bord des tôles rectangulaires peuvent être soudées. Un panneau isolant primaire peut notamment comporter une bande d'ancrage pour fixer un bord rectiligne d'une ou

plusieurs tôles rectangulaires ou deux bandes d'ancrage sécantes pour fixer une zone coin d'une ou plusieurs tôles rectangulaires.

[55] Selon un mode de réalisation, les moyens d'ancrage comportent des inserts métalliques, par exemple en forme de disques, fixés sur les panneaux isolants primaires à des emplacements correspondant à zones de bord des panneaux isolants primaires distantes des contours des tôles rectangulaires et sur lesquels des zones centrales des tôles rectangulaires peuvent être soudées.

[56] Selon un mode de réalisation, un panneau isolant primaire comporte des fentes de relaxation creusées dans une direction d'épaisseur du panneau isolant primaire et débouchant sur une plaque de couvercle du panneau isolant primaire. Selon des modes de réalisation, une ou chaque bande d'ancrage métallique peut comporter plusieurs segments alignés, fixés sur la plaque de couvercle et séparés par les fentes de relaxation et/ou les inserts métalliques peuvent être fixés sur la plaque de couvercle entre les fentes de relaxation.

[57] Selon un mode de réalisation, au moins un des panneaux isolants comporte une plaque de fond reposant contre la structure porteuse ou la membrane étanche secondaire, une plaque intermédiaire disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle, une première couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre la plaque de fond et la plaque intermédiaire et une deuxième couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre la plaque intermédiaire et la plaque de couvercle. Une telle structure est avantageuse en ce qu'elle permet de limiter les efforts de flexion engendrés par la contraction différentielle des matériaux du panneau isolant.

[58] Selon un mode de réalisation, des évidements sont ménagés dans la deuxième couche de mousse polymère isolante de manière à ce que la plaque intermédiaire déborde par rapport à la deuxième couche de mousse polymère isolante et ménage ainsi l'une des zones d'appui pour les organes de retenue secondaires.

[59] Selon un mode de réalisation, la première couche de mousse polymère isolante présente, dans chacune des zones de coins du panneau isolant une découpe logeant un pilier qui s'étend entre la plaque de fond et la plaque intermédiaire. Ceci permet de limiter l'écrasement et le fluage de la mousse.

[60] Selon un autre mode de réalisation, au moins l'un des panneaux isolants comporte une plaque de fond, une plaque de couvercle et des voiles porteurs s'étendant, dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, entre la plaque de fond et la plaque de couvercle

et délimitant une pluralité de compartiments remplis d'une garniture isolante, telle que de la perlite.

[61] Selon un mode de réalisation, le fluide est un gaz liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié.

[62] Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

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

[64] Selon un mode de réalisation, la double coque comporte une coque interne formant la structure porteuse de la cuve.

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

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

Brève description des figures

[67] . 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.

[68] La figure 1 est une vue en perspective écorchée d'une paroi de cuve.

[69] La figure 2 est une vue en perspective d'un panneau isolant secondaire pouvant être utilisé dans la paroi de cuve.

[70] La figure 3 est une vue en perspective d'un panneau isolant primaire pouvant être utilisé dans la paroi de cuve.

[71] La figure 4 est une vue en perspective d'un dispositif de retenue pouvant coopérer avec des panneaux isolants primaires et des panneaux isolants secondaires afin de les retenir contre la structure porteuse.

[72] La figure 5 est une vue éclatée du dispositif de retenue de la figure 4.

[73] La figure 6 est une vue agrandie de la zone VI de la figure 1, montrant en outre des moyens d'ancrage de la membrane primaire selon un premier mode de réalisation.

[74] La figure 7 est une vue en coupe agrandie selon la ligne VII-VII de la figure 6.

[75] La figure 8 est une vue analogue à la figure 6, montrant en outre des éléments de pontage de la barrière isolante primaire.

[76] La figure 9 est une vue en coupe agrandie selon la ligne IX- IX de la figure 8.

[77] La figure 10 est une vue analogue à la figure 6, montrant des moyens d'ancrage de la membrane primaire selon un deuxième mode de réalisation.

[78] La figure 11 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

[79] La figure 12 est une vue en perspective écorchée d'une paroi de cuve selon un autre mode de réalisation.

[80] La figure 13 est une vue agrandie de la zone XIII de la figure 12, montrant en outre un organe d'ancrage primaire selon un mode de réalisation.

[81] La figure 14 est une vue en perspective d'une paroi de cuve selon un autre mode de réalisation.

[82] La figure 15 est une vue en perspective d'une coupe d'une cuve polyédrique.

[83] La figure 16 est une vue partielle en projection de la zone XVI de la figure 15 selon un premier mode de réalisation.

[84] La figure 17 est une vue en coupe selon la ligne XVII-XVII de la paroi d'extrémité de la figure 16 selon le premier mode de réalisation.

[85] La figure 18 est une vue en coupe selon la ligne XVIII-XVIII de la paroi de chanfrein de la figure 16 selon le premier mode de réalisation.

[86] La figure 19 est une vue en coupe selon la ligne XVII-XVII de la paroi d'extrémité de la figure 16 selon un deuxième mode de réalisation de la cuve.

[87] La figure 20 est une vue en coupe selon la ligne XVIII-XVIII de la paroi de chanfrein de la figure 16 selon le deuxième mode de réalisation.

[88] La figure 21 est une vue en perspective d'une paroi de chanfrein selon un troisième mode de réalisation.

Description des modes de réalisation

[89] Sur la figure 1, on a représenté la structure multicouche d'une paroi 1 d'une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL). Chaque paroi 1 de la cuve comporte successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 2 retenue à une paroi porteuse 3, une membrane étanche secondaire 4 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2, une barrière thermiquement isolante primaire 5 reposant contre la membrane étanche secondaire 4 et une membrane étanche primaire 6 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

[90] La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité de parois porteuses 3 définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

[91] La barrière thermiquement isolante secondaire 2 comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires 7 qui sont ancrés sur la paroi porteuse 3 au moyen de dispositifs de retenue 98 qui seront décrits de manière détaillée par la suite. Les panneaux isolants secondaires 7 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangés parallèles. Trois rangées sont indiquées par les lettres A, B et C. Des boudins de mastic 99 sont interposés entre les panneaux isolants secondaires 7 et la paroi porteuse 3 pour rattraper les écarts de la paroi porteuse 3 par rapport à une surface plane de référence. Un papier kraft est inséré entre boudins de mastic 99 et la paroi porteuse 3 pour empêcher une adhérence des boudins de mastic 99 sur la paroi porteuse 3.

[92] La figure 2 représente la structure d'un panneau isolant secondaire 7 selon un mode de réalisation. Le panneau isolant secondaire 7 comporte ici trois plaques, à savoir une plaque de fond 8, une plaque intermédiaire 9 et une plaque de couvercle 10. Les plaques de fond 8, intermédiaire 9 et de couvercle 10 sont par exemple réalisées en bois contreplaqué. Le panneau isolant secondaire 7 comporte également une première couche de mousse polymère isolante 11 prise en sandwich entre la plaque de fond 8 et la plaque intermédiaire 9 et une seconde couche de mousse polymère isolante 12 prise en sandwich entre la plaque intermédiaire 9 et la plaque de couvercle 10. La première et la deuxième couches de mousse polymère isolante 11, 12 sont respectivement collées sur la plaque de fond 8 et la plaque intermédiaire 9 et sur la plaque intermédiaire 9 et la plaque de

couvercle 10. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthanne, optionnellement renforcée par des fibres.

[93] La première couche de mousse polymère isolante 11 présente, dans les zones de coin, des découpes pour laisser passer de piliers de coin 13. Les piliers de coin 13 s'étendent, au niveau des quatre zones de coin du panneau isolant secondaire 7, entre la plaque de fond 8 et la plaque intermédiaire 9. Les piliers de coin 13 sont fixés, par exemple au moyen d'agrafes ou de vis ou de colle, sur la plaque de fond 8 et la plaque intermédiaire 9. Les piliers de coin 13 sont, par exemple, en bois contreplaqué ou en plastique. Les piliers de coin 13 permettent de reprendre une partie de la charge de compression en service et de limiter l'écrasement et le fluage de la mousse. De tels piliers d'angle 13 présentent un coefficient de contraction thermique différent de celui de la première couche de mousse polymère isolante 11. Aussi, lors de la mise à froid de la cuve, la déflection du panneau isolant secondaire 7 peut être plus faible au niveau des piliers de coin 13 que dans les autres zones.

[94] Par ailleurs, le panneau isolant secondaire 7 comporte des évidements 14, 54 au niveau de ses zones de coin pour recevoir des dispositifs de retenue 98 qui seront détaillées par la suite. Le panneau isolant secondaire 7 comporte, de la plaque de fond 8 à la plaque intermédiaire 9, un premier évidement 14 destiné à permettre le passage d'une tige 15 du dispositif de retenue 98. Au-dessus de la plaque intermédiaire 9, le panneau isolant secondaire 7 comporte un deuxième évidement 54. Le deuxième évidement 54 présente des dimensions supérieures à celles du premier évidement 14 de manière à ce que la plaque intermédiaire 9 déborde par rapport à la deuxième couche de mousse polymère isolante 12 et à la plaque de couvercle 10. Ainsi, la plaque intermédiaire 9 forme au niveau des zones de coin du panneau isolant secondaire 7 une zone d'appui 16 destinée à coopérer avec une platine d'appui secondaire 17 du dispositif de retenue 98.

[95] Par ailleurs, la plaque de couvercle 10 présente un lamage 18 au niveau de ces quatre zones de coin. Chaque lamage 18 est destiné à recevoir une plaque de répartition des efforts 19 du dispositif de retenue 98. Les lamages 18 présentent une épaisseur sensiblement similaire à celle de la plaque de répartition des efforts 19 de sorte que la plaque de répartition des efforts 19 affleure la surface supérieure de la plaque de couvercle 10. La plaque de couvercle 10 comporte également des rainures 20 pour recevoir des supports de soudure.

[96] La structure du panneau isolant secondaire 7 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants secondaires 7 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le

document WO2012/127141. Les panneaux isolants secondaires 7 sont alors réalisés sous forme de caisson comportant une plaque de fond, une plaque de couvercle et des voiles porteurs s'étendant, dans la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve, entre le plaque de fond et la plaque de couvercle et délimitant une pluralité de compartiments remplis d'une garniture isolante, telle que de la perlite, de la laine de verre ou de roche.

[97] En revenant à la figure 1, on observe que la membrane étanche secondaire 4 comporte une nappe continue de virures 21, métalliques, à bord relevés. Les virures 21 sont soudées par leurs bords relevés 32 sur des supports de soudure parallèles qui sont fixés dans les rainures 20 ménagées sur les plaques de couvercle 10 des panneaux isolants secondaires 7. Les virures 21 sont, par exemple, réalisées en Invar ® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre 1,2.10-6 et 2.10-6 K-1. Il est aussi possible d'utiliser des alliages de fer et de manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de 7.10-6 K-1.

[98] La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 22 qui sont ancrés sur la paroi porteuse 3 au moyen des dispositifs de retenue 98 précités. Les panneaux isolants primaires 22 présentent une forme générale parallélépipédique. En outre, ils présentent des dimensions identiques à celles des panneaux isolants primaires 22 à l'exception de leur épaisseur selon la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve qui est susceptible d'être différente, et notamment plus faible. Chacun des panneaux isolants primaires 22 est positionné au droit de l'un des panneaux isolants secondaires 7, dans l'alignement de celui-ci selon la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve.

[99] La figure 3 représente la structure d'un panneau isolant primaire 22 selon un mode de réalisation. Le panneau isolant primaire 22 présente une structure multicouche similaire à celle du panneau isolant secondaire 7 de la figure 2. Aussi, le panneau isolant primaire 22 comporte successivement une plaque de fond 23, une première couche de mousse polymère isolante 24, une plaque intermédiaire 25, une deuxième couche de mousse polymère isolante 26 et une plaque de couvercle 27. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthanne, optionnellement renforcée par des fibres.

[100] Le panneau isolant primaire 22 comporte des évidements 28 au niveau de ses zone de coin de manière à ce que la plaque de fond 23 déborde par rapport à la première couche de mousse polymère isolante 24, à la plaque intermédiaire 25, à la deuxième couche de mousse polymère isolante 26 et à la plaque de couvercle 27. Ainsi, la plaque de fond 23 forme au niveau des zones de coin du panneau isolant primaire 22 une zone

d'appui 29 destinée à coopérer avec une platine d'appui primaire 30 du dispositif de retenue 98. De façon non représentée, une cale peut être ajoutée sur la plaque de fond 23, ladite cale ayant une forme analogue à celle de la zone d'appui 29 et étant destinée à coopérer avec la platine d'appui primaire 30 du dispositif de retenue 98.

[101] La plaque de fond 23 comporte des rainures 31 destinées à recevoir les bords relevés 32 des virures 21 de la membrane étanche secondaire 4. La plaque de couvercle 27 peu également comporter des moyens d'ancrage, non représentés sur les figures 1 et 3, pour ancrer la membrane étanche primaire 6.

[102] La structure du panneau isolant primaire 22 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants primaires 22 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO2012/127141.

[103] Dans un autre mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte des panneaux isolants primaires 22 ayant au moins deux types de structure différents, par exemple les deux structures précitées, en fonction de leur zone d'implantation dans la cuve.

[104] La figure 1 montre aussi que la membrane étanche primaire 6 comporte une nappe continue de tôles rectangulaires 33 qui présentent deux séries d'ondulations mutuellement perpendiculaires. La première série d'ondulations 55 s'étend perpendiculairement aux rangées de panneaux isolants A, B, C et donc perpendiculairement aux bords relevés 32 des virures 21 et présente un espacement régulier 57. La deuxième série d'ondulations 56 s'étend parallèlement aux rangées de panneaux isolants A, B, C et donc parallèlement aux bords relevés 32 des virures 21 et présente un espacement régulier 58. De préférence, la première série d'ondulations 55 est plus haute que la deuxième série d'ondulations 56.

[105] Les tôles rectangulaires 33 sont soudées ensemble en formant des petites zones de recouvrement 59 le longs de leurs bords, selon la technique connue.

[106] Une tôle rectangulaire 33 présente de préférence des dimensions de largeur et de longueur qui valent des multiples entiers de l'espacement des ondulations correspondantes et aussi des multiples entiers des dimensions des panneaux isolants primaires 22. La figure 1 montre une tôle rectangulaire 33 qui mesure 4 fois l'espacement 57 par 12 fois l'espacement 58. De préférence les espacements 57 et 58 sont égaux. Ainsi, l'orientation des ondulations 55 et 56 dans la cuve peut être facilement adaptée aux exigences de l'application sans entrainer de modifications importantes quant à la réalisation des barrières d'isolation.

[107] Par exemple, dans une variante de réalisation, la membrane étanche primaire 6 est tournée de 90° de sorte que la première série d'ondulations 55 s'étend parallèlement aux rangées de panneaux isolants A, B, C et donc parallèlement aux bords relevés 32 des virures 21.

[108] Les panneaux isolants primaires 22 et les panneaux isolants secondaires 7 présentent la même dimension dans la direction de largeur des rangées A, B, C. Cette dimension sera appelée longueur des panneaux isolants par convention. Cette largeur de rangée est un multiple entier de l'espacement des ondulations dans la même direction, ici l'espacement 58, et un multiple entier de la largeur des virures 21, pour faciliter la fabrication de la paroi de cuve de manière modulaire en formant des motifs répétés un grand nombre de fois sur sensiblement toute la paroi porteuse 3.

[109] De préférence, la largeur d'une virure 21 est un multiple entier de l'espacement des ondulations dans la même direction, par exemple le double.

[110] Dans la direction de longueur des rangées A, B, C, un panneau isolant primaire 22 peut présenter la même dimension qu'un panneau isolant secondaire 7 ou un multiple entier de cette dimension. Cette dimension est un multiple entier de l'espacement des ondulations dans la même direction, ici l'espacement 57, pour faciliter la fabrication de la paroi de cuve de manière modulaire en formant des motifs répétés un grand nombre de fois sur toute la paroi porteuse 3.

[111] De préférence, les panneaux isolants primaires 22 et les panneaux isolants secondaires 7 sont de forme carrée. Ainsi, il est plus facile d'adapter l'orientation relative des virures et des ondulations dans la cuve sans nécessiter de modifications importantes dans la conception des panneaux isolants.

[112] Exemple dimensionnel préféré

Espacement des ondulations 57, 58 : PO

Largeur du panneau isolant primaire 22 et du panneau isolant secondaire 7 : 4PO

Longueur du panneau isolant primaire 22 et du panneau isolant secondaire 7 : 4PO (forme carrée)

Largeur d'une virure 21 : 2PO

Longueur d'une tôle 33 : 12PO (Fig. 1) ou 8PO (non représenté)

Largeur d'une tôle 33 : 4PO

PO = 300 mm.

Avec ces dimensions, un bon compromis est obtenu entre la facilité de manutention des pièces constitutives de la paroi de cuve et le nombre de pièces devant être assemblées. Cet arrangement simplifie aussi le raccordement des ondulations entre deux parois d'une cuve.

[113] Exemple dimensionnel 2

Espacement des ondulations 58 : PO

Espacement des ondulations 57 : GO

Largeur du panneau isolant primaire 22 et du panneau isolant secondaire 7 : 3GO

Longueur du panneau isolant primaire 22 et du panneau isolant secondaire 7 : 4PO (forme rectangulaire)

Largeur d'une virure 21 : 2PO

Longueur d'une tôle 33 : 12PO

Largeur d'une tôle 33 : 3GO

PO = 300 mm

GO = 340 mm

[114] Exemple 3

Les ondulations 55 ne sont pas équidistantes, mais disposées selon un motif répété de quatre ondulations 55, dont les espacements successifs sont :

340 ; 340 ; 340 ; 180mm

De préférence, l'intervalle de 180 mm est divisé en deux portions de 90mm situées sur deux bords opposés de la tôle rectangulaire 33.

La dimension du motif répété est donc 1200mm. Pour le reste, les dimensions du premier exemple sont conservées.

[115] Exemple 4

Les ondulations 55 ne sont pas équidistantes, mais disposées selon un motif répété de quatre ondulations 55, dont les espacements successifs sont :

300 ; 400 ; 300 ; 200mm

De préférence, l'intervalle de 200 mm est divisé en deux portions de 100mm situées sur deux bords opposés de la tôle rectangulaire 33.

La dimension du motif répété est donc 1200mm. Pour le reste, les dimensions du premier exemple sont conservées.

[116] Comme représenté sur la figure 1, les dispositifs de retenue 98 sont positionnés au niveau des quatre coins des panneaux isolants primaires 22 et secondaires 7. Ainsi, chaque empilement d'un panneau isolant secondaire 7 et d'un panneau isolant primaire 22 est ancré à la paroi porteuse 3 au moyen de quatre dispositifs de retenue 98. Ainsi le dispositif de retenue 98 comporte ici un organe de retenue primaire superposé à un organe de retenue secondaire. En outre, chaque dispositif de retenue 98 coopère avec les coins de quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents et avec les coins de quatre panneaux isolants primaires 22 adjacents.

[117] Les figures 4 et 5 illustrent plus précisément la structure d'un dispositif de retenue 98 selon un mode de réalisation.

[118] Le dispositif de retenue 98 comporte une douille 34 dont la base est soudée à la paroi porteuse 3 en une position qui correspond à un dégagement au niveau des zones de coin de quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents. La douille 34 loge un écrou 35, représenté sur la figure 5, dans lequel vient se visser l'extrémité inférieure d'une tige 15. La tige 15 passe entre les panneaux isolants secondaires 7 adjacents.

[119] La tige 15 passe au travers d'un alésage ménagé dans un bouchon isolant 36 destiné à assurer une continuité de l'isolation thermique secondaire au niveau du dispositif de retenue 98. Le bouchon isolant 36 présente, selon un plan orthogonal à la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve, une section en forme de croix qui est définie par quatre branches. Chacune des quatre branches est insérée dans un interstice ménagé entre deux des quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents.

[120] Le dispositif de retenue 98 comporte en outre une platine d'appui secondaire 17 qui est en appui en direction de la paroi porteuse 3 contre la zone d'appui 16 ménagée dans chacun des quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents afin de les retenir contre la paroi porteuse 3. Dans le mode de réalisation représenté, la platine d'appui secondaire 17 est logé dans le deuxième évidement 54 ménagé dans la deuxième couche de mousse polymère isolante 12 de chacun des panneaux isolants secondaires 7 et est en appui contre une zone de la plaque intermédiaire 9 qui forme la zone d'appui 16.

[121] Un écrou 37 coopère avec un filetage ménagé au niveau de l'extrémité supérieure de la tige 15 de manière à assurer une retenue de la platine d'appui secondaire 17 sur la tige 15.

[122] Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif de retenue 98 comporte en outre une ou plusieurs rondelles élastiques 38, de type Belleville. Les rondelles élastiques 38 sont enfilées sur la tige 15 entre l'écrou 37 et la platine d'appui secondaire 17, ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des panneaux isolants secondaires 7 sur la paroi porteuse 3. En outre, de manière avantageuse, un organe de verrouillage 39 est soudé localement sur l'extrémité supérieure de la tige 15, de manière à fixer en position l'écrou 37 sur la tige 15.

[123] Le dispositif de retenue 98 comporte en outre une plaque de répartition des efforts 19, une platine supérieure 40 et une entretoise 41 qui sont fixées à la platine d'appui secondaire 17.

[124] La plaque de répartition des efforts 19 est logée dans chacun des lamages 18 ménagés dans les plaques de couvercle 10 des quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents. La plaque de répartition des efforts 19 est donc positionnée entre les plaques de couvercle 10 de chacun des quatre panneaux isolants secondaire et la membrane étanche secondaire 4. La plaque de répartition des efforts 19 vise à atténuer les phénomènes de dénivelés entre les coins des panneaux isolants secondaires 7 adjacents. Aussi, la plaque de répartition des efforts 19 permet de répartir les contraintes susceptibles de s'exercer sur la membrane étanche secondaire 4 et les panneaux isolants primaires 22 au droit des zones de coin des panneaux isolants secondaires 7. Dès lors, la plaque de répartition des efforts 19 permet de limiter les phénomènes de poinçonnement des plaques de fond 23 des panneaux isolants primaires 22 et de poinçonnement et de tassement des couches de mousse polymère isolante 24, 26 des panneaux isolants primaires 22 au droit des zones de coin des panneaux isolants secondaires 7.

[125] La plaque de répartition des efforts 19 est avantageusement réalisée dans un métal choisi parmi l'acier inoxydable, les alliages de fer et de nickel, tel que l'invar, dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre 1,2.10-6 et 2.10-6 K-1 et les alliages de fer et de manganèse dont le coefficient de dilatation est inférieur à 2.10-5 K-1, typiquement de l'ordre de 7.10-6 K-1. La plaque de répartition des efforts 19 présente une épaisseur comprise entre 1 et 7 mm, de préférence comprise entre 2 et 4 mm, par exemple de l'ordre de 3 mm La plaque de répartition des efforts 19 présente avantageusement une forme carrée dont la dimension d'un côté est comprise entre 100 et 250 mm, par exemple de l'ordre de 150 mm.

[126] La platine supérieure 40 est disposée en-dessous de la plaque de répartition des efforts 19 et présente des dimensions inférieures à celle de la plaque de répartition des efforts 19 de sorte que la plaque de répartition des efforts 19 recouvre intégralement la

platine supérieure 40. La platine supérieure 40 est logée dans les évidements 15 ménagés dans les zones de coin des panneaux isolants secondaires 7, au droit des zones d'appui 16, c'est-à-dire dans le mode de réalisation représenté sur la figure 5, dans les évidements 54 ménagés dans la seconde couche de mousse polymère isolante 12 des panneaux isolants secondaires 7.

[127] La platine supérieure 40 présente un alésage fileté 42 dans lequel est montée une embase filetée d'un goujon 43 destiné à l'ancrage des panneaux isolants primaires 22. Afin de permettre la fixation du goujon 43 à la platine supérieure 40, la plaque de répartition des efforts 19 comporte également un alésage, ménagé en regard de l'alésage fileté de la platine supérieure 40, et permettant ainsi au goujon 43 de passer au travers de la plaque de répartition des efforts 19.

[128] La platine supérieure 40 présente une forme générale de parallélépipède rectangle comprenant deux grandes faces opposées qui sont parallèle à la paroi porteuse 3 et quatre faces qui relient les deux grandes faces et s'étendent parallèlement à la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve. Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 4 à 5, les quatre faces qui s'étendent parallèlement à la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve sont reliées par des congés 44. Ceci permet d'éviter la présence d'angle vif et contribue à limiter encore davantage les phénomènes de poinçonnement des plaques de fond 23 des panneaux isolants primaires 22 en limitant les concentrations de contraintes.

[129] Dans un mode de réalisation non illustré, la platine supérieure 40 et la plaque de répartition des efforts 19 peuvent être formées en une seule pièce monobloc.

[130] L'entretoise 41 est disposée entre la platine d'appui secondaire 17 et la platine supérieure et sert ainsi à maintenir un écartement entre la platine d'appui secondaire 17 et la platine supérieure 40. Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 4 à 5, l'entretoise 41 présente des chanfreins 45 afin de rentrer dans l'encombrement, vue selon la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve, de la platine supérieure 40. En d'autres termes, la platine supérieure 40 recouvre intégralement l'entretoise 41.

[131] L'entretoise 41 est avantageusement en bois ce qui permet de limiter le pont thermique vers la paroi porteuse 3 au niveau du dispositif de retenue 98. L'entretoise 41 présente une forme de U inversé de manière à définir entre les deux branches du U un logement central 46. Le logement central 46 reçoit l'extrémité supérieure de la tige 15, l'organe de verrouillage 39, l'écrou 37 et les rondelles élastiques 38. L'entretoise 41 est également logée dans l'évidement 15 ménagé, au droit de la surface d'appui 16.

[132] L'organe de verrouillage 39 présente une forme carrée ou rectangulaire dont la diagonale présente une dimension supérieure à la dimension du logement central 46 entre les deux branches du U, ce qui permet de bloquer en rotation la tige 15 par rapport à l'entretoise 39 et évite ainsi à la tige 15 de se désengager de l'écrou 35.

[133] Afin de fixer la plaque de répartition des efforts 19, la platine supérieure 40, l'entretoise 41 et la platine d'appui secondaire 17 les uns aux autres, les éléments précités sont chacun pourvus de deux alésages au travers de chacun desquels passe une vis 47, 48. Les alésages ménagés dans la platine d'appui secondaire 17 présentent chacun un filetage coopérant avec l'une des vis 47, 48 de manière à assurer la fixation des éléments précités les uns aux autres.

[134] Par ailleurs, le goujon 43 traverse un perçage ménagé au travers d'une virure 21 de la membrane étanche secondaire 4. Le goujon 43 présente une collerette 49 qui est soudée à sa périphérie, autour du perçage, pour assurer l'étanchéité de la membrane étanche secondaire 4. La membrane étanche secondaire est donc prise en sandwich entre la collerette 49 du goujon 43 et la plaque de répartition des efforts 19.

[135] Le dispositif de retenue 98 comporte également une platine d'appui primaire 30 qui est en appui en direction de la paroi porteuse 3 sur une zone d'appui 29 ménagée dans chacun des quatre panneaux isolants primaires 22 adjacents de manière à les retenir contre la paroi porteuse 3. Dans le mode de réalisation représenté, chaque zone d'appui 29 est formée par une partie débordante de la plaque de fond 23 de l'un des panneaux isolants primaires 22. La platine d'appui primaire 30 est logée dans les évidements 28 ménagés dans les zones de coin des panneaux isolants primaires 22, au droit des zones d'appui 29.

[136] Un écrou 50 coopère avec un filetage ménagé au niveau de l'extrémité supérieure du goujon 43 de manière à assurer la fixation de la platine d'appui primaire 30 sur le goujon 43. Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif de retenue 98 comporte en outre une ou plusieurs rondelles élastiques 51, de type Belleville, qui sont enfilées sur le goujon 43 entre l'écrou 50 et la platine d'appui primaire 30, ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des panneaux isolants primaires 22 sur la paroi porteuse 3.

[137] Par ailleurs, un bouchon isolant 52, illustré sur la figure 5, est inséré au-dessus du dispositif de retenue 98 dans les évidements 28 ménagés au niveau des zones de coin de quatre panneaux isolants primaires 22 adjacents de manière à assurer une continuité de la barrière thermiquement isolante primaire 5 au niveau du dispositif de retenue 98. En outre, une plaque de fermeture 53, en bois, illustrée sur la figure 5 permet d'assurer une planéité de la surface de support de la membrane étanche primaire 6. La plaque de

fermeture 53 est reçue dans des lamages ménagés au niveau des zones de coin des panneaux isolants primaires 22.

[138] La fixation de la membrane étanche primaire 6 sur les panneaux isolants primaires 22 va maintenant être décrite, selon plusieurs exemples, en référence aux figures 6 à 14.

[139] Dans le mode de réalisation de la figure 6, des bandes d'ancrage 60 métalliques sont fixées sur les plaques de couvercle 27 des panneaux isolants primaires 22 aux emplacements des contours des tôles rectangulaires 33. Les bords des tôles rectangulaires 33 peuvent ainsi être fixés par soudage le long des bandes d'ancrage 60. La bande d'ancrage 60 est fixée dans un lamage sur la plaque de couvercle 27 par tout moyen adapté, par exemple vis ou rivets.

[140] Les figures 6 et 7 montrent aussi des platines métalliques 61 qui peuvent être fixées sur les plaques de couvercle 27 des panneaux isolants primaires 22 à d'autres emplacements, par exemple le long des bords des panneaux isolants primaires 22 qui sont distants des contours des tôles rectangulaires 33, pour fournir des points de fixation additionnels. Une platine métallique 61 est fixée dans un lamage sur la plaque de couvercle 27 par tout moyen adapté, par exemple vis ou rivets.

[141] Comme mieux visible sur la figure 7, qui est une coupe au niveau d'une interface 62 entre deux panneaux isolants primaires 22, des zones planes d'une tôle rectangulaire 33 peuvent être soudées par transparence sur les platines métalliques 61.

[142] Les figures 8 et 9 montrent un autre mode de réalisation des panneaux isolants primaires 22, dont les bords présentent des lamages 63 pour recevoir des plaques de pontage 64, par exemple en contreplaqué. Les plaques de pontage 64 sont fixées aux plaques de couvercle 27 de deux panneaux isolants primaires 22 pour éviter un écartement des deux panneaux isolants primaires 22 au niveau de l'interface 62 et ainsi améliorer l'uniformité de la surface de support où repose la membrane étanche primaire 6.

[143] Sur les figures 6 et 8, les plaques de couvercle 27 et les couches de mousse polymère isolante 26 sont munies de fentes de relaxation 65 qui segmentent les plaques de couvercle 27 et les couches de mousse polymère isolante 26 en plusieurs parties et évitent ainsi une fissuration lors de la mise en froid.

[144] La figure 10 montre un autre mode de réalisation des panneaux isolants primaires 22, dans lequel les fentes de relaxation 65 sont limitées à une zone voisine des bandes d'ancrage 60, comme décrit dans la publication FR-A-3001945.

[145] Des bandes de protection thermique 66, par exemple en matière composite, sont disposées dans l'alignement des bandes d'ancrage 60, au droit de certaines parties des contours des tôles rectangulaires 33, pour éviter de détériorer la plaque de couvercle 27 lors de la réalisation des soudures.

[146] La paroi de cuve 101 représentée sur la figure 12 illustre un mode de réalisation dans lequel une rangée de panneaux isolants primaires 22 est superposée, non pas à une seule rangée de panneaux isolants secondaires 7, mais à cheval sur deux rangées de panneaux isolants secondaires 7. Les éléments identiques ou analogues aux éléments des figures 1 à 10 portent le même chiffre de référence que ceux-ci et ne seront décrits que dans la mesure où ils en diffèrent.

[147] Essentiellement deux modifications sont intervenues sur la figure 12.

[148] D'une part, les organes de retenue primaires 97 ont été séparés et décalés des organes de retenue secondaires. L'organe de retenue secondaire, non représenté, peut être fait de diverses manières, par exemple comme le dispositif de retenue 98 dont on aura supprimé tous les éléments agencés au-dessus de la plaque de répartition 19. Dans ce cas, la plaque de répartition des efforts 19 et le lamage 18 destiné à la recevoir peuvent aussi être supprimés. Les organes de retenue secondaire, non représentés, peuvent être en nombres divers allant par exemple de 2 à 5 par panneau isolant secondaire 7 et placés par exemple aux coins des panneaux secondaires et/ou dans l'interstice entre deux panneaux secondaires soit selon la première direction soit selon la deuxième direction. D'autres modes de réalisation de l'organe de retenue secondaire sont décrits dans WO-A-2013093262.

[149] L'organe de retenue primaire 97 peut être fait de diverses manières, par exemple comme illustré sur la vue agrandie de la figure 13 ou comme décrit dans la publication FR-A-2887010.

[150] Sur la figure 13, l'organe de retenue primaire 97 comporte une platine 119, par exemple ayant un contour carré ou circulaire, qui est fixée dans un lamage ménagé dans la surface de la plaque de couvercle 10 tournée vers la couche de mousse polymère isolante 11, par exemple par collage. La platine 119 présente un trou taraudé débouchant à la surface supérieure de la plaque de couvercle 10 dans lequel peut être vissé un goujon 143 identique au goujon 43 décrit plus haut.

[151] D'autre part, tout l'étage primaire de la paroi de cuve, à savoir la barrière thermiquement isolante primaire 5 et la membrane étanche primaire 6 qu'elle porte, a été décalé dans les deux directions du plan de la moitié de la longueur d'un panneau isolant

secondaire 7. Ainsi, au lieu d'être à l'aplomb d'un organe de retenue secondaire, l'organe de retenue primaire 97 est au centre de la plaque de couvercle d'un panneau isolant secondaire 7.

[152] Malgré ce décalage, un organe de retenue secondaire coopère encore avec les coins de quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents et un organe de retenue primaire 97 coopère encore avec les coins de quatre panneaux isolants primaires 22 adjacents. L'amplitude du décalage pourrait être différente et l'organe de retenue primaire 97 pourrait être ailleurs sur la plaque de couvercle d'un panneau isolant secondaire 7, mais de préférence à distance des bords relevés 32 pour ne pas interférer avec ceux-ci. L'amplitude du décalage peut être différente dans les deux directions du plan.

[153] La paroi de cuve 201 esquissée sur la figure 14 illustre un mode de réalisation dans lequel une rangée de panneaux isolants primaires 22 est superposée à une rangée de panneaux isolants secondaires 7, mais décalée dans la première direction d'une fraction de la longueur d'un panneau isolant, ici de la moitié de cette longueur. Ainsi, un panneau isolant primaire 22 de la rangée primaire est à cheval sur deux panneaux isolants secondaires 7 de la rangée secondaire sous-jacente. Les éléments identiques ou analogues aux éléments des figures 1 à 13 portent le même chiffre de référence que ceux-ci et ne seront décrits que dans la mesure où ils en diffèrent.

[154] Dans le mode de réalisation esquissé sur la figure 14, les panneaux isolants primaires 22 sont retenus sur la membrane étanche secondaire, non représentée, par des organes de retenue agencés au milieu des côtés des panneaux isolants primaires 22. Ainsi, l'organe de retenue primaire 97 agencé au centre de la plaque de couvercle du panneau isolant secondaire 7 coopère avec deux panneaux isolants primaires 22 de la rangée primaire et se trouve à la mi-largeur de la rangée primaire. Par ailleurs, au niveau des coins des panneaux isolants secondaires 7 se trouvent des organes de retenue secondaires 92, comme dans les modes de réalisation précédents. L'organe de retenue secondaire 92 porte un organe de retenue primaire 91. L'organe de retenue secondaire 92 et l'organe de retenue primaire 91 qu'il porte peuvent être réalisés similairement au dispositif de retenue 98 ou différemment. A la différence de la figure 1, l'organe de retenue primaire 91 coopère ici avec seulement deux panneaux isolants primaires 22, au niveau du milieu d'un côté de ces panneaux isolants primaires 22.

[155] Pour faciliter l'accès à l'organe de retenue primaire 91, la forme des panneaux isolants primaires 22 peut être configurée pour ménager une cheminée d'accès 93. Dans ce cas, la cheminée 93 est obturée après mise en place de l'organe de retenue primaire 91, par

exemple avec un bouchon de mousse de polyuréthane recouvert d'une plaquette rigide, par exemple en contreplaqué (non représenté).

[156] La figure 15 montre une vue partielle en perspective et en coupe d'une cuve polyédrique 100. La cuve 100 comporte une structure porteuse 103 polyédrique. La cuve 100 comprend une paroi d'extrémité 102 transversale à la structure porteuse 101 et une pluralité de parois longitudinales 104, 106 et 108. Les parois 104 sont des parois horizontales respectivement de fond et de plafond de la cuve. La paroi 106 est une paroi verticale et les parois 108 sont des parois de chanfrein reliant respectivement les parois horizontales 104 à la paroi verticale 106.

[157] Les structures décrites ci-dessus en référence aux figures 1 à 14 pour réaliser une paroi de cuve peuvent être appliquées à une, chacune ou certaines des parois de la cuve polyédrique 100. On va maintenant décrire plus particulièrement une zone de raccordement entre une paroi de chanfrein 108 et une paroi d'extrémité 102.

[158] La figure 16 montre une vue partielle en projection à plat de la zone XVI de la figure 15 selon un mode de réalisation. La paroi d'extrémité 102 est reliée, d'une part, à la paroi de chanfrein 108 au niveau d'une première arête 110 et d'autre part, à la paroi horizontale 104 au niveau d'une deuxième arête 112.

[159] Chacune des parois de cuve peut avoir une structure multicouche similaire à celle représentée sur la figure 1 ou 12. La figure 16 ne montre que les ondulations de la membrane primaire 6, représentées en trait mixte, et les contours de quelques panneaux isolants primaires 22 de forme carrée. Ceux-ci constituent des rangées primaires 116 dans la paroi d'extrémité 102, 117 dans la paroi horizontale 104, 119 dans la paroi verticale106, et 121 dans la paroi de chanfrein 108.

[160] Une barrière secondaire associée est visible sur les vues en coupe des figures 17 et 18 dans un exemple de réalisation.

[161] Sur la paroi d'extrémité 102 la membrane étanche primaire 6 comporte une première série d'ondulations 118, espacées d'un pas d'ondes y et parallèles à la paroi horizontale 104 et une deuxième série d'ondulations 120 espacées du premier pas d'ondes y et perpendiculaires à la paroi horizontale 104.

[162] Sur la paroi horizontale 104, la membrane primaire 6 comprend une série d'ondulations longitudinales 122, chaque ondulation étant raccordée continûment à l'une des ondulations de la deuxième série 120 au niveau de l'arête 112.

[163] La membrane primaire dans la paroi de chanfrein 108 comprend une série d'ondulations longitudinales comprenant des ondulations 126 espacées d'un deuxième

pas d'ondes z et raccordées continûment aux ondulations de la première série 118 au niveau de l'arête 110 et une ondulation 127 agencée le long du bord longitudinal supérieur de la paroi 108 et qui est raccordée continûment à une ondulation de la deuxième série 120 de la paroi d'extrémité 102.

[164] L'ondulation additionnelle 127 est optionnelle selon la largeur de la paroi de chanfrein 108. Cette ondulation 127 est ajoutée lorsque la distance entre la dernière ondulation 126 et le bord de la paroi est supérieure à une certaine distance. Ainsi, la distance maximale entre deux ondulations continues reste inférieure à un certain seuil y compris à l'interface entre deux parois longitudinales adjacentes. Ainsi l'ajout de l'ondulation additionnelle 127 permet d'ajuster la largeur de la paroi de chanfrein 108 donnant de fait plus de tolérance dans les dimensions des cuves lors de la construction.

[165] Une ondulation longitudinale 126 est reliée à l'une des ondulations de la première série 118 par une ondulation de déviation 128 formant un coude entre une première extrémité reliée à l'ondulation de la première série 118 et une deuxième extrémité reliée à l'ondulation longitudinale 126.

[166] Le motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102 et des rangées primaires 121 de la paroi de chanfrein 108 présente une même dimension prédéfinie L. Cela peut aussi être la même dimension que le motif répété des rangées primaires 117 de la paroi horizontale 104 et des rangées primaires 119 de la paroi verticale 106. Par exemple, cette dimension est comprise entre 1000 mm et 1500 mm. Ainsi, les panneaux isolants primaires 22 peuvent avoir des largeurs identiques sur toutes ces parois. Bien que non représenté sur les figures, le motif répété peut comprendre en outre un interstice entre les panneaux isolants primaires 22, dont la largeur est de préférence inférieur ou égal à 50 mm. Dans ce cas, l'interstice entre panneaux est comblé par un isolant par exemple de la laine de verre, de la mousse polyuréthane basse densité ou tous autres matériaux isolants.

[167] Sur la figure 16, un angle 130 est défini entre un plan de la paroi de chanfrein 108 et un plan de la paroi horizontale 104 et un angle 132 est défini entre un plan de la paroi verticale 106 et le plan de la paroi de chanfrein 108. Les angles 130 et 132 sont complémentaires. On rappelle que l'angle entre deux plans est défini entre 0° et 90°.

[168] L'angle 130 est choisi de manière que la dimension L est, d'une part, un premier multiple entier n1 du premier pas d'ondes y, et d'autre part, un deuxième multiple entier n2, inférieur au premier multiple n1, du deuxième pas d'ondes z. ainsi L=n1*y = n2*z. Pour cela, l'angle 130 est égal à l'Arc-cosinus du rapport n2/n1.

[169] Dans l'exemple représenté, n1 = 3 et n2 = 2. Ainsi, l'angle 130 vaut Arccosinus(2/3) = 48,19°. L'angle 131 vaut alors le complémentaire, soit Arcsinus(2/3) = 41,81°.

[170] La membrane primaire 6 comprend une série d'ondulations longitudinales 124 sur la paroi verticale 106. Chaque ondulation 124 est raccordée continûment à l'une des ondulations de la première série 118 au niveau de l'arête 114.

[171] Dans une variante de réalisation, les rangées primaires 116 pourraient être orientées parallèlement à la paroi verticale 106.

[172] Les figures 17 et 18 montrent des coupes, respectivement, de la paroi d'extrémité 102 selon la ligne XVII-XVII et de la paroi de chanfrein 108 selon la ligne XVIII-XVIII, selon un premier exemple de réalisation. Dans cet exemple de réalisation, la paroi d'extrémité 102 comprend une pluralité de rangées secondaires 216 parallèles aux rangées primaires 116 et une membrane secondaire comprenant une pluralité de virures 218 parallèles aux ondulations 118 de la première série. La première paroi 108 comprend aussi une pluralité de rangées secondaires 221 parallèles aux rangées primaires 121 et une membrane secondaire comprenant une pluralité de virures 226 parallèles aux ondulations longitudinales 126. Dans ce mode de réalisation, on voit que tous les panneaux isolants primaires 22 et tous les panneaux isolants secondaires 7 peuvent avoir une même largeur, au moins sur la paroi d'extrémité 102 et la paroi de chanfrein 108, mais aussi possiblement sur les autres parois.

[173] Exemple dimensionnel

Dans un exemple de réalisation :

- la dimension du motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102 est égale à 1200 mm et est un premier multiple entier n1 égal à 3 du premier pas d'ondes y qui est donc égal à 400 mm,
- la dimension du motif répété des rangées primaires 121 de la paroi de chanfrein 108 est aussi égale à 1200 mm et est un deuxième multiple entier n2 égal à 2 du deuxième pas d'ondes z qui est donc égal à 600 mm,
- la dimension du motif répété des rangées secondaires 216 de la paroi d'extrémité 102, respectivement du motif répété des rangées secondaires 221 de la première paroi 108, est aussi égale à 1200mm
- La largeur des virures 218 de la paroi d'extrémité 102 et des virures 226 de la paroi de chanfrein 108 est une fraction entière de cette dimension, soit ici 600mm.

[174] Ainsi, dans cet exemple, la largeur des virures 226 est égale au pas d'ondes z de la paroi de chanfrein 108.

[175] Les figures 19 et 20 montrent des vues analogues aux figures 17 et 18, selon un deuxième exemple de réalisation dans lequel l'angle 130 ne satisfait pas la condition énoncée plus haut. Ici, l'angle 130 est défini par exemple à 45°. Le rapport des pas d'onde est donc y/z = cos(45°) = 0.707

[176] Dans ce deuxième exemple de réalisation, la dimension des panneaux isolants primaires 22 ne peut pas être égale sur la paroi d'extrémité 102 et la paroi de chanfrein 108. En effet, la dimension du motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102 est un multiple entier n1 du pas d'ondes y (ici n1=3), tandis que la dimension du motif répété des rangées primaires 121 de la paroi de chanfrein 108 est un multiple entier n2 du pas d'ondes z (ici n2=2). Or il n'est pas possible de choisir deux nombres entiers qui soient à la fois suffisamment petits pour que les panneaux isolants primaires 22 restent faciles à manutentionner et qui satisfassent n2/n1~cos(45°). La construction de la cuve dans ce cas emploie donc des panneaux isolants de différentes dimensions, au moins sur les parois de chanfrein. Les multiples n1 et n2 peuvent être choisi de manière que cette différence reste réduite, par exemple inférieure à 10%.

[177] Exemple dimensionnel 1

[178] La dimension du motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102 est égale à 1200 mm et est un premier multiple entier n1 égal à 3 du premier pas d'ondes y qui est donc égal à 400 mm,

[179] Le deuxième pas d'ondes z est choisi en fonction du cosinus de l'angle 130 de manière à assurer une continuité des ondulations longitudinales 126 de la paroi de chanfrein 108 et les ondulations 118 de la première série de la paroi d'extrémité 102. Le deuxième pas d'ondes z est égal à 566 mm. La dimension du motif répété des rangées primaires 121 de la paroi de chanfrein 108 est un deuxième multiple entier n2 égal à 2 qui est choisi de sorte à obtenir une dimension différente mais relativement proche de la dimension du motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102. La dimension du motif répété des rangées primaires 121 de la première paroi 108 est égale à 1132 mm.

[180] En outre, dans la paroi d'extrémité 102, la dimension du motif répété des rangées secondaires 216 est égale à la dimension du motif répété des rangées primaire 116. Dans la première paroi 108, la dimension du motif répété des rangées secondaires 221 est égale à la dimension du motif répété des rangées primaire 121. De plus, la dimension d'une virure 226 de la première paroi 108 est égale au deuxième pas d'ondes z.

[181] Exemple dimensionnel 2

- la dimension du motif répété des rangées primaires 116 de la paroi d'extrémité 102 est égale à 1020 mm et est un premier multiple entier n1 égal à 3 du pas d'ondes y qui est donc égal à 340 mm,
- Le deuxième pas d'ondes z est égal à 480,8 mm. La dimension du motif répété des rangées primaires 121 de la paroi de chanfrein 108 est égale à 961,6 mm et est un deuxième multiple entier n2 égal à 2 du pas d'ondes z.

[182] La figure 21 montre une vue en perspective de la paroi de chanfrein 108 dans un mode de réalisation. A la différence de la figure 16, les contours d'une tôle rectangulaire 33 sont ici représentés.

[183] On a décrit ci-dessus une membrane étanche primaire dans laquelle les ondulations sont continues au niveau des intersections entre les deux séries d'ondulations. La membrane étanche primaire peut aussi présenter deux séries d'ondulations mutuellement perpendiculaires avec des discontinuités de certaines ondulations au niveau des intersections entre les deux séries. Dans ce cas les interruptions sont réparties alternativement dans la première série d'ondulations et la deuxième série d'ondulations et, au sein d'une série d'ondulations, les interruptions d'une ondulation sont décalées par rapport aux interruptions d'une ondulation parallèle adjacente. Ce décalage peut être égal à l'espacement entre deux ondulations parallèles.

[184] En référence à la figure 11, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

[185] De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriées, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

[186] La figure 11 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile

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

[187] 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.

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

[189] 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.

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

[191]

Revendications

[Revendication 1] 1. Cuve étanche et thermiquement isolante (100) intégrée dans une structure porteuse polyédrique, ladite cuve comportant des parois de cuve fixées sur des parois porteuses de la structure porteuse, les parois de cuve comportant une paroi d'extrémité (102) transversale et une pluralité de parois longitudinales (104,106,108) reliées à la paroi d'extrémité, la pluralité des parois longitudinales comportant une première paroi (108) reliée à la paroi d'extrémité au niveau d'une première arête (110) et une deuxième paroi (104,106) adjacente à la première paroi et reliée à la paroi d'extrémité au niveau d'une deuxième arête (112,114),

chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité comportant une membrane étanche (6) destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve et une barrière isolante (5) agencée entre la membrane étanche et la structure porteuse,

dans laquelle la barrière isolante des parois longitudinales comporte des rangées de panneaux isolants (117,119,121) orientées longitudinalement et juxtaposées selon un motif répété et la barrière isolante de la paroi d'extrémité comporte des rangées de panneaux isolants (116) orientées selon une direction parallèle ou perpendiculaire, à la deuxième paroi (104,106), et juxtaposées selon un motif répété,

la membrane étanche de la paroi d'extrémité comportant une première série d'ondulations (118, 120) parallèles à la deuxième paroi et espacées d'un premier pas d'ondes y, et une deuxième série d'ondulations (118, 120) perpendiculaires à la deuxième paroi et espacées du premier pas d'ondes y,

la membrane étanche de chaque paroi longitudinale comportant une pluralité d'ondulations longitudinales, les ondulations longitudinales (122,124) de la deuxième paroi étant espacées dudit premier pas d'ondes y et raccordées continûment à la deuxième série d'ondulations (118, 120) de la paroi d'extrémité au niveau de la deuxième arête, les ondulations longitudinales (126) de la première paroi (108) étant espacées d'un deuxième pas d'ondes z supérieur au premier pas d'ondes y et raccordées continûment à l'une des première et deuxième séries d'ondulations (120,118) de la paroi d'extrémité par un arrangement d'angle situé au niveau de la première arête (110) et comportant une pluralité d'ondulations de déviation (128),

dans laquelle l'angle (130, 132) entre un plan de la première paroi et un plan de la deuxième paroi et un rapport entre le premier pas d'ondes y et le deuxième pas d'ondes z sont définis en correspondance l'un avec l'autre.

[Revendication 2] Cuve selon la revendication 1, dans laquelle le motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité (102) et le motif répété des rangées de

panneaux isolants de la première paroi (108) présentent une même dimension prédéfinie,

et dans laquelle l'angle (130,132) entre le plan de la première paroi (108) et le plan de la deuxième paroi (104, 106) est choisi de manière que ladite dimension du motif répété est, d'une part, un premier multiple entier n1 du premier pas d'ondes y, et d'autre part, un deuxième multiple entier n2, inférieur au premier multiple n1, du deuxième pas d'ondes z,

ledit angle (130,132) étant une fonction de l'arccosinus ou de l'arcsinus du rapport entre le deuxième multiple entier n2 et le premier multiple entier n1.

[Revendication 3] Cuve selon la revendication 2, dans laquelle les rangées de panneaux de la paroi d'extrémité sont perpendiculaires à la deuxième paroi et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la première série d'ondulations de la paroi d'extrémité,

et dans laquelle l'angle (130,132) entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi est égal à l'arccosinus du rapport entre le deuxième multiple n2 et le premier multiple n1.

[Revendication 4] Cuve selon la revendication 2, dans laquelle les rangées de panneaux de la paroi d'extrémité sont parallèles à la deuxième paroi et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la deuxième série d'ondulations de la paroi d'extrémité,

et dans laquelle l'angle (130,132) entre le plan de la première paroi et le plan de la deuxième paroi est égal à l'arcsinus du rapport entre le deuxième multiple n2 et le premier multiple n1.

[Revendication 5] Cuve selon la revendication 1 à 4, dans laquelle le rapport entre le deuxième pas d'ondes z et le premier pas d'ondes y est égal au cosinus de l'angle entre le plan de la première paroi (108) et le plan de la deuxième paroi (104, 106).

[Revendication 6] Cuve selon la revendication 1 ou 5, dans laquelle la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité (102) est différente de, en particulier supérieure à, la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la première paroi (108).

[Revendication 7] Cuve selon la revendication 6, dans laquelle la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la paroi d'extrémité (102) est un multiple entier du premier pas d'ondes y.

[Revendication 8] Cuve selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle la dimension du motif répété des rangées de panneaux isolants de la première paroi (108) est un multiple entier du deuxième pas d'ondes z.

[Revendication 9] Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la deuxième paroi (104) est horizontale et les ondulations longitudinales (126) de la première paroi sont raccordées continûment à la première série (118) d'ondulations de la paroi d'extrémité.

[Revendication 10] Cuve selon la revendication 9, dans laquelle, dans la première paroi (108), la membrane étanche comprend en outre au moins une ondulation longitudinale supplémentaire (127) adjacente à un bord de la première paroi raccordée continûment à une ondulation de la deuxième série d'ondulations (120) de la paroi d'extrémité (102).

[Revendication 11] Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la deuxième paroi (106) est verticale et les ondulations longitudinales de la première paroi sont raccordées continûment à la deuxième série d'ondulations (118) de la paroi d'extrémité.

[Revendication 12] Cuve (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans laquelle la membrane étanche est une membrane primaire (6) et la barrière isolante est une barrière isolante primaire (5),

et dans laquelle chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité comporte en outre une membrane étanche secondaire (4), agencée entre la membrane étanche primaire et la structure porteuse, et une barrière isolante secondaire (2), agencée entre la membrane secondaire et la structure porteuse, ladite barrière isolante secondaire comprenant des rangées secondaires (216,221) de panneaux isolants orientées dans une même direction que les rangées primaires de ladite paroi et juxtaposées selon un motif répété,

la membrane secondaire comprenant une pluralité de virures (218,226) parallèles entre elles, chacune des virures comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure des panneaux secondaires et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, la distance entre les deux bords étant la dimension de la virure,

dans laquelle les virures (218) et les rangées secondaires (216) de la paroi d'extrémité (102) sont horizontales, et les virures (226) et les rangées secondaires (221) des parois longitudinales sont orientées longitudinalement,

et dans laquelle la dimension du motif répété des rangées primaires et la dimension du motif répété des rangées secondaires sont égales sur chacune des parois longitudinales et de la paroi d'extrémité.

[Revendication 13] Cuve selon la revendication 12, dans laquelle, dans la première paroi et/ou la paroi d'extrémité et/ou la deuxième paroi, la dimension du motif répété des panneaux secondaires est un multiple entier de la dimension des virures.

[Revendication 14] Cuve selon l'une quelconque des revendications 12 à 13, dans laquelle, dans la première paroi et/ou la paroi d'extrémité et/ou la deuxième paroi, le deuxième pas d'ondes et la dimension des virures sont égaux.

[Revendication 15] Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71,100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 disposée dans la double coque (72).

[Revendication 16] Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 15, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71,100) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entrainer un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[Revendication 17] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 15, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).]

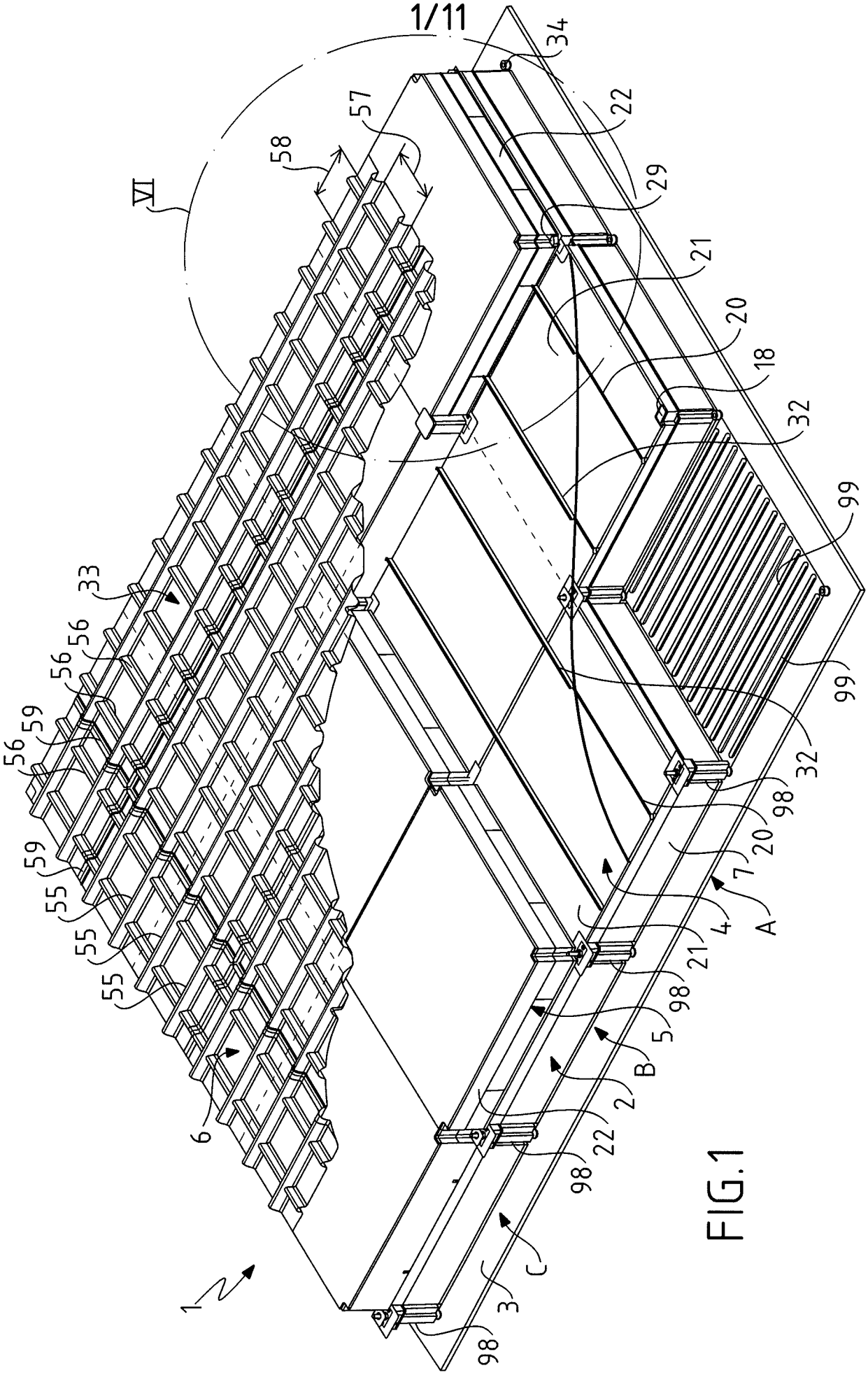


FIG.1

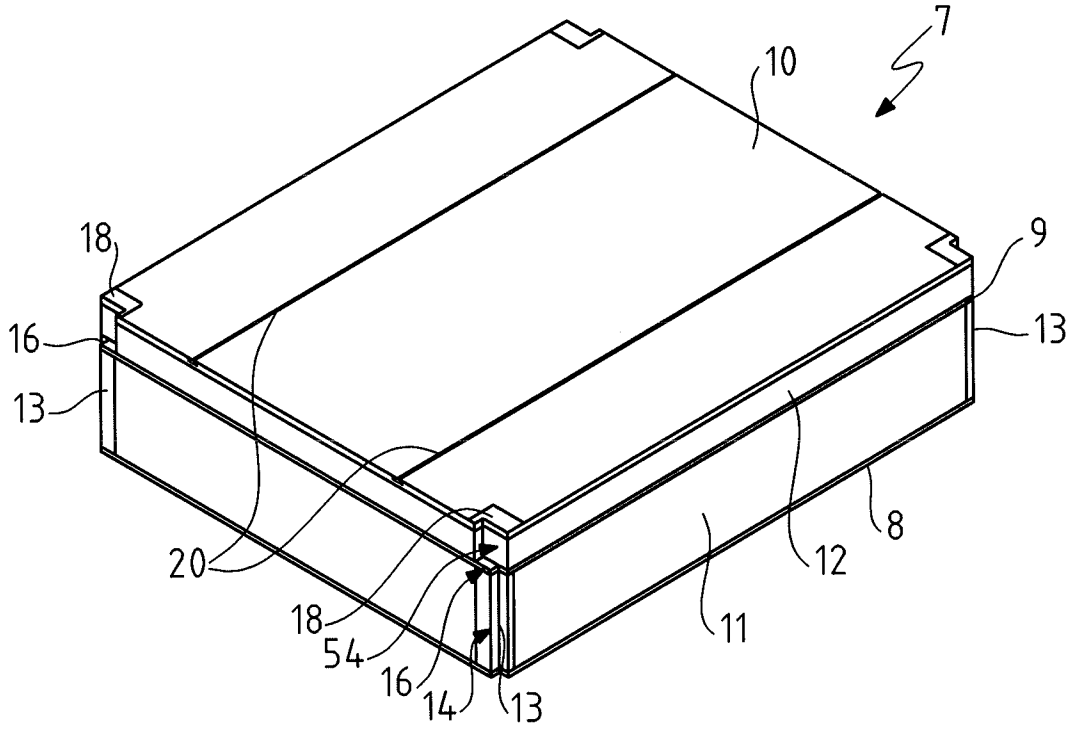


FIG.2

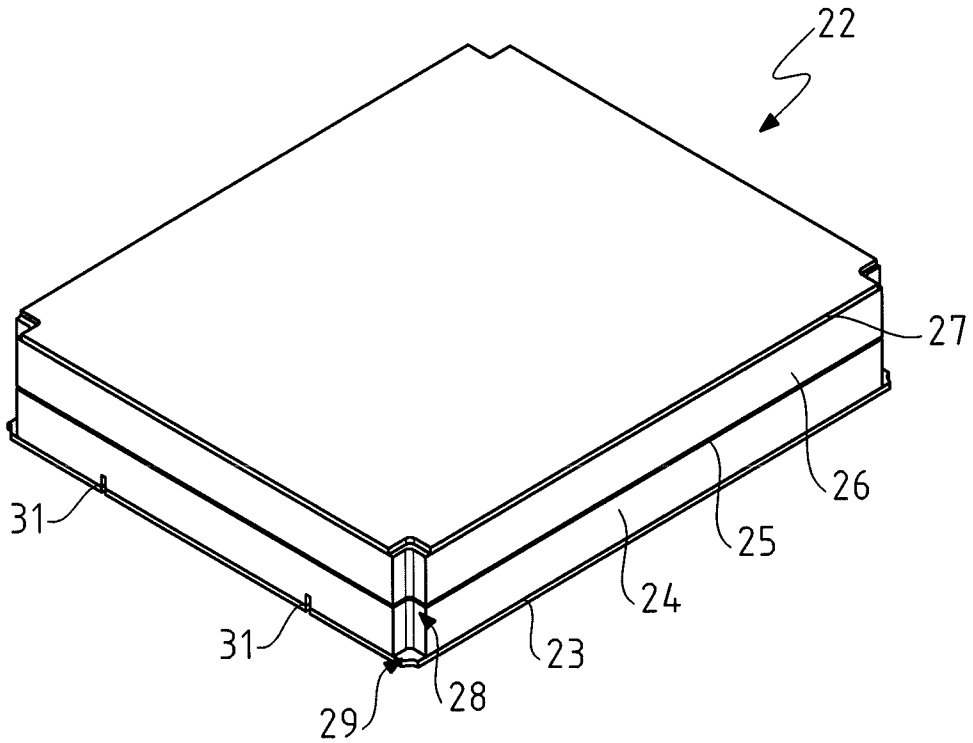


FIG.3

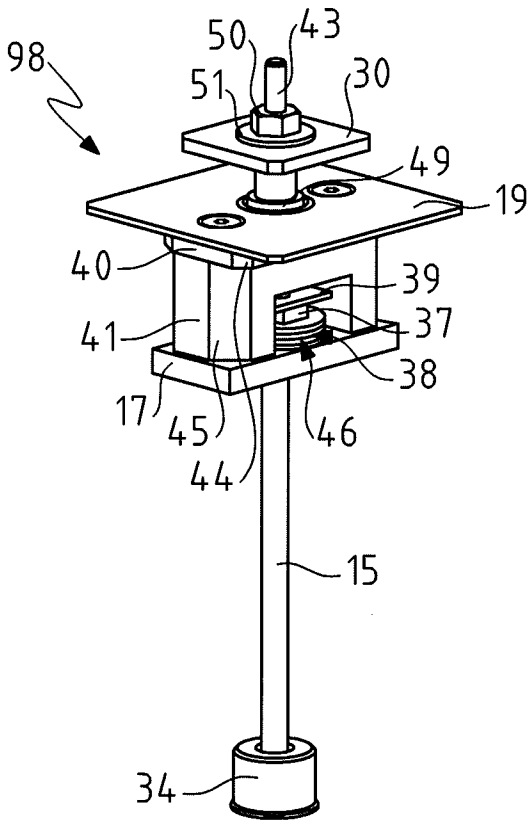

98
50
43
51
30
49
19
40
39
41
37
38
17
45
46
44
15
34

FIG.4

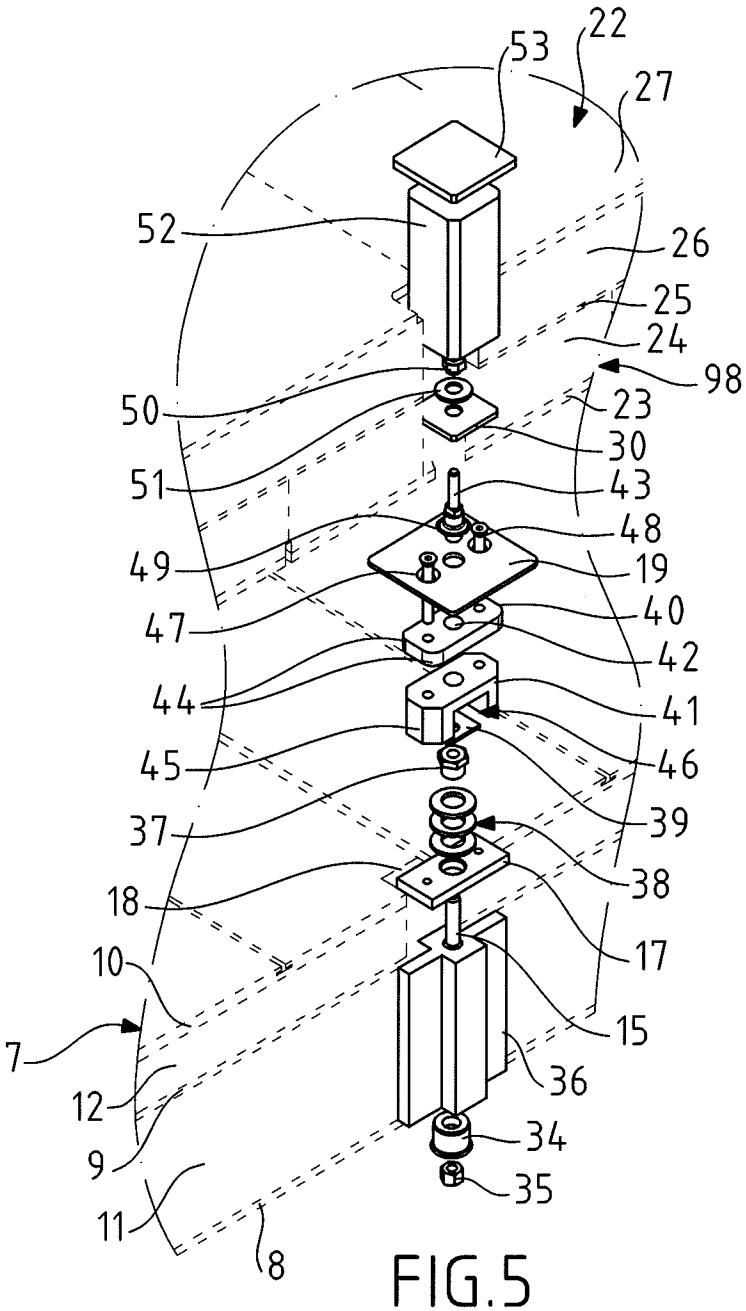

53
22
27
52
26
25
24
98
50
23
30
51
43
48
49
19
40
47
42
44
41
45
46
37
39
38
18
17
10
15
7
36
12
34
9
35
11
8

FIG.5

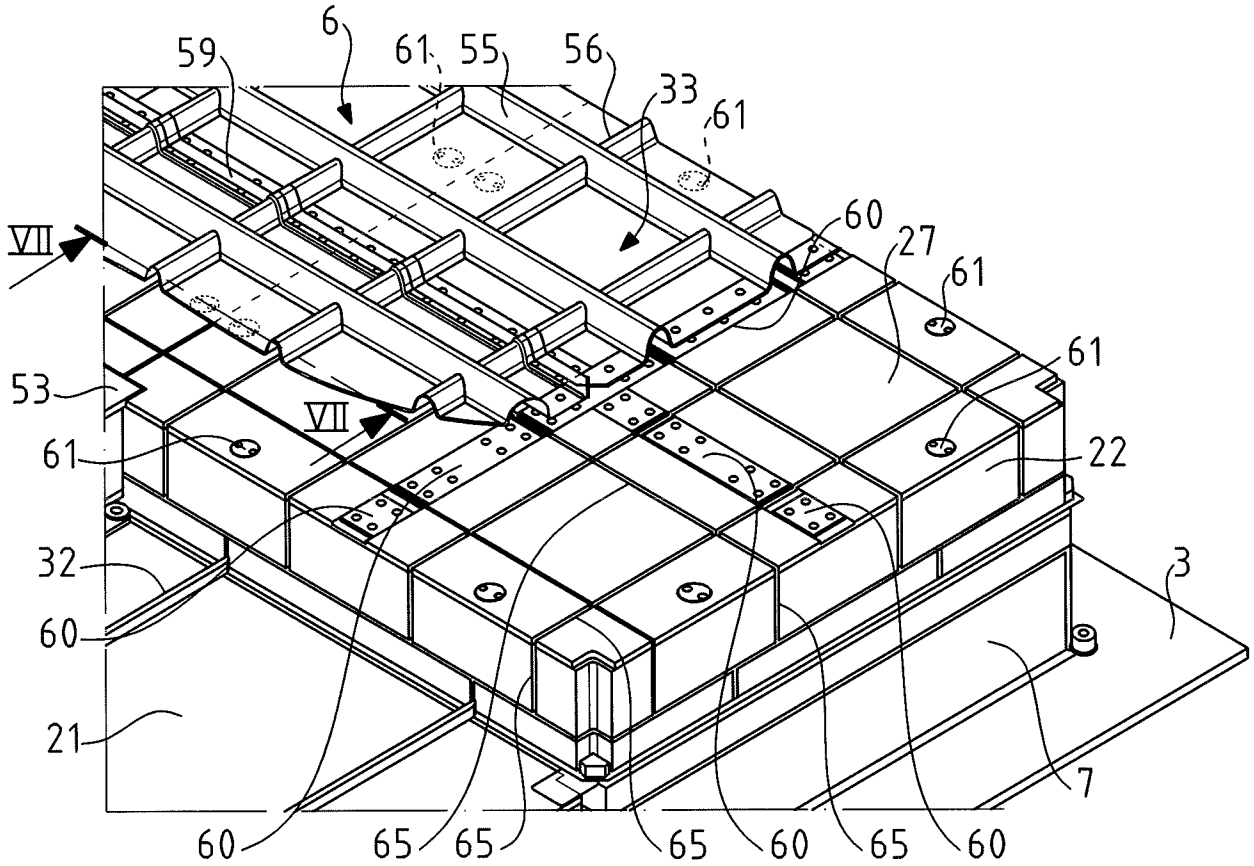

6
59
61
55
56
33
61
VII
60
27
61
53
VII
61
61
22
32
3
60
21
7
60
65
65
65
60
65
60

FIG.6

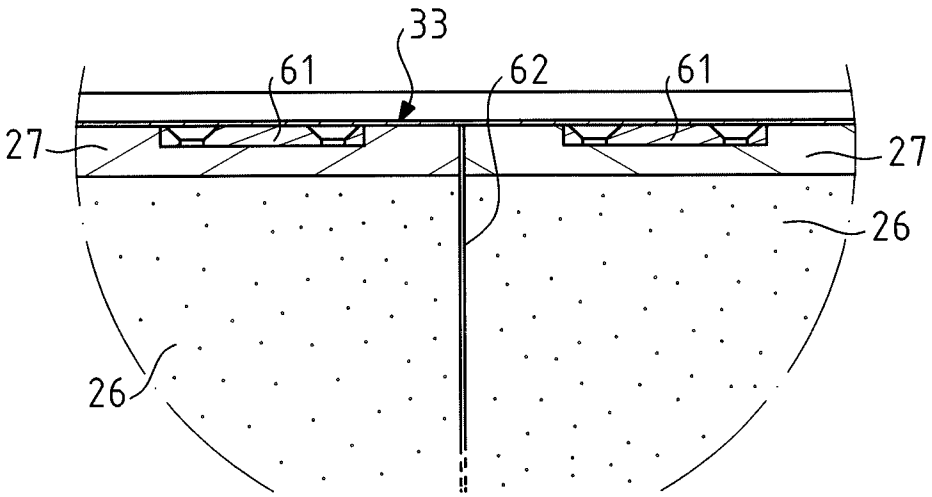

33
61
62
61
27
27
26
26

FIG.7

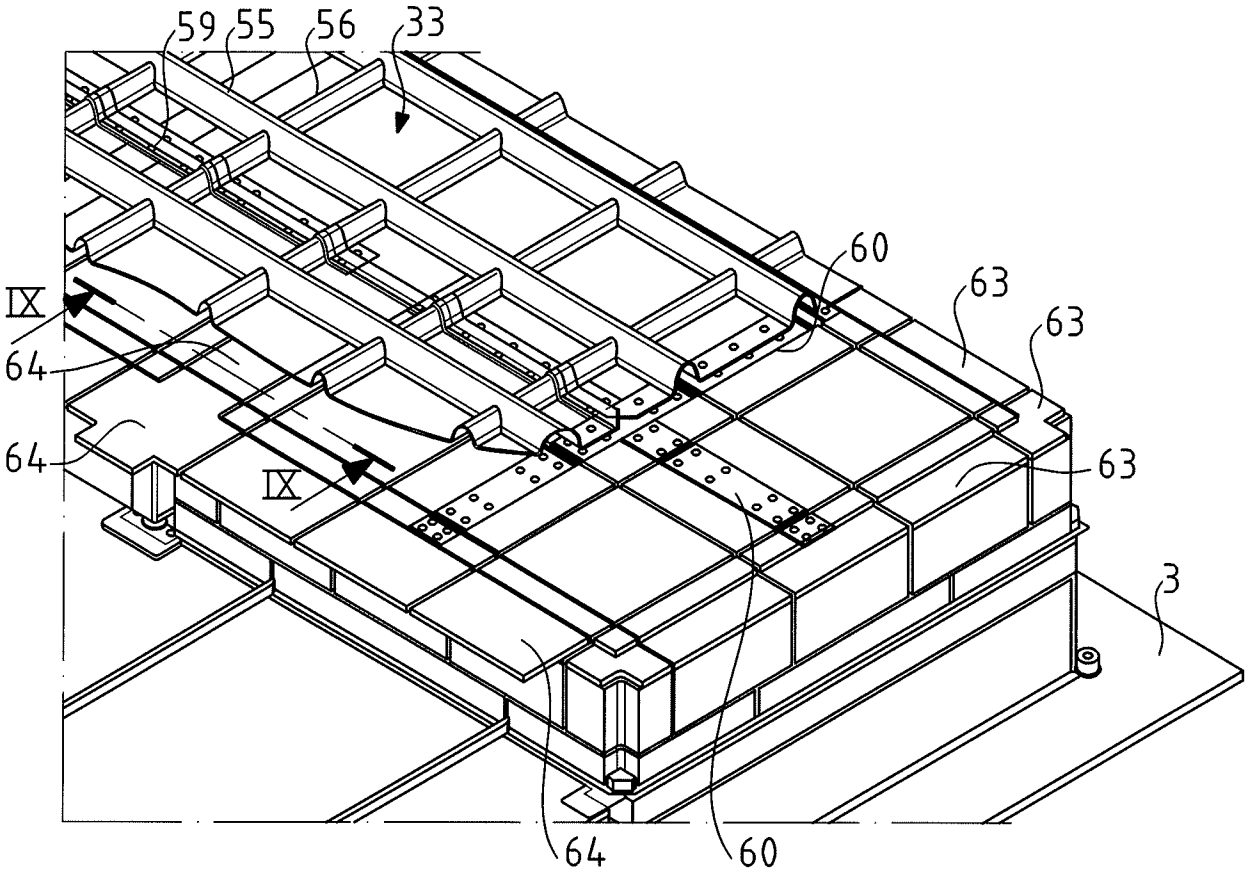


FIG.8

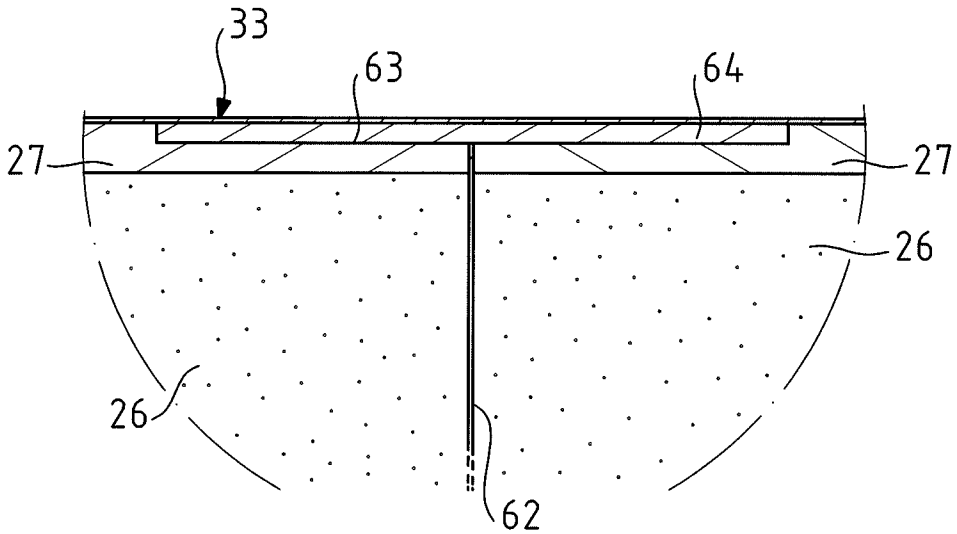


FIG.9

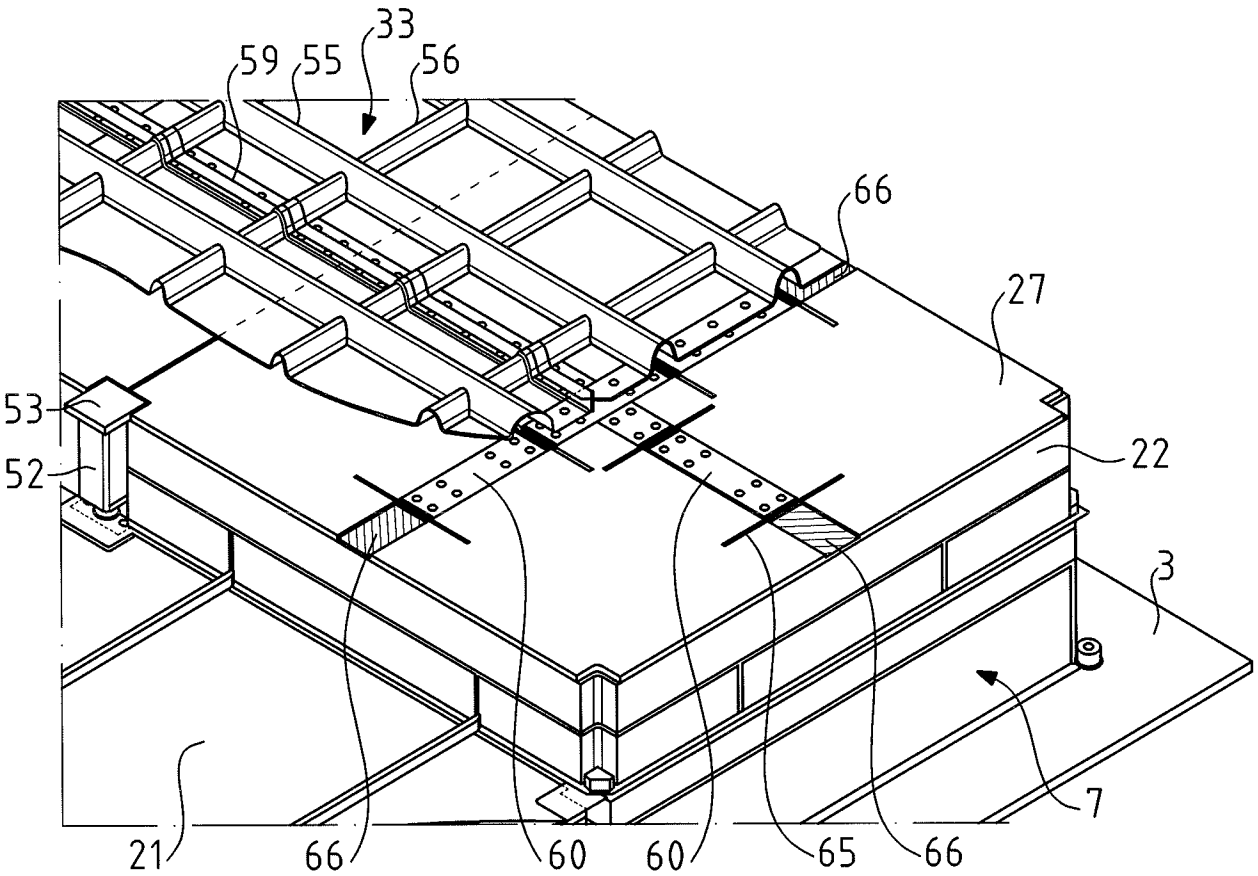

33
59
55
56
66
27
53
52
22
3
7
21
66
60
60
65
66

FIG.10

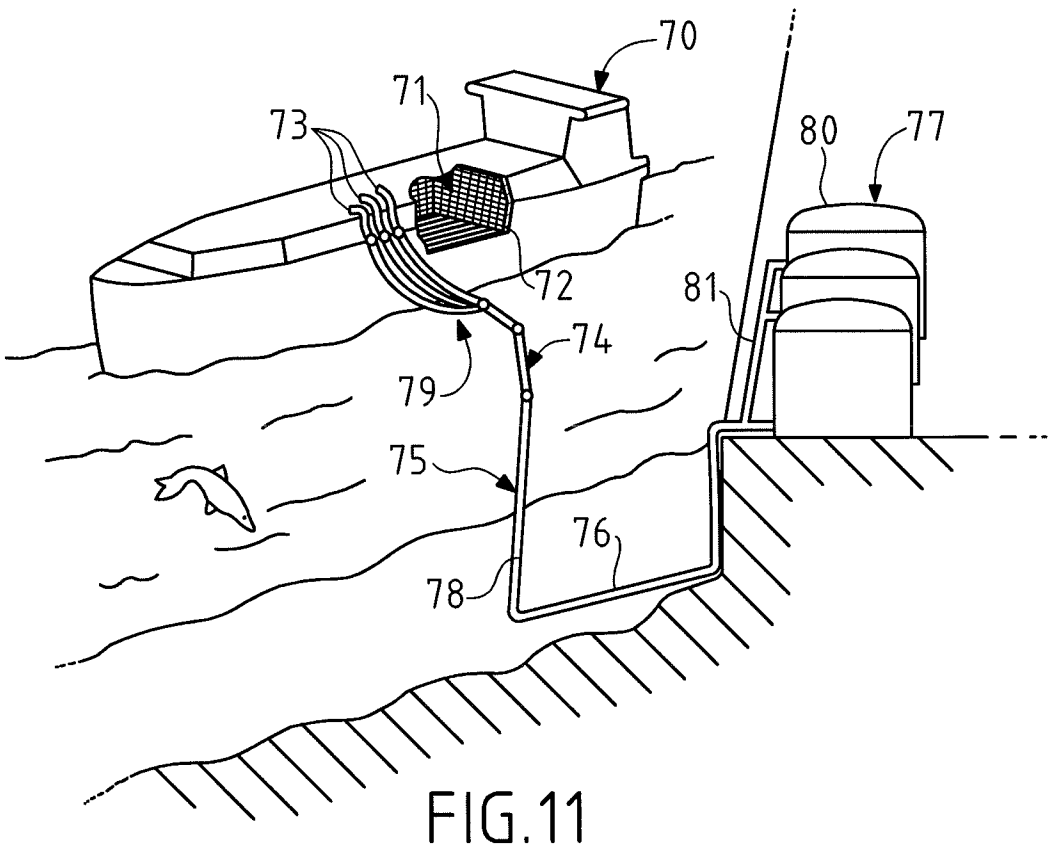

70
71
73
80
77
72
81
74
79
75
76
78

FIG.11

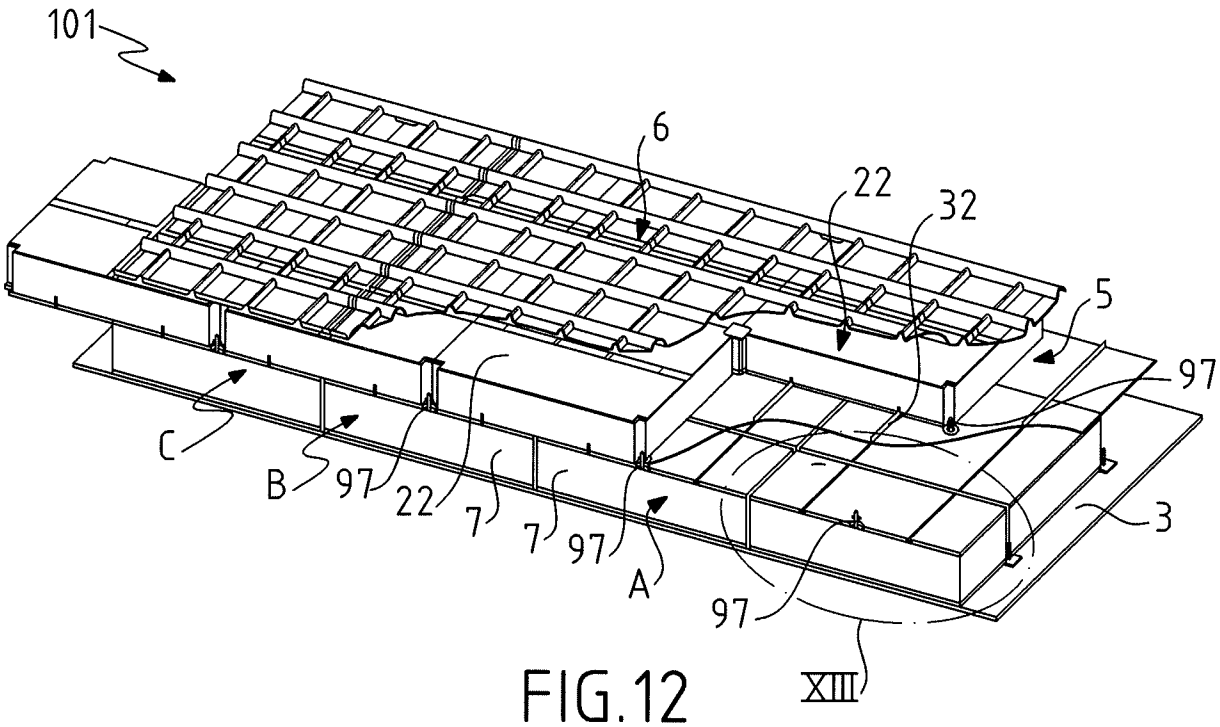


FIG.12

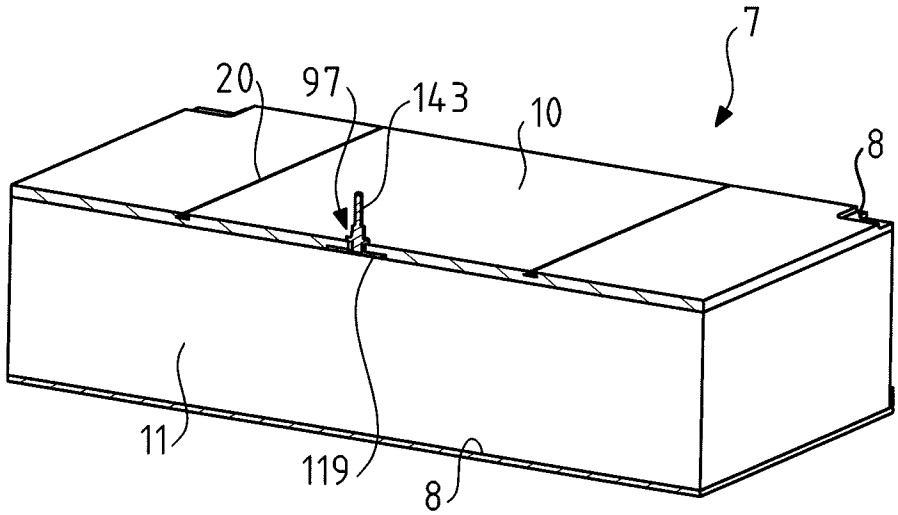


FIG.13

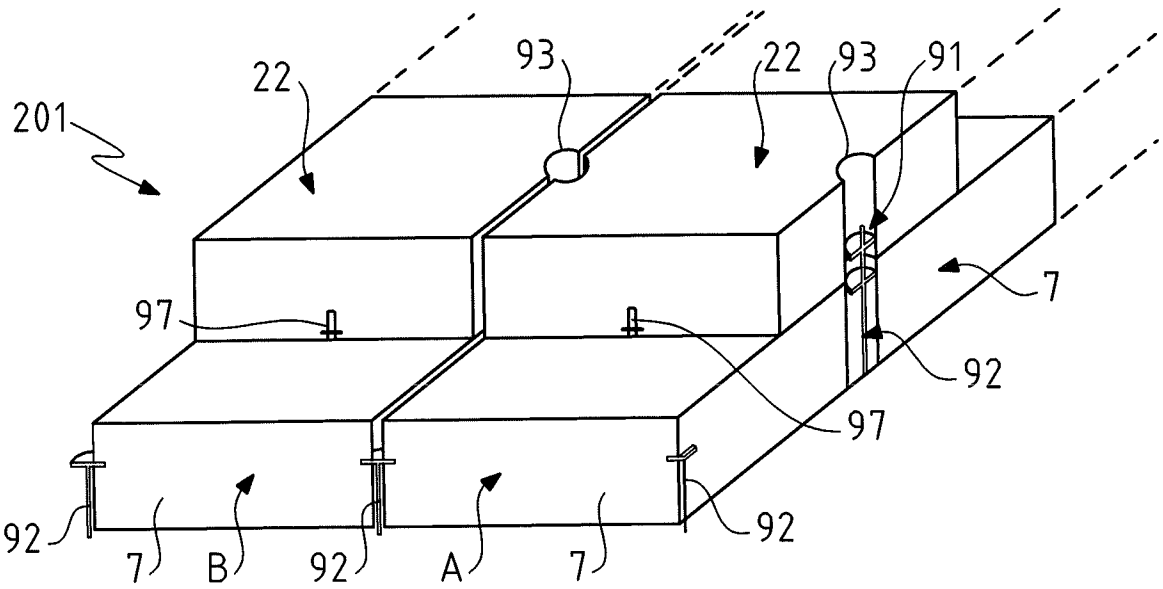

201
22
93
22
93
91
7
97
97
92
92
92
7
B
92
A
7

FIG.14

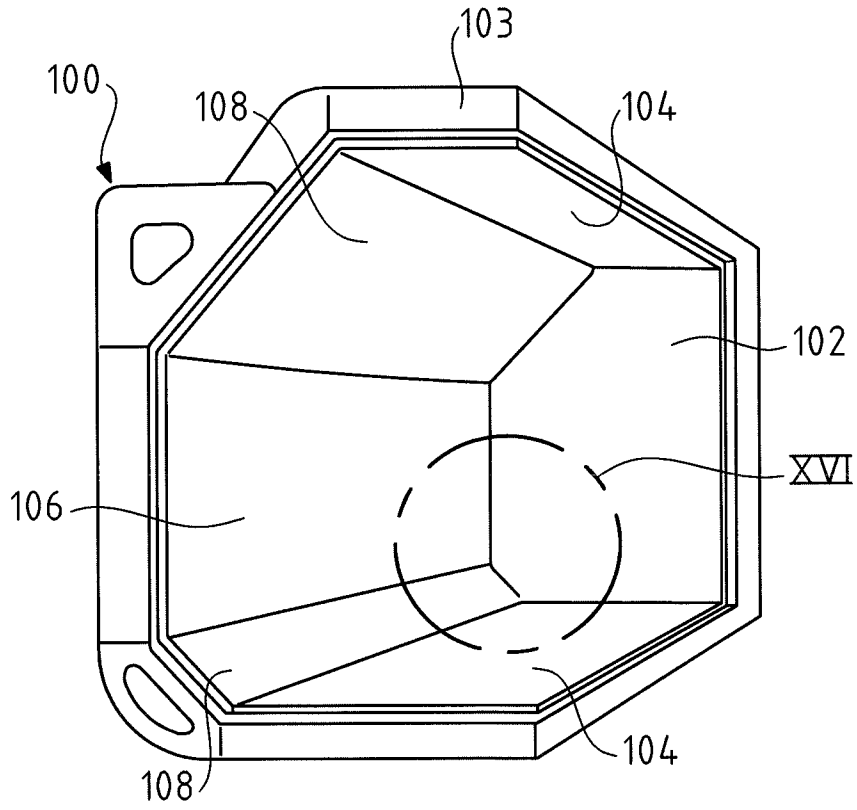

103
100
108
104
102
XVI
106
104
108

FIG.15

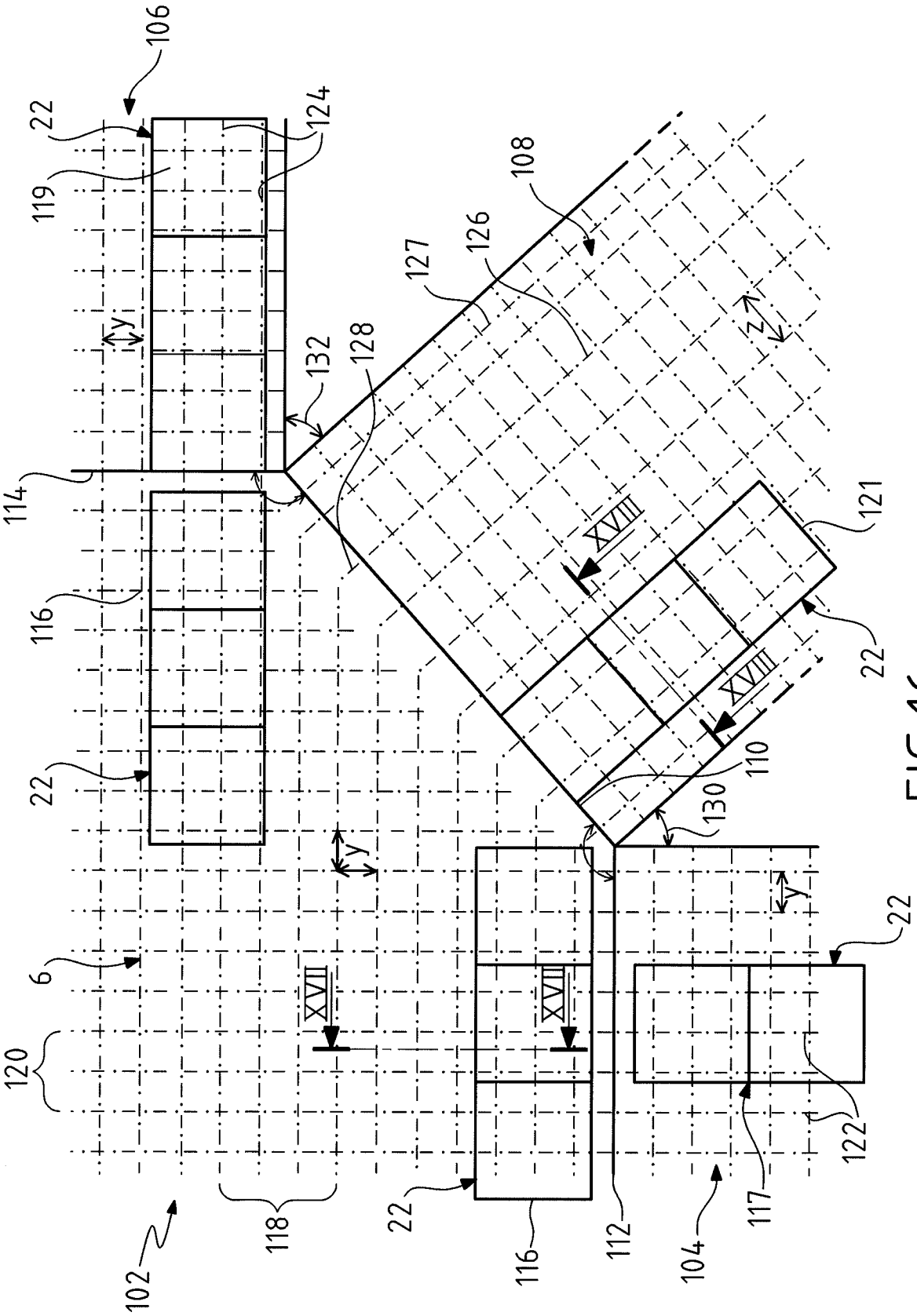

106
22
124
119
108
126
127
y
132
128
z
114
116
121
XVIII
22
XVIII
110
130
22
y
y
6
XVII
XVII
120
22
122
118
22
116
112
104
117
102

FIG.16

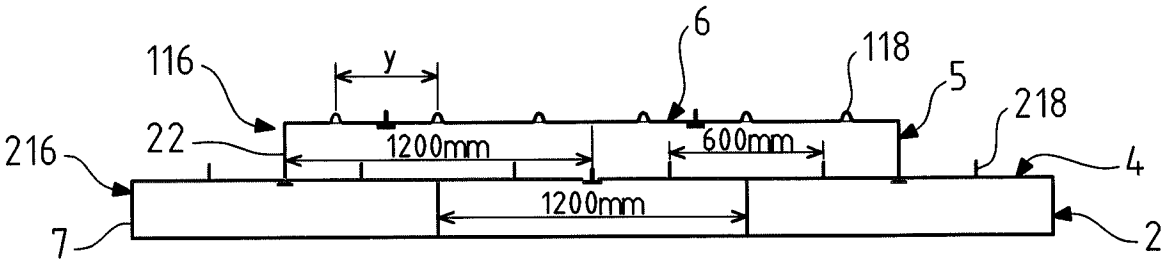


FIG.17

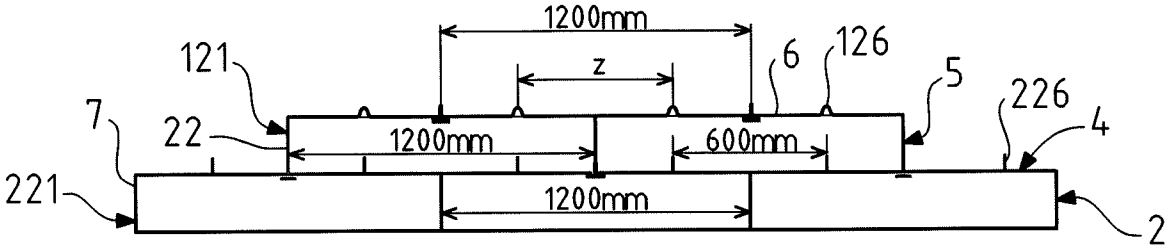


FIG.18

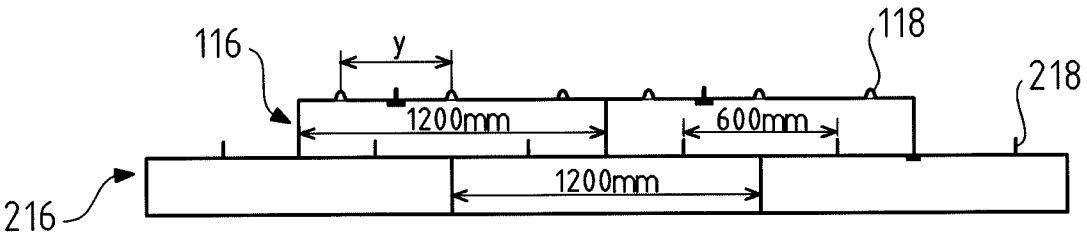


FIG.19

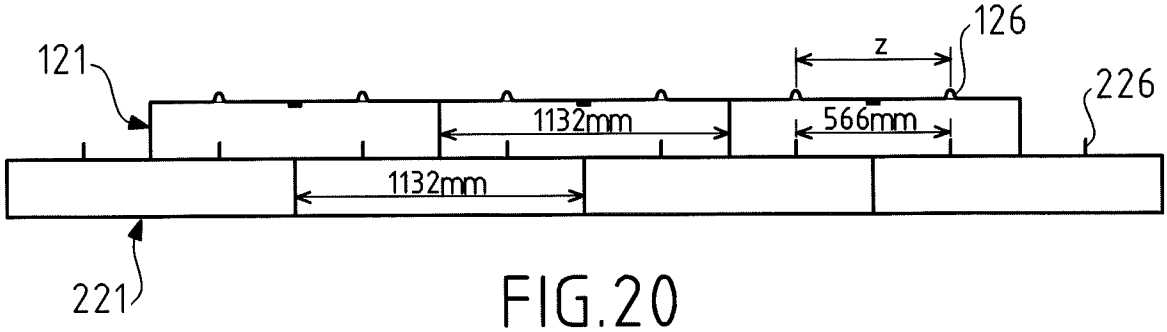


FIG.20

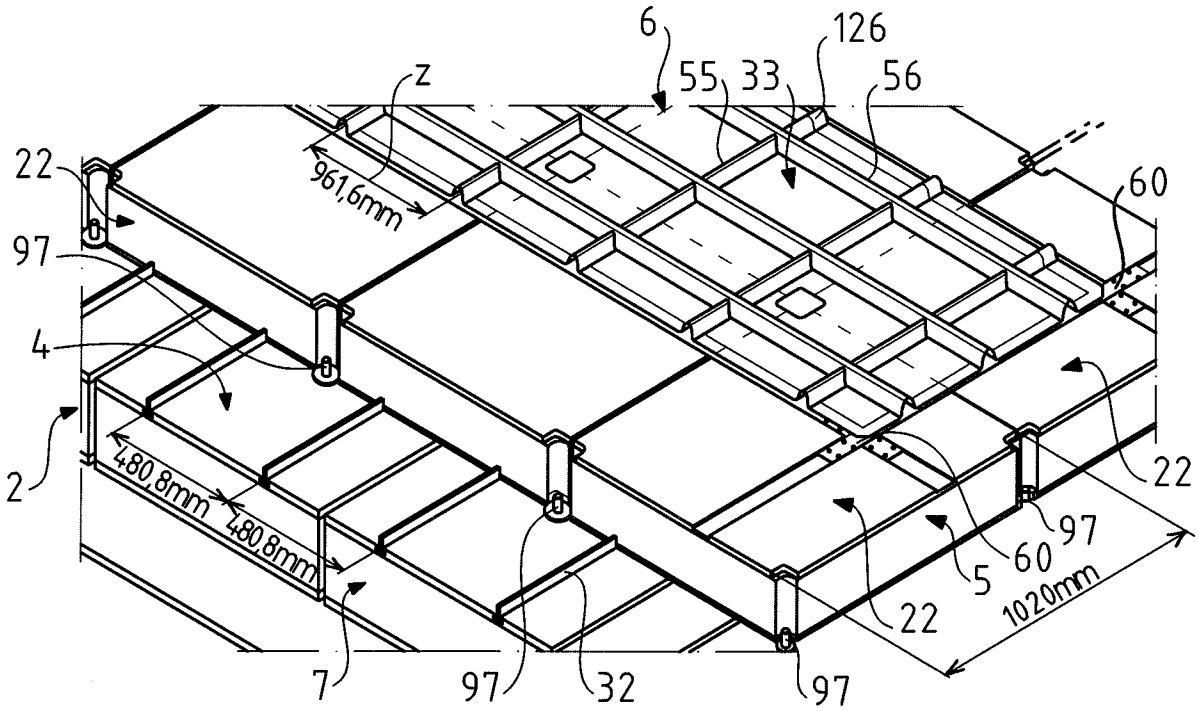

6
126
z
55
33
56
22
961,6mm
60
97
4
2
480,8mm
480,8mm
22
97
60
5
22
1020mm
7
97
32
97

FIG.21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2019/052856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F17C 3/02(2006.01)i; ***F17C 13/00***(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F17C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3232112 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 18 October 2017 (2017-10-18) paragraphs [0032] - [0066]; figures 1-7	1-17
A	WO 2017006044 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 12 January 2017 (2017-01-12) figures 1,17-19	1-17
A	US 3547302 A (JACKSON ROBERT G ET AL) 15 December 1970 (1970-12-15) figure 9	1
A	WO 2014167228 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 16 October 2014 (2014-10-16) figures 9,10	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 April 2020	**12 May 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Nicol, Boris** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2019/052856

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 3232112 A1	18 October 2017	CN 107289319 A	24 October 2017
		EP 3232112 A1	18 October 2017
		ES 2716156 T3	10 June 2019
		FR 3050008 A1	13 October 2017
		JP 2017214146 A	07 December 2017
		KR 20170116584 A	19 October 2017
		US 2017292652 A1	12 October 2017
WO 2017006044 A1	12 January 2017	AU 2016290011 A1	18 January 2018
		CN 107820554 A	20 March 2018
		EP 3320256 A1	16 May 2018
		FR 3038690 A1	13 January 2017
		JP 6479221 B2	06 March 2019
		JP 2018525578 A	06 September 2018
		KR 20180026397 A	12 March 2018
		PH 12017502405 A1	25 June 2018
		RU 2017143846 A	06 August 2019
		SG 11201710437R A	30 January 2018
		US 2018180223 A1	28 June 2018
		WO 2017006044 A1	12 January 2017
US 3547302 A	15 December 1970	BE 722124 A	14 March 1969
		DE 1802114 A1	08 May 1969
		DK 147802 B	10 December 1984
		ES 359027 A1	01 July 1970
		FR 1554714 A	24 January 1969
		GB 1226035 A	24 March 1971
		JP S5342889 B1	15 November 1978
		MT P574 B	11 September 1971
		NL 6814537 A	15 April 1969
		NO 124959 B	26 June 1972
		US 3547302 A	15 December 1970
WO 2014167228 A2	16 October 2014	AU 2014252973 A1	05 November 2015
		CN 105283704 A	27 January 2016
		EP 2984382 A2	17 February 2016
		ES 2732288 T3	21 November 2019
		FR 3004507 A1	17 October 2014
		JP 6291566 B2	14 March 2018
		JP 2016515986 A	02 June 2016
		KR 20150141984 A	21 December 2015
		RU 2015145298 A	16 May 2017
		SG 11201508308U A	27 November 2015
		US 2016069514 A1	10 March 2016
		US 2019331297 A1	31 October 2019
		WO 2014167228 A2	16 October 2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2019/052856

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F17C3/02 F17C13/00
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 3 232 112 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 18 octobre 2017 (2017-10-18) alinéas [0032] - [0066]; figures 1-7	1-17
A	WO 2017/006044 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 12 janvier 2017 (2017-01-12) figures 1,17-19	1-17
A	US 3 547 302 A (JACKSON ROBERT G ET AL) 15 décembre 1970 (1970-12-15) figure 9	1
A	WO 2014/167228 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 16 octobre 2014 (2014-10-16) figures 9,10	1

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
20 avril 2020	12/05/2020

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nicol, Boris

5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2019/052856

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3232112 A1	18-10-2017	CN 107289319 A	24-10-2017
		EP 3232112 A1	18-10-2017
		ES 2716156 T3	10-06-2019
		FR 3050008 A1	13-10-2017
		JP 2017214146 A	07-12-2017
		KR 20170116584 A	19-10-2017
		US 2017292652 A1	12-10-2017
WO 2017006044 A1	12-01-2017	AU 2016290011 A1	18-01-2018
		CN 107820554 A	20-03-2018
		EP 3320256 A1	16-05-2018
		FR 3038690 A1	13-01-2017
		JP 6479221 B2	06-03-2019
		JP 2018525578 A	06-09-2018
		KR 20180026397 A	12-03-2018
		PH 12017502405 A1	25-06-2018
		RU 2017143846 A	06-08-2019
		SG 11201710437R A	30-01-2018
		US 2018180223 A1	28-06-2018
		WO 2017006044 A1	12-01-2017
US 3547302 A	15-12-1970	BE 722124 A	14-03-1969
		DE 1802114 A1	08-05-1969
		DK 147802 B	10-12-1984
		ES 359027 A1	01-07-1970
		FR 1554714 A	24-01-1969
		GB 1226035 A	24-03-1971
		JP S5342889 B1	15-11-1978
		MT P574 B	11-09-1971
		NL 6814537 A	15-04-1969
		NO 124959 B	26-06-1972
		US 3547302 A	15-12-1970
WO 2014167228 A2	16-10-2014	AU 2014252973 A1	05-11-2015
		CN 105283704 A	27-01-2016
		EP 2984382 A2	17-02-2016
		ES 2732288 T3	21-11-2019
		FR 3004507 A1	17-10-2014
		JP 6291566 B2	14-03-2018
		JP 2016515986 A	02-06-2016
		KR 20150141984 A	21-12-2015
		RU 2015145298 A	16-05-2017
		SG 11201508308U A	27-11-2015
		US 2016069514 A1	10-03-2016
		US 2019331297 A1	31-10-2019
		WO 2014167228 A2	16-10-2014