

(19)



(11)

EP 3 596 383 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

31.03.2021 Bulletin 2021/13

(51) Int Cl.:

F17C 3/02 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2018/050537

(21) Numéro de dépôt: **18712978.8**

(22) Date de dépôt: **08.03.2018**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2018/167403 (20.09.2018 Gazette 2018/38)

(54) **CUVE ÉTANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE COMPORTANT UN BOUCHON ISOLANT DE RENFORT**

WÄRMEISOLIERENDER ABGEDICHTETER BEHÄLTER MIT VERSTÄRKUNGSISOLIERSTOPFEN

THERMALLY INSULATING SEALED TANK COMPRISING A REINFORCING INSULATING PLUG

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Inventeurs:

- **HERRY, Mickaël**
78470 Saint Rémy Les Chevreuse (FR)
- **PHILIPPE, Antoine**
78470 Saint Rémy Les Chevreuse (FR)

(30) Priorité: **15.03.2017 FR 1752116**

(43) Date de publication de la demande:

22.01.2020 Bulletin 2020/04

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

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

(73) Titulaire: **Gaztransport et Technigaz**

78470 Saint Rémy les Chevreuse (FR)

(56) Documents cités:

**WO-A1-2016/046487 WO-A1-2017/014426
KR-A- 20130 083 631**

EP 3 596 383 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

[0002] Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C.

Arrière-plan technologique

[0003] Le document WO2016/046487 divulgue une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage de gaz naturel liquéfié qui est intégrée dans la double coque d'un navire. La cuve comporte une structure multicouche présentant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière d'isolation thermique secondaire retenue à une structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière d'isolation thermique secondaire, une barrière d'isolation thermique primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

[0004] Dans le document précité, la barrière d'isolation thermique primaire comporte une pluralité de panneaux isolants primaires qui sont ancrés sur des goujons fixés aux panneaux isolants secondaires de la barrière d'isolation thermique secondaire. Les panneaux isolants primaires comportent une couche de mousse polymère prise en sandwich entre une plaque externe et une plaque interne, en bois contreplaqué. Chaque panneau isolant primaire comporte une pluralité de découpes le long de ses bords longitudinaux et de ses coins de manière à ce que la plaque externe des panneaux isolants secondaires déborde. Ainsi, la plaque externe des panneaux isolants primaires forme, au niveau de chacune des découpes, une surface d'appui qui coopère avec un organe de retenue, fixé à l'un des goujons, de manière à retenir les panneaux primaires vers la structure porteuse. Par ailleurs, la barrière d'isolation thermique primaire comporte une pluralité de plaques de fermeture permettant de compléter la surface d'appui de la membrane d'étanchéité primaire au niveau des découpes. Les plaques de fermetures sont positionnées dans des lamages qui sont ménagés sur la plaque interne des panneaux isolants primaires. La membrane d'étanchéité primaire comporte des séries d'ondulations perpendiculaires qui lui permettent de se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le fluide stocké dans la cuve.

[0005] Dans une telle cuve intégrée à la structure porteuse d'un navire, les mouvements de houle auxquels

est soumis le navire ont pour effet d'agiter le gaz naturel liquéfié stocké dans la cuve. Cette agitation crée des mouvements du gaz naturel liquéfié contre les parois de la cuve qui génèrent des à-coups de pression dynamiques, susceptibles de dégrader la membrane d'étanchéité primaire, en particulier si celle-ci n'est pas correctement supportée par la barrière d'isolation thermique primaire.

Résumé

[0006] Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide qui offre une excellente résistance aux à-coups de pression susceptibles d'être engendrés par le mouvement du fluide à l'intérieur de la cuve.

[0007] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide présentant une paroi comportant, dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse, une barrière d'isolation thermique primaire et une membrane d'étanchéité primaire qui repose contre la barrière d'isolation thermique primaire et est destinée à être en contact avec le fluide stocké dans la cuve ;

la barrière d'isolation thermique primaire comportant un panneau isolant primaire comprenant une plaque rigide externe et une couche de mousse polymère qui est fixée sur la plaque rigide externe et est disposée entre la plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, la couche de mousse polymère présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère et qui ménage, au niveau de la plaque rigide externe, une zone d'appui, la zone d'appui de la plaque rigide externe coopérant avec un dispositif d'ancrage, le dispositif d'ancrage étant en appui contre la zone d'appui de la plaque rigide externe de manière à la retenir vers la structure porteuse,

la membrane d'étanchéité primaire comportant une zone spécifique qui est disposée à l'aplomb de la zone d'appui et qui comporte une portion en saillie vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la cuve ;

la barrière d'isolation thermique primaire comportant un bouchon isolant de renfort qui est logé dans l'évidement de la couche de mousse polymère de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique de la barrière d'isolation thermique primaire, ledit bouchon isolant de renfort s'étendant, selon la direction d'épaisseur, de la zone d'appui de la plaque rigide externe jusqu'à la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire de manière à reprendre les efforts de compression susceptibles de s'exercer sur la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire.

[0008] Selon un mode de réalisation, le bouchon isolant de renfort comporte une couche de mousse polymère présentant une limite d'élasticité en compression supérieure ou égale à 80 % de celle de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire.

[0009] Selon un mode de réalisation, le bouchon isolant de renfort présente une fonction structurelle de reprise des charges de compression qui s'exercent sur la zone spécifique de la membrane d'étanchéité.

[0010] Selon un mode de réalisation, le bouchon isolant de renfort présente une couche de mousse polymère.

[0011] Une telle cuve est avantageuse en ce que la barrière thermiquement isolante primaire est renforcée au niveau d'une zone particulièrement critique, à savoir dans une zone d'ancrage d'un panneau isolant primaire, en regard d'une zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire qui en raison de sa portion en saillie vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la cuve est particulièrement sensible aux à-coups de pression générés par le mouvement du fluide dans la cuve.

[0012] En outre, le dispositif d'ancrage selon l'invention est en appui contre la plaque externe rigide qui est moins soumise aux phénomènes de fluage et d'écrasement qu'une mousse polymère, ce qui permet d'assurer un ancrage satisfaisant du panneau isolant primaire.

[0013] Selon d'autres modes de réalisation avantageux, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0014] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort présente une limite d'élasticité supérieure à celle de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire. Ainsi, la barrière thermiquement isolante primaire étant renforcée localement par la présence du bouchon isolant de renfort, les caractéristiques mécaniques de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire sont moins critiques, ce qui permet audit panneau isolant primaire de présenter de meilleures caractéristiques d'isolation thermiques et/ou d'être moins coûteux.

[0015] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort est supérieure ou égale à 1 MPa, typiquement comprise entre 1 MPa et 4 MPa, par exemple de l'ordre de 1.3 MPa.

[0016] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire est supérieure ou égale à 1 MPa, typiquement comprise entre 1 MPa et 4 MPa, par exemple de l'ordre de 1.3 MPa.

[0017] Selon un mode de réalisation, la limite d'élasticité en compression de la mousse polymère du bouchon isolant de renfort et la limite d'élasticité en compression de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire sont mesurées dans la direction d'épaisseur de la cuve.

[0018] Selon un mode de réalisation, la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire est une zone de nœud formée à l'intersection entre deux ondulations de la membrane d'étanchéité primaire.

[0019] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire est une membrane ondulée comprenant au moins deux ondulations en saillie vers l'intérieur ou l'extérieur de la cuve qui se coupent au niveau d'une zone de nœud, ladite zone de nœud comportant

un pied en appui contre le bouchon isolant de renfort.

[0020] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort présente une densité supérieure ou égale à la densité de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire.

[0021] Selon un mode de réalisation, la densité de la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort est plus de 1,2 fois supérieure à la densité de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire.

[0022] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire présente une densité comprise entre 110 et 150 kg/m³.

[0023] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire est en mousse de polyuréthane.

[0024] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort présente une densité comprise entre 180 et 240 kg/m³.

[0025] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort est en mousse de polyuréthane.

[0026] Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère du bouchon isolant de renfort est renforcé par des fibres, tels que des fibres de verre. Selon une variante avantageuse, les fibres sont orientées selon la direction d'épaisseur de la paroi.

[0027] Selon un mode de réalisation, le bouchon isolant de renfort est logé dans l'évidement entre le dispositif d'ancrage et la membrane d'étanchéité primaire.

[0028] Selon un mode de réalisation, la barrière d'isolation thermique primaire comporte deux panneaux isolants primaires adjacents comprenant chacun une plaque rigide externe et une couche de mousse polymère qui est fixée sur la plaque rigide externe et est disposée entre la plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, la couche de mousse polymère de chacun des panneaux isolants primaires présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère et est ménagé en bordure dudit panneau isolant primaire de telle sorte que la plaque rigide externe de chacun des panneaux isolants primaires présente une zone d'appui qui déborde de la couche de mousse polymère, les évidements respectifs des deux panneaux isolants primaires étant disposés de manière à déboucher l'un dans l'autre, le dispositif d'ancrage étant agencé pour retenir la zone d'appui de la plaque rigide externe de l'un et l'autre des deux panneaux isolants primaires vers la structure porteuse.

[0029] Selon un mode de réalisation, la barrière d'isolation thermique primaire comporte trois panneaux isolants primaires comprenant chacun une plaque rigide externe et une couche de mousse polymère qui est fixée sur la plaque rigide externe et est disposée entre la plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, la couche de mousse polymère de chacun des panneaux isolants primaires présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère et est ménagé en bordure dudit panneau isolant primaire

de telle sorte que la plaque rigide externe de chacun des panneaux isolants primaires présente une zone d'appui qui débord de la couche de mousse polymère, les évidements respectifs des deux panneaux isolants primaires étant disposés de manière à déboucher l'un dans l'autre, le dispositif d'ancrage étant agencé pour retenir la zone d'appui de la plaque rigide externe de l'un et l'autre des deux panneaux isolants primaires vers la structure porteuse. Selon une variante, le logement formé par les trois évidements présente une forme de Y.

[0030] Selon un mode de réalisation, la barrière d'isolation thermique primaire comporte quatre panneaux isolants primaires, chacun des panneaux isolants primaires comportant un coin adjacent à un coin des trois autres panneaux isolants primaires, chaque panneau isolant primaire comprenant une plaque rigide externe et une couche de mousse polymère qui est fixée sur la plaque rigide externe et est disposée entre la plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, la couche de mousse polymère de chacun des panneaux isolants primaires présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère au niveau dudit coin de telle sorte que la plaque rigide externe de chacun des panneaux isolants primaires présente une zone d'appui qui débord de la couche de mousse polymère, les évidements respectifs des quatre panneaux isolants primaires étant disposés de manière à déboucher les uns dans les autres et former un logement, le dispositif d'ancrage étant disposé dans le logement et agencé pour retenir la zone d'appui de la plaque rigide externe de chacun des quatre panneaux isolants primaires vers la structure porteuse.

[0031] Selon un mode de réalisation, le logement formé par les quatre évidements présente une forme de croix.

[0032] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire est une membrane ondulée comprenant au moins deux ondulations en saillie vers l'intérieur ou l'extérieur de la cuve qui se coupent au niveau d'une zone de nœud, la zone de nœud comportant quatre pieds reposant contre la barrière d'isolation thermique primaire qui sont chacun disposés à l'aplomb de la zone d'appui de l'un des quatre panneaux isolants primaires.

[0033] Selon une première variante de réalisation, la barrière d'isolation thermique primaire comporte quatre bouchons isolants de renfort qui sont chacun logés dans l'un des évidements des quatre panneaux isolants primaires respectifs et une cale isolante qui est disposée au centre du logement, entre les quatre bouchons isolants de renfort de manière à maintenir les quatre bouchons isolants de renfort en position, chacune des bouchons isolants de renfort s'étendant selon la direction d'épaisseur, de la zone d'appui de la plaque rigide externe de l'un des panneaux isolants primaires jusqu'à la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire ; chaque bouchon isolant de renfort comportant une couche de mousse polymère présentant une limite d'élasticité en compression supérieure à celle de la couche de

mousse polymère du panneau isolant primaire.

[0034] Selon un mode de réalisation, chacun des quatre pieds de la zone de nœud repose contre l'un des quatre bouchons isolants de renfort.

5 **[0035]** Selon une deuxième variante de réalisation, le bouchon isolant de renfort présente une forme complémentaire à la forme du logement.

[0036] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'ancrage comporte un organe de retenue comprenant une patte venant en appui contre chaque zone d'appui et un goujon fixé directement ou indirectement à la structure porteuse, l'organe de retenue étant fixé sur le goujon.

10 **[0037]** Selon un mode de réalisation, la patte de l'organe de retenue est disposée entre la zone d'appui et le bouchon isolant de renfort.

15 **[0038]** Selon un mode de réalisation, l'organe de retenue est fixé sur le goujon au moyen d'un écrou.

[0039] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'ancrage comporte une ou plusieurs rondelles élastiques, telles que des rondelles de Belleville par exemple, enfilées sur le goujon fileté entre l'écrou et l'organe de retenue. Ceci permet d'assurer un ancrage élastique des panneaux isolants primaires.

20 **[0040]** Selon un mode de réalisation, le ou chaque panneau isolant primaire comporte une plaque rigide interne fixée à la couche de mousse polymère et disposée entre la couche de mousse polymère isolante et la membrane d'étanchéité primaire.

25 **[0041]** Selon un mode de réalisation, la plaque rigide interne présente un évidement dans le prolongement de l'évidement ménagé sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère.

30 **[0042]** Selon un mode de réalisation, le ou chaque bouchon isolant de renfort comporte une plaque rigide externe affleurant la plaque rigide externe du panneau isolant primaire.

35 **[0043]** Selon un mode de réalisation, la cuve comprend en outre une barrière d'isolation thermique secondaire reposant contre la structure porteuse et une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière d'isolation thermique secondaire et contre laquelle repose la barrière d'isolation thermique primaire.

40 **[0044]** Selon un mode de réalisation, la barrière d'isolation thermique secondaire comporte un panneau isolant secondaire ancré à la structure porteuse, le dispositif d'ancrage étant fixé sur le panneau isolant secondaire et assurant ainsi un ancrage du ou des panneaux isolants primaires sur le panneau isolant secondaire.

45 **[0045]** Selon un autre mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide présentant une paroi comportant, dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse, une barrière d'isolation thermique primaire et une membrane d'étanchéité primaire qui repose contre la barrière d'isolation thermique primaire et est destinée à être en contact avec le fluide stocké dans la cuve ; la barrière d'isolation thermique primaire comportant un

élément isolant comprenant une plaque rigide externe et une garniture isolante associée à la plaque rigide externe et disposée entre la plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, l'élément isolant présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la garniture isolante et qui ménage, au niveau de la plaque rigide externe, une zone d'appui, la zone d'appui de la plaque rigide externe coopérant avec un dispositif d'ancrage, le dispositif d'ancrage étant en appui contre la zone d'appui de la plaque rigide externe de manière à la retenir vers la structure porteuse,

la membrane d'étanchéité primaire comportant une zone spécifique qui est disposée à l'aplomb de la zone d'appui ;

la barrière d'isolation thermique primaire comportant un bouchon isolant de renfort qui est logé dans l'évidement de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique de la barrière d'isolation thermique primaire, ledit bouchon isolant de renfort s'étendant, selon la direction d'épaisseur, de la zone d'appui de la plaque rigide externe jusqu'à la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire de manière à reprendre les efforts de compression susceptibles de s'exercer sur la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire, le bouchon isolant de renfort présentant une fonction structurelle de reprise des charges de compression qui s'exercent sur la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire.

[0046] Selon un mode de réalisation, la paroi de la cuve ne comporte qu'une barrière d'isolation thermique primaire et qu'une membrane d'étanchéité primaire. Selon un autre mode de réalisation, la paroi de la cuve comporte en outre une barrière d'isolation thermique secondaire et une membrane d'étanchéité secondaire.

[0047] Selon un mode de réalisation, la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire comporte une portion en saillie vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la cuve.

[0048] Selon un mode de réalisation, l'élément isolant est un panneau isolant primaire et la garniture calorifuge est une couche de mousse polymère. Selon un autre mode de réalisation, l'élément isolant est un caisson comportant la plaque rigide externe, une plaque rigide interne et des entretoises s'étendant selon la direction d'épaisseur de la cuve entre la plaque rigide interne et la plaque rigide externe, la garniture calorifuge étant logée dans des compartiments ménagés entre les entretoises. Dans un tel mode de réalisation, la garniture calorifuge est choisie parmi les matériaux tels que la perlite, la laine de verre, la mousse de polyuréthane, la mousse de polyéthylène, la mousse de polychlorure de vinyle, les aérogels ou autres.

[0049] Selon un autre mode de réalisation, l'invention fournit également une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide présentant une paroi comportant, dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse, une barrière d'isolation thermique primaire et une membrane d'étanchéité primaire qui repose contre la barrière

d'isolation thermique primaire et est destinée à être en contact avec le fluide stocké dans la cuve ;

la barrière d'isolation thermique primaire comportant quatre panneaux isolants primaires, chacun des panneaux isolants primaires comportant un coin adjacent à un coin des trois autres panneaux isolants primaires, chaque panneau isolant primaire comprenant une plaque rigide externe et une couche de mousse polymère qui est fixée sur la plaque rigide externe et est disposée entre le plaque rigide externe et la membrane d'étanchéité primaire, la couche de mousse polymère de chacun des panneaux isolants primaires présentant un évidement qui s'étend sur toute l'épaisseur de la mousse polymère au niveau dudit coin de telle sorte que la plaque rigide externe de chacun des panneaux isolants présente une zone d'appui qui débord de la couche de mousse polymère, les évidements respectifs des quatre panneaux isolants primaires étant disposés de manière à déboucher les uns dans les autres et former un logement, un dispositif d'ancrage étant agencé pour retenir la zone d'appui de la plaque rigide externe de chacun des quatre panneaux isolants primaires vers la structure porteuse ; la barrière d'isolation thermique primaire comportant quatre bouchons isolants qui sont chacun logés dans l'un des évidements des quatre panneaux isolants primaires respectifs et une cale isolante centrale qui est disposée au centre du logement, entre les quatre bouchons isolants de renfort de manière à maintenir les quatre bouchons isolants de renfort en position, chaque bouchon isolant de renfort s'étendant, selon la direction d'épaisseur, de l'une des zones d'appui jusqu'à de la membrane d'étanchéité primaire de manière à reprendre les efforts de compression susceptibles de s'exercer sur la membrane d'étanchéité primaire.

[0050] Une telle cuve est particulièrement avantageuse en ce que les bouchons isolants permettent de supporter efficacement la membrane d'étanchéité primaire et permettent de s'affranchir de la présence de lamages ménagés dans les panneaux isolants primaires et aptes à recevoir des plaques de fermeture.

[0051] Une cuve selon l'un des modes de réalisation précités peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire éthanier ou méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres. Dans le cas d'une structure flottante, la cuve peut être destinée à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de la structure flottante.

[0052] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un fluide comporte une coque, telle qu'une double coque, et une cuve précitée disposée dans la coque.

[0053] 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.

[0054] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

[0055] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- **La figure 1** est une vue en perspective, écorchée, d'une paroi de cuve.
- **La figure 2** est une vue en perspective d'un panneau isolant primaire de la paroi de cuve de la figure 1.
- **La figure 3** est une vue en perspective d'une tôle métallique ondulée de la membrane d'étanchéité primaire.
- **La figure 4** est une vue détaillée d'une zone de nœud de la tôle métallique ondulée de la figure 3.
- **La figure 5** est une vue en perspective illustrant un dispositif d'ancrage permettant de fixer des panneaux isolants primaires de la barrière d'isolation thermique primaire sur la barrière d'isolation thermique secondaire.
- **La figure 6** est une vue en perspective de quatre panneaux isolants primaires adjacents et de quatre bouchons isolants de renfort qui sont chacun destinés à être disposés dans un évidement de l'un de quatre panneaux isolants primaires, à la jonction entre lesdits panneaux isolants primaires.
- **La figure 7** est une vue de dessus de la membrane d'étanchéité primaire au niveau d'une zone de nœud positionnée à la jonction entre les coins des quatre panneaux isolants primaires adjacents, la membrane d'étanchéité primaire étant représentée en transparence de manière à permettre l'observation de la barrière d'isolation thermique primaire.
- **La figure 8** est une vue en coupe de la barrière d'isolation thermique au niveau d'un dispositif d'ancrage.

- **La figure 9** est une représentation schématique d'un bouchon isolant selon une variante de réalisation.

- **La figure 10** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier comportant des parois telles que représentées sur la figure 1 et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

[0056] Par convention, les termes «externe» et «interne» sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

[0057] Sur la figure 1, on a représenté la structure multicouche d'une paroi 1 d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide, 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 d'isolation thermique secondaire 2 retenue à la structure porteuse 3, une membrane d'étanchéité secondaire 4 reposant contre la barrière d'isolation thermique secondaire 2, une barrière d'isolation thermique primaire 5 reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 4 et une membrane d'étanchéité primaire 6 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

[0058] La structure porteuse 3 peut notamment comprendre des tôles métalliques autoporteuses ou, plus généralement, tout type de cloisons rigides présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 3 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 3 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

[0059] La barrière d'isolation thermique secondaire 2 comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires 7 ancrés à la structure porteuse au moyen de cordons de résine, non illustrés, et/ou de goujons, non illustrés, soudés sur la structure porteuse 3. Les panneaux isolants secondaires 7 présentent sensiblement une forme de parallélépipède rectangle et sont juxtaposés selon des rangées parallèles et séparées les uns des autres par des interstices 8 garantissant un jeu fonctionnel de montage. Les interstices 8 sont comblés avec une garniture calorifuge 9 telle que de la laine de verre, de la laine de roche ou de la mousse synthétique souple à cellules ouvertes par exemple. Les panneaux isolants secondaires 7 comportent chacun une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre une plaque rigide interne et une plaque rigide externe. Les plaques rigides, interne et externe, sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane.

[0060] La membrane d'étanchéité secondaire 4 comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées 10 ayant chacune une forme sensiblement rectangulaire. Les tôles métalliques ondulées 10 sont disposées de manière décalée par rapport aux panneaux isolants secondaires 7 de la barrière d'isolation thermique secondaire 2 de telle sorte que chacune desdites tôles métalliques ondulées 10 s'étende conjointement sur quatre panneaux isolants secondaires 7 adjacents.

[0061] Chaque tôle métallique ondulée 10 présente une première série d'ondulations 11 parallèles s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations 12 parallèles s'étendant selon une seconde direction. Les directions des séries d'ondulations 11, 12 sont perpendiculaires l'une à l'autre. Chacune des séries d'ondulations 11, 12 est parallèle à deux bords opposés des tôles métalliques ondulées 10. Les ondulations font saillie vers l'extérieur de la cuve, c'est-à-dire en direction de la structure porteuse 3. Les ondulations des tôles métalliques ondulées 10 sont logées dans des rainures 13 ménagées dans la plaque interne des panneaux isolants secondaires 7.

[0062] Les tôles métalliques ondulées 10 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. En outre, les tôles métalliques ondulées 10 sont soudées sur des platines métalliques 14 qui sont fixées sur la plaque interne des panneaux isolants secondaires 7. Les tôles métalliques ondulées 10 comportent le long de leurs bords longitudinaux et au niveau de leur quatre coins des découpes permettant le passage de goujons 15 qui sont fixés sur les plaques rigides internes des panneaux isolants secondaires 7 et qui sont destinés à assurer la fixation de la barrière d'isolation thermique primaire 5 sur la barrière d'isolation thermique secondaire 2. Les tôles métalliques ondulées 10 sont, par exemple, réalisées en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0063] Par ailleurs, la barrière d'isolation thermique primaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 16 de forme sensiblement parallélépipédique rectangle. Les panneaux isolants primaires 16 sont ici décalés par rapport aux panneaux isolants secondaires 7 de la barrière d'isolation thermique secondaire 2 de telle sorte que chaque panneau isolant primaire 16 s'étende sur quatre panneaux isolants secondaires 7.

[0064] Un panneau isolant primaire 16 est représenté de manière détaillée sur la figure 2. Chaque panneau isolant secondaire 16 présente une couche de mousse polymère 17 prise en sandwich entre deux plaques rigides, à savoir une plaque rigide externe 18 et une plaque rigide interne 19. Les plaques rigides, externe 18 et interne 19, sont par exemple en bois contreplaqué. De manière alternative, les plaques rigides, externe 18 et interne 19, sont réalisées dans une matière plastique, telle que le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène te-

rephtalate (PET), le polyéthylène (PE), le copolymère acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), le polyuréthane (PU) ou le polypropylène 25 (PP), optionnellement renforcée par des fibres.

[0065] La couche de mousse polymère 17 est par exemple de la mousse de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres, tels que des fibres de verre. La mousse de polyuréthane présente une densité comprise entre 110 et 150 kg/m³, par exemple de l'ordre de 130 kg/m³. De manière alternative, la couche de mousse polymère est de la mousse de polyéthylène ou de la mousse de polychlorure de vinyle. Dans d'autres modes de réalisation, la mousse de polyuréthane présente une haute densité, c'est-à-dire une densité comprise entre 170 et 210 kg/m³. La plaque rigide interne 18 de chaque panneau isolant primaire 16 est équipée de platines métalliques 20, 21 pour l'ancrage des tôles métalliques ondulées 22 de la membrane d'étanchéité primaire 6. Les platines métalliques 20, 21 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux bords opposés des panneaux isolants primaires. Dans le mode de réalisation représenté, les platines métalliques 20 sont disposées le long de l'axe longitudinal de symétrie des panneaux isolants primaires 16 et les platines métalliques 21 sont disposées le long de l'axe transversal de symétrie des panneaux isolants primaires 16. Les platines métalliques 20, 21 sont fixées dans des lamages ménagés dans la plaque rigide interne 18 du panneau isolant primaire 16 et fixées à celui-ci, par des vis, des rivets ou des agrafes par exemple.

[0066] La membrane d'étanchéité primaire 6 est obtenue par l'assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées 22, dont l'une est représentée sur la figure 3. Les tôles métalliques ondulées 22 sont par exemple réalisées en acier inoxydable, en aluminium, en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel (tel que Fe-36Ni) dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Les tôles métalliques ondulées 22 présentent chacune une forme sensiblement rectangulaire. Chaque tôle métallique ondulée 22 comporte une première série d'ondulations parallèles 23 s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations 24 parallèles s'étendant selon une seconde direction perpendiculaire à la première série. Chacune des séries d'ondulations 23, 24 est parallèle à deux bords opposés de la tôle métallique ondulée 22 et à deux bords opposés des panneaux isolants primaires 16. Les ondulations font saillie vers l'intérieur de la cuve.

[0067] Chaque tôle métallique ondulée 22 comporte entre les ondulations, une pluralité de surfaces planes 25 en appui contre les plaques internes 18 des panneaux isolants primaires 16. Au niveau de chaque croisement entre deux ondulations 22, 23, la tôle métallique comporte une zone de nœud 26, telle que représentée sur la figure 4. La zone de nœud 26 comporte une portion centrale 27 présentant un sommet en saillie vers l'inté-

rieur de la cuve. Par ailleurs, la portion centrale 27 est bordée, d'une part, par une paire d'ondulations concaves 28, 29 formées dans la crête de l'ondulation 23 la plus haute et, d'autre part, par une paire de renforcements 30 dans lesquels pénètre l'ondulation la plus basse. La zone de nœud 26 comporte en outre quatre pieds 31, 32 dont seule deux sont visibles sur la figure 4. Les quatre pieds 31, 32 sont chacun disposés à la jonction entre la zone de nœud et la zone d'angle adjacente de l'une des quatre surfaces planes 25 voisines de ladite zone de nœud 26. L'appui de la zone de nœud 26 sur la barrière thermiquement isolante primaire 5 est réalisé au niveau desdits pieds 31, 32. Ainsi, les efforts de compression susceptibles de s'exercer sur la zone de nœud 26 sont transmis à la barrière thermiquement isolante primaire 5 au niveau desdits pieds 31, 32.

[0068] En revenant à la figure 1, l'on observe que les tôles métalliques ondulées 22 de la membrane d'étanchéité primaire 6 sont disposées de manière décalée par rapport aux panneaux isolants primaires 16 de telle sorte que chacune desdites tôles métalliques ondulées 22 s'étende conjointement sur quatre panneaux isolants primaires 16 adjacents. Les tôles métalliques ondulées 22 sont soudées entre elles à recouvrement et sont en outre soudées le long de leur bords sur les platines métalliques 20, 21 qui sont fixées sur les panneaux isolants primaires 16.

[0069] Comme représenté sur la figure 1, les tôles métalliques ondulées 22 sont disposées de telle sorte qu'une ondulation 23a s'étende en vis-à-vis de chaque interstice, orienté selon la direction longitudinale des panneaux isolants primaires 16, entre deux panneaux isolants primaires adjacents 16 et qu'une ondulation 24a s'étende en vis-à-vis de chaque interstice, orienté transversalement, entre deux panneaux isolants primaires adjacents 16. Dès lors, une zone de nœud 26 de la membrane d'étanchéité primaire 6 se situe en regard de chaque croisement entre deux interstices séparant des panneaux isolants primaires 16.

[0070] Comme représenté sur les figures 1, 2 et 5, chaque panneau isolant primaire 16 comporte un ou plusieurs évidements 35 le long de chacun de ses deux bords longitudinaux et un évidement 36 au niveau de chacun de ses coins. Chaque évidement 35, 36 traverse la plaque rigide interne 18 et s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère 17. Au niveau de chacun des évidements 35, 36, la plaque rigide externe 19 débordé par rapport à la couche de mousse polymère 17 et à la plaque rigide interne 18 de manière à former une zone d'appui 37 coopérant avec un dispositif d'ancrage 38. Chaque évidement 35 formé dans le bord de l'un des panneaux isolants primaires 16 est disposé en regard d'un évidement 35 formé dans le bord en vis-à-vis d'un panneau isolant primaire 16 adjacent. Ainsi, un unique dispositif d'ancrage 38 peut coopérer avec deux zones d'appui 37 appartenant respectivement à l'un et à l'autre des deux panneaux isolants primaires 16 adjacents. En outre, comme illustré sur la figure 5, chaque

évidement 36 ménagé au niveau de l'un des coins des panneaux isolants primaires 16 débouche en regard des évidements 36 ménagés au niveau des coins adjacents des trois panneaux isolants primaires 16 adjacents. Les quatre évidements 36 forment ainsi ensemble un logement 39 en forme de croix. Dès lors, un unique dispositif d'ancrage 38 peut coopérer avec les quatre zones d'appui 37 des quatre panneaux isolants primaires 16 adjacents.

[0071] Comme illustré sur les figures 5 et 8, chaque dispositif d'ancrage 38 coopère avec un goujon 15 fixé sur la plaque rigide externe des panneaux isolants secondaires 7. Pour ce faire, chaque dispositif d'ancrage 38 comporte un organe de retenue 40 fixé sur l'un des goujons 15. Chaque organe de retenue 40 comporte des pattes qui sont chacune logées à l'intérieur de l'un des évidements 36. Ainsi, au niveau des coins des panneaux isolants primaires 16, l'organe de retenue 40 présente une forme de x comprenant quatre pattes qui sont chacune logées à l'intérieur d'un évidement 36 de l'un des quatre panneaux isolants primaires 16 adjacents. Au niveau des bords longitudinaux des panneaux isolants primaires 16, l'organe de retenue présente une forme sensiblement rectiligne.

[0072] Chaque patte de l'organe de retenue 40 vient en appui contre l'une des zones d'appui 37, c'est-à-dire la portion de la plaque externe 19 débordant par rapport à la plaque externe 18 et à la couche de mousse polymère 17, de telle sorte que chaque zone d'appui 37 soit prise en sandwich entre l'une des pattes de l'organe de retenue 40 et la membrane d'étanchéité secondaire 4 qui repose contre la barrière d'isolation thermique secondaire 2.

[0073] L'organe de retenue 40 comporte un alésage enfilé sur le goujon 15. Un écrou 41 coopère avec un filetage du goujon 15 de manière à assurer la fixation de l'organe de retenue 40 sur le goujon 15. En outre, dans le mode de réalisation illustré, une ou plusieurs rondelles élastiques, telle que des rondelles de Belleville 42 sont enfilées sur le goujon 15, entre l'écrou 41 et l'organe de retenue 40, ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des panneaux isolants primaires 16 sur les panneaux isolants secondaires 7.

[0074] En relation avec les figures 6, 7 et 8, l'on observe la structure de la barrière d'isolation thermique primaire 5 au niveau d'un dispositif d'ancrage 38 agissant sur les coins de quatre panneaux isolants primaires 16 adjacents. La barrière d'isolation thermique primaire 5 comporte quatre bouchons isolants de renfort 43 qui sont chacun logés dans l'évidement 37 de l'un des panneaux isolants primaires 16 de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique. Les bouchons isolants de renfort 43 présente chacun sensiblement une forme complémentaire à celle de l'un des évidements 37. La barrière d'isolation thermique primaire 5 comporte également une cale isolante 44 qui est disposée au centre du logement 39 entre les quatre bouchons isolants de renfort 43. La cale isolante 44 permet ainsi de maintenir lesdits bouchons isolants de renfort 43 en position tout en assurant

une continuité de l'isolation thermique.

[0075] Chaque bouchon isolant de renfort 43 s'étend, selon la direction d'épaisseur de la paroi, de l'une des zones d'appui 37 de la plaque rigide externe 19 jusqu'à affleurer à la plaque rigide interne 18 des panneaux isolants primaires 16. Ainsi, chaque bouchon isolant de renfort 43 est apte à reprendre des efforts de compression s'exerçant dans la zone de la membrane d'étanchéité primaire 6 en regard. En particulier, comme représenté sur la figure 7, chaque bouchon isolant de renfort 48 supporte l'un des pieds 31, 32, 33, 34 de la zone de nœud 26 en regard de la membrane d'étanchéité primaire 6. Les zones de nœud 26 de la membrane d'étanchéité primaire 6 étant particulièrement sensibles aux chocs et impacts résultant du mouvement du fluide à l'intérieur de la cuve, le support des pieds 31, 32, 33, 34 de la zone de nœud 26 sur la barrière thermiquement isolante primaire 5 est critique pour assurer une résistance satisfaisante de la barrière d'isolation thermique primaire 5. Aussi, chaque bouchon isolant de renfort 43 présente une fonction structurelle de reprise des efforts de compression s'exerçant sur la zone de nœud, selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Comme illustré sur la figure 8, chaque bouchon isolant de renfort peut être partiellement en appui contre la plaque rigide interne et partiellement en appui contre l'organe de retenue 40 du dispositif d'ancrage 38.

[0076] Pour ce faire, chaque bouchon isolant de renfort 43 comporte une couche de mousse polymère 45 qui présente une limite d'élasticité en compression au moins égale à 80 % de celle de la couche de mousse polymère 17 des panneaux isolants primaires 16 et par exemple supérieure ou égale à celle-ci. Pour ce faire, selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère 45 des bouchons isolants de renfort 43 présente une densité supérieure à celle de la couche de mousse polymère 17 des panneaux isolants primaires 16 et de préférence plus de 1,2 fois supérieure. A titre d'exemple, la couche de mousse polymère 45 des bouchons isolants de renfort 43 présente une densité comprise entre 180 et 240 kg/m³, par exemple de l'ordre de 210 kg/m³. Selon un mode de réalisation, la couche de mousse polymère 45 des bouchons isolants de renfort 43 est en mousse de polyuréthane. De manière alternative, la couche de mousse polymère est de la mousse de polyéthylène ou de la mousse de polychlorure de vinyle.

[0077] De manière complémentaire ou alternative à une densité de la couche de mousse polymère 45 supérieure à celle des panneaux isolants primaires 16, la couche de mousse polymère 45 peut être renforcée par des fibres, par exemple au moyen d'un treillis de fibres de verre ce qui contribue également à augmenter la limite d'élasticité en compression du matériau. Les fibres sont de préférence orientées selon la direction d'épaisseur de la paroi, ce qui améliore encore davantage la tenue en compression des bouchons isolants de renfort 43.

[0078] En outre, dans le mode de réalisation représenté, chaque bouchon isolant de renfort 43 comporte une

plaque rigide externe 46, en bois contreplaqué, affleurant la plaque rigide externe 18 des panneaux isolants primaires 16. Dans une variante alternative non représenté, chaque bouchon isolant de renfort 43 ne comporte pas de plaque rigide externe 46 et la couche de mousse polymère 45 de chacun des bouchons isolants de renfort 43 affleure la surface interne des panneaux isolants primaires 16.

[0079] La cale isolante 44 est par exemple formée dans un mousse polymère. Comme représenté sur la figure 7, la cale isolante 44 ne supporte pas les pieds d'appui 31, 32, 33, 34 de la zone de nœud 26. Ainsi, la mousse polymère de la cale isolante 44 peut présenter une limite d'élasticité en compression inférieure, et par conséquent une densité inférieure, à celles de la couche de mousse polymère 45 des bouchons isolants de renfort 43. Ainsi, selon un mode de réalisation, la cale isolante 44 est réalisée en mousse de polyuréthane présentant une densité comprise entre 110 et 150 kg/m³, par exemple de l'ordre de 120 kg/m³. La cale isolante 44 est optionnellement renforcée par des fibres, tels que des fibres de verre. La cale isolante 44 peut également être réalisée en mousse de polyéthylène ou en mousse de polychlorure de vinyle.

[0080] Notons que de manière avantageuse, les bouchons isolants de renfort 43 ne sont pas collés aux panneaux isolants primaires 16 de sorte que tous les efforts transitent par compression dans lesdits bouchons isolants de renfort 43.

[0081] De manière optionnelle, comme représenté sur la figure 6, un dispositif de maintien 47 est apte à assurer le maintien de chacun des bouchons isolants de renfort 43 dans un évidement 36 respectif, préalablement au positionnement de la cale isolante 44 dans le logement 39. Le dispositif de maintien comporte quatre taquets 48 qui sont chacun fixés sur l'un des coins de la plaque rigide interne 18 de l'un des panneaux isolants primaires 16. Chaque taquet 48 comporte une portion 49 dirigée selon la direction d'épaisseur de la paroi, entre l'un des bouchons isolants de renfort 43 et la zone centrale du logement 39, de manière à retenir ledit bouchon isolant de renfort 43 dans l'évidement 36 respectif.

[0082] La figure 9 représente un bouchon isolant de renfort 50 selon une variante de réalisation. Dans cette variante de réalisation, le bouchon isolant de renfort 50 présente une forme complémentaire à celle du logement 39 en forme de X ménagé au niveau des coins de quatre panneaux isolants primaires 16 adjacents. Ainsi, un même bouchon isolant de renfort 50 permet de supporter les quatre pieds d'appui 31, 32, 33, 34 de la zone de nœud 26 et de boucher les quatre évidements 36 ménagés dans les quatre coins adjacents des panneaux isolants primaires 16.

[0083] Le bouchon isolant de renfort 50 comporte une couche de mousse polymère présentant des caractéristiques identiques à celles de bouchons isolants de renfort 43 décrits ci-dessus. Selon une variante de réalisation, le bouchon isolant de renfort 50 comporte en outre une

plaque rigide interne qui est fixée sur la couche de mousse polymère.

[0084] Des bouchons isolants de renfort 43, 50 tels que décrits précédemment sont avantageusement disposés au niveau des zones d'ancrage des coins des panneaux isolants primaire 16, uniquement dans les zones des parois de la cuve qui sont les plus soumises aux chocs résultants du mouvement du fluide à l'intérieur de la cuve.

[0085] En outre, de tels bouchons isolants de renforts 43, 50 peuvent également être logés dans les évidements 35 ménagés le long de chacun des deux bords longitudinaux des panneaux isolants primaires 16. Ceci est particulièrement avantageux lorsque lesdits évidements 35 sont ménagés en regard d'au moins un pied d'une zone de nœud 26 de la membrane d'étanchéité primaire 6.

[0086] En outre, dans d'autres modes de réalisation non illustrés, les évidements qui ménagent les zones d'appui et dans lesquels sont logés les bouchons isolants de renfort 43, 50 ne sont ménagés ni au niveau de l'un des bords du panneau isolant primaire 16, ni au niveau d'un de ses coins, et passent au travers de la couche de mousse polymère 17.

[0087] En outre, les évidements peuvent présenter des formes différentes que celles décrites ci-dessus. En particulier, le logement formé par les quatre évidements ménagés au niveau de coins des panneaux isolants primaires adjacents ne présente pas nécessairement une forme de croix et peut également présenter une forme de cylindre, de polyèdre ou autre.

[0088] En outre, selon l'invention, la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire 6 qui repose contre l'un de bouchons isolants de renfort n'est pas nécessairement une zone de nœud 26 de la membrane d'étanchéité primaire 6 comme dans les modes de réalisation décrits précédemment et peut être constituée de toute zone de la membrane d'étanchéité primaire comportant une zone en saillie vers l'intérieur de la cuve, telle qu'une simple ondulation ou autre. La zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire peut également être une zone en saillie vers l'extérieur de la cuve, telle qu'une zone de nœud de la membrane d'étanchéité primaire à la rencontre entre deux ondulations de la membrane d'étanchéité primaire qui font saillie vers l'extérieur de la cuve.

[0089] En référence à la figure 10, 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 membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolantes agencées respectivement entre la membrane d'étanchéité primaire et la membrane d'étanchéité secondaire et entre la membrane d'étanchéité secondaire et la double coque 72.

[0090] De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

[0091] La figure 10 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.

[0092] 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.

[0093] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention, telle que définie par les revendications.

[0094] 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.

[0095] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide présentant une paroi (1) comportant, dans une direction d'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse (3),

- une barrière d'isolation thermique primaire (5) et une membrane d'étanchéité primaire (6) qui repose contre la barrière d'isolation thermique primaire (5) et est destinée à être en contact avec le fluide stocké dans la cuve ;
- la barrière d'isolation thermique primaire (5) comportant un panneau isolant primaire (16) comprenant une plaque rigide externe (19) et une couche de mousse polymère (17) qui est fixée sur la plaque rigide externe (19) et est disposée entre la plaque rigide externe (19) et la membrane d'étanchéité primaire (6), la couche de mousse polymère (17) présentant un évidement (35, 36) qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère (17) et qui ménage, au niveau de la plaque rigide externe (19), une zone d'appui (37), la zone d'appui (37) de la plaque rigide externe (19) coopérant avec un dispositif d'ancrage (38), le dispositif d'ancrage (38) étant en appui contre la zone d'appui (37) de la plaque rigide externe (19) de manière à la retenir vers la structure porteuse (3),
- la membrane d'étanchéité primaire (6) comportant une zone spécifique (26) qui est disposée à l'aplomb de la zone d'appui (37) et qui comporte une portion (27) en saillie vers l'intérieur de la cuve ;
- la barrière d'isolation thermique primaire (5) comportant un bouchon isolant de renfort (43) qui est logé dans l'évidement (35, 36) de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique de la barrière d'isolation thermique primaire (5), ladite cuve étant **caractérisée en ce que** ledit bouchon isolant de renfort (43) s'étend, selon la direction d'épaisseur, de la zone d'appui (37) de la plaque rigide externe (19) jusqu'à la zone spécifique de la membrane d'étanchéité primaire (6) de manière à reprendre les efforts de compression susceptibles de s'exercer sur la zone spécifique (26) de la membrane d'étanchéité primaire (6) ; le bouchon isolant de renfort (43) comportant une couche de mousse polymère (45) présentant une limite d'élasticité en compression supérieure ou égale à 80 % de celle de la couche de mousse polymère (17) du panneau isolant primaire (16).
2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle la membrane d'étanchéité primaire (6) est une membrane ondulée comprenant au moins deux ondulations (23,24) en saillie vers l'intérieur de la cuve qui se coupent au niveau d'une zone de nœud (26), ladite zone de nœud (26) comportant un pied (31, 32, 33, 34) en appui contre le bouchon isolant de renfort (43).
 3. Cuve selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la couche de mousse polymère (45) du bouchon isolant de renfort (43) présentant une densité supérieure ou égale à la densité de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire (16).
 4. Cuve selon la revendication 3, dans laquelle la densité de la couche de mousse polymère (45) du bouchon isolant de renfort (43) est plus de 1,2 fois supérieure à la densité de la couche de mousse polymère (17) du panneau isolant primaire (16).
 5. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la couche de mousse polymère (17) du panneau isolant primaire (16) présente une densité comprise entre 110 et 150 kg/m³.
 6. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la couche de mousse polymère (45) du bouchon isolant de renfort (43) présente une densité comprise entre 180 et 240 kg/m³.
 7. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la barrière d'isolation thermique primaire (5) comporte deux panneaux isolants primaires (16) adjacents comprenant chacun une plaque rigide externe (19) et une couche de mousse polymère (17) qui est fixée sur la plaque rigide externe (19) et est disposée entre la plaque rigide externe (19) et la membrane d'étanchéité primaire (6), la couche de mousse polymère (17) de chacun des panneaux isolants primaires (16) présentant un évidement (35, 36) qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère (17) et est ménagé en bordure dudit panneau isolant primaire (16) de telle sorte que la plaque rigide externe (19) de chacun des panneaux isolants primaires présente une zone d'appui (37) qui débord de la couche de mousse polymère (17), les évidements (35, 36) respectifs des deux panneaux isolants primaires (16) étant disposés de manière à déboucher l'un dans l'autre, le dispositif d'ancrage (40) étant agencé pour retenir la zone d'appui de la plaque rigide externe (19) de l'un et l'autre des deux panneaux isolants primaires vers la structure porteuse (3).
 8. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle la barrière d'isolation thermique primaire (5) comporte quatre panneaux isolants primaires (16), chacun des panneaux isolants primaires (16) comportant un coin adjacent à un coin des trois autres panneaux isolants primaires (16), chaque panneau isolant primaire (16) comprenant une plaque rigide externe (19) et une couche de mousse polymère (17) qui est fixée sur la plaque rigide externe (19) et est disposée entre la plaque rigide externe (19) et la membrane d'étanchéité primaire (6), la couche de mousse polymère (17) de chacun des panneaux isolants primaires (16) présentant un évidement (36) qui s'étend sur toute l'épaisseur de la couche de mousse polymère (17) au niveau dudit coin de telle sorte que la plaque rigide externe (19) de chacun des panneaux isolants primaires (16) présente une zone d'appui (37) qui débord de la cou-

che de mousse polymère (17), les évidements (36) respectifs des quatre panneaux isolants primaires (16) étant disposés de manière à déboucher les uns dans les autres et former un logement (39), le dispositif d'ancrage (40) étant disposé dans le logement (39) et étant agencé pour retenir la zone d'appui (37) de la plaque rigide externe (19) de chacun des quatre panneaux isolants primaires (16) vers la structure porteuse (3).

9. Cuve selon la revendication 8, dans laquelle la barrière d'isolation thermique primaire (5) comporte quatre bouchons isolants de renfort (43) qui sont chacun logés dans l'un des évidements (36) des quatre panneaux isolants primaires (16) respectifs et une cale isolante (44) qui est disposée au centre du logement (39), entre les quatre bouchons isolants de renfort (43) de manière à maintenir les quatre bouchons isolants de renfort (43) en position, chacun des bouchons isolants de renfort (43) s'étendant selon la direction d'épaisseur, de la zone d'appui (37) de la plaque rigide externe (19) de l'un des panneaux isolants primaires jusqu'à la zone spécifique (26) de la membrane d'étanchéité primaire (6) ; chaque bouchon isolant de renfort (43) comportant une couche de mousse polymère (45) présentant une limite d'élasticité en compression supérieure à celle de la couche de mousse polymère du panneau isolant primaire (16).

10. Cuve selon la revendication 8, dans laquelle le bouchon isolant de renfort (50) présente une forme complémentaire à la forme du logement (39).

11. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle le dispositif d'ancrage (38) comporte un organe de retenue (40) comprenant une patte venant en appui contre chaque zone d'appui (37) et un goujon (15) fixé directement ou indirectement à la structure porteuse (3), l'organe de retenue (40) étant fixé sur le goujon (15).

12. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans laquelle le ou chaque panneau isolant primaire (16) comporte une plaque rigide interne (18) fixée à la couche de mousse polymère (17) et disposée entre la couche de mousse polymère isolante (17) et la membrane d'étanchéité primaire (6) et dans laquelle le ou chaque bouchon isolant de renfort (43) comporte une plaque rigide externe (46) affleurant la plaque rigide externe (19) du panneau isolant.

13. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comprenant en outre une barrière d'isolation thermique secondaire (2) reposant contre la structure porteuse (3) et une membrane d'étanchéité secondaire (4) reposant contre la barrière d'isolation thermique secondaire (2) et contre laquelle repose

la barrière d'isolation thermique primaire (5).

14. Cuve selon la revendication 13, dans laquelle la barrière d'isolation thermique secondaire (2) comporte un panneau isolant secondaire (7) ancré à la structure porteuse (3), le dispositif d'ancrage (38) étant fixé sur le panneau isolant secondaire (7) et assurant ainsi un ancrage du ou des panneaux isolants primaires (16) sur le panneau isolant secondaire (7).

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

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) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

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).

Patentansprüche

1. Dichter und thermisch isolierender Behälter zum Speichern eines Fluids, der eine Wand (1) aufweist, die in eine Dickenrichtung, von außerhalb nach innerhalb des Behälters, eine tragende Struktur (3), eine primäre Wärmedämmbarriere (5) und eine primäre Abdichtungsmembran (6), die an der primären Wärmedämmbarriere (5) anliegt und dazu bestimmt ist, mit dem im Behälter gespeicherten Fluid in Kontakt zu stehen, beinhaltet;
- wobei die primäre Wärmedämmbarriere (5) ein primäres isolierendes Paneel (16) beinhaltet, das eine starre Außenplatte (19) und eine Polymerschaumschicht (17), die an der starren Außenplatte (19) befestigt ist und zwischen der starren Außenplatte (19) und der primären Abdichtungsmembran (6) angeordnet ist, beinhaltet, wobei die Polymerschaumschicht (17) eine Ausnehmung (35, 36) aufweist, die sich über die gesamte Dicke der Polymerschaumschicht (17) erstreckt und die an der starren Außenplatte (19) einen Anlagebereich (37) bildet, wobei der Anlagebereich (37) der starren Außenplatte (19) mit einer Verankerungsvorrichtung (38) zusammenwirkt, wobei die Verankerungsvorrichtung (38) in An-

- lage am Anlagebereich (37) der starren Außenplatte (19) ist, so dass sie sie zur tragenden Struktur (3) hin zurückhält,
wobei die primäre Abdichtungsmembran (6) einen spezifischen Bereich (26) beinhaltet, der lotrecht zum Anlagebereich (37) angeordnet ist und der einen nach innerhalb des Behälters abstehenden Abschnitt (27) aufweist;
wobei die primäre Wärmedämmbarriere (5) einen isolierenden Verstärkungsstopfen (43) beinhaltet, der in der Ausnehmung (35, 36) so aufgenommen ist, dass er eine Durchgängigkeit der Wärmedämmung der primären Wärmedämmbarriere (5) gewährleistet, wobei der Behälter **dadurch gekennzeichnet ist, dass** der isolierende Verstärkungsstopfen (43) sich entlang der Dickenrichtung vom Anlagebereich (37) der starren Außenplatte (19) bis zum spezifischen Bereich der primären Abdichtungsmembran (6) erstreckt, so dass er die Druckkräfte aufnimmt, die auf den spezifischen Bereich (26) der primären Abdichtungsmembran (6) ausübt werden könnten, wobei der isolierende Verstärkungsstopfen (43) eine Polymerschaumschicht (45) beinhaltet, die eine Stauchgrenze aufweist, die 80 % oder mehr derjenigen der Polymerschaumschicht (17) des primären isolierenden Paneels (16) beträgt.
2. Behälter nach Anspruch 1, wobei die primäre Abdichtungsmembran (6) eine gewellte Membran ist, die mindestens zwei nach innerhalb des Behälters abstehende Wellen (23, 24) umfasst, die sich an einem Knotenbereich (26) schneiden, wobei der Knotenbereich (26) einen Fuß (31, 32, 33, 34) beinhaltet, der in Anlage am isolierenden Verstärkungsstopfen (43) ist.
 3. Behälter nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Polymerschaumschicht (45) des isolierenden Verstärkungsstopfens (43) eine Dichte aufweist, die größer oder gleich der Dichte der Polymerschaumschicht des primären isolierenden Paneels (16) ist.
 4. Behälter nach Anspruch 3, bei dem die Dichte der Polymerschaumschicht (45) des isolierenden Verstärkungsstopfens (43) mehr als 1,2 mal größer als die Dichte der Polymerschaumschicht (17) des primären isolierenden Paneels (16) ist.
 5. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Polymerschaumschicht (17) des primären isolierenden Paneels (16) eine Dichte zwischen 110 und 150 kg/m³ aufweist.
 6. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Polymerschaumschicht (45) des isolierenden Verstärkungsstopfens (43) eine Dichte zwischen 180 und 240 kg/m³ aufweist.
 7. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die primäre Wärmedämmbarriere (5) zwei angrenzende primäre isolierende Paneele (16) beinhaltet, die jeweils eine starre Außenplatte (19) und eine Polymerschaumschicht (17), die an der starren Außenplatte (19) befestigt ist und zwischen der starren Außenplatte (19) und der primären Abdichtungsmembran (6) angeordnet ist, umfassen, wobei die Polymerschaumschicht (17) jedes der primären isolierenden Paneele (16) eine Ausnehmung (35, 36) aufweist, die sich über die gesamte Dicke der Polymerschaumschicht (17) erstreckt und am Rand des primären isolierenden Paneels (16) ausgebildet ist, so dass die starre Außenplatte (19) jedes der primären isolierenden Paneele einen Anlagebereich (37) aufweist, der über die Polymerschaumschicht (17) hinausragt, wobei die jeweiligen Ausnehmungen (35, 36) der beiden primären isolierenden Paneele (16) so angeordnet sind, dass sie ineinander münden, wobei die Verankerungsvorrichtung (40) dazu gestaltet ist, den Anlagebereich der starren Außenplatte (19) des einen und des anderen der beiden primären isolierenden Paneele zur tragenden Struktur (3) hin zurückzuhalten.
 8. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die primäre Wärmedämmbarriere (5) vier primäre isolierende Paneele (16) beinhaltet, wobei jedes der primären isolierenden Paneele (16) eine Ecke beinhaltet, die an eine Ecke der drei anderen primären isolierenden Paneele (16) angrenzt, wobei jedes primäre isolierende Paneel (16) eine starre Außenplatte (19) und eine Polymerschaumschicht (17), die an der starren Außenplatte (19) befestigt ist und zwischen der starren Außenplatte (19) und der primären Abdichtungsmembran (6) angeordnet ist, umfasst, wobei die Polymerschaumschicht (17) jedes der primären isolierenden Paneele (16) eine Ausnehmung (36) aufweist, die sich über die gesamte Dicke der Polymerschaumschicht (17) an der Ecke erstreckt, so dass die starre Außenplatte (19) jedes der primären isolierenden Paneele (16) einen Anlagebereich (37) aufweist, der über die Polymerschaumschicht (17) hinausragt, wobei die jeweiligen Ausnehmungen (36) der vier primären isolierenden Paneele (16) so angeordnet sind, dass sie ineinander münden und eine Aufnahme (39) bilden, wobei die Verankerungsvorrichtung (40) in der Aufnahme (39) angeordnet ist und dazu gestaltet ist, den Anlagebereich (37) der starren Außenplatte (19) jedes der vier primären isolierenden Paneele (16) zur tragenden Struktur (3) hin zurückzuhalten.
 9. Behälter nach Anspruch 8, bei dem die primäre Wärmedämmbarriere (5) vier isolierende Verstärkungsstopfen (43) beinhaltet, die jeweils in einer der Ausnehmungen (36) der vier jeweiligen primären isolierenden Paneele (16) aufgenommen sind, und einen

- isolierenden Keil (44), der in der Mitte der Aufnahme (39) zwischen den vier isolierenden Verstärkungsstopfen (43) angeordnet ist, so dass er die vier isolierenden Verstärkungsstopfen (43) in Position hält, wobei jeder der isolierenden Verstärkungsstopfen (43) sich entlang der Dickenrichtung vom Anlagebereich (37) der starren Außenplatte (19) des einen der primären isolierenden Paneele bis zum spezifischen Bereich (26) der primären Abdichtungsmembran (6) erstreckt, wobei jeder isolierende Verstärkungsstopfen (43) eine Polymerschaumschicht (45) beinhaltet, die eine Stauchgrenze aufweist, die höher als die der Polymerschaumschicht des primären isolierenden Paneels (16) ist.
10. Behälter nach Anspruch 8, bei dem der isolierende Verstärkungsstopfen (50) eine Form aufweist, die komplementär zur Form der Aufnahme (39) ausgebildet ist.
11. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Verankerungsvorrichtung (38) ein Rückhalteelement (40) beinhaltet, das einen Lappen umfasst, der in Anlage an jeden Anlagebereich (37) gelangt, und einen Bolzen (15), der unmittelbar oder mittelbar an der tragenden Struktur (3) befestigt ist, wobei das Rückhalteelement (40) an dem Bolzen (15) befestigt ist.
12. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das oder jedes primäre isolierende Paneel (16) eine starre Innenplatte (18) beinhaltet, die an der Polymerschaumschicht (17) befestigt ist und zwischen der isolierenden Polymerschaumschicht (17) und der primären Abdichtungsmembran (6) angeordnet ist, und bei dem der oder jeder isolierende Verstärkungsstopfen (43) eine starre Außenplatte (46) beinhaltet, die bündig mit der starren Außenplatte (19) des isolierenden Paneels ist.
13. Behälter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend ferner eine sekundäre Wärmedämmbarriere (2), die an der tragenden Struktur (3) anliegt, und eine sekundäre Abdichtungsmembran (4), die an der sekundären Wärmedämmbarriere (2) anliegt und an der die primäre Wärmedämmbarriere (5) anliegt.
14. Behälter nach Anspruch 13, bei dem die sekundäre Wärmedämmbarriere (2) ein sekundäres isolierendes Paneel (7) beinhaltet, das an der tragenden Struktur (3) verankert ist, wobei die Verankerungsvorrichtung (38) an dem sekundären isolierenden Paneel (7) befestigt ist und so eine Verankerung des oder der primären isolierenden Paneele (16) an dem sekundären isolierenden Paneel (7) gewährleistet.
15. Schiff (70) zum Transportieren eines Fluids, wobei das Schiff einen Rumpf (72) und einen Behälter (71) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, der im Rumpf angeordnet ist, beinhaltet.
16. Fördersystem für ein Fluid, wobei das System ein Schiff (70) nach Anspruch 15, isolierte Leitungen (73, 79, 76, 81), die so gestaltet sind, dass sie den im Rumpf des Schiffs angebrachten Behälter (71) mit einer schwimmenden oder terrestrischen Speicheranlage (77) verbinden, und eine Pumpe beinhaltet, um ein Fluid durch die isolierten Leitungen hindurch von der oder zur schwimmenden oder terrestrischen Speicheranlage zum oder vom Behälter des Schiffs zu leiten.
17. Verfahren zum Beladen oder Entladen eines Schiffs (70) nach Anspruch 15, bei dem man ein Fluid durch isolierte Leitungen (73, 79, 76, 81) hindurch von oder zu einer schwimmenden oder terrestrischen Speicheranlage (77) zu oder von einem Behälter des Schiffs (71) befördert.

Claims

1. A sealed and thermally insulating tank for storing a fluid having a wall (1) comprising, in a thickness direction from the exterior toward the interior of the tank, a supporting structure (3), a primary thermal insulation barrier (5) and a primary sealing membrane (6) which lies against the primary thermal insulation barrier (5) and is intended to be in contact with the fluid stored in the tank; the primary thermal insulation barrier (5) comprising a primary insulating panel (16) including an external rigid plate (19) and a polymer foam layer (17) which is fixed on the external rigid plate (19) and is disposed between the external rigid plate (19) and the primary sealing membrane (6), the polymer foam layer (17) having a recess (35, 36) which extends through the whole thickness of the polymer foam layer (17) and which forms, at the external rigid plate (19), a bearing zone (37), the bearing zone (37) of the external rigid plate (19) collaborating with an anchoring device (38), the anchoring device (38) bearing against the bearing zone (37) of the external rigid plate (19) in such a way as to hold it toward the supporting structure (3), the primary sealing membrane (6) comprising a specific zone (26) which is disposed plumb with the bearing zone (37) and which comprises a portion (27) projecting toward the interior of the tank; the primary thermal insulation barrier (5) comprising a reinforcing insulating plug (43) which is housed in the recess (35, 36) in such a way as to ensure continuity of thermal insulation of the primary thermal insulation barrier (5), the said tank being **characterized in that** said reinforcing insulating plug (43) extends, in the thickness direction, from the bearing

- zone (37) of the external rigid plate (19) to the specific zone of the primary sealing membrane (6) in such a way as to take up the compressive forces that might act on the specific zone (26) of the primary sealing membrane (6); the reinforcing insulating plug (43) comprising a polymer foam layer (45) having a compressive yield strength equal to or greater than 80% of that of the polymer foam layer (17) of the primary insulating panel (16).
2. The tank as claimed in claim 1, wherein the primary sealing membrane (6) is a corrugated membrane comprising at least two corrugations (23, 24) projecting toward the interior of the tank which intersect at a node zone (26), said node zone (26) comprising a base (31, 32, 33, 34) bearing against the reinforcing insulating plug (43).
 3. The tank as claimed in claim 1 or 2, wherein the polymer foam layer (45) of the reinforcing insulating plug (43) has a density equal to or greater than the density of the polymer foam layer of the primary insulating panel (16).
 4. The tank as claimed in claim 3, wherein the density of the polymer foam layer (45) of the reinforcing insulating plug (43) is more than 1.2 times greater than the density of the polymer foam layer (17) of the primary insulating panel (16).
 5. The tank as claimed in any one of claims 1 to 4, wherein the polymer foam layer (17) of the primary insulating panel (16) has a density of between 110 and 150 kg/m³.
 6. The tank as claimed in any one of claims 1 to 5, wherein the polymer foam layer (45) of the reinforcing insulating plug (43) has a density of between 180 and 240 kg/m³.
 7. The tank as claimed in any one of claims 1 to 6, wherein the primary thermal insulation barrier (5) comprises two adjacent primary insulating panels (16) each including an external rigid plate (19) and a polymer foam layer (17) which is fixed on the external rigid plate (19) and is disposed between the external rigid plate (19) and the primary sealing membrane (6), the polymer foam layer (17) of each of the primary insulating panels (16) having a recess (35, 36) which extends through the whole thickness of the polymer foam layer (17) and is formed at the edge of said primary insulating panel (16) in such a way that the external rigid plate (19) of each of the primary insulating panels has a bearing zone (37) which protrudes from the polymer foam layer (17), the respective recesses (35, 36) of the two primary insulating panels (16) being disposed in such a way as to open one into the other, the anchoring device (40) being arranged to hold the bearing zone of the external rigid plate (19) of one and the other of the two primary insulating panels toward the supporting structure (3).
 8. The tank as claimed in any one of claims 1 to 7, wherein the primary thermal insulation barrier (5) comprises four primary insulating panels (16), each of the primary insulating panels (16) comprising a corner adjacent to a corner of the three other primary insulating panels (16), each primary insulating panel (16) including an external rigid plate (19) and a polymer foam layer (17) which is fixed on the external rigid plate (19) and is disposed between the external rigid plate (19) and the primary sealing membrane (6), the polymer foam layer (17) of each of the primary insulating panels (16) having a recess (36) which extends through the whole thickness of the polymer foam layer (17) at said corner in such a way that the external rigid plate (19) of each of the primary insulating panels (16) has a bearing zone (37) which protrudes from the polymer foam layer (17), the respective recesses (36) of the four primary insulating panels (16) being disposed in such a way as to open one into the others and to form a housing (39), the anchoring device (40) being disposed in the housing (39) and being arranged to hold the bearing zone (37) of the external rigid plate (19) of each of the four primary insulating panels (16) toward the supporting structure (3).
 9. The tank as claimed in claim 8, wherein the primary thermal insulation barrier (5) comprises four reinforcing insulating plugs (43) which are each housed in one of the recesses (36) of the four respective primary insulating panels (16) and an insulating block (44) which is disposed in the center of the housing (39) between the four reinforcing insulating plugs (43) in such a way as to maintain the four reinforcing insulating plugs (43) in position, each of the reinforcing insulating plugs (43) extending, in the thickness direction, from the bearing zone (37) of the external rigid plate (19) of one of the primary insulating panels to the specific zone (26) of the primary sealing membrane (6); each reinforcing insulating plug (43) comprising a polymer foam layer (45) having a compressive yield strength greater than that of the polymer foam layer of the primary insulating panel (16).
 10. The tank as claimed in claim 8, wherein the reinforcing insulating plug (50) has a shape which is complementary to the shape of the housing (39).
 11. The tank as claimed in any one of claims 1 to 10, wherein the anchoring device (38) comprises a retention member (40) having a tab bearing against each bearing zone (37) and a stud (15) fixed directly or indirectly to the supporting structure (3), the re-

tention member (40) being fixed on the stud (15).

12. The tank as claimed in any one of claims 1 to 11, wherein the or each primary insulating panel (16) comprises an internal rigid plate (18) fixed to the polymer foam layer (17) and disposed between the insulating polymer foam layer (17) and the primary sealing membrane (6) and wherein the or each reinforcing insulating plug (43) comprises an external rigid plate (46) flush with the external rigid plate (19) of the insulating panel. 5 10
13. The tank as claimed in any one of claims 1 to 12, further including a secondary thermal insulation barrier (2) lying against the supporting structure (3) and a secondary sealing membrane (4) lying against the secondary thermal insulation barrier (2) and against which the primary thermal insulation barrier (5) lies. 15
14. The tank as claimed in claim 13, wherein the secondary thermal insulation barrier (2) comprises a secondary insulating panel (7) anchored to the supporting structure (3), the anchoring device (38) being fixed on the secondary insulating panel (7) and thus ensuring anchoring of the primary insulating panel(s) (16) on the secondary insulating panel (7). 20 25
15. A ship (70) for transporting a fluid, the ship comprising a hull (72) and a tank (71) as claimed in any one of claims 1 to 14 disposed in the hull. 30
16. A system for transferring a fluid, the system comprising a ship (70) as claimed in claim 15, insulated pipelines (73, 79, 76, 81) arranged in such a way as to connect the tank (71) installed in the hull of the ship to a floating or onshore storage facility (77) and a pump for causing a fluid to flow through the insulated pipelines from or to the floating or onshore storage facility to or from the tank of the ship. 35 40
17. A method for loading or offloading a ship (70) as claimed in claim 15, wherein a fluid is conveyed through insulated pipelines (73, 79, 76, 81) from or to a floating or onshore storage facility (77) to or from the tank (71) of the ship. 45

50

55

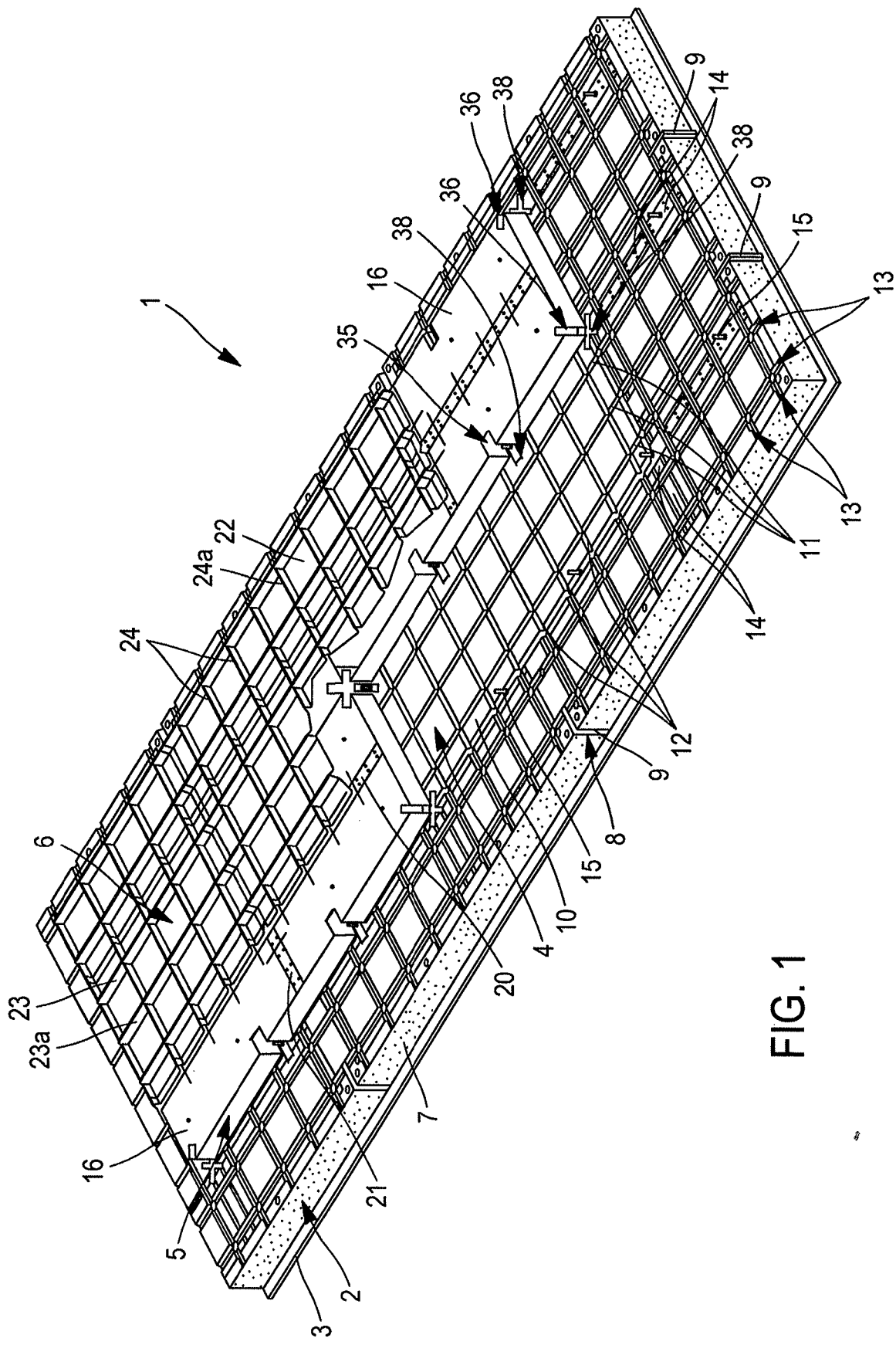
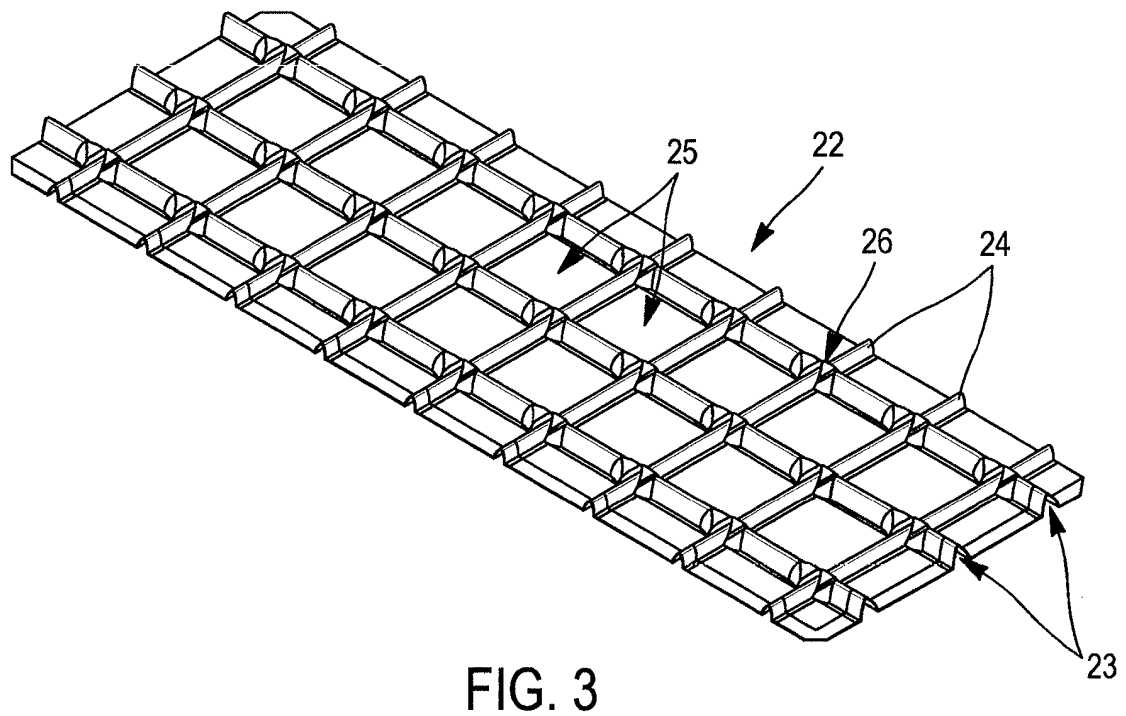
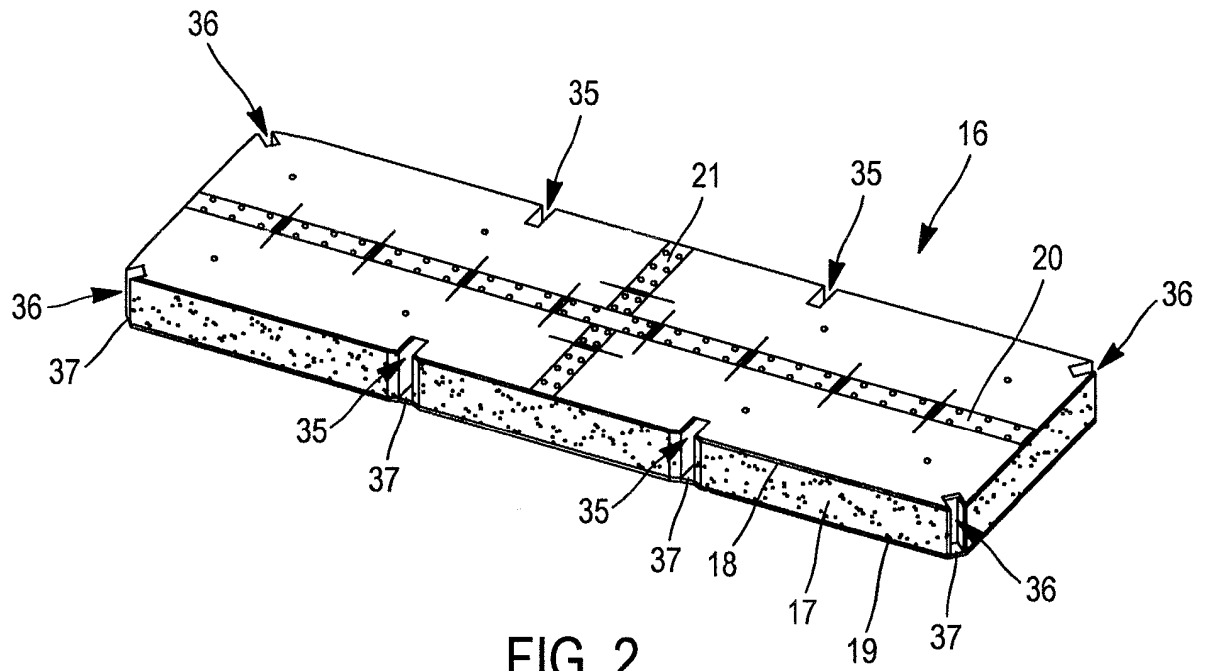


FIG. 1



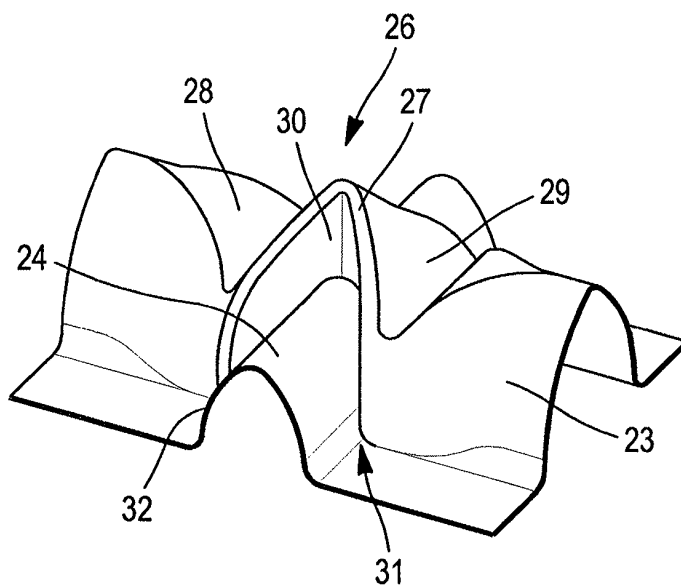


FIG. 4

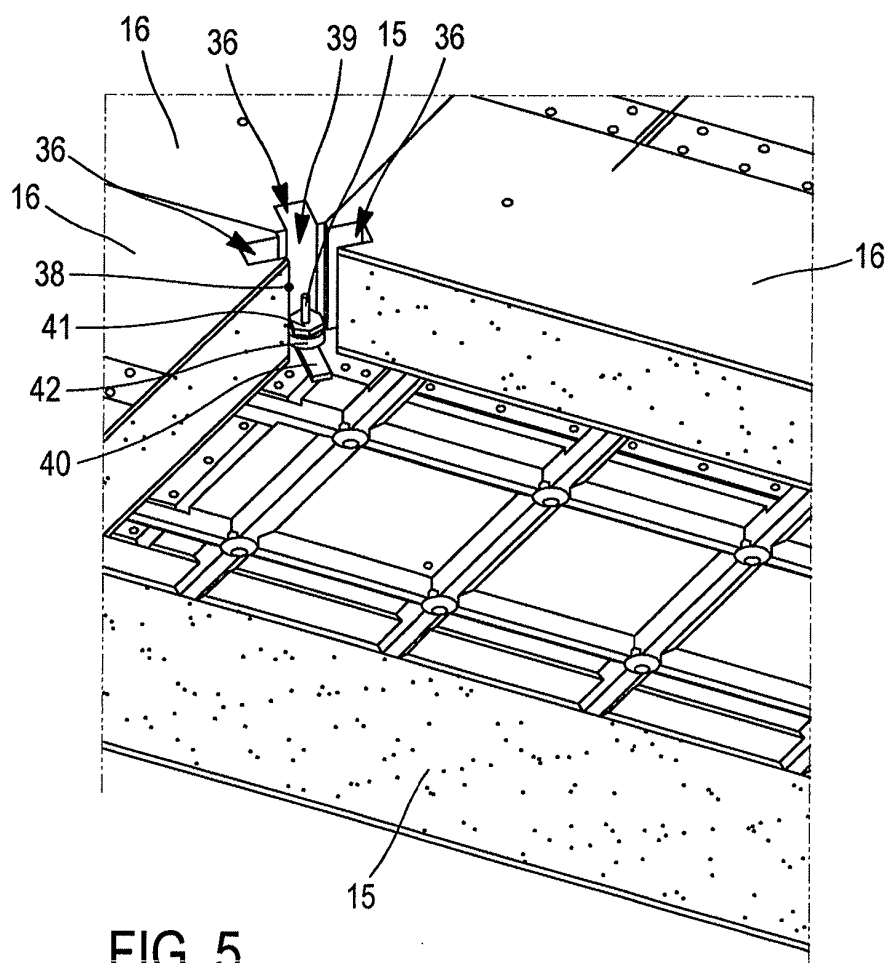


FIG. 5

FIG. 6

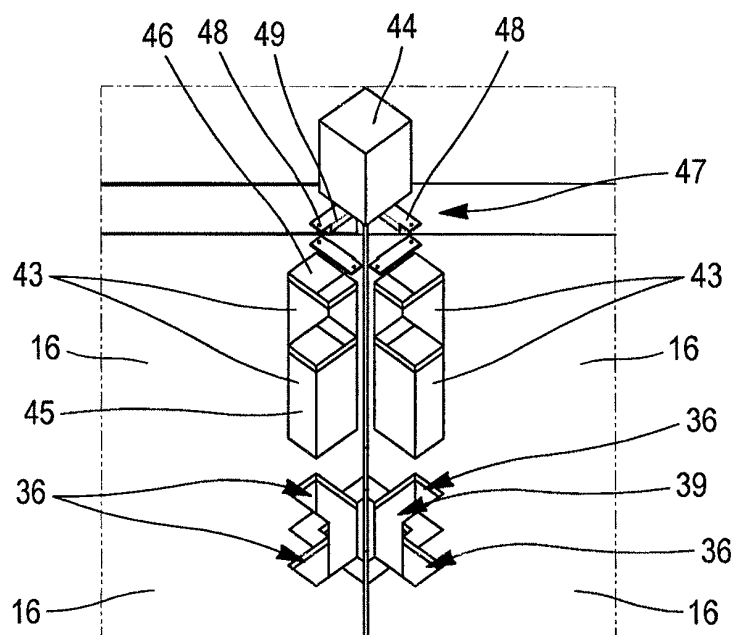


FIG. 7

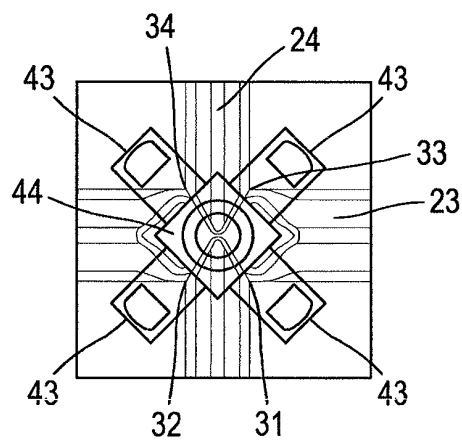
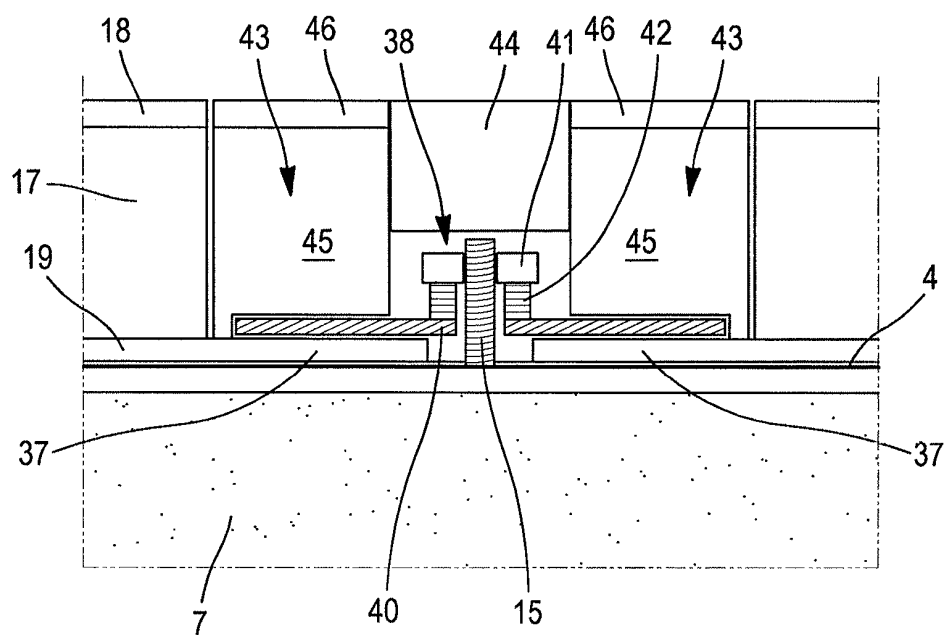


FIG. 8



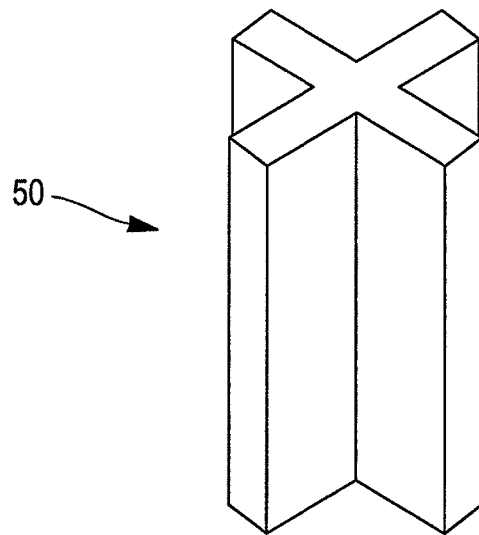


FIG. 9

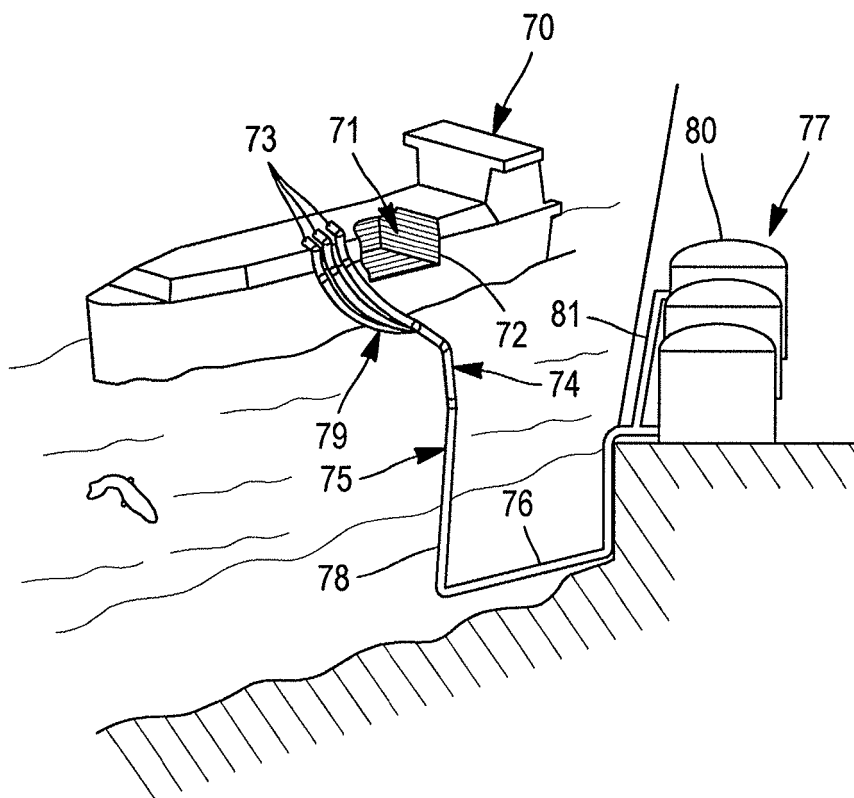


FIG. 10

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2016046487 A [0003]