

(19)



(11)

EP 3 232 112 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
19.12.2018 Bulletin 2018/51

(51) Int Cl.:
F17C 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17165244.9**

(22) Date de dépôt: **06.04.2017**

(54) **CUVE ETANCHE A MEMBRANES D'ETANCHEITE ONDULEES**

DICHTER TANK MIT GEWELLTEN DICHTUNGSMEMBRANEN

SEALED VESSEL WITH CORRUGATED SEALING MEMBRANES

(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**

(30) Priorité: **11.04.2016 FR 1653169**

(43) Date de publication de la demande:
18.10.2017 Bulletin 2017/42

(73) Titulaire: **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:
• **DURAND, François
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**

• **DELANOE, Sébastien
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**
• **BERGER, Vincent
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**
• **OULALITE, Mohammed
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**
• **LE ROUX, Guillaume
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**

(74) Mandataire: **Loyer & Abello
9, rue Anatole de la Forge
75017 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
WO-A2-2014/167228

EP 3 232 112 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.

[0002] En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes destinées au stockage et/ou au transport de liquide à basse température, telles que des cuves de navire pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL).

Arrière-plan technologique

[0003] Dans l'état de la technique, il est connu des cuves étanches et thermiquement isolantes destinées à être fixées sur une structure porteuse et comprenant une structure multicouche constituée d'une ou plusieurs membranes d'étanchéité et d'une ou plusieurs barrières d'isolation thermique qui sont chacune intercalées entre deux membranes d'étanchéité ou entre une membrane d'étanchéité et la structure porteuse.

[0004] Une telle cuve est par exemple décrite dans le document WO2014167228. Dans ce document, la membrane d'étanchéité de chaque paroi de la cuve comporte une pluralité de plaques métalliques présentant des séries d'ondulations perpendiculaires les unes aux autres. Les ondulations permettent ainsi aux membranes d'étanchéité de se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le fluide emmagasiné dans la cuve.

[0005] Lorsque la cuve est montée dans la double coque d'un navire, elle présente généralement une forme polyédrique définie par deux parois d'extrémité octogonales reliées l'une à l'autre par une paroi de plafond et une paroi de fond horizontales, deux parois latérales verticales, deux parois obliques supérieures reliant chacune l'une des parois latérales à la paroi de plafond et deux parois obliques inférieures reliant chacune l'une des parois latérales à la paroi de fond. Les deux séries d'ondulations de la membrane d'étanchéité des parois d'extrémité sont respectivement orientées horizontalement et verticalement tandis que les deux séries d'ondulations de la membrane d'étanchéité des autres parois sont respectivement orientées selon la direction longitudinale de la cuve et perpendiculairement à la direction longitudinale de la cuve.

[0006] Au niveau de chaque angle de la cuve formé à l'intersection entre deux des huit parois reliant les deux parois d'extrémité ainsi que de chaque angle formé à l'intersection entre l'une des parois d'extrémité et l'une des parois de fond, de plafond et latérales, l'une des séries d'ondulation de chacune des deux parois adjacentes s'étend selon une direction perpendiculaire à l'arête formée à l'intersection entre lesdites deux parois adjacentes. Aussi, les ondulations des deux parois adjacentes sont disposées en regard les unes des autres et la mem-

brane d'étanchéité de l'arrangement d'angle présente des ondulations qui sont disposées de manière à assurer une continuité des ondulations des membranes d'étanchéité au niveau de la zone d'angle entre les deux parois.

Une telle continuité des ondulations permet ainsi d'assurer une souplesse satisfaisante de la membrane d'étanchéité au niveau de l'arrangement d'angle et de limiter les concentrations de contraintes dans cette zone.

[0007] Toutefois, une telle continuité n'est pas assurée au niveau des intersections entre les parois d'extrémité et les parois obliques inférieures ou supérieures. En effet, la direction des ondulations verticales comme celle des ondulations horizontales de la membrane d'étanchéité de chaque paroi d'extrémité sont inclinées d'un angle de 45° par rapport à l'arête formée à l'intersection entre la paroi d'extrémité et l'une des parois oblique alors que la direction des ondulations de ladite paroi oblique est perpendiculaire à l'arête. Ainsi, aucune des ondulations de la membrane d'étanchéité des parois d'extrémité ne s'étend dans le prolongement des ondulations des parois obliques inférieures et supérieures. Dès lors, en l'absence d'une telle continuité des ondulations, les arrangements d'angle entre l'une des parois obliques et l'une des parois d'extrémité constituent des zones de concentration des contraintes et forment donc à ce titre des zones de fragilité.

Résumé

[0008] Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche du type précitée dans laquelle les concentrations de contraintes sont limitées dans les membranes d'étanchéités ondulées, notamment au niveau d'au moins une zone d'angle entre deux parois se rejoignant au niveau d'une arête qui est sécante à la direction d'au moins deux séries d'ondulations distinctes de la membrane d'étanchéité de l'une des deux parois.

[0009] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche comportant une première et une deuxième parois adjacentes se développant respectivement dans un premier et un deuxième plans sécants l'un par rapport à l'autre ; chacune des première et deuxième parois comportant une membrane d'étanchéité ondulée ; la membrane d'étanchéité de la première paroi et la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi se rejoignant au niveau d'une arête ; la membrane d'étanchéité de la première paroi comportant une première série d'ondulations comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une première direction et une deuxième série d'ondulations comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une deuxième direction sécante à la première direction ; les première et deuxième directions étant sécantes à l'arête ; la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi comportant une troisième série d'ondulations comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une troisième direction sécante à l'arête ; la cuve comportant en outre un arrangement d'angle

comprenant une membrane d'étanchéité soudée de manière étanche à la membrane d'étanchéité de la première paroi et à la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi ; la membrane d'étanchéité de l'arrangement d'angle comportant :

- des premières portions de déviation d'ondulation comportant chacune une ondulation qui présente une première extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la première série d'ondulations et une seconde extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations ; et
- des deuxième portions de déviation d'ondulation comportant chacune une ondulation qui présente une première extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la deuxième série d'ondulations et une seconde extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations ;

les premières portions de déviation d'ondulation étant intercalées avec les deuxième portions de déviation d'ondulation le long de l'arrangement d'angle.

[0010] Ainsi, grâce à la présence des portions de déviation d'ondulations précitées, une continuité des ondulations est assurée au niveau de l'angle entre la première et la deuxième paroi, alors même que la première et la seconde séries d'ondulations sont sécantes à l'arête. Ainsi, les concentrations de contraintes sont limitées dans la zone d'angle.

[0011] Selon d'autres modes de réalisation avantageux, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0012] Selon un mode de réalisation, chaque première ou seconde portion de déviation d'ondulation comporte :

- au moins un portion de pièce d'angle comprenant deux ailes respectivement parallèles à l'un et à l'autre des premier et second plans, ladite portion de pièce d'angle présentant une portion d'ondulation s'étendant dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations, d'un bout à l'autre de la portion de pièce d'angle, le long des deux ailes ; et
- une pièce de jonction comportant une portion d'ondulation coudée raccordant la portion d'ondulation de la portion de pièce d'angle à l'une des ondulations de la première ou de la deuxième série d'ondulations.

[0013] Selon un mode de réalisation, chacune des ondulations de la première et de la deuxième séries d'ondulations qui coupe l'arête est prolongée par l'une des premières ou deuxième portions de déviation d'ondulation.

[0014] Selon un mode de réalisation, la première direction selon laquelle s'étendent les ondulations de la

première série d'ondulations et la seconde direction selon laquelle s'étendent les ondulations de la seconde série d'ondulations sont perpendiculaires l'une à l'autre.

[0015] Selon un mode de réalisation, les ondulations de la première série d'ondulations et les ondulations de la seconde série d'ondulations sont écartées d'une même distance inter-ondulations x .

[0016] Selon un mode de réalisation, les ondulations de la troisième série d'ondulations sont écartées d'une distance inter-ondulations y constante.

[0017] Selon un mode de réalisation :

- les ondulations de la troisième série d'ondulations qui sont raccordées aux premières portions de déviation sont espacées les unes des autres d'une distance $z1$ égale à $n1*y$ avec $n1$ un nombre entier supérieur à 1 ;
- les ondulations de la troisième série d'ondulations qui sont raccordées aux seconde portions de déviation sont espacées les unes des autres d'une distance $z2$ égale à $n2*y$ avec $n2$ un nombre entier supérieur à 1 ; et
- l'angle θ entre l'arête et la première direction satisfait à :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n2}{n1}$$

[0018] Selon un mode de réalisation, la distance inter-ondulations y entre deux ondulations de la troisième série d'ondulations répond à la formule suivante :

$$\frac{x}{y} = \frac{n1 * n2}{\sqrt{n1^2 + n2^2}}$$

[0019] Selon un mode de réalisation, l'angle θ entre l'arête et la première direction satisfait est de 45°.

[0020] Selon d'autres modes de réalisation, les ondulations de la troisième série d'ondulations sont écartées le long de l'arête d'une première distance inter-ondulations $y1$ et d'une deuxième distance inter-ondulations $y2$, la première et la deuxième distances inter-ondulations $y1$ et $y2$ étant établies de telle sorte que les ondulations de la première série d'ondulations et les ondulations de la seconde série d'ondulations soient écartées d'une même distance inter-ondulations x .

[0021] De manière avantageuse, la troisième direction est perpendiculaire à l'arête.

[0022] Selon un mode de réalisation, la cuve présente deux parois d'extrémités reliées l'une à l'autre par des parois s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve et dans laquelle la première paroi forme l'une des deux parois d'extrémité et la deuxième paroi forme l'une des parois s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve.

[0023] Selon un mode de réalisation, la membrane

d'étanchéité de la deuxième paroi comporte un quatrième série d'ondulations comprenant des ondulations s'étendant selon des directions parallèles à l'intersection entre la première et la deuxième parois.

[0024] Selon un mode de réalisation, chaque paroi de la cuve comporte une barrière thermiquement isolante ancrée sur une structure porteuse et sur laquelle est ancrée la membrane d'étanchéité de la paroi correspondante.

[0025] 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 éthanier ou méthanière, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déportée (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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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

[0029] 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 partielle en perspective et en coupe d'une cuve.
- **La figure 2** est une représentation à plat de la cuve de la figure 1.
- **La figure 3** est une vue écorchée en perspective d'une zone d'une cuve à l'intersection entre une paroi d'extrémité, une paroi de fond et une paroi oblique inférieure.

- **La figure 4** est une représentation schématique à plat d'une zone de la cuve à la jonction entre une paroi d'extrémité et une paroi oblique selon un premier mode de réalisation.

- **La figure 5** est une vue analogue à celle de la figure 4 correspondant à un deuxième mode de réalisation.

- **La figure 6** est une vue analogue à celle de la figure 4 correspondant à un troisième mode de réalisation.

- **La figure 7** est une vue analogue à celle de la figure 4 correspondant à un quatrième mode de réalisation.

- **La figure 8** est une vue analogue à celle de la figure 4 correspondant à un cinquième mode de réalisation.

- **La figure 9** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanière et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

[0030] En relation avec les figures 1 et 2, l'on observe la structure générale d'une cuve 1.

[0031] La cuve 1 est montée sur une structure porteuse 2. La structure porteuse 2 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécanique appropriées. La structure porteuse comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve 1. Dans le mode de réalisation qui sera décrit par la suite, la structure porteuse 2 est formée par la double coque d'un navire.

[0032] La cuve 1 présente une forme générale polyédrique. Elle présente deux parois d'extrémité 3 de forme octogonale. Les parois d'extrémité 3 sont fixées sur des cloisons de cofferdam transversales du navire et s'étendent par conséquent perpendiculairement à la direction longitudinale du navire. Les deux parois d'extrémité 3 sont reliées l'une à l'autre par huit parois s'étendant selon la direction longitudinale du navire, à savoir :

- une paroi de fond 4 et une paroi de plafond 5 horizontales ;
- deux parois latérales 6 verticales ;
- deux parois obliques supérieures 7 reliant chacune l'une des parois latérales 6 à la paroi de plafond 5 ; et
- deux parois obliques inférieures 8 reliant chacune l'une des parois latérales 6 à la paroi de fond 4.

[0033] Les parois obliques inférieures 8 forment un angle de 135° avec la paroi de fond 4 et un angle de 135° avec les parois latérales 6. De même, les parois obliques supérieures 7 forment un angle de 135° avec la paroi de plafond 5 et un angle de 135° avec les parois latérales 6.

[0034] On observe, sur la figure 3, la structure d'une cuve 1, selon un premier mode de réalisation, dans une zone où se rejoignent l'une des parois d'extrémité 3, la paroi de fond 4 et l'une des parois obliques inférieures 8.

[0035] Chaque paroi 3, 4, 8 de la cuve 1 comporte une barrière thermiquement isolante 19 qui est ancrée sur la paroi correspondante de la structure porteuse 2. Chaque barrière thermiquement isolante 19 est constituée d'une pluralité d'éléments calorifuges 9 qui sont ancrés sur la structure porteuse 2. Les éléments calorifuges 9 sont juxtaposés les uns aux autres selon des rangées parallèles. Les éléments calorifuges 9 présentent une forme générale parallélépipédique à l'exception des éléments calorifuges, non illustrés, des parois d'extrémité 3 qui longent une intersection avec l'une des parois obliques supérieures 7 ou inférieures 8. En effet, ces éléments calorifuges présentent une forme générale de trapèze rectangle ou de triangle rectangle de manière à s'adapter à la forme octogonale des parois d'extrémité 3. Les éléments calorifuges 9 forment conjointement une surface plane sur laquelle est ancrée la membrane d'étanchéité 17a, 17b, 17c de la paroi 3, 4, 8 correspondante.

[0036] Dans le mode de réalisation représenté, chaque élément calorifuge 9 comporte un panneau de fond 10 et un panneau de couvercle 11 parallèles. Chaque élément calorifuge 9 comporte quatre panneaux de côté 12 qui s'étendent perpendiculairement aux panneaux de fond 10 et de couvercle 11 et délimitent un espace interne. Par ailleurs, une pluralité d'entretoises, non visibles sur la figure 3, s'élèvent dans la direction d'épaisseur de la cuve 1 et sont interposés entre le panneau de fond 10 et le panneau de couvercle 11, perpendiculairement à ceux-ci. Le panneau de fond 10, le panneau de couvercle 11, les panneaux de côté 12 et les entretoises sont par exemple réalisées en bois contreplaqué. Par ailleurs, les compartiments ménagés entre les entretoises sont garnis avec une garniture calorifuge, non illustrée, tel que de la perlite ou de la laine de verre, par exemple.

[0037] Les éléments calorifuges 9 sont ancrés sur la paroi porteuse au moyen de cordons de résine, non illustrés, et/ou de goujons 13 soudés sur la structure porteuse 2. Selon un mode de réalisation, les goujons 13 font saillie vers l'intérieur de la cuve 1 dans les interstices ménagés entre les éléments calorifuges 9. Les goujons 13 sont filetés et coopèrent avec un écrou qui retient un organe d'appui 14 enfilé sur le goujon 13. L'organe d'appui 14 est plaqué contre une partie débordante des éléments calorifuges 9 adjacents de manière à les maintenir contre la structure porteuse 2.

[0038] Chaque élément calorifuge 9 est équipé de platines métalliques 15, 16 pour l'ancrage du bord des tôles métalliques ondulées 18 des membranes d'étanchéité 17a, 17b, 17c. Les platines métalliques 15, 16 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux côtés opposés de l'élément calorifuge 9. Les platines métalliques 15, 16 sont fixées sur le panneau de couvercle 9 par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple. Les platines métalliques 15, 16 sont

mis en place dans des évidements ménagés sur la surface interne des panneaux de couvercle 11 de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 15, 16 affleure la surface interne des panneaux de couvercle 11.

[0039] Chaque paroi 3, 4, 8 de la cuve 2 est en outre équipée d'une membrane d'étanchéité 17a, 17b, 17c comprenant une pluralité de tôles métalliques ondulées 18. Les tôles métalliques ondulées 18 peuvent notamment être réalisées en acier inoxydable, en aluminium, 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 $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0040] Les tôles métalliques ondulées 18 sont, d'une part, soudées à recouvrement les unes aux autres de manière étanche et, d'autre part, soudées sur les platines métalliques 15, 16 de manière à ancrer la membrane d'étanchéité 17a, 17b, 17c sur la barrière thermiquement isolante 19.

[0041] Les tôles métalliques ondulées 18 présentent pour la plupart une forme sensiblement rectangulaire. Toutefois, les tôles métalliques ondulées 20 des parois d'extrémité 3 qui longent l'angle formé avec l'une des parois obliques inférieures 8 ou supérieures présentent une forme générale de trapèze rectangle ou de triangle rectangle de manière à s'adapter à la forme octogonale des parois d'extrémité 3. Le bord de ces tôles métalliques ondulées 20 qui longe l'arête de l'angle formé avec la paroi oblique 8 présente une forme crénelée.

[0042] Chaque membrane d'étanchéité 17a, 17b, 17c comporte deux séries d'ondulations 21a, 22a ; 21b, 22b ; 21c, 22c comprenant chacune des ondulations parallèles les unes aux autres. Les directions des deux séries d'ondulations de chaque membrane d'étanchéité 17a, 17b, 17c sont perpendiculaires l'une à l'autre. Les deux séries d'ondulations 21a, 22a de la membrane d'étanchéité 17a des parois d'extrémités 3 sont respectivement orientées horizontalement et verticalement. Les deux séries d'ondulations 22b et 21b de la membrane d'étanchéité 17b de la paroi de fond 4 sont orientées selon la direction longitudinale de la cuve 1 et perpendiculairement à ladite direction longitudinale. Les deux séries d'ondulations 22c et 21c de la membrane d'étanchéité 17c de la paroi oblique 8 sont aussi orientées selon la direction longitudinale de la cuve 1 et perpendiculairement à ladite direction longitudinale.

[0043] L'arrangement d'angle 23 disposé à l'intersection entre la paroi de fond 4 et la paroi d'extrémité 3 comporte une membrane d'étanchéité qui est constituée d'une pluralité de pièce d'angles 24 métalliques. Chaque pièce d'angle 24 comporte deux ailes qui sont respectivement parallèles à la paroi d'extrémité 3 et à la paroi de fond 4. Les bords de l'une des deux ailes sont ancrés sur des platines métalliques 15, 16 portées par des éléments calorifuges 9 de la paroi d'extrémité 3 alors que les bords de l'autre aile sont ancrés sur des platines mé-

taliques 15, 16 portées par des éléments calorifuges 9 de la paroi de fond 4. Par ailleurs, les pièces d'angles 24 adjacentes sont soudées à recouvrement les unes aux autres. Les pièces d'angle 24 sont en outre soudées à recouvrement, d'une part, avec les tôles métalliques adjacentes 18 de la paroi d'extrémité 3 et, d'autre part, avec les tôles métalliques 18 adjacentes de la paroi de fond 4 de manière à assurer une jonction étanche entre les membranes d'étanchéité 17a, 17b de la paroi d'extrémité 3 et de la paroi de fond 4.

[0044] Par ailleurs, chaque pièce d'angle 24 comporte une ou plusieurs ondulations 25, deux dans le mode de réalisation représenté, qui s'étendent d'un bout à l'autre de la pièce d'angle 24 le long des deux ailes de manière à permettre une déformation de la pièce d'angle 24 selon une direction parallèle à l'arête formée à l'intersection de la paroi de fond 4 et de la paroi d'extrémité 3.

[0045] Chaque ondulation 25 de la pièce d'angle 24 est disposée, d'une part, dans le prolongement de l'une des ondulations 22b de la paroi de fond 4 et, d'autre part, dans le prolongement de l'une des ondulations 22a verticales de la paroi d'extrémité 3. Ainsi, une continuité des ondulations 22a, 22b permettant de limiter les concentrations de contraintes est assurée au niveau de l'intersection de la paroi de fond 4 et de la paroi d'extrémité 3.

[0046] Notons que tous les autres arrangements d'angle disposés à l'intersection entre l'une des deux parois d'extrémité 3 et la paroi de fond 4 ou la paroi de plafond 5 présentent un agencement identique. En outre, les arrangements d'angle disposés à l'intersection entre l'une des deux parois d'extrémité 3 et l'une des parois latérales 6 sont similaires, la seule différence résidant dans le fait que les ondulations 25 des pièces d'angle 24 sont chacune disposées dans le prolongement de l'une des ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité et non de l'une des ondulations verticales 21b.

[0047] Par ailleurs, l'arrangement d'angle 26 disposé à l'intersection entre la paroi de fond 4 et la paroi oblique inférieure 8 présente un agencement similaire, les pièces d'angle 27 d'un tel arrangement d'angle 26 ne différant des pièces d'angle 24 décrites ci-dessus qu'en ce que l'angle forme entré les deux ailes des pièces d'angle 27 n'est pas de 90° mais de 135°. Ainsi, les pièces d'angle 27 comportent des ondulations 28 qui sont chacune disposées, d'une part, dans le prolongement de l'une des ondulations 21b de la paroi de fond 4 et, d'autre part, dans le prolongement de l'une des ondulations 21c de la paroi oblique inférieure 8. Notons que tous les autres arrangements d'angle disposés à l'intersection entre deux des huit parois 4, 5, 6, 7, 8 reliant les deux parois d'extrémité 3 présentent un agencement similaire.

[0048] Chaque arrangement d'angle 29 disposé à l'intersection entre l'une des parois d'extrémité 3 et l'une des parois obliques supérieures 7 ou inférieures 8 présente quant à lui une structure nettement différente des arrangements d'angle précédemment décrits. En effet, comme illustré sur la figure 3, l'arrangement d'angle 29, disposé à l'intersection entre la paroi oblique inférieure

8 et la paroi d'extrémité 3, comporte une membrane d'étanchéité qui est agencée pour raccorder les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 alternativement à une ondulation 22a verticale et à une ondulation 21a horizontale de la paroi d'extrémité 3.

[0049] Pour ce faire, la membrane d'étanchéité de l'arrangement d'angle 29 comprend des premières portions de déviation d'ondulation 30 qui permettent chacune de raccorder l'une des ondulations 22c de la paroi oblique 8 à l'une des ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 et des deuxièmes portions de déviation d'ondulation 31 qui permettent chacune de raccorder l'une des ondulations 22c de la paroi oblique 8 à l'une des ondulations 22a verticales de la paroi d'extrémité 3.

[0050] Plus particulièrement, l'arrangement d'angle 29 comporte une pluralité de pièces d'angle 32. Chaque pièce d'angle 32 comporte deux ailes qui sont respectivement parallèles à la paroi d'extrémité 3 et à la paroi oblique 8. Les bords de l'une des deux ailes sont ancrés sur des platines métalliques 15, 16 portées par des éléments calorifuges 9 de la paroi d'extrémité 3 alors que les bords de l'autre aile sont ancrés sur des platines métalliques 15, 16 portées par des éléments calorifuges 9 de la paroi oblique inférieure 8. Par ailleurs, les pièces d'angles 32 adjacentes sont soudées à recouvrement les unes aux autres. Les pièces d'angle 32 sont en outre soudées à recouvrement, d'une part, avec les tôles métalliques 20 adjacentes de la paroi d'extrémité 3 et, d'autre part, avec les tôles métalliques 18 adjacentes de la paroi oblique 8 de manière à assurer une jonction étanche entre les membranes d'étanchéité 17a, 17b de la paroi oblique inférieure 8 et de la paroi d'extrémité 3.

[0051] Chaque pièce d'angle 32 comporte une ou plusieurs portions d'ondulations 33, 34, deux dans le mode de réalisation représenté, qui s'étendent d'un bout à l'autre de la pièce d'angle 32 le long des deux ailes de manière à permettre une déformation de la pièce d'angle 32 selon une direction parallèle à l'arête formée à l'intersection de la paroi d'extrémité 3 et de la paroi oblique inférieure 8.

[0052] Chaque portion d'ondulation 33, 34 de la pièce d'angle 32 est disposée dans le prolongement de l'une des ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8.

[0053] Par ailleurs, l'arrangement d'angle 29 comporte des pièces de jonction 35, 36 métalliques, de forme triangulaire, qui sont chacune soudées à recouvrement entre l'une des pièces d'angle 32 et l'une des tôles métalliques 20 de la paroi d'extrémité 3 longeant l'angle formé avec la paroi oblique 8. Chacune de ces pièces de jonction 35, 36 comporte une portion d'ondulation 38, 39 de forme coudée, ici à 145°, dont l'une des extrémités est raccordée à l'une des portions d'ondulation 33, 34 de la pièce d'angle 32 et l'autre extrémité est raccordée soit à l'une des ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 soit à l'une de ses ondulations 22a verticales. Les portions d'ondulation 38, 39 de forme coudée sont orientées dans un sens ou dans l'autre selon qu'elles doivent être raccordées à l'une des ondulations 21a horizontales ou

à l'une de ses ondulations 22a verticales de la paroi d'extrémité 3.

[0054] Ainsi, dans le mode de réalisation représenté, chacune des premières et secondes portions de déviation 30, 31 est formée par une partie d'une pièce d'angle 32 et par une pièce de jonction 35, 36.

[0055] La distance inter-ondulations entre les ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 est égale à la distance inter-ondulations entre les ondulations 22a verticales de la paroi d'extrémité 3. Cette distance inter-ondulations entre les ondulations 21a, 22a de la paroi d'extrémité est noté x par la suite.

[0056] En outre, la distance inter-ondulations entre les ondulations 22b de la paroi de fond s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve ainsi qu'entre les ondulations longitudinales de la paroi de plafond 5 et des parois latérales 6 est égale à la distance inter-ondulations x précitée.

[0057] Par ailleurs, afin d'assurer une correspondance entre les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 et les ondulations 21a, 22a horizontales et verticales de la paroi d'extrémité 3, la distance inter-ondulations y des ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 ainsi que les distances inter-ondulations x entre les ondulations 21a horizontales et les ondulations 22a verticales de la paroi d'extrémité 3 sont déterminées conformément à la méthode détaillée ci-dessous en relation avec la figure 4.

[0058] La figure 4 est une représentation schématique à plat de la cuve à la jonction entre la paroi d'extrémité 3 et la paroi oblique 8. Elle correspond au mode de réalisation de la figure 1 dans laquelle l'arête 37 formée à l'intersection entre la paroi d'extrémité 3 et la paroi oblique inférieure 8 est inclinée d'un angle θ de 45° par rapport à l'horizontal. En d'autres termes, les ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 sont également inclinées d'un angle de 45° par rapport à l'arête 37 formée à l'intersection entre la paroi d'extrémité 3 et la paroi oblique inférieure 8.

[0059] Afin d'assurer une correspondance adéquate entre les ondulations 21a, 22a, 22c, la distance inter-ondulations y est déterminée en fonction de la formule suivante :

$$y = \frac{x}{\sqrt{2}}.$$

[0060] A titre d'exemple, pour une cuve destinée à contenir du Gaz de Pétrole Liquéfié stocké à une température comprise entre -50°C et 0°C , la distance inter-ondulations x est de l'ordre de 600 mm et la distance inter-ondulations y est donc de 424.3 mm. Selon un autre exemple, pour une cuve destinée à contenir du Gaz Naturel Liquéfié qui est stocké à -163°C à pression atmosphérique, la distance inter-ondulations x est moindre, compte-tenu de la température de stockage plus faible et est par exemple de l'ordre de 340 mm. Dans ce cas, la distance inter-ondulations y est de 240,4 mm.

[0061] En relation avec les figures 5 à 8, on observe d'autres représentations schématiques à plat d'une cuve à la jonction entre la paroi d'extrémité 3 et une paroi oblique inférieure 8 lorsque la cuve présente une autre forme générale et qu'en conséquence les ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 sont inclinées d'un angle θ différent de 45° par rapport à l'arête 37 formée entre la paroi d'extrémité 3 et la paroi oblique inférieure 8.

[0062] Dans la mesure où, pour ces modes de réalisation, la distance inter-ondulations y demeure constante entre les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 et les distances inter-ondulations x entre les ondulations horizontales et entre les ondulations verticales de la paroi d'extrémité sont égales, seule une partie des ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 qui sont sécantes à l'arête 37 est raccordée aux ondulations 21a, 22a de la paroi d'extrémité 3 alors que l'autre partie des ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 s'interrompt avant l'arête 37.

[0063] Ainsi, les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 qui sont raccordées aux ondulations 22a horizontales sont écartées les unes des autres d'une distance z1 égale à n1 fois la distance inter-ondulations y avec n1 un nombre entier supérieur à 1 alors que les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 qui sont raccordées aux ondulations verticales sont écartées les unes des autres d'une distance z2 égale à n2 fois la distance inter-ondulations y avec n2 un nombre entier supérieur à 1.

[0064] Afin qu'une solution correspondante existe, l'angle θ formé entre l'arête 37 et les ondulations 21a horizontales doit répondre à la formule suivante :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n2}{n1} ;$$

et

[0065] Le rapport entre les distances inter-ondulations x et y est défini par la formule précédemment mentionnée, à savoir :

$$\frac{x}{y} = \frac{n1 * n2}{\sqrt{n1^2 + n2^2}}$$

ou par la formule équivalente $y = \frac{x}{2 * \cos \theta}$

[0066] On notera que le cas de la figure 4 à 45° satisfait aussi ces formules avec $n1 = n2 = 2$.

[0067] La figure 5 correspond à un second mode de réalisation dans lequel l'angle θ est de 26.6° , ce qui correspond à des variables n1 et n2 respectivement égales à 4 et à 2. A titre d'exemple, pour une distance inter-ondulations x de 600 mm, la distance inter-ondulations y est donc de 335.4 mm.

[0068] La figure 6 correspond à un troisième mode de réalisation dans lequel l'angle θ est de 33.7° , ce qui correspond à des variables n1 et n2 respectivement égales

à 3 et à 2. A titre d'exemple, pour une distance inter-ondulations x de 600 mm, la distance inter-ondulations y est de 360.6 mm.

[0069] La figure 7 correspond à un quatrième mode de réalisation dans lequel l'angle θ est de 18.4° , ce qui correspond à des variables n1 et n2 respectivement égales à 6 et à 2. A titre d'exemple, pour une distance inter-ondulations x de 600 mm, la distance inter-ondulations y est de 316.2 mm.

[0070] En relation avec la figure 8, on observe une représentation schématique à plat d'une cuve selon un cinquième mode de réalisation à la jonction entre la paroi d'extrémité 3 et la paroi oblique inférieure 8 lorsque les ondulations 21a horizontales de la paroi d'extrémité 3 sont inclinées par rapport à l'arête 27 d'un angle θ qui, d'une part, est différent de 45° et, d'autre part, ne répond pas à la formule $\theta = \tan^{-1} \frac{\pi 2}{\pi 1}$.

[0071] Dans un tel mode de réalisation, afin d'assurer une correspondance entre les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 et celles de la paroi d'extrémité 3, la distance inter-ondulations entre les ondulations 22c de la paroi oblique inférieure 8 n'est pas maintenue constante et varie de manière périodique. Ainsi, sur la figure 8, les ondulations de la paroi oblique sont écartées soit d'une distance inter-ondulations y1 soit d'une distance inter-ondulations y2.

[0072] Bien que l'invention ait été décrite ci-dessous au niveau de l'intersection entre une paroi oblique inférieure 8 et une paroi d'extrémité 3 d'une cuve polyédrique de section octogonale, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et que l'invention peut plus généralement s'appliquer à tout angle d'une cuve entre deux parois de la cuve.

[0073] Notons en outre que la cuve peut présenter une forme différente de celle illustrée sur les figures 1 et 2. En particulier, la cuve peut être destinée à être intégrée à l'avant d'un navire. Dans ce cas, il est possible que la paroi de fond et/ou la paroi de plafond présentent une forme trapézoïdale dont la section diminue en avant du navire, comme notamment représenté schématiquement sur la figure 1 du document FR2826630. Il est également possible que les parois obliques inférieures et supérieures présentent chacune une forme de pentagone dont la section diminue en avant du navire et qu'ainsi chaque paroi oblique supérieure soit reliée à une paroi oblique inférieure par deux parois latérales.

[0074] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une membrane d'étanchéité peut être utilisée dans différents types de cuves.

[0075] En référence à la figure 9, 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.

[0076] 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.

[0077] La figure 9 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.

[0078] Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en oeuvre 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.

[0079] 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.

[0080] 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.

[0081] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Cuve (1) étanche comportant une première et une deuxième parois (3, 8) adjacentes se développant respectivement dans un premier et un deuxième plans sécants l'un par rapport à l'autre ; chacune des première et deuxième parois (3, 8) comportant une membrane d'étanchéité ondulée (17a, 17c) ; la membrane d'étanchéité (17a) de la première paroi (3) et la membrane d'étanchéité (17c) de la deuxième paroi (8) se rejoignant au niveau d'une arête (37) ; la membrane d'étanchéité (17a) de la première paroi (3) comportant une première série d'ondulations (21a) comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une première direction et une deuxième série d'ondulations (22a) comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une deuxième direction sécante à la première direction ; les première et deuxième directions étant sécantes à l'arête (37) ; la membrane d'étanchéité (17c) de la deuxième paroi (8) comportant une troisième série d'ondulations (22c) comprenant des ondulations parallèles les unes aux autres s'étendant selon une troisième direction sécante à l'arête (37) ; la cuve comportant en outre un arrangement d'angle (29) comprenant une membrane d'étanchéité soudée de manière étanche à la membrane d'étanchéité (17a) de la première paroi (3) et à la membrane d'étanchéité (17c) de la deuxième paroi (8) ; la membrane d'étanchéité de l'arrangement d'angle comportant :

- des premières portions de déviation d'ondulation (30) comportant chacune une ondulation (33, 38) qui présente une première extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la première série d'ondulations (21a) et une seconde extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) **caractérisée en ce que** la membrane d'étanchéité de l'arrangement d'angle comporte en outre
- des deuxième portions de déviation d'ondulation (31) comportant chacune une ondulation (34, 39) qui présente une première extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la deuxième série d'ondulations (22a) et une seconde extrémité située dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) ;

les premières portions de déviation d'ondulation (30) étant intercalées avec les deuxième portions de déviation d'ondulation (31) le long de l'arrangement d'angle (29).

2. Cuve (1) selon la revendication 1, dans laquelle chaque première ou seconde portion de déviation d'ondulation (30, 31) comporte :

- au moins une portion de pièce d'angle (32) comprenant deux ailes respectivement parallèles à l'un et à l'autre des premier et second plans, ladite portion de pièce d'angle (32) présentant une portion d'ondulation (33, 34) s'étendant dans le prolongement de l'une des ondulations de la troisième série d'ondulations (22c), d'un bout à l'autre de la portion de pièce d'angle, le long des deux ailes ; et
- une pièce de jonction (35, 36) comportant une portion d'ondulation coudée (38, 39) raccordant la portion d'ondulation (33, 34) de la portion de pièce d'angle à l'une des ondulations de la première ou de la deuxième série d'ondulations (21a, 22a).

3. Cuve (1) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle chacune des ondulations de la première et de la deuxième séries d'ondulations (21a, 22a) qui coupe l'arête est prolongée par l'une des premières ou deuxième portions de déviation d'ondulation (30, 31).

4. Cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la première direction selon laquelle s'étendent les ondulations de la première série d'ondulations (21a) et la seconde direction selon laquelle s'étendent les ondulations de la deuxième série d'ondulations (22a) sont perpendiculaires.

5. Cuve (1) selon la revendication 4, dans laquelle les ondulations de la première série d'ondulations (21a) et les ondulations de la seconde série d'ondulations (22a) sont écartées d'une même distance inter-ondulations x.

6. Cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle les ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) sont écartées d'une distance inter-ondulations y constante.

7. Cuve (1) selon la revendication 6 prise en combinaison avec la revendication 5, dans laquelle :

- les ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) qui sont raccordées aux premières portions de déviation (30) sont espacées les unes des autres d'une distance $z1$ égale à $n1 \cdot y$ avec $n1$ un nombre entier supérieur à 1 ;
- les ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) qui sont raccordées aux seconde portions de déviation (31) sont espacées les unes des autres d'une distance $z2$ égale à $n2 \cdot y$ avec $n2$ un nombre entier supérieur à 1 ; et

- l'angle θ entre l'arête et la première direction satisfait à :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

8. Cuve (1) selon la revendication 7, dans lequel la distance inter-ondulations y entre deux ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) répond à la formule suivante :

$$\frac{x}{y} = \frac{n_1 * n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}$$

9. Cuve (1) selon la revendication 7 ou 8, dans laquelle l'angle θ entre l'arête (37) et la première direction est de 45° .

10. Cuve (1) selon la revendication 5, dans laquelle les ondulations de la troisième série d'ondulations (22c) sont écartées le long de l'arête (37) d'une première distance inter-ondulations y_1 et d'une deuxième distance inter-ondulations y_2 , la première et la deuxième distances inter-ondulations y_1 et y_2 étant établies de telle sorte que les ondulations de la première série d'ondulations (21a) et les ondulations de la seconde série d'ondulations (22a) soient écartées d'une même distance inter-ondulations x .

11. Cuve (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la troisième direction est perpendiculaire à l'arête (37).

12. Cuve (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la cuve présente deux parois d'extrémités (3) reliées l'une à l'autre par des parois (4, 5, 6, 7, 8) s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve et dans laquelle la première paroi forme l'une des deux parois d'extrémité (3) et la deuxième paroi forme l'une des parois (4, 5, 6, 7, 8) s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve.

13. Cuve (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la membrane d'étanchéité (17c) de la deuxième paroi (8) comporte une quatrième série d'ondulations (21c) comprenant des ondulations s'étendant selon des directions parallèles à l'arête (37) formée à l'intersection entre la première et la deuxième parois (3, 8).

14. 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 13 disposée dans la coque.

15. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 14, 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).

16. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 14, 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.

Patentansprüche

1. Dichtes Gefäß (1) umfassend eine erste und eine zweite aneinandergrenzende Wand (3,8), welche sich jeweils in einer ersten und einer zweiten Schnittebene im Verhältnis zueinander erstrecken; wobei eine jede der ersten und zweiten Wände (3, 8) eine gewellte Abdichtungsmembran (17a, 17c) umfasst; wobei die Abdichtungsmembran (17a) der ersten Wand (3) und die Abdichtungsmembran (17c) der zweiten Wand (8) sich auf Höhe einer Kante (37) treffen; wobei die Abdichtungsmembran (17a) der ersten Wand (3) eine erste Serie von Wellen (21a) umfasst, welche parallele Wellen, welche sich in eine erste Richtung erstrecken, aufweist, und eine zweite Serie von Wellen (22a), welche parallele Wellen, welche sich in eine zweite, die erste Richtung kreuzende Richtung erstrecken, aufweist; wobei die erste und zweite Richtung kreuzend zur Kante (37) ausgebildet sind; wobei die Abdichtungsmembran (17c) der zweiten Wand (8) eine dritte Serie von Wellen (22c) umfasst, welche parallel zueinander sind, und sich entsprechend einer dritten Richtung, welche die Kante (37) kreuzt, erstreckt; wobei das Gefäß weiterhin eine Winkelanordnung (29) mit einer Abdichtungsmembran umfasst, welche mit der Abdichtungsmembran (17a) der ersten Wand (3) und der Abdichtungsmembran (17c) der zweiten Wand (8) dicht verschweißt ist; wobei die Abdichtungsmembran der Winkelanordnung umfasst:

- erste Umlenkungsabschnitte der Wellen (30) umfassend jeweils eine Welle (33, 38), welche einen ersten Endabschnitt, welcher in der Verlängerung einer der Wellen der ersten Serie der Wellen (21a) angeordnet ist, und einen zweiten Endabschnitt, welcher in der Verlängerung einer

- der Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) angeordnet ist, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichtungsmembran der Winkelanordnung weiterhin umfasst
- zweite Umlenkungsabschnitte der Wellen (31) umfassend jeweils eine Welle (34, 39), welche einen ersten Endabschnitt, welcher in der Verlängerung einer der Wellen der zweiten Serie der Wellen (22a) angeordnet ist, und einen zweiten Endabschnitt, welcher in der Verlängerung einer der Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) angeordnet ist, aufweist; wobei die ersten Umlenkungsabschnitte der Wellen (30) mit den zweiten Umlenkungsabschnitten (31) entlang der Winkelanordnung (29) abwechselnd angeordnet sind.
2. Gefäß (1) gemäß Anspruch 2, wobei ein jeder erster oder zweiter Umlenkungsabschnitt der Wellen (30, 31) umfasst:
- mindestens einen Winkelabschnitt (32) umfassend zwei Schenkel, welche jeweils parallel zu denen der ersten und zweiten Ebenen sind, wobei der Winkelabschnitt (32) einen Wellenbereich aufweist (33, 34), welcher sich in der Verlängerung einer der Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) von einem Ende zum anderen Ende des Winkelbereiches, entlang der zwei Schenkel, erstreckt; und
 - ein Verbindungsstück (35, 36), umfassend einen gewinkelten Wellenbereich (38, 39), welcher den Wellenbereich (33, 34) des Winkelabschnittes mit einer der Wellen der ersten oder zweiten Serie der Wellen (21a, 22a) verbindet.
3. Gefäß (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei jede der Wellen der ersten und der zweiten Serie der Wellen (21a, 22a), welche die Kante kreuzt, durch einen der ersten oder zweiten Umlenkungsabschnitte der Wellen (30, 31) verlängert ist.
4. Gefäß (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste Richtung, in die sich die Wellen der ersten Serie der Wellen (21a) erstrecken, und die zweite Richtung, in die sich die Wellen der zweiten Serie der Wellen (22a) erstrecken, senkrecht zueinander sind.
5. Gefäß (1) gemäß Anspruch 4, wobei die Wellen der ersten Serie der Wellen (21a) und die Wellen der zweiten Serie der Wellen (22a) voneinander in einem gleichen Abstand x zwischen den Wellen beabstandet sind.
6. Gefäß (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) voneinander in einem gleichbleibendem Abstand y zwischen

schen den Wellen beabstandet sind.

7. Gefäß (1) gemäß Anspruch 6 in Verbindung mit Anspruch 5, wobei:

- die Wellen der dritten Serie der Wellen (22c), welche mit den ersten Umlenkungsabschnitten (30) verbunden sind, voneinander mit einem Abstand z_1 gleich $n_1 \cdot y$ mit n_1 einer geraden Zahl größer als 1 beabstandet sind;
- die Wellen der dritten Serie der Wellen (22c), welche mit den zweiten Umlenkungsabschnitten (31) verbunden sind, voneinander mit einem Abstand z_2 gleich $n_2 \cdot y$ mit n_2 einer geraden Zahl größer als 1 beabstandet sind; und
- wobei der Winkel θ zwischen der Kante und der ersten Richtung entspricht:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

8. Gefäß (1) gemäß Anspruch 7, wobei der Abstand zwischen den Wellen y zwischen zwei Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) der folgenden Formel entspricht:

$$\frac{x}{y} = \frac{n_1 \cdot n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}$$

9. Gefäß (1) gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei der Winkel θ zwischen der Kante (37) und der ersten Richtung 45° ist.

10. Gefäß (1) gemäß Anspruch 5, wobei die Wellen der dritten Serie der Wellen (22c) entlang der Kante (37) mit einem ersten Abstand y_1 zwischen den Wellen und einem zweiten Abstand y_2 zwischen den Wellen beabstandet sind; wobei der erste und der zweite Abstand y_1 und y_2 zwischen den Wellen so angeordnet sind, dass die Wellen der ersten Serie der Wellen (21a) und die Wellen der zweiten Serie der Wellen (22a) in einem gleichen Abstand zwischen den Wellen x beabstandet sind.

11. Gefäß (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die dritte Richtung senkrecht zur Kante (37) ist.

12. Gefäß (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gefäß zwei Endabschnittswände (3) aufweist, welche durch Wände (4, 5, 6, 7, 8), welche sich in Längsrichtung des Gefäßes erstrecken, miteinander verbunden sind, und wobei die erste Wand eine der beiden Endabschnittswände (3) bildet und wobei die zweite Wand eine der Wände bildet (4, 5, 6, 7, 8), welche sich in Längsrichtung

des Gefäßes erstrecken.

13. Gefäß (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abdichtungsmembran (17c) und die zweite Wand (8) eine vierte Serie von Wellen (21c) umfassen, welche Wellen aufweist, die sich in parallele Richtungen zur Kante (37), welche an der Schnittstelle zwischen der ersten und der zweiten Wand (3, 8) gebildet ist, erstrecken.
14. Schiff (70) zum Transport einer Flüssigkeit, wobei das Schiff eine Doppelhülle (72) und ein in der Doppelhülle angeordnetes Gefäß (71) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.
15. Verfahren zur Be- und Entladung eines Schiffes (70) gemäß Anspruch 14, wobei eine Flüssigkeit von oder nach einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) zu oder von dem Gefäß (71) des Schiffs durch isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81) geleitet wird.
16. Transfersystem für eine Flüssigkeit, wobei das System ein Schiff (70) gemäß Anspruch 14, isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81), welche so angeordnet sind, dass sie das in der Schiffshülle angeordnete Gefäß (71) mit einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) verbinden, und eine Pumpe umfasst, um eine Flüssigkeit durch isolierte Rohrleitungen von oder nach der schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage zu oder von dem Gefäß des Schiffs zu leiten.

Claims

1. Sealed tank (1) including adjacent first and second walls (3, 8) in respective intersecting first and second planes; each of the first and second walls (3, 8) including a corrugated sealing membrane (17a, 17c); the sealing membrane (17a) of the first wall (3) and the sealing membrane (17c) of the second wall (8) joining at the level of an edge (37); the sealing membrane (17a) of the first wall (3) including a first series of corrugations (21a) comprising parallel corrugations extending in a first direction and a second series of corrugations (22a) comprising parallel corrugations extending in a second direction intersecting the first direction; the first and second directions intersecting at the edge (37); the sealing membrane (17c) of the second wall (8) including a third series of corrugations (22c) comprising parallel corrugations extending in a third direction intersecting the edge (37); the tank further including a corner arrangement (29) comprising a sealing membrane welded in sealed manner to the sealing membrane (17a) of the first wall (3) and to the sealing membrane (17c) of the

second wall (8); the sealing member of the corner arrangement including:

- first corrugation deviation portions (30) each including a corrugation (33, 38) that has a first end in line with one of the corrugations of the first series of corrugations (21a) and a second end in line with one of the corrugations of the third series of corrugations (22c); **characterized in that** the sealing member of the corner arrangement further include
- second corrugation deviation portions (31) each including a corrugation (34, 39) that has a first end in line with one of the corrugations of the second series of corrugations (22a) and a second end in line with one of the corrugations of the third series of corrugations (22c) ;

the first corrugation deviation portions (30) being interleaved with the second corrugation deviation portions (31) along the corner arrangement (29).

2. Tank (1) according to Claim 1, in which each first or second corrugation deviation portion (30, 31) includes:

- at least one corner piece portion (32) comprising two flanges respectively parallel to one and the other of the first and second planes, said corner piece portion (32) including a corrugation portion (33, 34) in line with one of the corrugations of the third series of corrugations (22c), from one end to the other of the corner piece portion, along the two flanges; and
- a junction piece (35, 36) including a bent corrugation portion (38, 39) connecting the corrugation portion (33, 34) of the corner piece portion to one of the corrugations of the first or second series of corrugations (21a, 22a).

3. Tank (1) according to Claim 1 or 2, in which each of the corrugations of the first and second series of corrugations (21a, 22a) that intersects the edge is extended by one of the first or second corrugation deviation portions (30, 31).
4. Tank (1) according to any one of Claims 1 to 3, in which the first direction in which the corrugations of the first series of corrugations (21a) extend and the second direction in which the corrugations of the second series of corrugations (22a) extend are perpendicular.
5. Tank (1) according to Claim 4, in which the corrugations of the first series of corrugations (21a) and the corrugations of the second series of corrugations (22a) are spaced by the same inter-corrugation distance x.

6. Tank (1) according to any one of Claims 1 to 5, in which the corrugations of the third series of corrugations (22c) are spaced by a constant inter-corrugation distance y.

7. Tank (1) according to Claim 6 in combination with Claim 5, in which:

- the corrugations of the third series of corrugations (22c) that are connected to the first deviation portions (30) are spaced from one another by a distance z1 equal to n1*y where n1 is an integer greater than 1;
- the corrugations of the third series of corrugations (22c) that are connected to the second deviation portions (31) are spaced from one another by a distance z2 equal to n2*y where n2 is an integer greater than 1; and
- the angle θ between the edge and the first direction satisfies the equation:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n2}{n1}$$

8. Tank (1) according to claim 7, in which the inter-corrugation distance y between two corrugations of the third series of corrugations (22c) satisfies the following formula:

$$\frac{x}{y} = \frac{n1 * n2}{\sqrt{n1^2 + n2^2}}$$

9. Tank (1) according to Claim 7 or 8, in which the angle θ between the edge (37) and the first direction is 45°.

10. Tank (1) according to claim 5, in which the corrugations of the third series of corrugations (22c) are distributed along the edge (37) at a first inter-corrugation distance y1 and a second inter-corrugation distance y2, the first and second inter-corrugation distances y1 and y2 being such that the corrugations of the first series of corrugations (21a) and the corrugations of the second series of corrugations (22a) are spaced by the same inter-corrugation distance x.

11. Tank (1) according to any one of the preceding claims, in which the third direction is perpendicular to the edge (37).

12. Tank (1) according to any one of the preceding claims, in which the tank has two end walls (3) connected to each other by walls (4, 5, 6, 7, 8) extending in the longitudinal direction of the tank and in which the first wall forms one of the two end walls (3) and the second wall forms one of the walls (4, 5, 6, 7, 8)

extending in the longitudinal direction of the tank.

13. Tank (1) according to any one of the preceding claims, in which the sealing membrane (17c) of the second wall (8) includes a fourth series of corrugations (21c) comprising corrugations extending in directions parallel to the edge (37) formed at the intersection between the first and second walls (3, 8).

14. Ship (70) for transporting a fluid, the ship including a hull (72) and a tank (71) according to any one of Claims 1 to 13 disposed in the hull.

15. Method of loading or offloading a ship (70) according to Claim 14, in which a fluid is fed through insulated pipes (73, 79, 76, 81) from or to a floating or land storage installation (77) to or from the tank of the ship (71).

16. System for transferring a fluid, the system including a ship (70) according to Claim 14, insulated pipes (73, 79, 76, 81) adapted to connect the tank (71) installed in the hull of the ship to a floating or land storage installation (77) and a pump for driving a fluid through the insulated pipes from or to the floating or land storage installation to or from the tank of the ship.

35

40

45

50

55

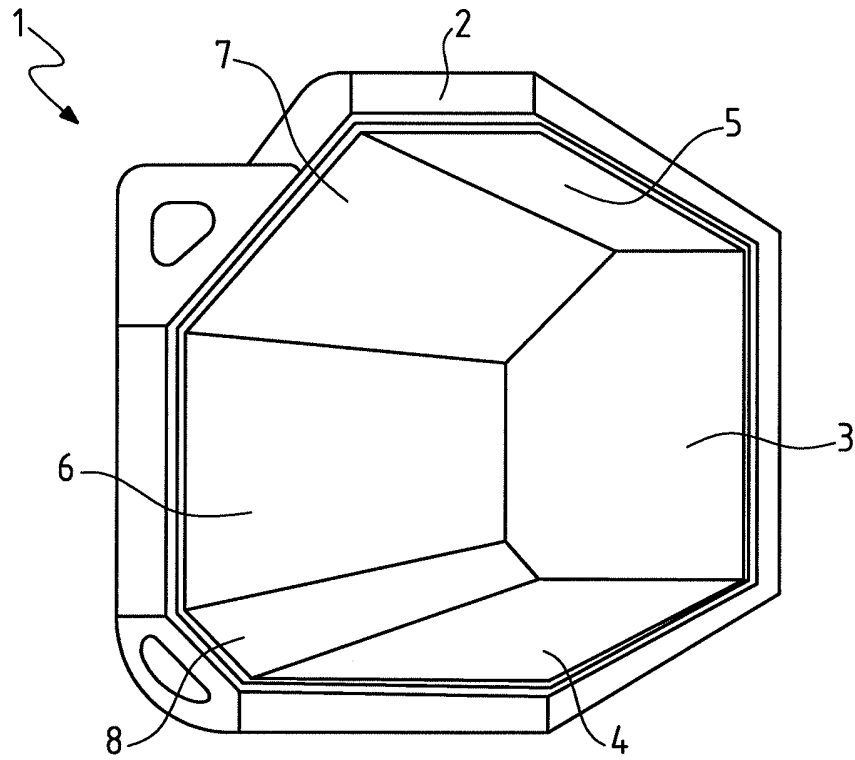


FIG. 1

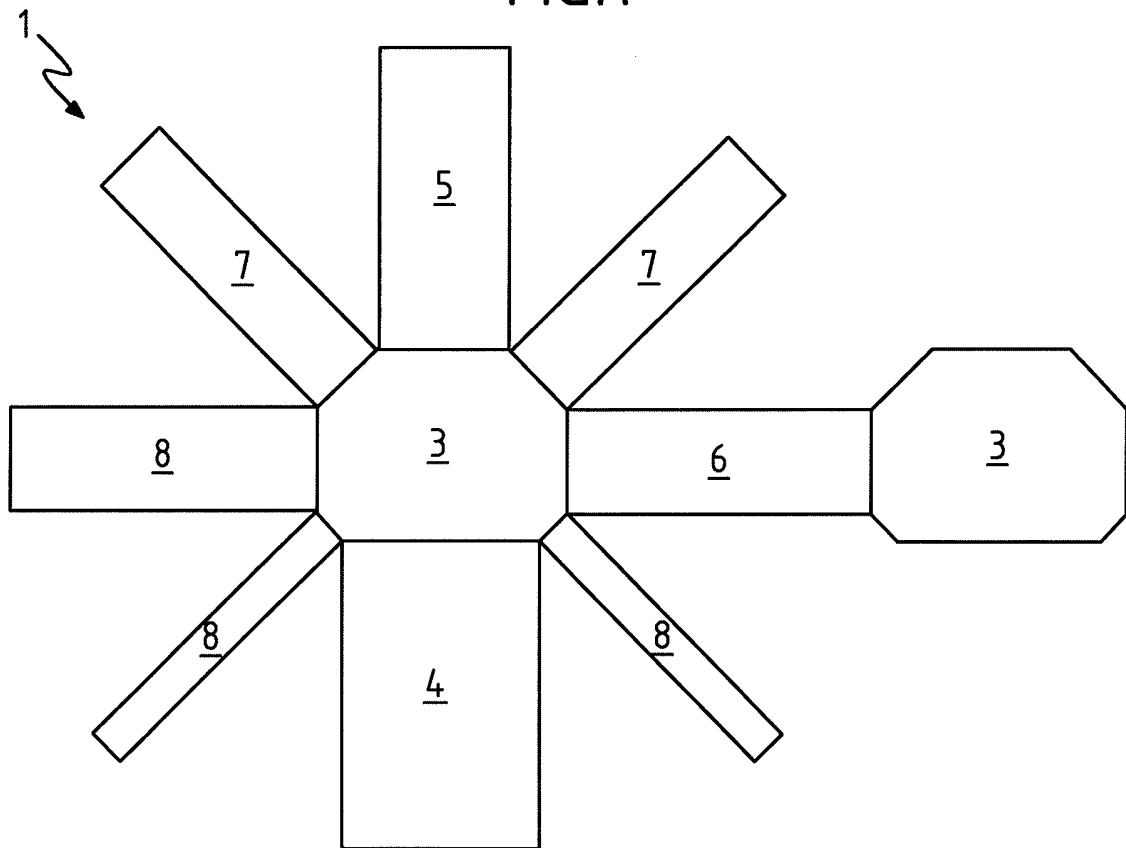


FIG. 2

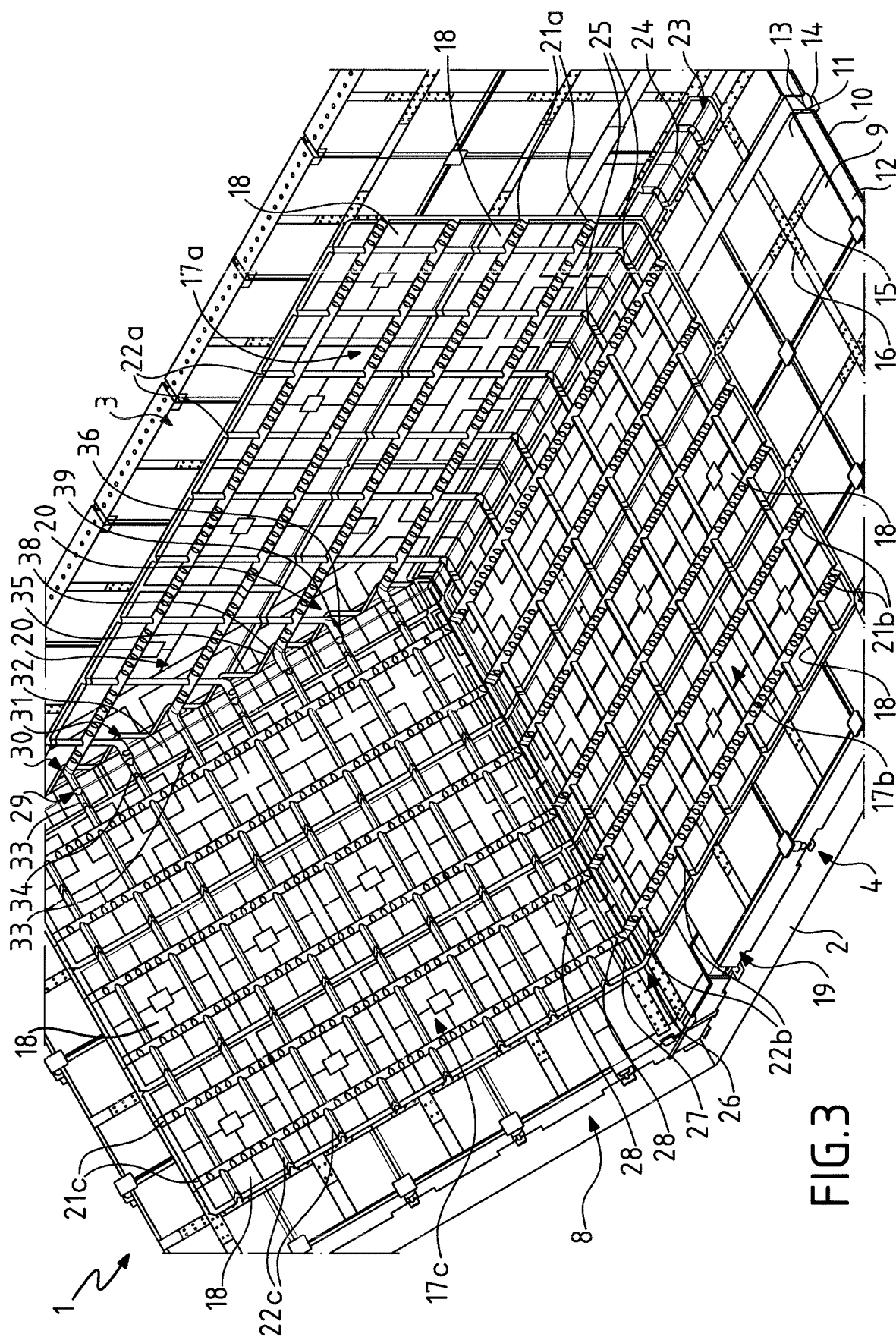


FIG. 3

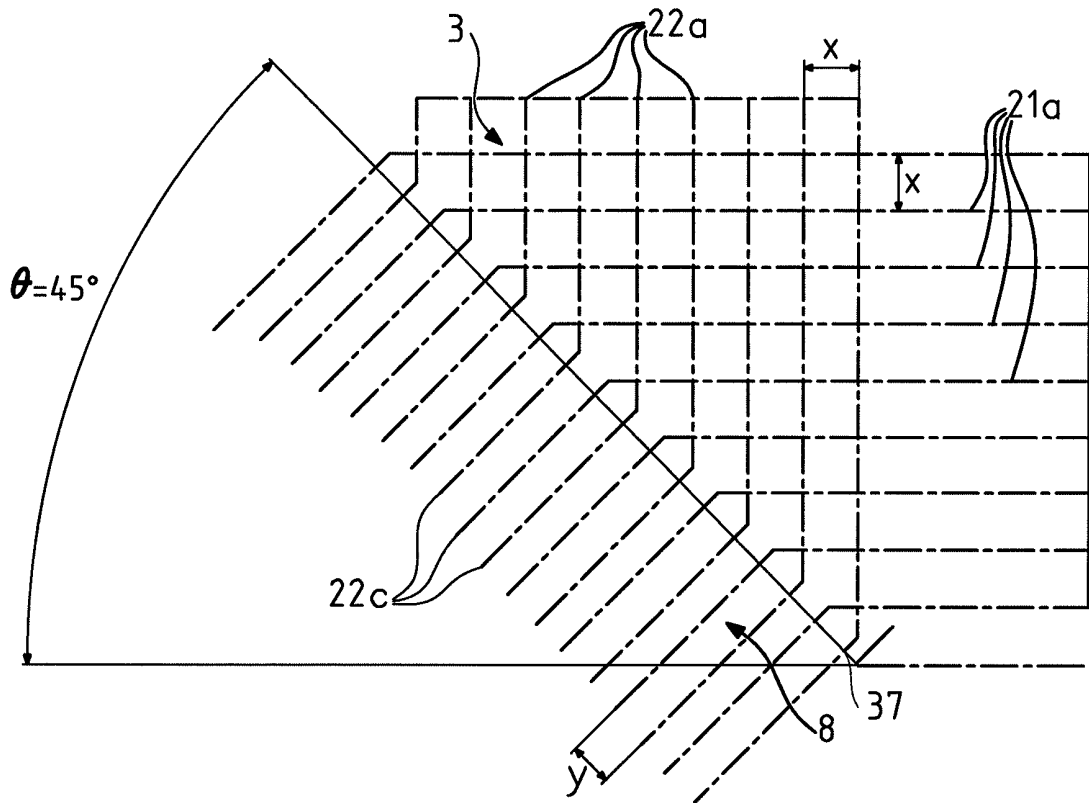


FIG. 4

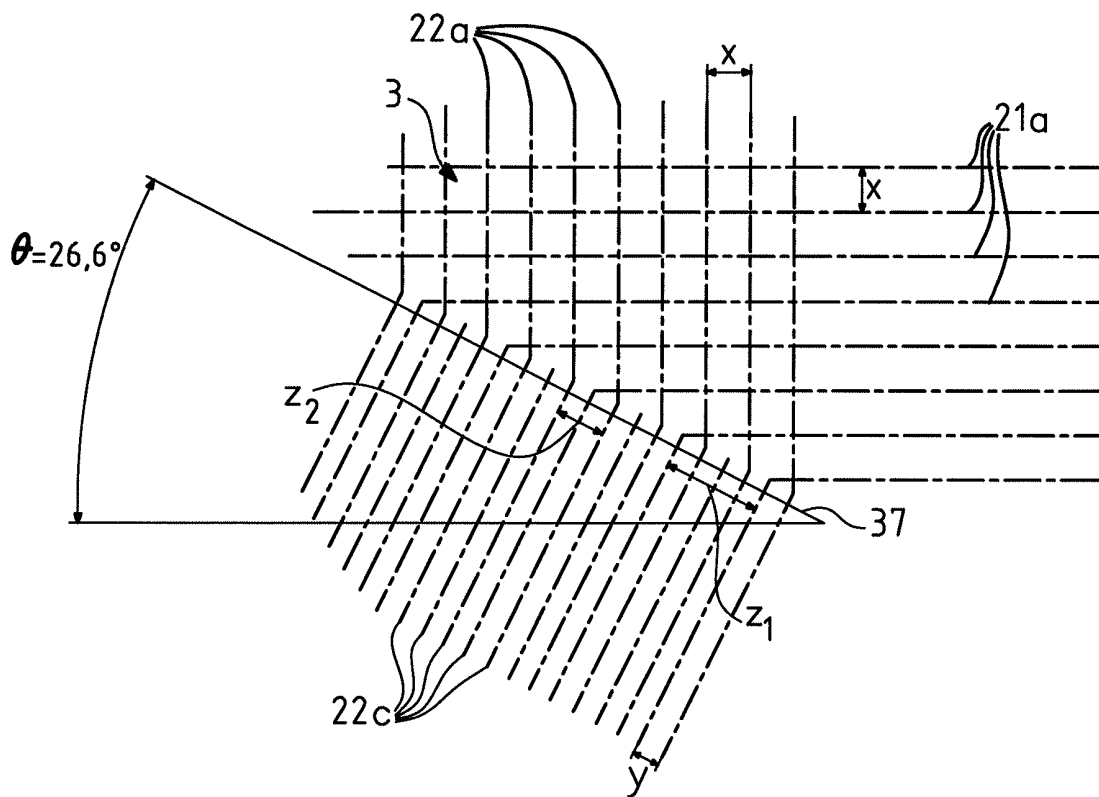


FIG. 5

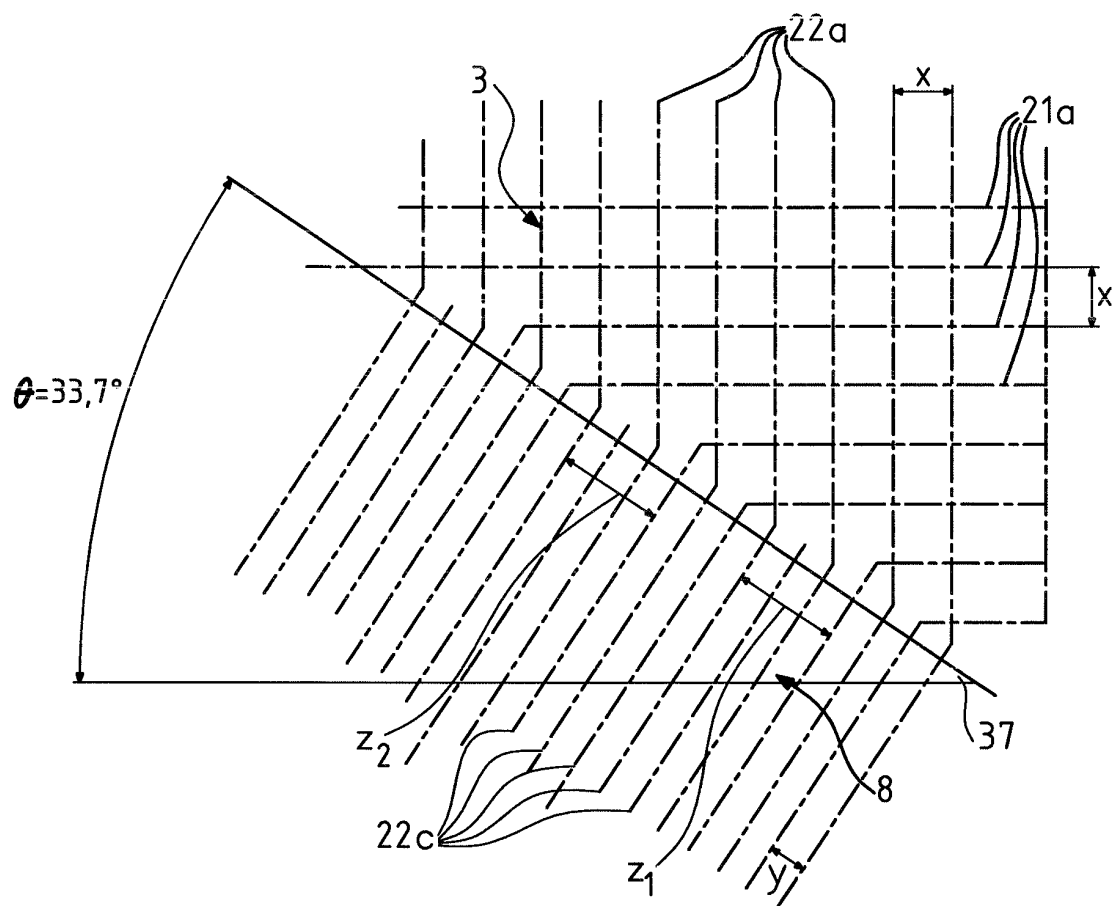


FIG. 6

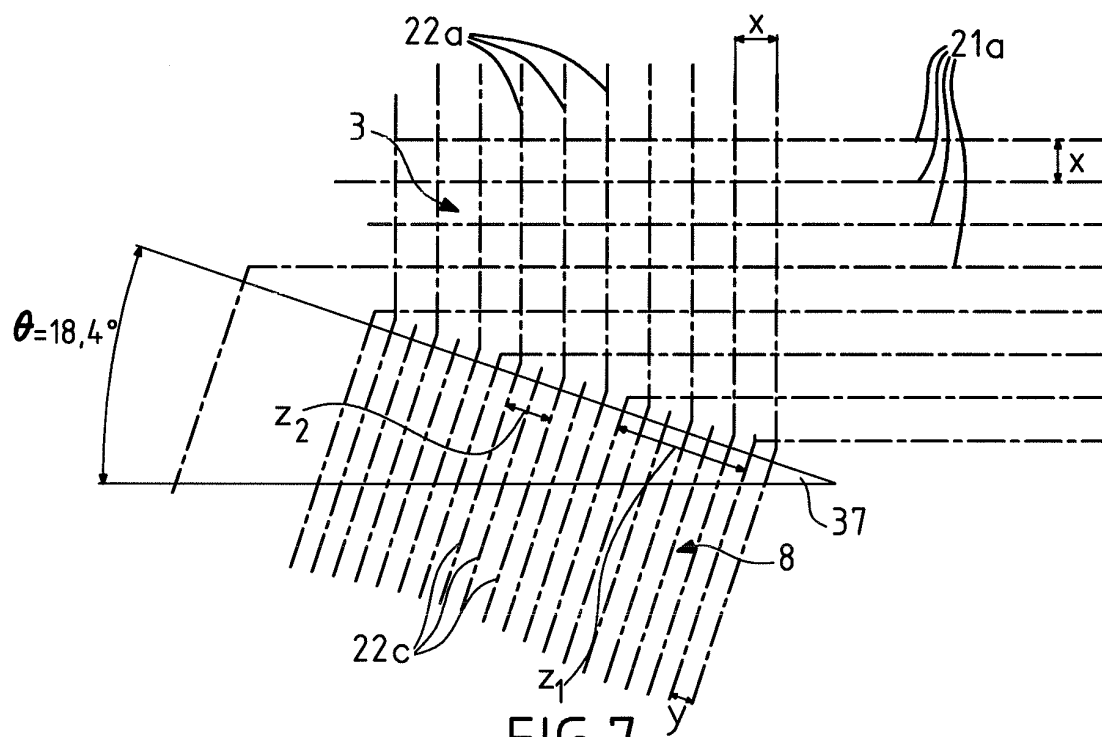


FIG. 7

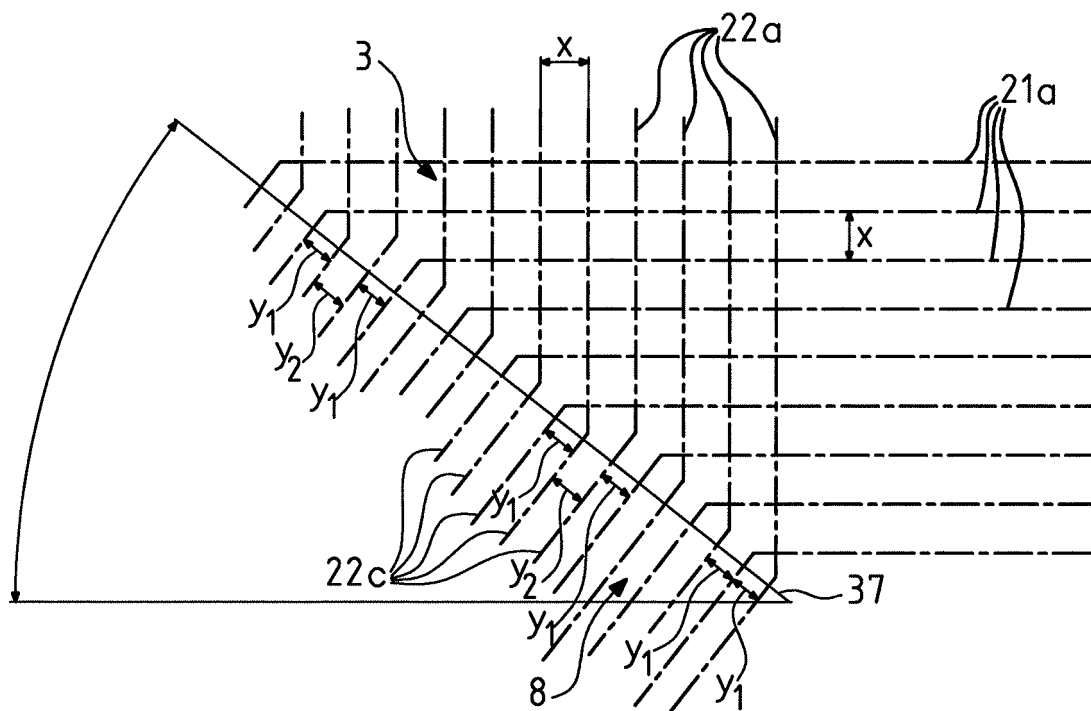


FIG. 8

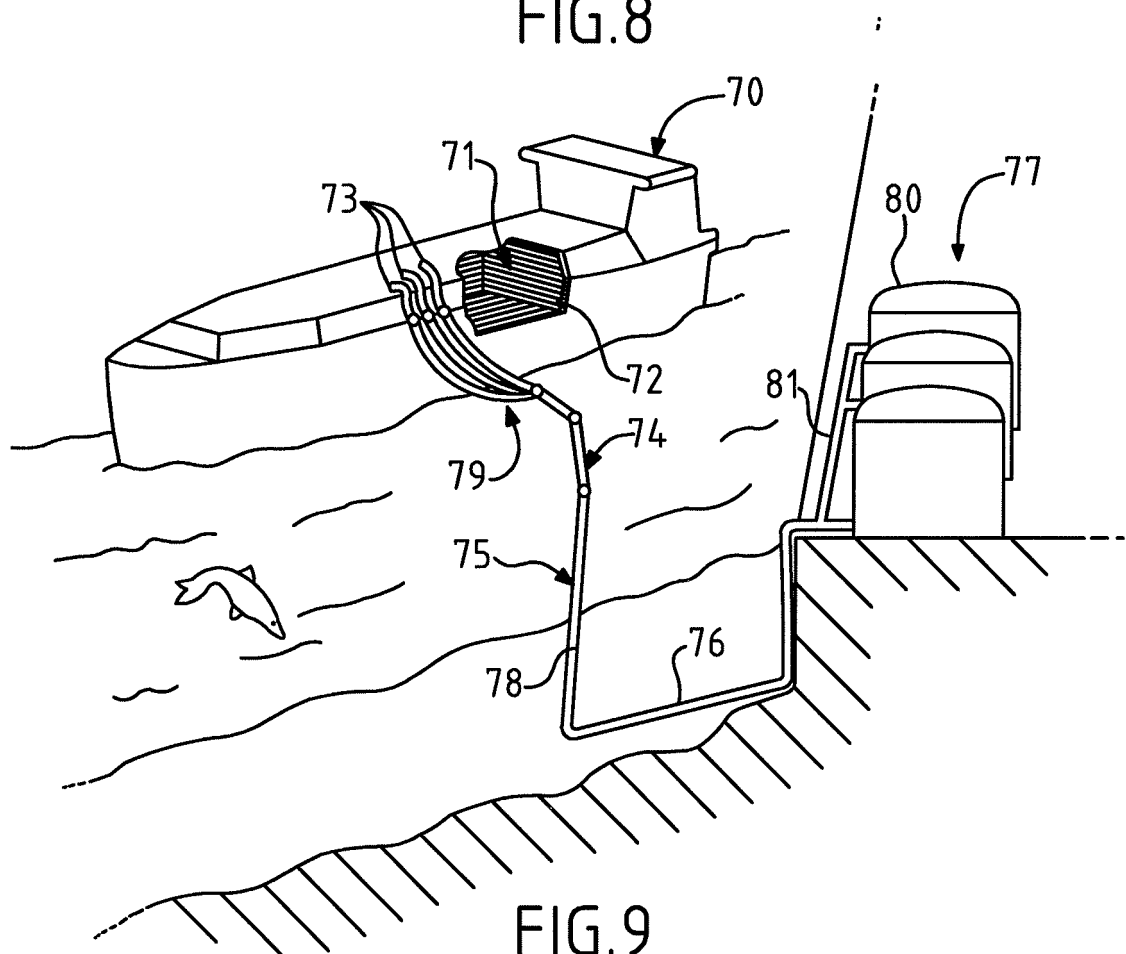


FIG. 9

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 2014167228 A [0004]
- FR 2826630 [0073]