



(11) **EP 2 959 207 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**20.02.2019 Bulletin 2019/08**

(51) Int Cl.:  
**F17C 3/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **14711816.0**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2014/050358**

(22) Date de dépôt: **21.02.2014**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2014/128414 (28.08.2014 Gazette 2014/35)**

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D'UNE BARRIERE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE POUR CUVE DE STOCKAGE**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER DICHTEN UND WÄRMEISOLIERENDEN SPERRSCHICHT FÜR LAGERTANK

METHOD FOR PRODUCING A SEALED AND THERMALLY INSULATING BARRIER FOR A STORAGE TANK

(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**

- **LE ROUX, Guillaume**  
F-78150 Le Chesnay (FR)
- **LONGUET, Virginie**  
F-78114 MAGNY LES HAMEAUX (FR)
- **PELLE, Jérôme**  
F-78910 Orgerus (FR)

(30) Priorité: **22.02.2013 FR 1351569**

(43) Date de publication de la demande:  
**30.12.2015 Bulletin 2015/53**

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

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

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 0 628 763 DE-A1- 19 934 620**  
**GB-A- 1 430 936 US-A- 3 759 209**  
**US-A- 3 830 396 US-A- 3 931 424**

(72) Inventeurs:  
• **DUCOUP, Laurent**  
**F-92100 Boulogne Billancourt (FR)**

**EP 2 959 207 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

**[0001]** L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolées, à membrane, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique. L'invention se rapporte plus particulièrement à la fabrication d'une cuve à membrane étanche dans laquelle l'isolation thermique est en partie réalisée par projection, in situ, de mousse isolante.

**[0002]** Des cuves étanches et thermiquement isolées à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL). Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

**[0003]** Dans l'état de la technique, il est connu de fabriquer de telles cuves à partir de panneaux d'isolation préfabriqués. De tels panneaux d'isolation présentent une couche de mousse isolante, optionnellement renforcée par des fibres de verre, prise en sandwich entre deux plaques de contreplaqué. La fabrication d'une barrière d'isolation thermique à partir de tels panneaux préfabriqués est longue et coûteuse puisqu'elle nécessite de transporter les panneaux préfabriqués puis de les poser un à un.

**[0004]** Il est, par ailleurs, connu de l'état de la technique de fabriquer des barrières isolantes, in situ, contre une structure porteuse.

**[0005]** Le document US 3 759 209 divulgue la fabrication d'une barrière d'isolation, extérieure à la coque d'un navire de transport de gaz naturel liquéfié. Ce document prévoit de fixer un gabarit de coffrage, constitué de poutres horizontales et verticales définissant une pluralité de compartiments, sur la coque extérieure du navire puis de placer de la mousse isolante dans les compartiments. Le gabarit de coffrage est maintenu en place et une membrane d'étanchéité est fixée sur celui-ci. Toutefois, le gabarit de coffrage ne permet pas de compenser la contraction thermique de la mousse de telle sorte que la continuité de l'isolation thermique entre les différents compartiments de mousse n'est pas assurée lorsque la paroi est soumise à des températures cryogéniques.

**[0006]** Le document FR 2 191 064 divulgue également un procédé de fabrication d'un réservoir pour le transport de gaz naturel liquéfié. Ce document prévoit de fixer des entretoises sur une structure porteuse puis de former un réseau de câbles en fibres de verre ou en fils métalliques, qui sont tendus et supportés par les entretoises. Une plaque de contreplaqué est alors fixée sur la tête des entretoises et une solution d'uréthane expansible est alors injectée dans l'espace compris entre la plaque de contreplaqué et la structure porteuse.

**[0007]** Le document DE 19934620 divulgue une paroi étanche et thermiquement isolante pour une cuve de stockage de fluide cryogénique, comportant une structure porteuse, une pluralité d'éléments d'ancrage fixés à

la structure porteuse, une pluralité de secteurs isolants en mousse isolante et des bandes de matières thermiquement isolantes 150, par exemple en laine de verre, qui sont intercalées dans les zones de jonction entre secteurs isolants en mousse isolante.

**[0008]** La couche d'isolant thermique fait partie d'un panneau préfabriqué et est portée par une plaque 3 de contreplaqué de 9 mm d'épaisseur. La plaque 3 de contreplaqué repose contre la structure porteuse 1 par l'intermédiaire de boudins de résine polymérisable 13. Par ailleurs, les panneaux 2 sont fixés contre la structure porteuse par l'intermédiaire de goujons.

**[0009]** Une idée à la base de l'invention est proposer un procédé de fabrication, in situ, d'une barrière isolante de cuve de stockage de liquide cryogénique, par projection de mousse qui, d'une part, permette de réaliser une paroi assurant une continuité de l'isolation thermique et qui, d'autre part, soit facile à mettre en oeuvre.

**[0010]** Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide tel que défini dans l'une des revendications 1 à 3.

**[0011]** Ainsi, ce procédé de fabrication de paroi bénéficie des avantages liés à l'utilisation d'un gabarit de coffrage puisqu'il est simple à mettre en oeuvre et permet de morceler la couche d'isolation thermique de sorte à limiter les contraintes mécaniques liées aux différences de température entre ses surfaces externe et interne tout en assurant une continuité de l'isolation thermique lorsque la paroi est soumise à des températures basses. Avantagusement, on met en place sur la structure porteuse des éléments combinés, un élément combiné comportant un élément modulaire de coffrage et un élément isolant de jonction logé, sous contrainte, à l'intérieur de l'élément modulaire de coffrage et l'élément isolant de jonction est laissé, en position contrainte, entre lesdits secteurs isolants lors du retrait des éléments modulaires de coffrage. Ainsi, le retrait des éléments modulaires et la disposition des éléments isolants de jonction en position contrainte sont réalisés simultanément.

**[0012]** Dans un autre mode de réalisation, on met en place sur la structure porteuse des éléments combinés, un élément combiné comportant un élément modulaire de coffrage et un élément isolant de jonction, l'élément modulaire de coffrage comportant deux flancs de coffrage perdu entre lesquels un élément isolant de jonction est logé sous contrainte et des moyens, libérables, de serrage des flancs, l'éléments isolant de jonction, logé sous contrainte entre les deux flancs de coffrage perdu, est disposé dans sa position contrainte après libération des moyens de serrage des flancs, l'élément isolant dans sa position contrainte mettant en prise les deux flancs de coffrage perdu avec les secteurs isolants entre lesquels l'élément combiné est situé.

**[0013]** Selon d'autres modes de réalisation avantageux :

- Les éléments isolants de jonction sont compressi-

bles.

- les compartiments sont mutuellement adjacents et deux compartiments mutuellement adjacents étant à chaque fois séparé par un élément modulaire de coffrage disposé entre eux.
- un élément modulaire de coffrage présente un revêtement antiadhésif.
- un élément isolant de jonction comporte un profilé présentant deux lèvres élastiques qui, en position contrainte entre les secteurs isolants, sont contraintes vers leur rapprochement et exercent une force de réaction tendant à les écarter l'une de l'autre.
- le profilé présentant deux lèvres élastiques est réalisé dans une mousse d'un polymère choisi parmi le polyuréthane, la mélamine, le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène ou le silicone.
- un élément isolant de jonction comporte une bande formée dans un matériau compressible choisi parmi la laine de verre, l'ouate de polyester, les mousses de polyuréthane, mélamine, polyéthylène, polypropylène ou silicone.
- le procédé comporte une étape d'arasage des secteurs isolants.
- un élément d'ancrage est un plot, équipé d'un organe d'ancrage à la structure porteuse et d'un élément de fixation de la membrane d'étanchéité et comportant au moins une couche thermiquement isolante.
- la couche thermiquement isolante du plot est réalisée en mousse polymère présentant une densité supérieure à 100 kg/m<sup>3</sup> ou en bois.
- le procédé comporte une étape de fixation de plats d'ancrage entre les plots d'ancrage adjacents et une étape de soudage de la membrane d'étanchéité sur lesdits plats d'ancrage.
- lors de la mise en place d'éléments modulaires de coffrage sur la structure porteuse, l'on fixe les éléments modulaires de coffrage à la structure porteuse et/ou aux éléments d'ancrage.

**[0014]** Selon un second aspect, l'invention fournit aussi une paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide cryogénique, ainsi que définie par l'une des revendications 13 ou 14.

**[0015]** Avantagusement, les secteurs isolants adhèrent contre la structure porteuse. Ainsi, grâce à la capacité d'adhérence de la mousse projetée, les secteurs isolants sont maintenus en place par rapport à la structure porteuse, ce qui simplifie la mise en oeuvre du procédé. Cette caractéristique permet en outre d'éviter que les secteurs isolants n'exercent une pression d'appui sur la membrane lorsque la paroi est une paroi verticale ou un plafond.

**[0016]** Selon un troisième aspect, l'invention concerne une cuve de stockage de liquide cryogénique comportant au moins une paroi selon le second aspect de l'invention.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une cuve de stockage précitée.

**[0018]** Dans un mode de réalisation, le navire comporte une simple ou une double coque et une cuve précitée disposée dans la simple ou la double coque.

**[0019]** Dans un autre mode de réalisation, le navire comporte un pont et la cuve précitée est disposée sur le pont. Dans ce cas, la structure porteuse de la cuve peut être constituée d'une structure en tôle disposée sur le pont du navire. De telles cuves présentent, par exemple, un volume compris entre 5000 et 30 000 m<sup>3</sup> et peuvent être utilisées pour l'alimentation en carburant des machineries.

**[0020]** La cuve peut être utilisée pour stocker du gaz naturel liquéfié à pression atmosphérique ou sous une surpression relative en accord avec la tenue en compression de la mousse utilisée, par exemple 3 bar pour une mousse ayant une résistance en compression de 0,3 MPa.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

**[0022]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

**[0023]** 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.

**[0024]** Sur ces dessins :

- **La figure 1** est une vue en perspective d'éléments modulaires de coffrage définissant avec une pluralité de plots d'ancrage et une structure porteuse des compartiments destinés à recevoir de la mousse projetée.
- **La figure 2** est une vue en perspective, similaire à celle de la figure 1, dans laquelle de la mousse a été projetée dans les compartiments.
- **La figure 3** est une vue en perspective, similaire à celle de la figure 2, dans laquelle les éléments modulaires de coffrage ont été retirés.
- **La figure 4** est une vue en perspective, similaire à celle de la figure 3, dans laquelle des éléments isolants de jonction ont été disposés entre les secteurs en mousse projetée.
- **La figure 5** est une vue de dessus représentant des secteurs en mousse projetée, des plots d'ancrage et des éléments isolants de jonction disposés entre

- lesdits secteurs en mousse projetée.
- **La figure 6** est une vue en perspective d'un plot d'ancrage selon un premier mode de réalisation.
  - **La figure 7** est une vue en perspective d'un plot d'ancrage selon un second mode de réalisation, adapté pour la fabrication d'une paroi présentant successivement deux niveaux, primaire et secondaire, d'étanchéité et d'isolation thermique.
  - La figure 8 est une vue de dessus représentant des plots d'ancrage et des plats d'ancrage permettant la fixation d'une membrane d'étanchéité.
  - **La figure 9** est une vue de côté d'un plot d'ancrage supportant des plats d'ancrage.
  - **La figure 10** est une vue de côté d'un plot d'ancrage selon un troisième mode de réalisation.
  - **La figure 11** est une vue de côté d'un plot d'ancrage selon un quatrième mode de réalisation.
  - **La figure 12** est une illustration détaillée du plot d'ancrage de la figure 11.
  - **La figure 13** est une vue schématique en coupe d'un élément isolant de jonction selon un mode de réalisation.
  - **La figure 14** est une vue schématique en coupe d'un élément isolant de jonction selon un autre mode de réalisation.
  - **La figure 15** est une vue en coupe d'un élément modulaire de coffrage selon un mode de réalisation.
  - **La figure 16** est une vue en coupe d'un élément modulaire de coffrage selon un second mode de réalisation.
  - **La figure 17** est une vue en coupe d'un élément modulaire de coffrage selon un troisième mode de réalisation.
  - **La figure 18** est une vue en perspective d'un rabot permettant d'araser la surface supérieure des secteurs isolants en mousse projetée.
  - **La figure 19** est une représentation schématique illustrant des plots d'ancrage et un élément modulaire de coffrage équipé d'organes de fixation aux plots d'ancrage.
  - **La figure 20** est une vue de côté illustrant un plot d'ancrage et un élément modulaire de coffrage pourvu d'organes de fixation audit plot d'ancrage, selon un mode de réalisation.
  - **La figure 21** est une vue en perspective illustrant un plot d'ancrage pourvu de rainures pour la fixation des éléments modulaires de coffrage, selon un autre mode de réalisation.
  - **La figure 22** est une vue de dessus d'un élément modulaire de coffrage pourvu de pattes de fixation destinés à coopérer avec les rainures du plot d'ancrage illustré sur la figure 21.
  - **La figure 23** est une vue en perspective illustrant la fixation entre le plot d'ancrage de la figure 21 et l'élément modulaire de coffrage de la figure 22.
  - **La figure 24** est une vue en perspective illustrant des éléments modulaires de coffrage équipés d'organes de fixation à la structure porteuse.
  - **La figure 25** est une vue, de l'extérieur, d'un élément modulaire de coffrage de la figure 24.
  - **La figure 26** est une vue en perspective d'un élément modulaire de coffrage de la figure 24.
  - **La figure 27** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- 5
- 10 **[0025]** 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.
- 15 **[0026]** Chaque paroi de cuve présente successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'intérieur vers l'extérieur de la cuve, au moins une membrane d'étanchéité en contact avec le fluide contenu dans la cuve, une barrière thermiquement isolante et une structure porteuse. Dans un mode de réalisation particulier, la paroi
- 20 comporte deux niveaux d'étanchéité et d'isolation thermique. Dans ce cas, la paroi comporte successivement, depuis l'intérieur vers l'extérieur, une membrane d'étanchéité primaire, une barrière d'isolation primaire, une
- 25 membrane d'étanchéité secondaire, une barrière d'isolation secondaire et une structure porteuse. Les termes « primaire » et « secondaire » sont alors utilisés pour qualifier des éléments appartenant aux niveaux primaire et secondaire.
- 30 **[0027]** En référence aux figures 1 à 4, il est décrit un procédé de fabrication d'une paroi étanche et thermiquement isolante selon un mode de réalisation. De telles parois étanches permettent de réaliser une enceinte de confinement ou cuve pour emmagasiner et/ou transporter un fluide cryogénique, tel qu'un gaz liquéfié, par exemple du méthane.
- 35 **[0028]** Des plots d'ancrage 1, également appelés coupleurs, sont régulièrement positionnés et fixés sur une structure porteuse 2 externe. Cette structure porteuse 2 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou plus généralement tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécanique appropriées, telle qu'un mur de béton dans une construction terrestre.
- 40 **[0029]** Des éléments modulaires 3 de coffrage sont disposés contre la structure porteuse 2 entre les plots d'ancrage 1. Les éléments modulaires 3 de coffrage présentent ainsi une forme en saillie, vers l'intérieur, par rapport au plan de la structure porteuse 2. Les éléments modulaires de coffrage 3 forment, avec les plots d'ancrage 1 et la structure porteuse 2, une pluralité de compartiments 4. Les compartiments présentent un côté ouvert à l'opposé de la structure porteuse 2. Les éléments modulaires 3 de coffrage sont des poutres longitudinales disposées perpendiculairement les unes aux autres de sorte à former des compartiments 4 présentant
- 45 la forme de quadrilatères à angles droits. Les éléments modulaires 3 de coffrage peuvent être équipés d'organes de fixation libérables, qui seront décrits par la suite en relation avec les figures 19 à 26, permettant de les fixer
- 50
- 55

à la structure porteuse 2 et/ou aux plots d'ancrage 1.

**[0030]** Comme illustré sur la figure 2, les compartiments 4 sont ensuite remplis par projection de mousse à travers le côté ouvert des compartiments afin de former une pluralité de secteurs isolants 5 en mousse isolante projetée. Les compartiments 4 définissent donc un gabarit pour la réalisation desdits secteurs isolants 5. La mousse projetée est, par exemple, une mousse de polyuréthane. Dans un mode de réalisation, des fibres courtes, telles que des fibres de verre, sont projetées simultanément, lors de la projection de la mousse. Un tel ajout de fibres contribue à réduire la contraction thermique de la mousse lors de la mise au froid de la cuve.

**[0031]** Par la suite, la surface interne des secteurs isolants en mousse projetée 5 subit une opération d'arasage. Cette opération permet de faire disparaître les inégalités de surface et ainsi de mettre à niveau la surface interne des secteurs isolants 5. Les opérations d'arasage sont, par exemple, réalisées au moyen d'un rabot 6, illustré sur la figure 18. Un tel rabot 6 est typiquement muni de poignées, avant 61 et arrière 62, d'une semelle 63 destinée à coopérer avec la surface à aplanir et d'un outil 64 affleurant à la semelle 63 et permettant d'usiner les inégalités de surface. Dans le mode de réalisation, l'outil 64 est un rouleau muni de lames ou d'une fraise et entraîné en rotation par un moteur. Dans un mode de réalisation, l'outil de rabotage est un outil automatisé dont le déplacement est guidé par des moyens de guidage, tels que des câbles ou des courroies, qui sont fixés sur les plots d'ancrage 1. Par ailleurs, dans un mode de réalisation avantageux, un système d'aspiration permettant de récupérer les poussières est mis en oeuvre lors des opérations d'arasage.

**[0032]** Sur la figure 3, les éléments modulaires 3 de coffrage sont retirés. A ce stade, les secteurs isolants sont séparés par des interstices 7 formés aux précédents emplacements des éléments modulaires 3 de coffrage.

**[0033]** Afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique, les interstices 7 entre les secteurs isolants 5 sont garnis d'éléments isolants de jonction 8, représentés sur les figures 4 et 5. Les éléments isolants 8 de jonction sont en outre disposés, à température ambiante, sous contrainte de compression, entre les secteurs isolants 5. Ainsi, lesdits éléments isolants 8 de jonction sont aptes à se détendre et combler le jeu entre les secteurs isolants 5 lorsque ceux-ci se contractent sous l'effet de basses températures.

**[0034]** Selon un mode de réalisation, les éléments isolants 8 de jonction sont des bandes réalisées dans un matériau souple tel que la laine de verre, l'ouate de polyester, les mousses de polyuréthane (PU), de mélamine, de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP) ou de silicone. La largeur de ces bandes est déterminée de telle sorte que, à température ambiante, elles subissent une contrainte de compression entre les secteurs isolants 5.

**[0035]** Selon d'autres variantes de réalisation, illustrés sur les figures 13 et 14, les éléments isolants 8 de jonction sont des profilés présentant deux lèvres élastiques 29.

Les lèvres élastiques 29 présentent une élasticité et des dimensions telles que, à température ambiante, elles subissent une contrainte de compression entre les secteurs isolants 5. En d'autres termes, dans leur position contrainte, les lèvres élastiques 29 sont contraintes par les secteurs isolants vers leur rapprochement relatif et exercent une force de réaction tendant à écarter lesdites lèvres élastiques 29. Lesdites lèvres élastiques 29 peuvent être connectées en leur centre de telle sorte que le profil présente sensiblement une forme de H (figure 13) ou être connectées à une de leurs extrémités de telle sorte que le profil présente sensiblement une forme de U (figure 14). Afin de faciliter le positionnement des éléments isolants 8 de jonction avant leur disposition en position de contrainte, ils peuvent être munis de moyens libérables de précontrainte. De tels moyens sont par exemple des liaisons 30 rapprochant les lèvres élastiques. Après rupture desdites liaisons 30, les lèvres élastiques 29 sont aptes à se détendre. De tels éléments isolants 8 de jonction sont, par exemple réalisés, en mousse de polyuréthane (PU), de mélamine, de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), polystyrène (PS) ou de silicone.

**[0036]** Afin d'assurer l'étanchéité de la paroi, une membrane d'étanchéité 9, recouvrant les secteurs isolants 5 et les éléments isolants 8 de jonction, est fixée sur les plots d'ancrage 1. Une telle membrane d'étanchéité 9 est partiellement représentée sur les figures 9, 10 et 11. La membrane d'étanchéité 9 est composée d'une pluralité de plaques, soudées bord à bord, dont les angles sont fixés, par soudage, sur les plots d'ancrage 1. De manière connue, les plaques peuvent être réalisées en inox et présenter des séries d'ondulations perpendiculaires permettant d'absorber les efforts dus à la contraction thermique de l'inox ou être réalisées en Invar ®, c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont la propriété principale est d'avoir un coefficient de dilatation très faible.

**[0037]** Ainsi, le procédé permet de réaliser une paroi comportant une membrane d'étanchéité 9 et une barrière thermiquement isolante. Lorsque la paroi comporte deux niveaux, primaire et secondaire, d'étanchéité et d'isolation thermique, la barrière thermiquement isolée ainsi que la membrane d'étanchéité 9 ainsi réalisées constituent des composants secondaires et le procédé est réitéré en disposant des plots d'ancrage 1 et des éléments modulaires 3 de coffrage contre la membrane d'étanchéité 9 secondaire puis en injectant de la mousse dans des compartiments dont le fond est constitué par ladite membrane d'étanchéité 9 secondaire. De préférence, dans ce cas, la membrane d'étanchéité secondaire 9 est préalablement recouverte d'un revêtement afin d'éviter que la mousse projetée n'adhère sur la membrane d'étanchéité 9 secondaire et n'occasionne ainsi des contraintes mécaniques supplémentaires. Ce revêtement peut présenter une faible adhérence et/ou présenter une faible résistance mécanique de telle sorte qu'il se rompt lorsqu'il est soumis à de faibles contraintes et, par conséquent, ne transmet pas d'efforts importants entre la mem-

brane et la mousse projetée.

**[0038]** Les figures 6 à 11 illustrent des moyens d'ancrage selon diverses variantes de réalisation.

**[0039]** La figure 6 représente un plot d'ancrage 1 comportant une couche rigide d'isolation thermique 10. Cette couche rigide d'isolation 10 peut notamment être réalisée en bois contreplaqué ou en en mousse isolante, telle qu'une mousse de polyuréthane, présentant une densité supérieure à 100 kg/m<sup>3</sup>, par exemple de l'ordre de 130 kg/m<sup>3</sup>. Cette couche rigide d'isolation 10 est, ici, prise en sandwich entre deux panneaux de contreplaqué 10, 11 optionnels. Un goujon 13, fixé sur la structure porteuse 2, par soudage par exemple, permet la fixation du plot d'ancrage 1 à la structure porteuse 2. Pour ce faire, le panneau de contreplaqué externe 12 est pourvu d'un orifice de réception dudit goujon 13. Le plot d'ancrage 1 présente un puits permettant d'introduire un écrou 14 destiné à être vissé sur la portion fileté du goujon 13. Lorsque l'écrou 14 a été positionné, le puits est avantageusement rempli par un raccord isolant 15 présentant une forme correspondante au puits. Par la suite, une plaque 16 de tôle métallique, permettant la fixation par soudage des angles de plaque de la membrane d'étanchéité 9, est fixée sur le plot d'ancrage 1. La plaque de tôle 16 est, ici, fixée sur le panneau de contreplaqué interne 11 par rivetage.

**[0040]** La figure 7 représente un plot d'ancrage 1 secondaire, adapté pour la fabrication d'une paroi présentant successivement deux niveaux, primaire et secondaire. Le plot d'ancrage 1 est fixé à la structure porteuse 2 de manière similaire au plot d'ancrage représenté sur la figure 7. Toutefois, dans ce mode de réalisation, l'écrou 14 coopérant avec la portion fileté du goujon 13 coopère également avec une tige fileté 16. La tige 16 traverse le raccord isolant 15 via un alésage prévu à cet effet. La tige 16 présente une extrémité externe coopérant par vissage avec l'écrou 14 et une extrémité interne portant un goujon à collerette 17, métallique. La collerette du goujon 17 permet la fixation par soudage des angles des plaques de la membrane d'étanchéité 9. Par ailleurs, le goujon 17 permet de fixer un plot d'ancrage 1 primaire, non représenté, venant, par empilement, sur le plot d'ancrage 1 secondaire, représenté sur la figure 7. Le plot d'ancrage 1 primaire peut notamment être similaire au plot d'ancrage 1 de la figure 6 et sa fixation sur le goujon 17 du plot d'ancrage 1 de barrière secondaire est assurée de manière identique à celle décrite en relation avec le goujon 13 fixé à la structure porteuse 2.

**[0041]** Le plot d'ancrage 1, illustré sur la figure 10, comporte une couche rigide d'isolation 10 ainsi qu'un panneau de contreplaqué externe 12. La fixation du plot d'ancrage 1 est également réalisée via un goujon 13, fixé à la structure porteuse 2, et un écrou 14 coopérant avec une portion fileté dudit goujon 13. La fixation des plaques de la membrane d'étanchéité 9 est assurée via un capot 18 métallique dont le montage sur le plot d'ancrage 1 est assuré par coulissement. Le capot 18 présente une face externe 180 prolongée par des ailes latérales 181,

182 s'étendant de part et d'autre dudit plot d'ancrage 1. Les ailes latérales 181, 182 présentent des bords recourbés 183, 184 coulissant dans des rainures 19, 20 formées dans les faces latérales du plot d'ancrage 1.

**[0042]** Les figures 11 et 12 illustrent une variante de réalisation des moyens de support et de fixation, par soudage, des plaques de la membrane d'étanchéité 9. Dans ce mode de réalisation, une rondelle métallique 21, destinée à recevoir les angles des plaques de membrane d'étanchéité 9, est montée sur le goujon 13 par l'intermédiaire d'une pièce 22 de fixation étanche, représentée de manière détaillée sur la figure 12. La pièce 22 de fixation étanche comporte un élément interne 220 et un élément externe 221. L'élément interne 220 comporte un alésage fileté 224 permettant sa fixation sur le goujon 13. D'autre part, l'élément interne 220 comporte un téton fileté 222 traversant un orifice formé dans la rondelle métallique 21 et coopérant avec un alésage fileté 223 formé dans l'élément externe 221. Afin d'assurer l'étanchéité du montage, l'élément externe 221 est un élément métallique fixé par un cordon de soudure 225 sur la rondelle métallique 21. L'élément externe 221 est ici pourvu d'un alésage 226 destiné à recevoir un goujon pour la fixation d'un plot d'ancrage primaire, non représenté. De manière avantageuse, l'élément interne 220 peut être réalisé dans un matériau présentant des propriétés d'isolation thermique.

**[0043]** Afin d'assurer un meilleur ancrage de membrane d'étanchéité 9, des plats d'ancrage 23, représentés sur les figures 8 et 9, peuvent être utilisés. Les plats d'ancrage 23 sont constitués de bandes métalliques fixées sur les plots d'ancrage 1. Aussi, les plots d'ancrage 1 présentent, sur leur face intérieure, une platine métallique 24 destinée à la fixation desdits plats d'ancrage 23. Les plats d'ancrage 23 s'étendent le long des bords des plaques métalliques de la membrane d'étanchéité 9, lesdits bords étant fixés, par soudure continue ou discontinue, sur les plats d'ancrage 23. A la jonction entre deux plaques métalliques adjacentes, il peut être prévu un seul plat d'ancrage 23 pour la fixation d'une seule des deux plaques métalliques ou deux plats d'ancrage 23, comme sur la figure 8, chacun des deux plats d'ancrage 23 servant alors à fixer une plaque métallique respective de la membrane d'étanchéité 9. Dans un mode de réalisation, la platine métallique 24 destinée à la fixation desdits plats d'ancrage 23 et le goujon à collerette 17 peuvent être réalisés d'un seul tenant.

**[0044]** Les figures 15 à 17 illustrent des variantes de réalisation des éléments modulaires de coffrage.

**[0045]** Sur la figure 15, l'élément modulaire 3 de coffrage est une poutre, en bois, en métal ou en plastique, présentant un revêtement antiadhésif. Le revêtement antiadhésif est ici un film 25 apte à se désolidariser de l'élément modulaire 3 de coffrage lors de son retrait. De manière alternative, l'élément modulaire 3 de coffrage peut, en totalité ou en partie, être réalisée dans un matériau antiadhésif tel que du polytétrafluoroéthylène (PTFE). Dans un tel cas, la présence d'un film devient superflue.

**[0046]** Sur la figure 16, il est représenté un élément combiné comportant un élément modulaire 3 de coffrage et un élément isolant de jonction 8. De tels éléments combinés sont mis en place sur la structure porteuse 2. L'élément modulaire 3 de coffrage comporte deux flancs 26 solidarisés l'un à l'autre et entre lesquels est logé, sous contrainte, un élément isolant 8 de jonction tel que décrit précédemment. Lors du retrait de l'élément modulaire 3 de coffrage, un effort de poussée vers l'extérieur, par exemple via un dispositif de pousoir non représenté, est exercé sur l'élément isolant 8 de jonction de telle sorte que, lors du retrait des éléments modulaires 3, les éléments isolants 8 de jonction sont laissés entre les secteurs isolants 5 en mousse projetée. Comme précédemment, les éléments isolants 8 de jonction sont, à température ambiante, contraints entre les secteurs isolants 5 et aptes à se détendre de sorte à pouvoir combler le jeu dû à la contraction thermique des secteurs isolants 5 lors de la mise au froid de la cuve.

**[0047]** Un élément combiné comportant un élément modulaire 3 de coffrage et un élément isolant de jonction 8 est illustré sur la figure 17. Cet élément combiné présente une mise en oeuvre différente de l'élément combiné de la figure 16 puisqu'il est destiné à rester, au moins en partie, à demeure dans la paroi. L'élément modulaire 3 comporte deux flancs 27 de coffrage perdu entre lesquelles un élément isolant 8 de jonction est logé sous-contrainte. Les flancs 27 étant destinés à faire partie intégrante de la barrière thermiquement isolante, ils sont réalisés dans un matériau isolant, en bois contreplaqué par exemple. L'élément modulaire 3 de coffrage comporte des moyens libérables de serrage des flancs, des lanières 28 dans le mode de réalisation représenté. Lorsque la mousse a été projetée et les secteurs isolants 5 formés, les lanières 28 peuvent alors être découpées de sorte à libérer l'élément isolant 8 de jonction. Celui-ci est alors dans une position contrainte, comprimé entre les secteurs isolants 5, dans laquelle il est apte à se détendre lors de contraction thermique des secteurs isolants 8 en mousse projetée.

**[0048]** Les figures 19 à 26 illustrent des organes libérales de fixation des éléments modulaires 3 de coffrage. De tels organes de fixation permettent de fixer les éléments modulaires 3 de coffrage, notamment pour la réalisation de parois verticales ou du plafond de la cuve. Bien évidemment, les organes de fixation doivent être libérales afin de permettre le retrait desdits éléments modulaires 3 de coffrage.

**[0049]** Sur la figure 19, l'élément modulaire 3 de coffrage est équipé de pattes de fixations 31a, 31b sur les plots d'ancrage 1 selon deux variantes de réalisation. Les pattes de fixation 31a, 31b sont des pièces profilées, présentant des profils de forme complémentaire à au moins une portion du profil desdits plots d'ancrage 1. Les pattes de fixation 31a, 31b sont disposées de sorte à coopérer avec la face supérieure des plots d'ancrage 1 et forment ainsi des crochets de retenue des éléments modulaires 3 de coffrage. Les pattes de fixation 31a, 31b

peuvent être en métal ou en plastique.

**[0050]** Dans un mode de réalisation, non représenté, les organes de fixation peuvent comporter des lanières aptes à fixer les éléments modulaires 3 de coffrage aux plots d'ancrage 1.

**[0051]** Sur la figure 20, l'élément modulaire de coffrage 3 comporte une patte de fixation 32 pourvue d'un orifice destiné à recevoir un goujon 17 faisant saillie de la face interne du plot d'ancrage 1. De manière avantageuse, le goujon 17 pour la fixation des éléments modulaires 3 de coffrage peut également assurer la fixation dudit plot d'ancrage 1 à la structure porteuse 2. Le goujon 17 peut comporter une portion filetée de sorte à permettre la mise en place d'un écrou, non illustré, apte à retenir la patte de fixation 32 contre la face interne du plot d'ancrage 1.

**[0052]** Dans le mode de réalisation des figures 21 à 23, le plot d'ancrage 1 comporte deux rainures 33 aptes à recevoir deux pattes 34 de formes complémentaires, formés à au moins l'une des extrémités des éléments modulaires 3 de coffrage. Les rainures 33 débouchent sur la face interne des plots d'ancrage 1.

**[0053]** On notera par ailleurs que, dans ce mode de réalisation, les éléments modulaires 3 de coffrage sont équipés de poignées 35 facilitant leur manutention et leur mise en place contre la structure porteuse 2.

**[0054]** Dans le mode de réalisation des figures 24 à 26, les éléments modulaires 3 de coffrage sont équipés d'organes de fixation à la structure porteuse 2. Les organes de fixation à la structure porteuse comportent ici des languettes 36 formées sur la face externe des éléments modulaires 3 de coffrage. Les languettes 36 sont pourvues d'orifices destinés à recevoir des goujons fixés, par soudage par exemple, à la structure porteuse 2. Les goujons sont avantageusement filetés de sorte à recevoir un écrou. Dans ce cas, les éléments modulaires 3 de coffrage sont au moins en partie creux de sorte à permettre l'accès aux écrous via leur face interne.

**[0055]** Le procédé de fabrication d'une paroi, décrit ci-dessus, peut être utilisé pour la fabrication d'une, de plusieurs ou de la totalité des parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage et/ou le transport de fluide cryogénique.

**[0056]** Selon un mode de réalisation, le procédé est appliqué à une paroi porteuse plane posée à l'horizontal. Une fois que l'on a réalisé la barrière isolante et la membrane d'étanchéité sur cette paroi plane, celle-ci constitue une paroi étanche et isolante qui peut être manipulée d'un seul tenant. Il est alors possible de fabriquer une cuve polyédrique en assemblant plusieurs parois porteuses assemblées les unes aux autres pour former une cuve, à savoir par exemple une paroi de fond, des parois de côté et une paroi de plafond. Le procédé peut alors être appliqué pour réaliser la barrière isolante et la membrane étanche sur chacune des parois porteuses.

**[0057]** Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une

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

**[0058]** En référence à la figure 27, 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.

**[0059]** 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.

**[0060]** La figure 27 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.

**[0061]** 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

**[0062]** 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.

**[0063]** L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conju-

guées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

**[0064]** Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'une paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide comportant les étapes de :

- fixation d'une pluralité d'éléments d'ancrage (1) sur une structure porteuse (2) ;
- mise en place d'éléments modulaires (3) de coffrage sur la structure porteuse (2), les éléments modulaires (3) de coffrage présentant une forme saillante par rapport à la structure porteuse (2) et définissant avec la structure porteuse (2) et la pluralité de pièces d'ancrage (1) des compartiments (4) mutuellement adjacents présentant un côté ouvert à l'opposé de la structure porteuse (2), deux compartiments mutuellement adjacents étant à chaque fois séparés par un élément modulaire de coffrage disposé entre eux;
- projection de mousse isolante dans lesdits compartiments (4) à travers le côté ouvert de sorte à former une pluralité de secteurs isolants (5) en mousse isolante projetée ;
- retrait des éléments modulaires (3) de coffrage ;
- disposition d'éléments isolants (8) de jonction compressibles à la place des éléments modulaires (3) de coffrage, les éléments isolants (8) de jonction étant disposés dans une position contrainte dans laquelle ils sont contraints entre lesdits secteurs isolants (5) et aptes à se détendre lors d'une contraction thermique desdits secteurs isolants (5), afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique ; et
- fixation d'une membrane d'étanchéité (9) sur lesdits éléments d'ancrage (1).

2. Procédé de fabrication d'une paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide comportant les étapes de :

- fixation d'une pluralité d'éléments d'ancrage (1) sur une structure porteuse (2) ;
- mise en place sur la structure porteuse (2) d'éléments combinés comportant chacun un élément modulaire (3) de coffrage et un élément



- isolant (8) de jonction compressible, logé, sous contrainte, à l'intérieur de l'élément modulaire (3) de coffrage ; les éléments modulaires (3) de coffrage présentant une forme saillante par rapport à la structure porteuse (2) et définissant avec la structure porteuse (2) et la pluralité de pièces d'ancrage (1) des compartiments (4) mutuellement adjacents présentant un côté ouvert à l'opposé de la structure porteuse (2), deux compartiments mutuellement adjacents étant à chaque fois séparés par un élément modulaire de coffrage disposé entre eux;
- projection de mousse isolante dans lesdits compartiments (4) à travers le côté ouvert de sorte à former une pluralité de secteurs isolants (5) en mousse isolante projetée ;
  - retrait des éléments modulaires (3) de coffrage ; les éléments isolants (8) de jonction étant laissés, dans une position contrainte, entre lesdits secteurs isolants (5) lors du retrait des éléments modulaires (3) de coffrage, les éléments isolants (8) de jonction étant, dans leur position contrainte, contraints entre lesdits secteurs isolants (5) et aptes à se détendre lors d'une contraction thermique desdits secteurs isolants (5), afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique ; et
  - fixation d'une membrane d'étanchéité (9) sur lesdits éléments d'ancrage (1).
3. Procédé de fabrication d'une paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide comportant les étapes de :
- fixation d'une pluralité d'éléments d'ancrage (1) sur une structure porteuse (2) ;
  - mise en place sur la structure porteuse (2) d'éléments combinés comportant chacun un élément modulaire (3) de coffrage et un élément isolant (8) de jonction compressible, l'élément modulaire (3) de coffrage comportant deux flancs (27) de coffrage perdu entre lesquels l'élément isolant (8) de jonction est logé sous contrainte et des moyens (28), libérables, de serrage des flancs (27) aptes à serrer les deux flancs (27) de coffrage perdu contre l'élément isolant (8) de jonction dans un état non-libéré et à ne plus serrer les deux flancs de (27) coffrage perdu dans un état libéré ; les éléments modulaires (3) de coffrage présentant une forme saillante par rapport à la structure porteuse (2) et définissant avec la structure porteuse (2) et la pluralité de pièces d'ancrage (1) des compartiments (4) mutuellement adjacents présentant un côté ouvert à l'opposé de la structure porteuse (2), deux compartiments mutuellement adjacents étant à chaque fois séparés par un élément modulaire (3) de coffrage disposé entre eux;
- projection de mousse isolante dans lesdits compartiments (4) à travers le côté ouvert de sorte à former une pluralité de secteurs isolants (5) en mousse isolante projetée ;
  - libération des moyens (28) de serrage des flancs (27), de manière à disposer les éléments isolants (8) de jonction dans une position contrainte dans laquelle ils sont contraints entre lesdits secteurs isolants (5) et aptes à se détendre lors d'une contraction thermique desdits secteurs isolants (5), afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique ; chaque élément isolant (8) de jonction, dans sa position contrainte, mettant en prise les deux flancs (27) de coffrage perdu de l'élément combiné auquel il appartient avec les secteurs isolants (5) entre lesquels lesdits deux flancs de coffrage perdu sont situés; et
  - fixation d'une membrane d'étanchéité (9) sur lesdits éléments d'ancrage (1).
4. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel un élément modulaire (3) de coffrage présente un revêtement antiadhésif (25).
5. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel un élément isolant (8) de jonction comporte un profilé présentant deux lèvres élastiques (29) qui, en position contrainte entre les secteurs isolants (5), sont contraintes vers leur rapprochement et exercent une force de réaction tendant à les écarter l'une de l'autre.
6. Procédé de fabrication selon la revendication 5, dans lequel le profilé présentant deux lèvres élastiques est réalisé dans une mousse d'un polymère choisi parmi le polyuréthane, la mélamine, le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène et le silicone.
7. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel un élément isolant (8) de jonction comporte une bande formée dans un matériau compressible choisi parmi la laine de verre, l'ouate de polyester, les mousses de polyuréthane, de mélamine, de polyéthylène, de polypropylène ou de silicone.
8. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant une étape d'arasage des secteurs isolants (5).
9. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel un élément d'ancrage est un plot (1), équipé d'un organe d'ancrage (13, 14) à la structure porteuse (2) et d'un élément (16, 17, 18, 21) de fixation de la membrane d'étanchéité (9) et comportant au moins une couche ther-

miquement isolante (10).

10. Procédé de fabrication selon la revendication 9, dans lequel la couche thermiquement isolante (10) du plot (1) est réalisée en mousse polymère présentant une densité supérieure à 100 kg/m<sup>3</sup> ou en bois. 5
11. Procédé de fabrication selon la revendication 9 ou 10, comportant une étape de fixation de plats d'ancrage (23) entre les plots d'ancrage (1) adjacents et une étape de soudage de la membrane d'étanchéité (9) sur lesdits plats d'ancrage (1). 10
12. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel lors de la mise en place d'éléments modulaires (3) de coffrage sur la structure porteuse (2), l'on fixe les éléments modulaires (3) de coffrage à la structure porteuse (2) et/ou aux éléments d'ancrage (1). 15
13. Paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide cryogénique, obtenue par un procédé de fabrication selon la revendication 1 ou 2 comportant : 20
- une structure porteuse (2) ;
  - une pluralité d'éléments d'ancrage (1), fixés à la structure porteuse (2) ;
  - une pluralité de secteurs isolants en mousse isolante, obtenus par projection de mousse isolante contre la structure porteuse (2) ; chaque secteur isolant occupant l'espace intérieur d'un compartiment défini par la structure porteuse, la pluralité de pièces d'ancrage et des interstices séparant les secteurs isolants, les secteurs isolants (5) en mousse isolante projetée adhérant directement contre la structure porteuse (2) ;
  - des éléments isolants de jonction disposés dans les interstices séparant les secteurs isolants dans une position contrainte dans laquelle ils sont contraints entre lesdits secteurs isolants et aptes à se détendre lors d'une contraction thermique desdits secteurs isolants, afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique ; et
  - une membrane d'étanchéité fixée sur lesdits éléments d'ancrage. 25
14. Paroi, étanche et thermiquement isolante, pour cuve de stockage de fluide cryogénique, obtenue par un procédé de fabrication selon la revendication 3 comportant : 30
- une structure porteuse (2) ;
  - une pluralité d'éléments d'ancrage (1), fixés à la structure porteuse ;
  - une pluralité de secteurs isolants en mousse isolante, obtenus par projection de mousse isolante contre la structure porteuse (2), dans un 35

compartiment défini par la structure porteuse, la pluralité de pièces d'ancrage et des éléments combinés séparant les compartiments ; les secteurs isolants (5) en mousse isolante projetée adhérant directement contre la structure porteuse (2) ;

- les éléments combinés comportant chacun un élément modulaire (3) de coffrage et un élément isolant (8) de jonction compressible, l'élément modulaire (3) de coffrage comportant deux flancs (27) de coffrage perdu entre lesquels ledit élément isolant (8) de jonction est logé sous contrainte dans une position contrainte dans laquelle il est contraint entre les flancs et apte à se détendre lors d'une contraction thermique desdits secteurs isolants, afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique et des moyens (28), libérables, de serrage des flancs (27) dans un état libéré dans lequel ils ne serrent pas les deux flancs de (27) coffrage perdu ; et
- une membrane d'étanchéité fixée sur lesdits éléments d'ancrage. 35

15. Cuve de stockage de liquide comportant au moins une paroi selon la revendication 13 ou 14. 40

16. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une cuve (71) selon la revendication 15. 45

17. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 16, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71). 50

18. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 16, 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 flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire. 55

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer thermisch isolierenden Wand für ein Gefäß zur Flüssigkeitsspeicherung umfassend die Schritte:
- Befestigen einer Vielzahl von Verankerungselementen (1) auf einer Haltestruktur (2);
  - Anordnen von modularen Schalungselemen-

ten (3) auf der Haltestruktur (2), wobei die modularen Schalungselemente (3) im Verhältnis zur Haltestruktur (2) eine vorstehende Form aufweisen und zusammen mit der Haltestruktur (2) und der Vielzahl der Verankerungselemente (1) benachbart angeordnete Kammern (4) bilden, welche eine offene Seite aufweisen, welche gegenüber der Haltestruktur (2) liegt, wobei zwei benachbarte Kammern jeweils durch ein zwischen ihnen angeordnetes modulares Schalungselement getrennt werden;

- Einfüllen eines Isolierschaums in die Kammern (4) über die offene Seite, so dass eine Vielzahl von isolierenden Abschnitten (5) aus dem eingeführten Isolierschaum gebildet werden;

- Entfernen der modularen Schalungselemente (3);

- Anordnen von kompressiblen Isolationsverbindungselementen (8) anstelle der modularen Schalungselemente (3), wobei die Isolationsverbindungselemente (8) in einer Position komprimiert angeordnet werden, in der sie zwischen die isolierenden Abschnitte (5) gedrückt werden und dazu geeignet sind, sich während einer thermischen Kontraktion der isolierenden Abschnitte (5) auszudehnen, um eine ununterbrochene thermische Isolierung zu gewährleisten; und

- Befestigen einer Abdichtungsmembran (9) auf den Verankerungselementen (1).

## 2. Verfahren zur Herstellung einer thermisch isolierenden Wand für ein Gefäß zur Flüssigkeitsspeicherung umfassend die Schritte:

- Befestigen einer Vielzahl von Verankerungselementen (1) auf einer Haltestruktur (2);

- Anordnen von kombinierten Elementen auf der Haltestruktur (2), welche jeweils ein modulares Schalungselement (3) und ein kompressibles Isolationsverbindungselement (8), welches komprimiert im Inneren des modularen Schalungselements angeordnet wird, umfassen; wobei die modularen Schalungselemente (3) im Verhältnis zur Haltestruktur (2) eine vorstehende Form aufweisen und zusammen mit der Haltestruktur (2) und der Vielzahl der Verankerungselemente (1) benachbart angeordnete Kammern (4) bilden, welche eine offene Seite aufweisen, welche gegenüber der Haltestruktur (2) liegt, wobei zwei benachbarte Kammern jeweils durch ein zwischen ihnen angeordnetes modulares Schalungselement getrennt werden;

- Einfüllen eines Isolierschaums in die Kammern (4) über die offene Seite, so dass eine Vielzahl von isolierenden Abschnitten (5) aus dem eingeführten Isolierschaum gebildet werden;

- Entfernen der modularen Schalungselemente

(3); wobei die kompressiblen Isolationsverbindungselemente (8) beim Entfernen der modularen Schalungselemente in einer Position komprimiert zwischen den isolierenden Abschnitten (5) belassen werden, wobei die Isolationsverbindungselemente (8) in ihrer Position komprimiert zwischen die isolierenden Abschnitte (5) gedrückt werden und dazu geeignet sind, sich während einer thermischen Kontraktion der isolierenden Abschnitte (5) auszudehnen, um eine ununterbrochene thermische Isolierung zu gewährleisten; und

- Befestigen einer Abdichtungsmembran (9) auf den Verankerungselementen (1).

## 3. Verfahren zur Herstellung einer thermisch isolierenden Wand für ein Gefäß zur Flüssigkeitsspeicherung umfassend die Schritte:

- Befestigen einer Vielzahl von Verankerungselementen (1) auf einer Haltestruktur (2);

- Anordnen von kombinierten Elementen auf der Haltestruktur (2), welche jeweils ein modulares Schalungselement (3) und ein kompressibles Isolationsverbindungselement (8) umfassen, wobei das modulare Schalungselement zwei verlorene Schalungsflanken (27) aufweist, zwischen denen das Isolationsverbindungselement (8) zusammengedrückt angeordnet wird, und lösbare Flankendruckmittel (27, 28), welche dazu geeignet sind, die zwei verlorenen Schalungsflanken (27) in einem nicht freigegebenen Zustand gegen die Isolationsverbindungselemente (8) zu drücken und in einem freigegebenen Zustand die zwei verlorenen Schalungsflanken (27) nicht mehr zu drücken; wobei die modularen Schalungselemente (3) im Verhältnis zur Haltestruktur (2) eine vorstehende Form aufweisen und zusammen mit der Haltestruktur (2) und der Vielzahl der Verankerungselemente (1) benachbart angeordnete Kammern (4) bilden, welche eine offene Seite aufweisen, welche gegenüber der Haltestruktur (2) liegt, wobei zwei benachbarte Kammern jeweils durch ein zwischen ihnen angeordnetes modulares Schalungselement (3) getrennt werden;

- Einfüllen eines Isolierschaums in die Kammern (4) über die offene Seite, so dass eine Vielzahl von isolierenden Abschnitten (5) aus dem eingeführten Isolierschaum gebildet werden;

- Freigeben der Flankendruckmittel (27, 28), so dass die Isolationsverbindungselemente (8) in einer Position komprimiert angeordnet werden, in der sie zwischen die isolierenden Abschnitte (5) gedrückt werden und dazu geeignet sind, sich während einer thermischen Kontraktion der isolierenden Abschnitte (5) auszudehnen, um eine ununterbrochene thermische Isolierung zu

- gewährleisten; wobei jedes Isolationsverbindungselement (8) in seiner Position komprimiert die zwei verlorenen Schalungsflanken (27) des kombinierten Elementes, zu dem es dazugehört, mit den isolierenden Abschnitten (5), zwischen denen die zwei verlorenen Schalungsflanken angeordnet sind, verbindet; und
- Befestigen einer Abdichtungsmembran (9) auf den Verankerungselementen (1).
4. Verfahren zur Herstellung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein modulares Schalungselement (3) eine Antihafbeschichtung (25) aufweist.
5. Verfahren zur Herstellung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Isolationsverbindungselement (8) ein Profil umfasst, welches zwei elastische Lippen (29) aufweist, welche in komprimierter Position zwischen den isolierenden Abschnitten derart komprimiert werden, dass sie sich annähern und eine Reaktionskraft ausüben, welche sie voneinander entfernt.
6. Verfahren zur Herstellung gemäß Anspruch 5, wobei das Profil, welches die zwei elastischen Lippen aufweist, aus einem Polymerschaum ist, wählbar aus Polyurethan, Melamin, Polyethylen, Polypropylen, Styropor und Silikon.
7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Isolationsverbindungselement ein Band, hergestellt aus einem kompressiblen Material, wählbar zwischen Glasfaser, Polyesterwatte, Polyurethanschaum, Melamin, Polyethylen, Polypropylen oder Silikon, umfasst.
8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend einen Schritt der Einebnung der isolierenden Abschnitte.
9. Verfahren zur Herstellung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verankerungselement ein Bolzen (1) ist, welcher mit einem Verankerungsmittel (13, 14) zur Haltestruktur (2) und einem Befestigungsmittel (16, 17, 18, 21) der Abdichtungsmembran ausgestattet ist und mindestens eine thermisch isolierende Schicht (10) aufweist.
10. Verfahren zur Herstellung gemäß Anspruch 9, wobei die thermisch isolierende Schicht (1) eines Bolzens (1) aus Polymerschaum mit einer Dichte über  $100\text{kg/m}^3$  oder Holz besteht.
11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, umfassend einen Schritt der Befestigung von Verankerungsplatten (23) zwischen den angrenzenden Befestigungsbolzen (1) und einen Schritt des Schweißens der Abdichtungsmembran (9) auf die Verankerungsplatten
- (1).
12. Verfahren zur Herstellung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei während der Anordnung der modularen Schalungselemente (3) auf der Haltestruktur (2) die modularen Schalungselemente (3) auf der Haltestruktur (2) und/oder auf den Verankerungselementen (1) angebracht werden.
13. Thermisch-isolierende Wand für ein Gefäß zur Speicherung von kryogener Flüssigkeit, erhältlich durch ein Verfahren zur Herstellung gemäß Anspruch 1 oder 2, umfassend:
- eine Haltestruktur (2);
  - eine Vielzahl von auf der Haltestruktur (2) angebrachten Verankerungselementen (1);
  - eine Vielzahl von isolierenden Abschnitten aus Isolierschaum, erzeugbar durch Einfüllung des Isolierschaumes gegen die Haltestruktur (2); wobei jeder isolierende Abschnitt den Innenbereich einer Kammer einnimmt, welche durch die Haltestruktur, die Vielzahl der Verbindungsstücke und der Zwischenräume, welche die isolierenden Abschnitte trennen, bestimmt ist, wobei die befüllten, aus Isolierschaum bestehenden isolierenden Abschnitte (5) unmittelbar an der Haltestruktur (2) haften;
  - in den Zwischenräumen angeordnete Isolationsverbindungselemente, welche in einer komprimierten Position die isolierenden Abschnitte trennen, wobei sie zwischen die isolierenden Abschnitte gedrückt und dazu geeignet sind, sich während einer thermischen Kontraktion der isolierenden Abschnitte auszudehnen, um eine ununterbrochene thermische Isolierung zu gewährleisten; und
  - eine auf den Verankerungselementen befestigte Abdichtungsmembran.
14. Thermisch-isolierende Wand für ein Gefäß zur Speicherung von kryogener Flüssigkeit, erhältlich durch ein Verfahren zur Herstellung gemäß Anspruch 3 umfassend:
- eine Haltestruktur(2),
  - eine Vielzahl von auf der Haltestruktur (2) angebrachten Verankerungselementen (1);
  - eine Vielzahl von isolierenden Abschnitten aus Isolierschaum, erzeugbar durch Einfüllung des Isolierschaumes gegen die Haltestruktur (2) in einer Kammer, welche durch die Haltestruktur, die Vielzahl der Verankerungsstücke und die kombinierten Elemente, welche die Kammer trennen, bestimmt ist; wobei die befüllten, aus Isolierschaum bestehenden isolierenden Abschnitte (5) unmittelbar an der Haltestruktur (2) haften;

- wobei die kombinierten Elemente jeweils ein modulares Schalungselement (3) und ein kompressibles Isolationsverbindungselement (8) umfassen, wobei das modulare Schalungselement (3) zwei verlorene Schalungsflanken (27) aufweist, zwischen denen das Isolationsverbindungselement (8) komprimiert in einer Position komprimiert angeordnet ist, in der es zwischen die Flanken gedrückt und dazu geeignet ist, sich während einer thermischen Kontraktion der isolierenden Abschnitte auszudehnen, um eine ununterbrochene thermische Isolierung zu gewährleisten, und weiterhin lösbare Spannmittel (28) für die Schalungsflanken (27) in einem gelösten Zustand, in dem sie die zwei verlorenen Schalungsflanken (27) nicht unter Druck halten, umfassen; und
  - eine auf den Verankerungselementen befestigte Abdichtungsmembran.
15. Gefäß zur Flüssigkeitsspeicherung umfassend mindestens eine Wand gemäß Anspruch 13 oder 14.
16. Schiff (70) zum Transport einer kalten Flüssigkeit, wobei das Schiff ein Gefäß gemäß Anspruch 15 umfasst.
17. Verfahren zur Be- und Entladung eines Schiffes (70) gemäß Anspruch 16, wobei eine kalte Flüssigkeit von oder nach einer schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage (77) zu oder von dem Gefäß (71) des Schiffes durch isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81) geleitet wird.
18. Transfersystem für eine kalte Flüssigkeit, wobei das System ein Schiff (70) gemäß Anspruch 16, 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 kalte Flüssigkeit durch isolierte Rohrleitungen von oder nach der schwimmenden oder erdverbundenen Speicheranlage zu oder von dem Gefäß des Schiffes zu leiten.

## Claims

1. A method for producing a sealed and thermally insulating wall for a fluid storage tank, comprising the steps of:
- attaching a plurality of anchoring elements (1) to a support structure (2);
  - installing modular formwork elements (3) on the support structure (2), the modular formwork elements (3) having a shape that protrudes relative to the support structure (2) and that de-

fines, with the support structure (2) and the plurality of anchoring parts (1), mutually adjacent compartments (4) having an open side opposite the support structure (2), two mutually adjacent compartments being separated in each case by a modular formwork element positioned between them;

- spraying insulating foam into said compartments (4) through the open side so as to form a plurality of insulating sectors (5) made from sprayed insulating foam;
- withdrawing the modular formwork elements (3);
- arranging compressible insulating junction elements (8) in place of the modular formwork elements (3), the insulating junction elements (8) being arranged in a stressed position in which they are stressed between said insulating sectors (5) and capable of expanding when said insulating sectors (5) contract, so as to ensure continuity of the thermal insulation; and
- attaching a sealing membrane (9) to said anchoring elements (1).

2. A method for producing a sealed and thermally insulating wall for a fluid storage tank, comprising the steps of:

- attaching a plurality of anchoring elements (1) to a support structure (2);
- installing combined elements on the support structure (2), each combined element comprising a modular formwork element (3) and a compressible insulating junction element (8), housed under stress within the modular formwork element (3); the modular formwork elements (3) having a shape that protrudes relative to the support structure (2) and that defines, with the support structure (2) and the plurality of anchoring parts (1), mutually adjacent compartments (4) having an open side opposite the support structure (2), two mutually adjacent compartments being separated in each case by a modular formwork element positioned between them;
- spraying insulating foam into said compartments (4) through the open side so as to form a plurality of insulating sectors (5) made from sprayed insulating foam;
- withdrawing the modular formwork elements (3); the insulating junction elements (8) being left, in a stressed position, between said insulating sectors (5) when the modular formwork elements (3) are withdrawn, the insulating junction elements (8) being, in their stressed position, stressed between said insulating sectors (5) and capable of expanding when said insulating sectors (5) contract, so as to ensure con-

- tinuity of the thermal insulation; and
- attaching a sealing membrane (9) to said anchoring elements (1).
3. A method for producing a sealed and thermally insulating wall for a fluid storage tank, comprising the steps of:
- attaching a plurality of anchoring elements (1) to a support structure (2);
  - installing combined elements on the support structure (2), each combined element comprising a modular formwork element (3) and a compressible insulating junction element (8), the modular formwork element (3) having two permanent formwork sides (27) between which the insulating junction element (8) is housed under stress, and releasable means (28) for clamping the sides (27), these means being capable of clamping the two permanent formwork sides (27) against the insulating junction element (8) in a non-released state and of no longer clamping the two permanent formwork sides (27) in a released state; the modular formwork elements (3) having a shape that protrudes relative to the support structure (2) and that defines, with the support structure (2) and the plurality of anchoring parts (1), mutually adjacent compartments (4) having an open side opposite the support structure (2), two mutually adjacent compartments being separated in each case by a modular formwork element (3) positioned between them;
  - spraying insulating foam into said compartments (4) through the open side so as to form a plurality of insulating sectors (5) made from sprayed insulating foam;
  - releasing the means (28) for clamping the sides (27) so as to place the insulating junction elements (8) in a stressed position in which they are stressed between said insulating sectors (5) and capable of expanding when said insulating sectors (5) contract, so as to ensure continuity of the thermal insulation; each insulating junction element (8), in its stressed position, causing the two permanent formwork sides (27) of the combined element to which it belongs to engage with the insulating sectors (5) between which said two permanent formwork sides are located; and
  - attaching a sealing membrane (9) to said anchoring elements (1).
4. The production method as claimed in any of claims 1 to 3, wherein a modular formwork element (3) has an anti-adhesion coating (25).
5. The production method as claimed in any of claims 1 to 4, wherein an insulating junction element (8) comprises a profiled element having two resilient flanges (29) which, in a stressed position between the insulating sectors (5), are stressed toward one another and exert a reactive force tending to separate them from one another.
6. The production method as claimed in claim 5, wherein the profiled element having two resilient flanges is produced from a foam made of a polymer selected from among polyurethane, melamine, polyethylene, polypropylene, polystyrene and silicone.
7. The production method as claimed in any of claims 1 to 4, wherein an insulating junction element (8) comprises a strip made of a compressible material selected from among glass wool, polyester wadding, and foams of polyurethane, melamine, polyethylene, polypropylene or silicone.
8. The production method as claimed in any of claims 1 to 7, comprising a step of trimming the insulating sectors (5).
9. The production method as claimed in any of claims 1 to 8, wherein an anchoring element is a block (1) fitted with a member (13, 14) for anchoring to the support structure (2) and an element (16, 17, 18, 21) for attaching the sealing membrane (9), and having at least one thermally insulating layer (10).
10. The production method as claimed in claim 9, wherein the thermally insulating layer (10) of the block (1) is made of polymer foam having a density of more than 100 kg/m<sup>3</sup>, or of wood.
11. The production method as claimed in claim 9 or 10, comprising a step of attaching anchoring plates (23) between the adjacent anchoring blocks (1) and a step of welding the sealing membrane (9) onto said anchoring plates (23).
12. The production method as claimed in any of claims 1 to 11, wherein, during the installation of modular formwork elements (3) on the support structure (2), the modular formwork elements (3) are attached to the support structure (2) and/or to the anchoring elements (1).
13. A sealed and thermally insulating wall for a cryogenic fluid storage tank, made by a production process as claimed claim 1 or 2, comprising:
- a support structure (2);
  - a plurality of anchoring elements (1), attached to the support structure (2);
  - a plurality of insulating sectors made of insulating foam, produced by spraying insulating

- foam against the support structure (2), each insulating sectors (2) occupying the interior space of a compartment defined by the support structure (2), the plurality of anchoring elements (1) and interstices separating the insulating sectors (5), the insulating sectors made of sprayed insulating foam adhering directly to the support structure (2);
- insulating junction elements arranged in the interstices separating the insulating sectors (2) in a stressed position in which they are stressed between said insulating sectors and capable of expanding when said insulating sectors contract, so as to ensure continuity of the thermal insulation; and
  - a sealing membrane attached to said anchoring elements.
- 14.** A sealed and thermally insulating wall for a cryogenic fluid storage tank, made by a production process as claimed claim 3, comprising:
- a support structure (2);
  - a plurality of anchoring elements (1), attached to the support structure (2);
  - a plurality of insulating sectors made of insulating foam, produced by spraying insulating foam against the support structure (2), in a compartment defined by the support structure (2), the plurality of anchoring elements and combined elements separating the compartments, the insulating sectors made of sprayed insulating foam adhering directly to the support structure (2);
  - the combined elements each comprising a modular formwork element (3) and a compressible insulating junction element (8), the modular formwork element (3) having two permanent formwork sides (27) between which the insulating junction element (8) is housed under stress, in a stressed position in which they are stressed between said permanent formwork sides and capable of expanding when said insulating sectors contract, so as to ensure continuity of the thermal insulation and releasable means (28) for clamping the sides (27) in a non-released state in which they does not clamp the two permanent formwork sides (27); and
  - a sealing membrane attached to said anchoring elements.
- 15.** A liquid storage tank comprising at least one wall as claimed in claim 13 or 14.
- 16.** A ship (70) for transporting a refrigerated liquid product, the ship comprising a tank (71) as claimed in claim 15.
- 17.** A method for loading or unloading a ship (70) as claimed in claim 16, wherein a refrigerated liquid product is conveyed through insulated pipes (73, 79, 76, 81) from or to a floating or land-based storage installation (77) to or from the tank of the ship (71).
- 18.** A transfer system for a refrigerated liquid product, the system comprising a ship (70) as claimed in claim 16, insulated pipes (73, 79, 76, 81) arranged so as to connect the tank (71) installed in the ship's hull to a floating or land-based storage installation (77), and a pump for propelling a flow of refrigerated liquid product through the insulated pipes from or to the floating or land-based storage installation to or from the ship's tank.

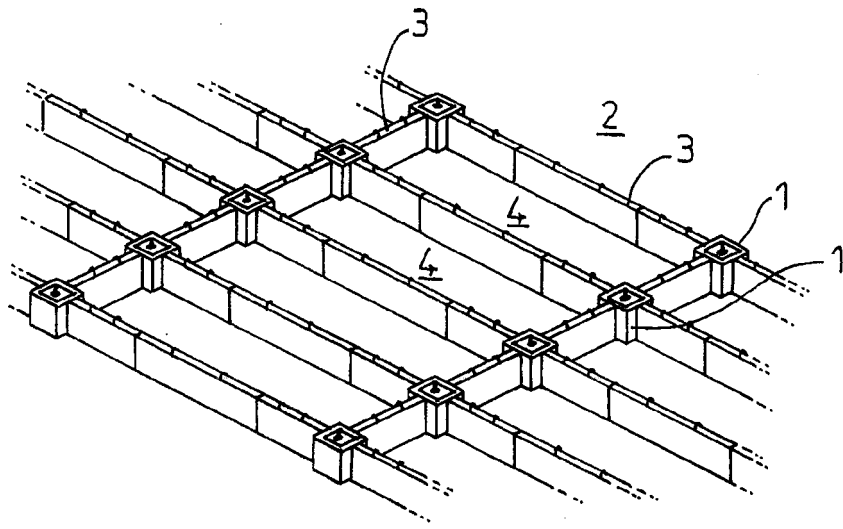


FIG. 1

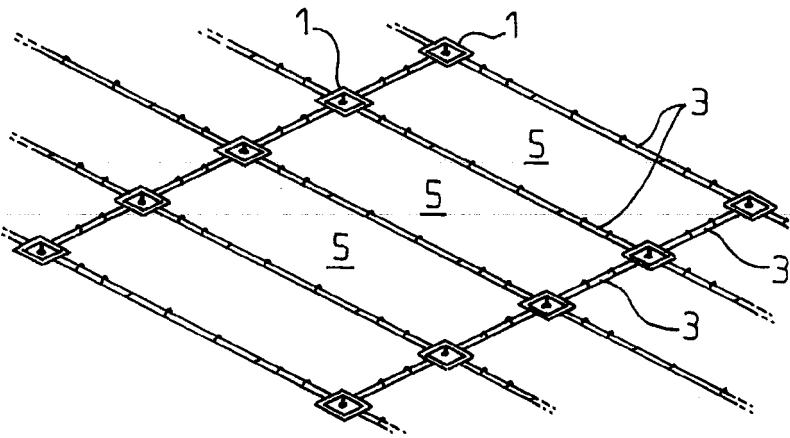


FIG. 2

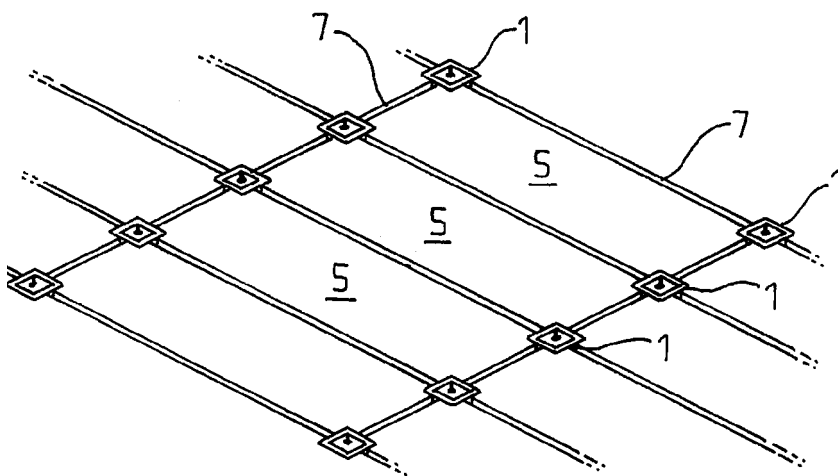


FIG. 3



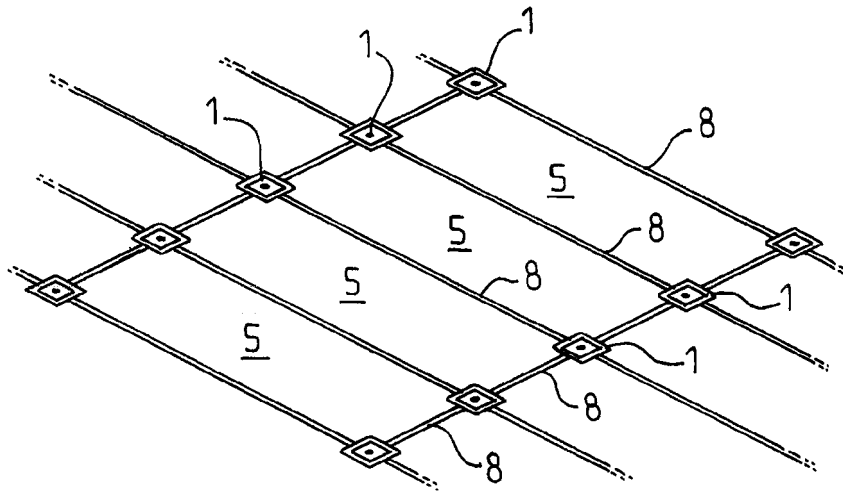


FIG. 4

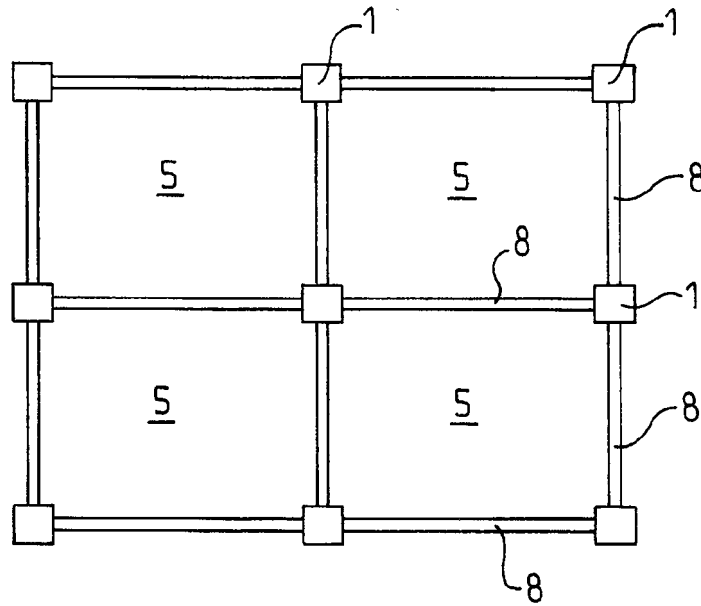


FIG. 5

FIG.6

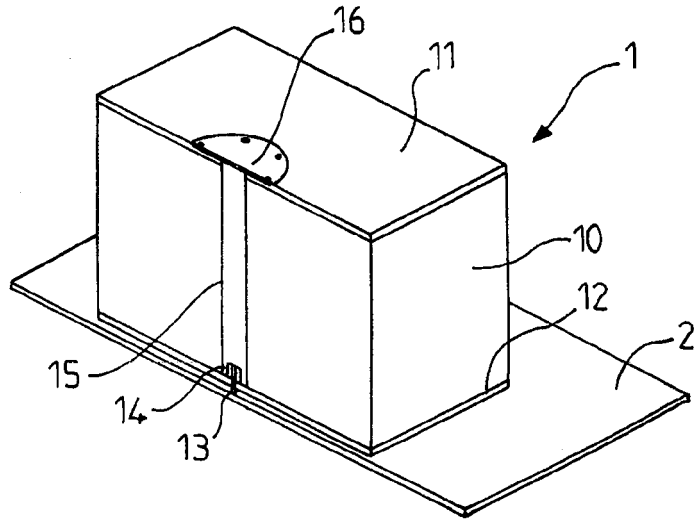


FIG.7

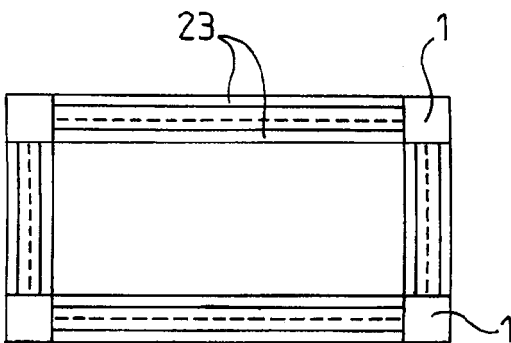
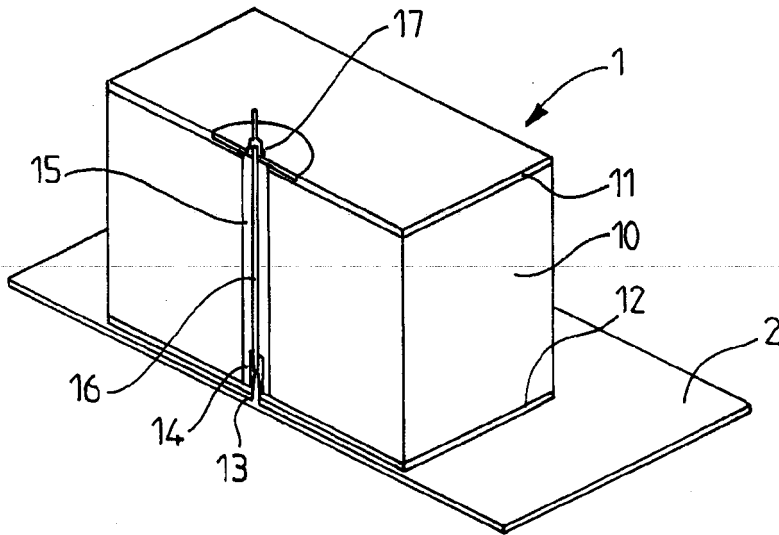


FIG.8

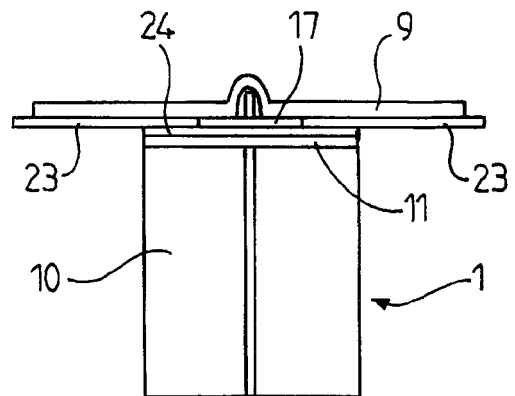


FIG.9

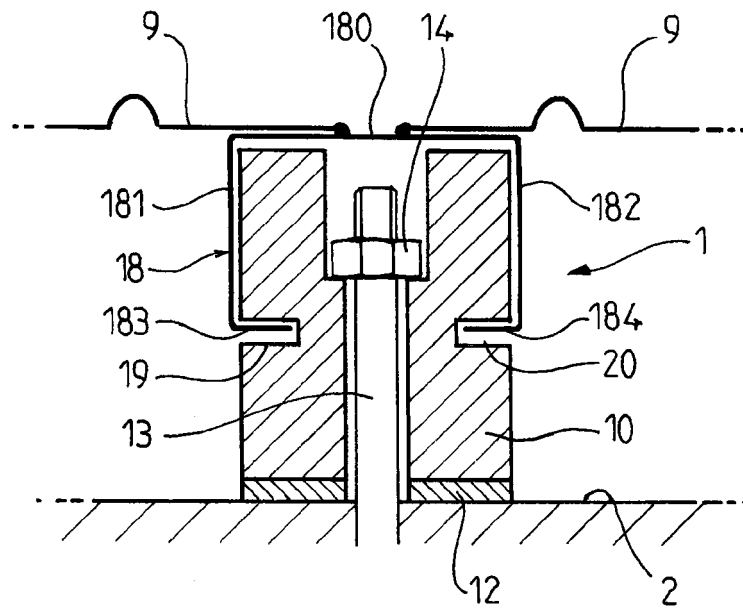


FIG. 10

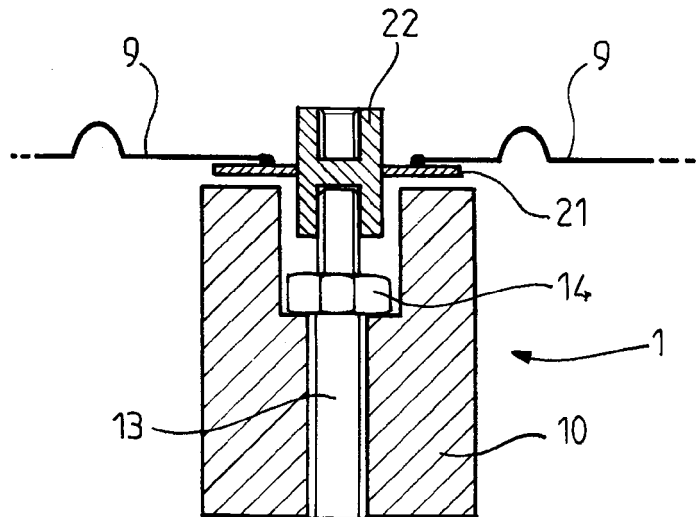


FIG. 11

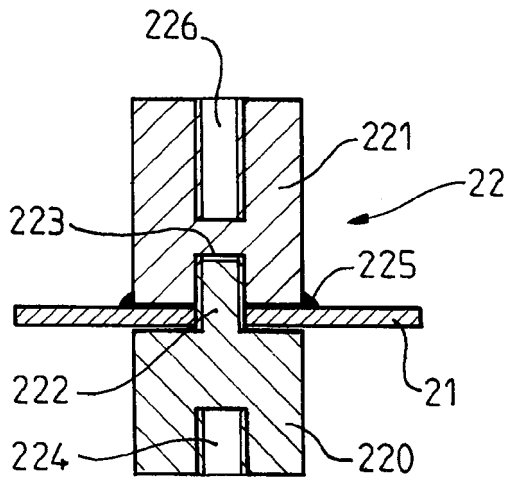


FIG.12

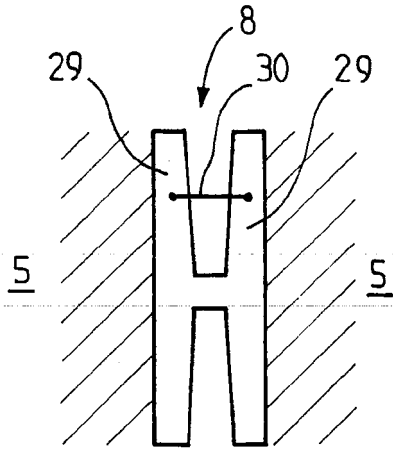


FIG.13

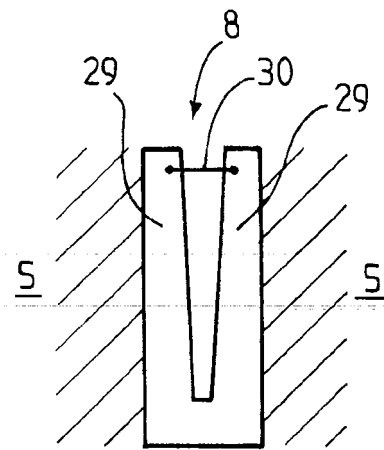


FIG.14

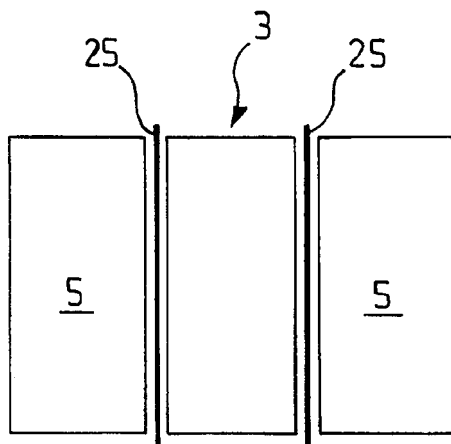


FIG.15

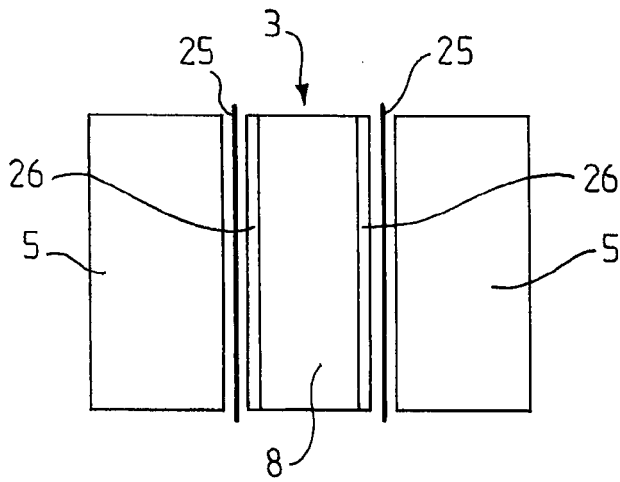


FIG.16

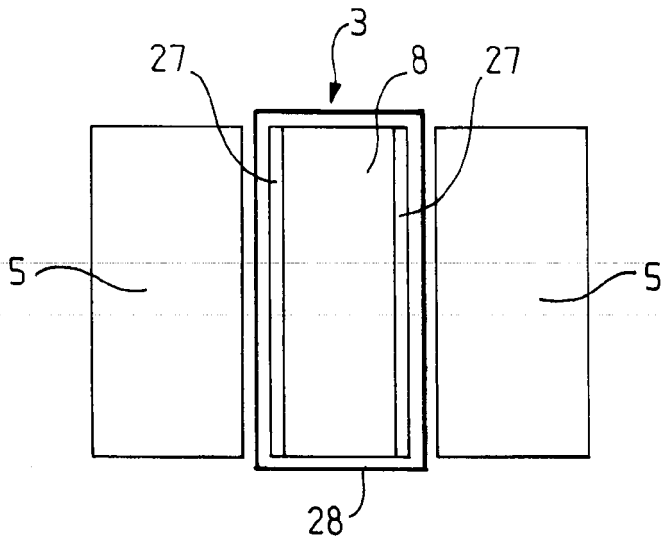


FIG.17

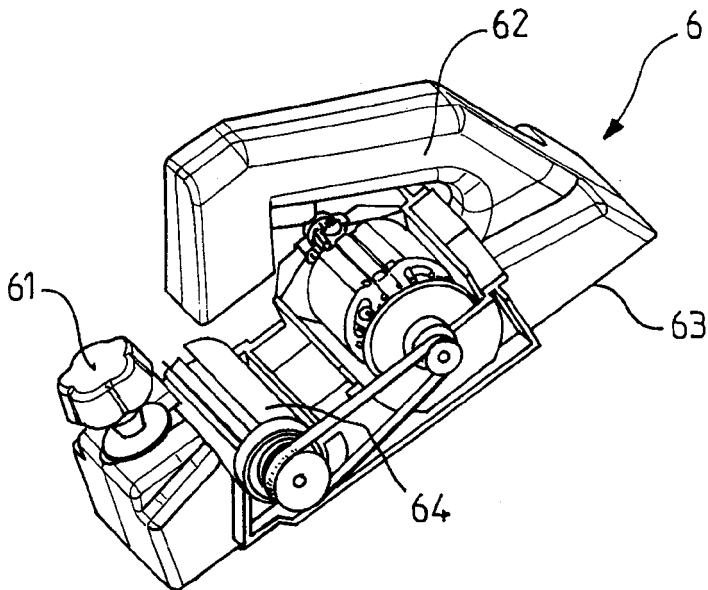


FIG.18

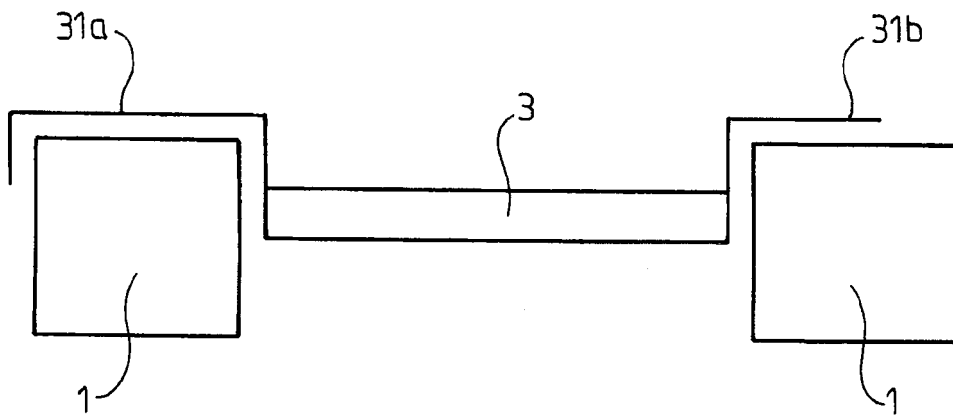


FIG.19

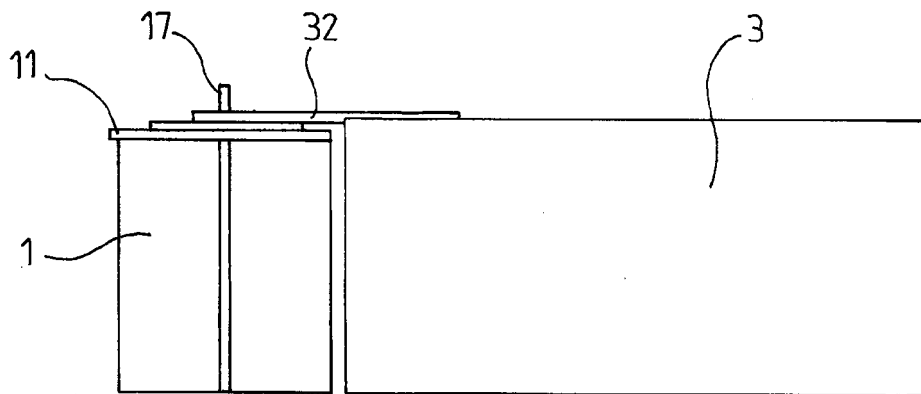


FIG.20

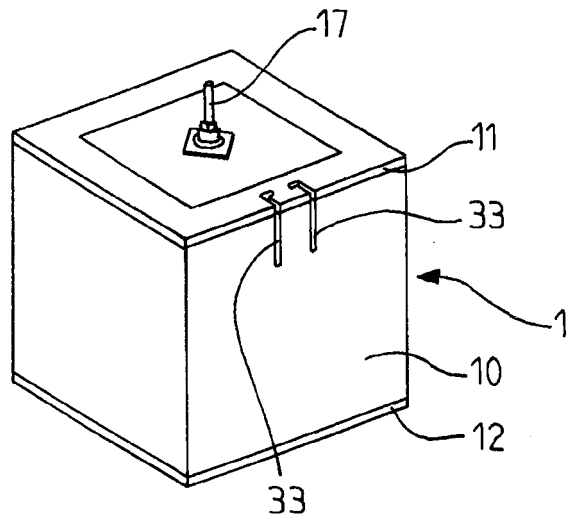


FIG. 21

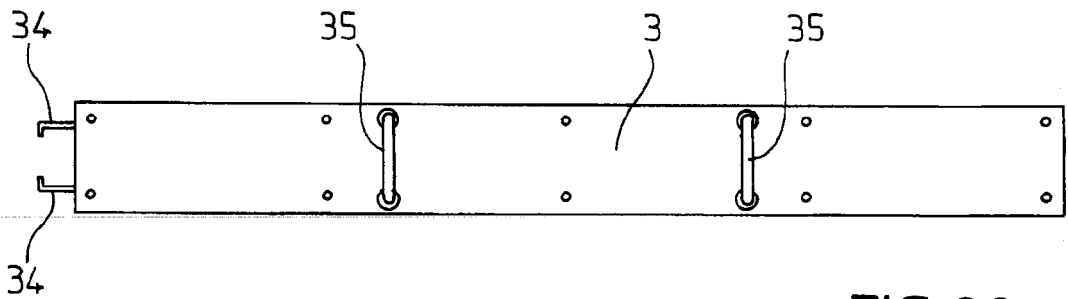


FIG. 22

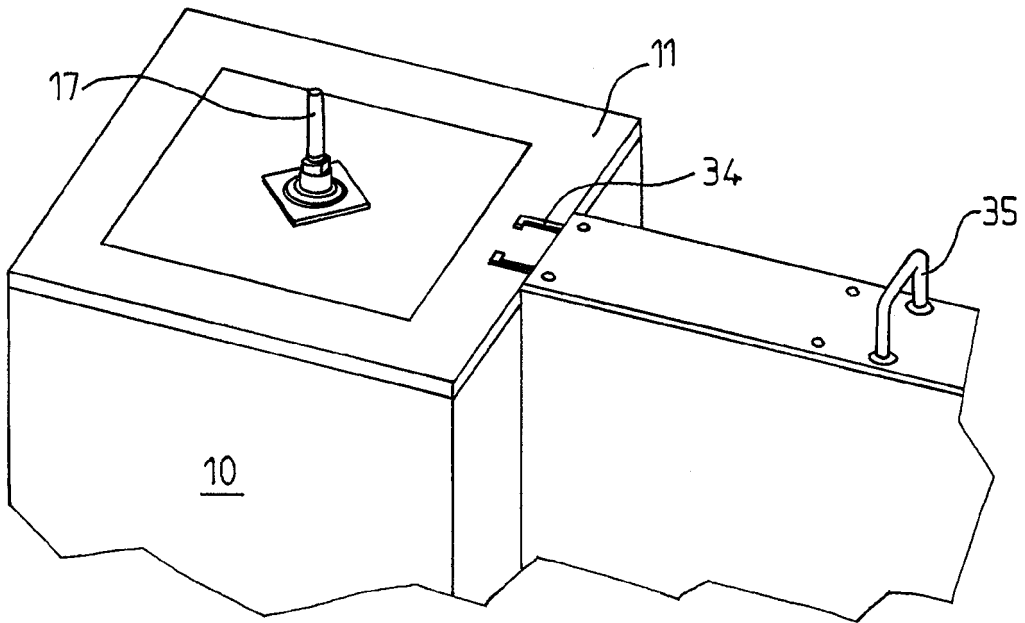


FIG. 23

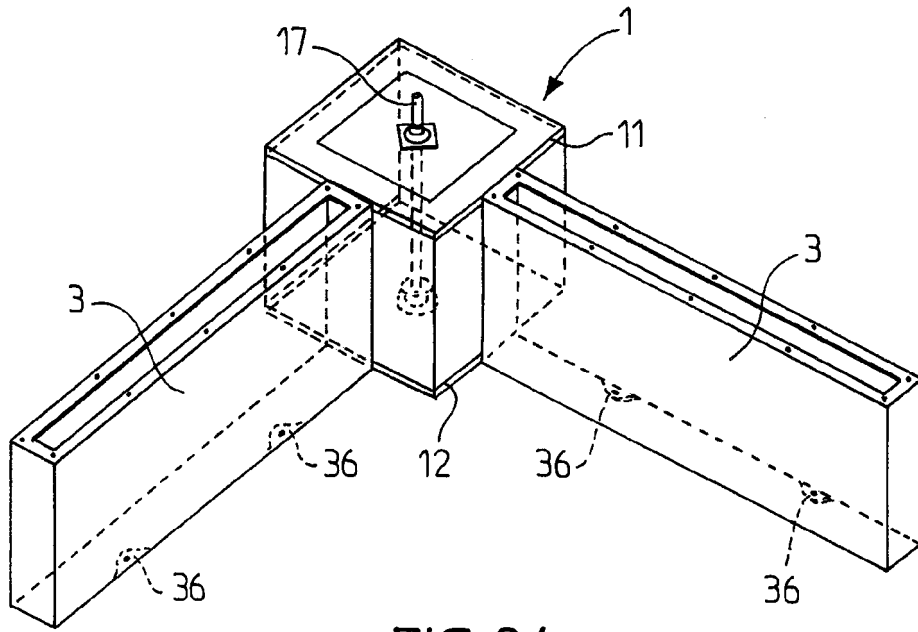


FIG. 24

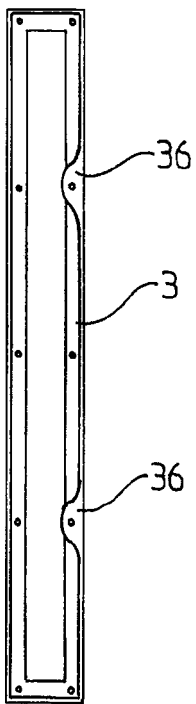


FIG. 25

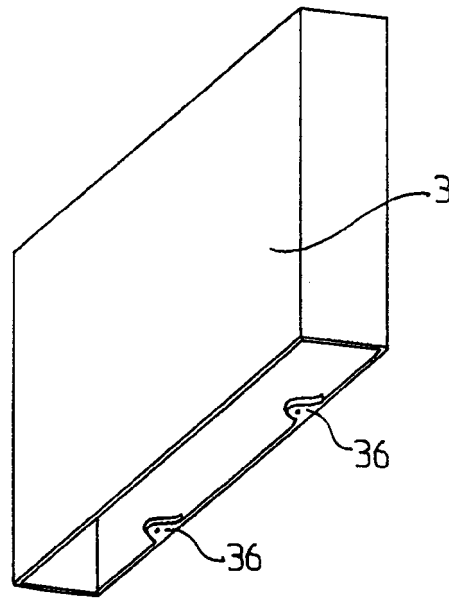


FIG. 26



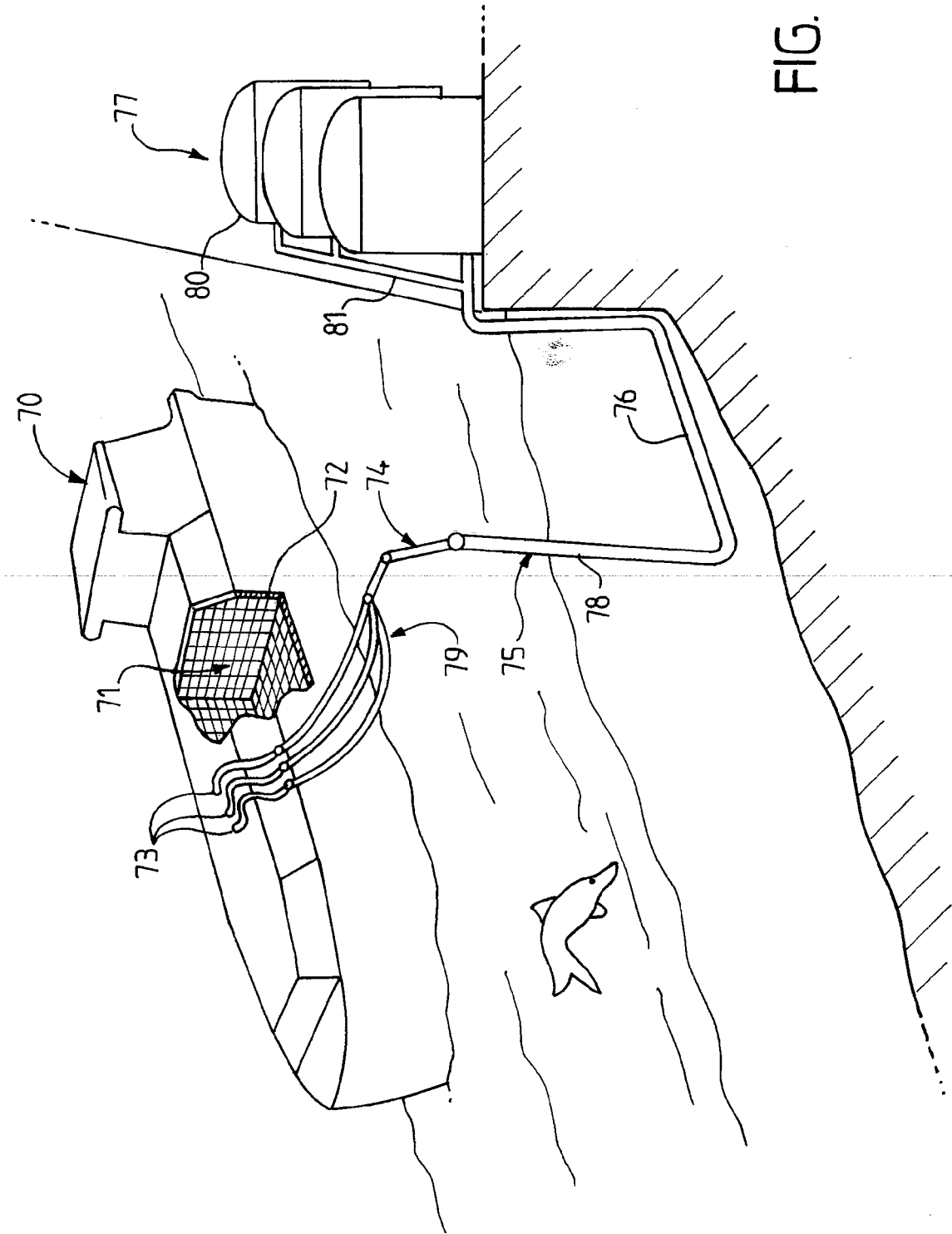


FIG. 27

**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**

- US 3759209 A [0005]
- FR 2191064 [0006]
- DE 19934620 [0007]