

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 991**

51 Int. Cl.:

F17C 3/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2016 PCT/FR2016/052648**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17064426**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2016 E 16791660 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3362732**

54 Título: **Tanque estanco y térmicamente aislante**

30 Prioridad:

13.10.2015 FR 1559744

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.06.2020

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)
1 Route de Versailles
78470 Saint Rémy lès Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**DELANOE, SÉBASTIEN;
DE FARIA, ANTHONY;
BERGER, VINCENT y
DURAND, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 768 991 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tanque estanco y térmicamente aislante

Campo técnico

5 La invención se refiere al campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes, con membranas. En particular, la invención se refiere al campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes para el almacenamiento y/o el transporte de líquidos a baja temperatura, tales como tanques para el transporte de gas de petróleo licuado (también llamado GLP) que presenta, por ejemplo, una temperatura entre -50 °C y 0 °C, o para el transporte de gas natural licuado (GNL) a aproximadamente -162 °C a presión atmosférica. Estos tanques se pueden instalar en el suelo o sobre una estructura flotante. En el caso de una estructura flotante, el tanque puede estar destinado al transporte de gas licuado o para recibir gas licuado que sirve como combustible para la propulsión de la estructura flotante.

Antecedentes tecnológicos

15 La solicitud de patente FR-A-2781557 describe un tanque estanco y térmicamente aislante con una doble membrana estanca integrada en una estructura portante, en particular, de barco. Las dos membranas estancas están separadas entre sí y de la estructura portante por dos barreras térmicamente aislantes. La membrana secundaria se realiza por la yuxtaposición de paneles adyacentes, cuya estanqueidad está asegurada por bandas flexibles estancas a gas y líquido y que pueden constar de al menos una hoja metálica delgada, continua y deformable. De este modo, la banda que cubre la zona de unión entre los dos elementos de la membrana secundaria es libre de deformarse elásticamente y/o alargarse con respecto a los adoquines aislantes mantenidos sobre las paredes de la estructura portante con una libertad de desplazamiento limitada.

20 Se describe, por ejemplo, en el documento WO-A-2016046487, una estructura de pared para realizar la pared plana de un tanque con doble membrana estanca. La membrana estanca secundaria de tal pared de tanque sufre restricciones significativas durante el servicio, relacionadas con las diferentes cargas del tanque, a la contracción térmica, a los movimientos de carga, a la deformación de la estructura portante al oleaje. Estas restricciones se transmiten en particular por la barrera térmicamente aislante sobre la que está anclada la membrana estanca secundaria. Debido a que la barrera térmicamente aislante está constituida por paneles aislantes discretos y de grandes dimensiones, las restricciones y los desplazamientos que se transmiten a la membrana estanca secundaria no se distribuyen uniformemente, para que las ondulaciones de la membrana estanca secundaria se soliciten de diferentes maneras según si se encuentran cerca de los bordes de los paneles o cerca del centro. Además, la flexibilidad de ciertas ondulaciones se ve limitada por la pieza de anclaje de los bordes de las placas metálicas sobre los paneles. Esto da como resultado concentraciones de restricciones que pueden acelerar el envejecimiento de la membrana estanca. Estos problemas también existirían si se eliminara la membrana primaria.

35 En el documento WO-A-2016046487, los elementos de puente dispuestos entre los paneles aislantes secundarios sirven para mejorar la distribución de los desplazamientos al limitar los movimientos de separación de los bordes de los paneles. Estos elementos de puente pueden responder en cierta medida a los movimientos de separación de los bordes de los paneles, pero son limitados, complejos de instalar y presentan un coste de instalación relativamente elevado.

Resumen

Una idea subyacente a la invención es suministrar una estructura de pared de tanque con membrana que supere al menos ciertos de estos inconvenientes.

40 Según un modo de realización, la invención proporciona un tanque estanco y térmicamente aislante integrado en una estructura portante, constando dicho tanque de una o varias paredes de tanque soportadas por una o varias paredes portantes de la estructura portante, constando la o cada pared de tanque de una barrera térmicamente aislante fijada sobre una pared portante respectiva de la estructura portante y una membrana estanca soportada por dicha barrera térmicamente aislante, así como se define en la reivindicación 1.

45 La barrera térmicamente aislante consta de una pluralidad de bloques aislantes paralelepípedicos rectangulares yuxtapuestos según una malla rectangular regular, constando cada bloque aislante de un revestimiento calorífugo y un panel de tapa que mira hacia el interior del tanque, una cara superior del panel de tapa opuesta al revestimiento calorífugo que soporta una pieza o una banda de anclaje metálico.

50 La membrana estanca está constituida por una membrana metálica ondulada que consta de una primera serie de ondulaciones paralelas y porciones planas situadas entre las ondulaciones paralelas y que descansan sobre la cara superior de los paneles de tapa, estando las ondulaciones paralelas dispuestas paralelamente a una primera dirección de los bloques aislantes paralelepípedicos y separadas por un primer paso de onda, constando la membrana estanca, por ejemplo, de una pluralidad de placas metálicas onduladas soldadas cada una a al menos una pieza o banda de anclaje de la barrera térmicamente aislante.

55 El paso de la malla rectangular según una segunda dirección perpendicular a la primera dirección es igual a dos veces

5 del primer paso de onda, de modo que la primera serie de ondulaciones consta de dos ondulaciones situadas en línea con cada uno de los bloques aislantes, y una porción plana de la membrana estanca situada entre las dos ondulaciones está dispuesta en línea con una zona interna del panel de tapa situada a una distancia bordes del panel de tapa paralelos a la primera dirección, de modo que las dos ondulaciones de la primera serie de ondulaciones están situadas en línea con una zona marginal del panel de tapa situada entre la zona interna y los bordes del panel de tapa paralelos a la primera dirección.

10 El paso de la malla rectangular en cada dirección es sustancialmente igual a una dimensión de los bloques aislantes en esta dirección, aumentada por un posible ancho de intersticio entre bloques aislantes. Este ancho de intersticio puede ser sustancialmente cero y, en cualquier caso, sigue siendo muy pequeño en comparación con el bloque aislante.

La pieza de anclaje metálica de cada bloque aislante está dispuesta al menos en la zona interna del panel de tapa, estando la membrana estanca fijada a la barrera térmicamente aislante por fijación de dichas porciones planas de la membrana estanca a dichas piezas de anclaje de una pluralidad de bloques aislantes, solamente en la zona interna de los paneles de tapa.

15 La membrana estanca se fija de este modo a ciertos o cada uno de los bloques aislantes mediante las piezas de anclaje, pero solamente en la zona interna de los paneles de tapa.

20 Gracias a estas características, cada ondulación en la primera serie, o al menos una gran proporción de las ondulaciones en la primera serie, se encuentra en una situación similar con respecto a su libertad de deformación, dado que una primera porción plana que bordea la ondulación se encuentra situada en el lado de la zona interna del bloque aislante y fijada a la pieza de anclaje, mientras que la segunda porción plana que bordea la ondulación en el otro lado se encuentra situada a horcajadas sobre la zona marginal del bloque aislante, sobre la zona marginal del bloque aislante vecino y sobre la interfaz entre los dos bloques aislantes, sin estar fijada a ninguno de los dos bloques aislantes. En otras palabras, las porciones planas de la membrana estanca están situadas alternativamente sobre la zona interna de los paneles de tapa y en las interfaces entre los bloques aislantes y las zonas marginales adyacentes.

25 El resultado de esta disposición es una membrana metálica ondulada y estanca en la que cualquier ondulación de la primera serie presenta un lado fijado a la barrera aislante y un lado no fijado a la barrera aislante, pero en contacto deslizante sobre la barrera aislante. Este lado no fijado a la barrera aislante aumenta la libertad de deformación de las ondulaciones bajo el efecto de restricciones térmicas y deformaciones de la estructura portante, en particular, desde el casco de un barco por oleaje. De hecho, la distribución de restricciones y de las deformaciones en la membrana metálica ondulada se encuentra más equilibrada durante el servicio y, por lo tanto, se mejora de este modo la vida útil de la membrana metálica ondulada.

30

Según unos modos de realización, tal tanque puede constar de una o varias de las siguientes características.

35 La extensión de la pieza de anclaje puede ser más o menos grande, siempre y cuando la membrana estanca solo esté fijada a la zona interna del panel de tapa. Según un modo de realización, la pieza de anclaje se interrumpe a distancia de los bordes del panel de tapa y está confinada en la zona interna del panel de tapa, y las dos ondulaciones de la primera serie de ondulaciones están situadas a cada lado de la pieza de anclaje de cada uno de los bloques aislantes. En otras palabras, la zona marginal de los paneles de tapa se encuentra situada aquí entre la pieza de anclaje y los bordes del panel de tapa. Esta disposición permite ahorrar material en la pieza de anclaje o en la banda de anclaje o banda de anclaje metálica.

40 Según un modo de realización, un desfase igual a sustancialmente la mitad del primer paso de onda está presente entre las ondulaciones paralelas a la primera dirección y los bordes de los bloques aislantes paralelos a la primera dirección. Gracias a estas características, las ondulaciones paralelas a la primera dirección están dispuestas equidistantes de las interfaces, lo que equilibra mejor las fuerzas sobre estas ondulaciones aún mejor, en particular, cuando estas fuerzas resultan de un desplazamiento relativo de los bloques aislantes subyacentes.

45 La zona interna del panel de tapa designa una zona que se encuentra a distancia de los bordes del panel de tapa, y que puede estar centrada o descentrada con respecto a estos bordes. Según un modo de realización, la pieza de anclaje está dispuesta en el centro del panel de tapa y las dos ondulaciones de la primera serie de ondulaciones se están situadas a igual distancia del centro del panel de tapa.

50 La membrana metálica ondulada se puede realizar en uno o varios trozos, según las dimensiones de la pared y las restricciones logísticas que resultan de ello. Preferentemente, la membrana metálica ondulada consta de una pluralidad de placas metálicas onduladas de forma rectangular, constando cada placa metálica ondulada de dos bordes paralelos a la primera dirección y de dos bordes paralelos a la segunda dirección, siendo la dimensión de una placa metálica ondulada en la segunda dirección igual a un múltiplo entero par del primer paso de onda,

55 y los dos bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la primera dirección están situados esencialmente en las porciones planas de la placa metálica ondulada entre las ondulaciones paralelas a la primera dirección y pasan sobre las piezas de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.

Gracias a estas características, es posible fijar la membrana estanca a las piezas de anclaje al nivel de los bordes de

las placas, lo que facilita el ensamblaje.

5 Según un modo de realización, cada placa metálica ondulada de forma rectangular presenta una zona de borde soldada que se superpone con la zona de borde de las placas metálicas onduladas adyacentes, siendo la zona de borde de una placa metálica ondulada situada encima soldada cada vez sobre la zona de borde de una placa metálica ondulada adyacente situada debajo,
y, a lo largo de los bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la primera dirección, siendo la zona del borde de la placa metálica ondulada situada debajo soldada a las piezas de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.

10 Según un modo de realización, la dimensión de una placa metálica ondulada en la segunda dirección es igual a dos veces el primer paso de onda. Gracias a estas características, una porción plana sobre dos de la membrana estanca contiene el borde de una placa rectangular, que pasa en línea con las piezas de anclaje. De este modo, es posible, realizando soldaduras únicamente en los bordes de las placas, anclar la membrana estanca a las piezas de anclaje al nivel de una porción plana sobre dos de la membrana estanca.

15 La pieza de anclaje metálica puede presentar diferentes geometrías. Ventajosamente, la pieza de anclaje consta de una banda metálica que se extiende paralelamente a la primera dirección o a la segunda dirección. Gracias a estas características, la geometría de la pieza de anclaje está bien adaptada para suministrar una superficie de conexión relativamente extendida con el borde de una placa metálica ondulada.

20 Según un modo de realización, la pieza o banda metálica se interrumpe a distancia de los bordes del panel de tapa y está confinada en la zona interna del panel de tapa, estando dos bandas de protección térmica dispuestas en el panel de tapa en la prolongación de la pieza o banda metálica en la zona marginal del panel de tapa entre la pieza o banda metálica y los bordes del panel de tapa. Gracias a estas características, la soldadura de borde a borde de las placas metálicas onduladas se puede efectuar completamente en línea con piezas o bandas metálicas y bandas de protección térmica, sin someter el panel de tapa a un calentamiento excesivo, lo que permite que el panel de tapa esté realizado de madera u otro material con poca resistencia al calor.

25 Como alternativa, la pieza o banda metálica puede extenderse por toda la longitud del panel de tapa, incluyendo las zonas marginales del panel de tapa, siempre y cuando la membrana estanca esté fijada a la pieza o banda metálica solo en la zona interna del panel de tapa. En ese caso, los extremos de la pieza o banda metálica situados en las zonas marginales son solamente otra forma de protección térmica del panel de tapa.

30 Según un modo de realización, la pieza de anclaje consta de una banda metálica paralela a la primera dirección y de una banda metálica paralela a la segunda dirección que forman una cruz en la zona interna del panel de tapa. Gracias a estas características, la geometría de la pieza de anclaje está bien adaptada para suministrar una superficie de conexión con dos bordes de una placa metálica ondulada en las inmediaciones de una esquina de la placa metálica ondulada.

35 Las enseñanzas indicadas anteriormente con referencia a una primera serie de ondulaciones paralelas también se pueden implementar, de la misma forma, con referencia a una segunda serie de ondulaciones paralelas que se extienden perpendicularmente a la primera serie de ondulaciones, para equilibrar las fuerzas y las deformaciones en las dos direcciones del plano.

Según unos modos de realización correspondientes:

40 - la membrana estanca consta, además, de una segunda serie de ondulaciones paralelas, dispuestas paralelamente a la segunda dirección de los bloques aislantes paralelepípedicos y separadas por un segundo paso de onda, estando dichas porciones planas de la membrana estanca situadas además entre las ondulaciones paralelas a la segunda dirección,
el paso de malla rectangular según la primera dirección, que es sustancialmente igual a una dimensión de los bloques aislantes según la primera dirección, es igual a dos veces el segundo paso de onda, para que la segunda
45 serie de ondulaciones conste de dos ondulaciones situadas en línea con cada uno de los bloques aislantes,
y las dos ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones están situadas en línea con una zona marginal del panel de tapa situada entre la zona interna y los bordes del panel de tapa paralelos a la segunda dirección.

50 - la pieza de anclaje se interrumpe a distancia de los bordes del panel de tapa y está confinada en la zona interna del panel de tapa, y las dos ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones están situadas a cada lado de la pieza de anclaje de cada uno de los bloques aislantes.

- un desfase igual a la mitad del segundo paso de onda está presente entre las ondulaciones paralelas a la segunda dirección y los bordes de los bloques aislantes paralelos a la segunda dirección.

- la pieza de anclaje está dispuesta en el centro del panel de tapa y las dos ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones se están situadas a igual distancia del centro del panel de tapa.

55 - siendo la dimensión de una placa metálica ondulada en la primera dirección igual a un múltiplo entero par del

segundo paso de onda, y los dos bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la segunda dirección están situados esencialmente en las porciones planas de la placa metálica ondulada entre las ondulaciones paralelas a la segunda dirección y pasan sobre las piezas de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.

- 5 - a lo largo de los bordes de la placa metálica ondulada paralela a la segunda dirección, siendo la zona del borde de la placa metálica ondulada situada debajo soldada a las piezas de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.
- la dimensión de una placa metálica ondulada en la primera dirección es igual a dos veces el segundo paso de onda.
- 10 - el primer paso de onda es igual al segundo paso de onda y los bloques aislantes presentan un contorno cuadrado.

Los bloques aislantes se pueden realizar de diferentes maneras. Según un modo de realización, cada bloque aislante paralelepípedo consta de una caja en la que se aloja el revestimiento calorífugo, constando dicha caja de un panel de fondo y paneles laterales que se desarrollan entre dicho panel de fondo y el panel de tapa. Según otro modo de realización, cada bloque aislante paralelepípedo consta de un panel de fondo y de un panel de tapa con un bloque de espuma intercalado que forma dicho revestimiento calorífugo.

Según un modo de realización, la membrana estanca de cada pared del tanque consta de:

- una primera serie de ondulaciones que sobresalen en dirección del interior del tanque y se desarrollan según una primera dirección, y
- 20 - una segunda serie de ondulaciones que sobresalen en dirección del interior del tanque y se desarrollan según una segunda dirección perpendicular a la primera dirección.

Las ondulaciones de la membrana estanca pueden estar formadas de diferentes maneras. Según unos modos de realización, las ondulaciones sobresalen en dirección del interior del tanque con respecto a las porciones planas, o bien, las ondulaciones sobresalen hacia el exterior del tanque con respecto a las porciones planas y se alojan en ranuras realizadas en los paneles de tapa de los bloques aislantes.

- 25 Según un modo de realización, la barrera térmicamente aislante de la primera o segunda pared de tanque consta de bloques aislantes paralelepípedos corrientes que se enfrentan a una cara longitudinal de bloques de borde opuesto a la arista del tanque, constando una cara superior del panel de tapa de cada uno de los bloques aislantes paralelepípedos corrientes de un desprendimiento opuesto a un desprendimiento de la cara superior del panel de tapa del bloque de borde correspondiente, aflorando una placa de conexión alojada conjuntamente en dichos desprendimientos al nivel de la cara superior de dichos paneles de tapa con el fin de formar una superficie de soporte plana continua para la membrana estanca de la primera o segunda pared de tanque. Gracias a esta característica, es posible ajustar una distancia entre la fila de bloques de borde y la primera fila de bloques corrientes sin generar espacios en el soporte de la membrana estanca.

- 35 Según un modo de realización, los espacios entre cada bloque de borde de la primera y/o segunda fila y los bloques aislantes paralelepípedos adyacentes y los espacios entre dichos bloques de borde y la primera pared portante constan de un revestimiento calorífugo intercalado.

Según un modo de realización, las placas metálicas onduladas presentan una forma rectangular, constando cada bloque aislante paralelepípedo de dos bandas de anclaje secantes, desarrollándose cada banda de anclaje paralela a un lado respectivo de las placas metálicas onduladas fijadas sobre dichas bandas de anclaje.

- 40 Según un modo de realización, la barrera térmicamente aislante es una barrera térmicamente aislante secundaria y la membrana estanca es una membrana estanca secundaria, constando la pared de tanque además de una barrera primaria térmicamente aislante dispuesta sobre la membrana estanca secundaria y una membrana estanca primaria soportada por dicha barrera primaria térmicamente aislante.

- 45 Preferentemente en ese caso, las piezas de anclaje metálicas de los bloques aislantes de la barrera térmicamente aislante secundaria soportan órganos de retención primarios, por ejemplo, espárragos o casquillos roscados, y la barrera térmicamente aislante primaria consta de una pluralidad de bloques aislantes paralelepípedos rectangulares yuxtapuestos anclados a los órganos de retención primarios.

- 50 Según un modo de realización, la membrana estanca secundaria consta de cortes para permitir que los órganos de retención primarios sobresalgan por encima de la membrana estanca secundaria, y los bordes de los cortes de la membrana estanca secundaria se sueldan de manera estanca sobre las piezas de anclaje metálicas de los bloques aislantes de la barrera térmicamente aislante secundaria alrededor de los órganos de retención primarios. Preferentemente, estos cortes se realizan en los bordes de las placas rectangulares, pero también se pueden producir en una porción plana situada en el seno de una placa rectangular.

Tal tanque puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo, para almacenar gas

licuado o para ser instalada en una estructura flotante, costera o en aguas profundas, en particular, un barco metanero, un barco de transporte de GLP, una unidad flotante de almacenamiento y de regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento deportado (FPSO) y otros.

5 Según un modo de realización, un barco para el transporte de un producto líquido frío consta de un casco doble y un tanque citado anteriormente dispuesta en el casco.

Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de tal barco, en el que un producto líquido frío se encamina a través de las canalizaciones aisladas hacia o desde una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.

10 Según un modo de realización, la invención proporciona también un sistema de transferencia para un producto líquido frío, constando el sistema de un barco citado anteriormente, canalizaciones aisladas dispuestas para conectar el tanque instalado en el casco del barco con una instalación de almacenamiento terrestre o flotante y una bomba para accionar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas hacia o desde la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.

Breve descripción de las figuras

15 La invención se comprenderá mejor y otros objetos, detalles, características y ventajas de ésta se harán más evidentes en la siguiente descripción de varios modos de realización particulares de la invención, dados únicamente a modo de ilustración y no de limitación, con referencia a los dibujos adjuntos.

20 • La figura 1 es una vista en perspectiva de una porción de tanque para el transporte y/o el almacenamiento de gas licuado, que ilustra una arista del tanque formada por una pared longitudinal del tanque y una pared transversal del tanque, formando la pared transversal del tanque con la pared longitudinal del tanque un ángulo del orden de 90°.

• La figura 2 es una vista detallada despiezada que ilustra una caja térmicamente aislante de borde de la barrera térmicamente aislante de una pared del tanque de la figura 1.

25 • La figura 3 es una vista detallada que ilustra dos cajas térmicamente aislantes de borde de la figura 1, formando estas dos juntas en conjunto una porción de la arista de la barrera térmicamente aislante del tanque de la figura 1.

• La figura 4 es una vista desde arriba esquemática de una pared de tanque al nivel de la arista de 90°, que ilustra una variante de realización de los elementos calorífugos de borde.

30 • La figura 5 es una vista en perspectiva de otra porción de tanque para el transporte y/o el almacenamiento de gas licuado, que ilustra una arista del tanque formado entre dos paredes de tanque longitudinales que presentan un ángulo de 135°.

• La figura 6 es una vista en perspectiva de otra porción de tanque para el transporte y/o el almacenamiento de gas licuado, que ilustra una pared de tanque plana según un primer modo de realización.

• La figura 7 es una vista desde arriba ampliada de un detalle de la pared plana de la figura 6.

• La figura 8 es una vista ampliada de un detalle de la pared plana de la figura 6, en perspectiva arrancada.

35 • La figura 9 y una vista en perspectiva despiezada de un órgano de anclaje según un modo de realización.

• La figura 10 es una vista desde arriba de una pared de tanque plana según un segundo modo de realización.

• La figura 11 es una vista ampliada en perspectiva de un detalle de la pared plana de la figura 10,

• La figura 12 es una vista en perspectiva de la pared plana de la figura 10, que ilustra, además, una barrera térmicamente aislante primaria y una membrana estanca primaria.

40 • La figura 13 es una representación esquemática en corte medio de un tanque de barco metanero o de transporte de GLP y de un terminal de carga/descarga de este tanque.

Descripción detallada de los modos de realización

45 Las figuras se describen a continuación en el marco de una estructura portante constituida por las paredes internas de un doble casco de un barco para el transporte de gas licuado. Tal estructura portante presenta una geometría poliédrica, por ejemplo, de forma prismática. En tal estructura portante, las paredes longitudinales 1 de la estructura portante se extienden paralelas a la dirección longitudinal del barco y forman una sección poligonal en un plano perpendicular a la dirección longitudinal del barco. Las paredes longitudinales 1 se encuentran en las aristas longitudinales 2, que por ejemplo forman ángulos del orden de 135° en una geometría octogonal. La estructura general de tales tanques poliédricos se describe, por ejemplo, con referencia a la figura 1 del documento FR-A-3008765.

Las paredes longitudinales 1 están interrumpidas en la dirección longitudinal del barco por paredes 3 portantes transversales que son perpendiculares a la dirección longitudinal del barco. Las paredes longitudinales 1 y las paredes transversales 3 se encuentran al nivel de las aristas 4 delantera y trasera.

5 Cada pared 1, 3 de la estructura portante soporta una pared de tanque respectiva. Según un primer modo de realización, cada una de las paredes del tanque está compuesta por una sola barrera térmicamente aislante que soporta una sola membrana estanca en contacto con un fluido almacenado en el tanque, tal como gas de petróleo licuado que consta de butano, propano, propeno u otro y que presenta una temperatura de equilibrio comprendida entre -50 °C y 0 °C.

10 Por convenio, el adjetivo "superior" aplicado a un elemento del tanque designa la parte de este elemento orientada hacia el interior del tanque y el adjetivo "inferior" designa la parte de este elemento orientada hacia el exterior del tanque, independientemente de la orientación de la pared del tanque con respecto al campo de gravedad terrestre. Asimismo, el término "arriba" designa una posición situada más cerca del interior del tanque y el término "abajo" significa una posición situada más cerca de la estructura portante, independientemente de la orientación de la pared del tanque con respecto al campo de gravedad terrestre.

15 La figura 1 ilustra un ángulo del tanque al nivel de la arista 4 delantera o trasera entre una de las paredes 1 longitudinales y una de las paredes 3 transversales de la estructura portante que soporta respectivamente una pared de tanque 5 longitudinal y una pared de tanque 6 transversal. La pared de tanque 5 longitudinal y la pared de tanque 6 transversal se encuentran al nivel de una estructura 7 de ángulo del tanque formando un ángulo del orden de 90°. Como la pared de tanque 5 longitudinal y la pared de tanque 6 transversal presenta una estructura similar, solo la pared de tanque 5 longitudinal se describe a continuación. La descripción de la pared de tanque 5 longitudinal se aplica de manera correspondiente a la pared de tanque 6 transversal.

20 La barrera térmicamente aislante de la pared de tanque 5 longitudinal está constituida en una pluralidad de elementos calorífugos anclados sobre toda la pared 1 portante longitudinal. Estos elementos calorífugos forman conjuntamente una superficie plana sobre la cual se ancla la membrana estanca de la pared de tanque 5 longitudinal. Estos elementos calorífugos constan, además, más particularmente de una pluralidad de elementos 8 calorífugos corrientes yuxtapuestos según una malla rectangular regular. La barrera térmicamente aislante de la pared de tanque 5 longitudinal también consta de una fila de elementos 9 calorífugos de borde descritos a continuación con respecto a la figura 2, dispuestos a lo largo de la arista 4. Los elementos 8, 9 calorífugos están anclados sobre la estructura portante por cualquier medio adaptado, como, por ejemplo, con ayuda de órganos 10 de anclaje tales como se describe con respecto a la figura 3. Los elementos 8, 9 calorífugos descansan sobre la pared portante longitudinal por medio de cordones de masilla (no ilustrados) formando líneas paralelas rectilíneas u onduladas. Un espacio 11 intercalado separa los elementos calorífugos de borde opuestos a la fila de elementos 9 calorífugos de borde. Los espacios 11 intercalados de dos paredes de tanque 5 y 6 que forman una arista del tanque están alineados.

30 La membrana estanca de la pared de tanque 5 longitudinal está constituida por una pluralidad de placas 12 metálicas yuxtapuestas entre sí con recubrimiento. Estas placas metálicas 12 son preferentemente de forma rectangular. Las placas metálicas 12 están soldadas entre sí con el fin de asegurar la estanqueidad de la membrana estanca. Preferentemente, las placas metálicas 12 están realizadas de acero inoxidable, por ejemplo, con un espesor de 1,2 mm.

35 Con el fin de permitir la deformación de la membrana estanca en respuesta a las diferentes restricciones sufridas por el tanque, en particular, en respuesta a la contracción térmica resultante de la carga de gas licuado en el tanque, las placas metálicas 12 constan de una pluralidad de ondulaciones 13 orientadas hacia el interior del tanque. Más particularmente, la membrana estanca de la pared del tanque longitudinal 5 consta de una primera serie de ondulaciones 13 y una segunda serie de ondulaciones 13 que forman un motivo rectangular regular. Como se ilustra en la figura 1, la primera serie de ondulaciones 13 es paralela a la arista 4 y la segunda serie de ondulaciones 13 es perpendicular a la arista 4. Preferentemente, las ondulaciones 13 se desarrollan paralelas a los bordes de las placas metálicas rectangulares. La distancia entre dos ondulaciones sucesivas 13 de una serie de ondulaciones es, por ejemplo, del orden de 600 mm.

40 Para asegurar la continuidad de la barrera aislante 2 al nivel de la estructura de ángulo 7, las placas metálicas de ángulo 15 están soldadas dispuestas sobre los elementos calorífugos de borde 9 perpendiculares. Estas placas metálicas de ángulo 15 constan de dos porciones planas 16 situadas en los planos de la membrana estanca de cada pared del tanque 5 y 6 respectivamente.

La figura 2 representa una vista en perspectiva despiezada de un elemento calorífugo de borde aislante 9 de la figura 1.

55 El elemento calorífugo de borde 9 consta de un panel de fondo 17, de paneles laterales 18 y de un panel de tapa 19. Todos estos paneles 17, 18, 19 son de forma rectangular y delimitan un espacio interno del elemento calorífugo de borde 9. El panel de fondo 17 y el panel de tapa 19 se desarrollan paralelos entre sí y, como se ilustra en la figura 1, paralelamente a la pared portante. Los paneles laterales 18 se desarrollan perpendicularmente al panel de fondo 17. Los paneles laterales 18 conectan el panel de fondo 17 y el panel de tapa 19 sobre toda la periferia del elemento

- calorífugo de borde 9. Los espaciadores portantes 20 están dispuestos entre el panel de fondo 17 y el panel de tapa 19 en el espacio interno del elemento calorífugo de borde 9. Estos espaciadores 20 portadores se desarrollan paralelamente a paneles 21 laterales longitudinales. Los paneles 22 laterales transversales que se desarrollan perpendicularmente a los paneles 21 laterales longitudinales constan de orificios 23 pasantes. Estos orificios 23 pasantes están destinados a permitir la circulación de gas inerte en la barrera térmicamente aislante. Los paneles los espaciadores portadores se unen por cualquier medio apropiado, por ejemplo, tornillos, grapas o puntas, y conjuntamente forman una caja en la que se dispone un revestimiento 24 aislante calorífugo. Este revestimiento 24 calorífugo es preferentemente no estructural, por ejemplo, perlita o lana de vidrio.
- El panel 17 de fondo consta de rebordes 25 longitudinales que sobresalen desde los paneles 21 laterales longitudinales. El panel 17 de fondo también consta de un reborde 26 transversal que sobresale desde uno de los paneles 22 laterales transversales. Los listones 27 están soportados por los rebordes 25, 26 del panel 17 de fondo. En el ejemplo ilustrado en la figura 2, cada extremo de los rebordes 25 longitudinales soporta un listón 27 respectivo y una porción central del reborde 26 transversal soporta un listón 27. En una variante ilustrado en la figura 3, el listón 27 soportado por el reborde 26 transversal se desarrolla sobre todo el ancho del elemento 9 calorífugo de borde.
- El panel 19 de tapa consta, sobre una cara superior opuesta al revestimiento 24 calorífugo, de un desprendimiento 28 transversal. Este desprendimiento 28 transversal está ubicado en línea con el panel 22 lateral transversal desde el cual sobresale el reborde 26 transversal del panel 17 de fondo. Este desprendimiento 28 transversal consta de una muesca 65 situada en línea con el listón 27 soportada por el reborde 26 transversal. Se pueden usar numerosos procedimientos para realizar el panel 19 de tapa. En el modo de realización ilustrada en la figura 2, dos placas de madera contrachapada que presentan diferentes dimensiones se superponen con el fin de formar el panel 19 de tapa que presenta el desprendimiento 28 transversal. En un modo de realización no ilustrado, el panel de tapa está realizado por una placa de madera contrachapada en la que se produce un fresado con el fin de formar el desprendimiento transversal.
- La cara superior del panel 19 de tapa también consta de un fresado 29 transversal y de un fresado 30 longitudinal. El fresado 29 transversal se desarrolla según una dirección paralela al ancho del panel 19 de tapa sobre todo el ancho del panel 19 de tapa. El fresado 29 transversal está situado cerca del lado transversal del panel 17 de tapa opuesto al reborde 26 transversal. El fresado 30 longitudinal se desarrolla según una dirección paralela a la longitud del panel 19 de tapa por toda la longitud del panel 19 de tapa. Preferentemente, este fresado 30 longitudinal está centrado sobre el ancho del panel de 19 tapa. En el modo de realización ilustrada en la figura 2, el fresado 30 longitudinal está situado en la prolongación de la muesca 65.
- Una banda 31 de anclaje longitudinal está alojada en el fresado 30 longitudinal. Esta banda 31 de anclaje longitudinal presenta una longitud inferior a la longitud del panel 19 de tapa. Una protección 54 térmica (ilustrada en la figura 3) está alojada en la porción del fresado 30 longitudinal que no consta de la banda 31 de anclaje longitudinal.
- Asimismo, una banda 32 de anclaje transversal está alojada en el fresado 29 transversal del panel 19 de tapa. Sin embargo, esta banda 32 de anclaje transversal se desarrolla sobre todo el ancho del panel 19 de tapa. Cada extremo de la banda 32 de anclaje transversal consta de una lengüeta 33. Esta lengüeta 33 sobresale desde un lado longitudinal respectivo del panel 19 de tapa.
- De manera análoga a los elementos 9 calorífugos de borde, cada elemento 8 calorífugo corriente consta, sobre en una cara superior de dos bandas 14 de anclaje perpendiculares alojadas en los respectivos fresados y atornilladas o remachadas a los paneles de tapa. Las bandas 14 de anclaje están preferentemente dispuestas paralelamente a las ondulaciones 13. Las bandas 14 de anclaje se desarrollan sobre una porción central de los fresados en los que están alojados. Las protecciones 54 térmicas están alojadas en los extremos de los fresados.
- Las placas 12, 15 metálicas de la membrana estanca están soldadas sobre las bandas 14, 31, 32 de anclaje sobre las que descansan. Las protecciones 54 térmicas evitan la degradación de los elementos 8, 9 calorífugos durante la soldadura de las placas 12, 15 metálicas entre sí a lo largo de sus bordes. Las protecciones 54 térmicas se realizan de material resistente al calor, por ejemplo, de material compuesto a base de fibras de vidrio. La soldadura de las placas 12, 15 metálicas en las bandas 14, 31, 32 de anclaje permite retener la membrana estanca sobre la barrera aislante, pero provoca la transmisión de fuerzas de tracción por las placas 12, 15 metálicas a las bandas 14, 31, 32 de anclaje sobre las que están soldadas.
- La lengüeta 33 consta de una porción 34 de separación que se desarrolla desde el panel 19 de tapa en la prolongación del fresado 29 transversal. Esta lengüeta consta, además, de una porción 35 de acoplamiento que se desarrolla desde un extremo de la porción 34 de separación opuesta al panel 19 de tapa. La porción 35 de acoplamiento se desarrolla en la dirección del panel 17 de fondo. La porción 35 de acoplamiento consta de una ranura 52 orientada hacia el lado transversal del panel 19 de tapa que presenta el desprendimiento 65.
- Las bandas 31, 32 de anclaje se fijan sobre el panel 19 de tapa por cualquier medio adaptado, por ejemplo, por remachado. La fijación de la banda 32 de anclaje transversal se realiza para presentar un juego según una dirección longitudinal del panel 19 de tapa, por ejemplo, del orden de una a algunas décimas de milímetro. Por lo general, en el caso de una fijación por remachado, los orificios (no ilustrados) del panel 19 de tapa atravesados por los remaches de

fijación de la banda 32 de anclaje transversal presentan una dimensión longitudinal superior al espesor del remache. Asimismo, la banda 32 de anclaje transversal está alojada en el fresado 29 transversal con un juego. Tales juegos permiten la transmisión de fuerzas de tracción generadas en la dirección longitudinal del panel 19 de tapa por la membrana estanca soldada sobre las bandas 31, 32 de anclaje, sin que estas fuerzas se transmitan sustancialmente al panel 19 de tapa.

La figura 3 es una vista detallada que ilustra un elemento calorífugo de borde 36 longitudinal y un elemento calorífugo de borde 37 transversal que pertenece a la pared de tanque 5 longitudinal y la pared de tanque 6 transversal. El elemento 36 calorífugo de borde longitudinal y el elemento 37 calorífugo de borde transversal forman conjuntamente la estructura 7 de ángulo. El borde transversal del elemento calorífugo 36 de borde longitudinal que no presenta el desprendimiento 65 y el borde transversal del elemento 37 calorífugo de borde transversal que no presenta el desprendimiento 65 están unidos. Como el elemento 36 calorífugo de borde longitudinal presenta una estructura similar a la estructura del elemento calorífugo 37 de borde transversal, solo el elemento 36 de borde longitudinal ilustrado en la figura 3 se describe a continuación. La descripción de este elemento 36 calorífugo de borde longitudinal se aplica por analogía al elemento 37 calorífugo de borde transversal.

Los órganos 10 de anclaje ilustrados en la figura 3 consta cada uno de un espárrago 38 soldado sobre la pared 1 portante longitudinal. Cada espárrago 38 se desarrolla perpendicularmente a la pared 1 portante longitudinal. Un extremo de los espárragos opuestos a la pared 1 portante longitudinal consta de una roscado. Una placa 39 de apoyo de forma cuadrada consta de un orificio central (no ilustrado) atravesado por el espárrago 38. Una tuerca 40 está montada en el extremo roscado del espárrago 38. La placa 39 de apoyo de cada espárrago 38 se mantiene de este modo apoyada por dicha tuerca 40 contra una cara superior de un listón 27 respectivo soportado por una reborde 25, 26 correspondiente del panel 17 de fondo. En una variante no ilustrada, la placa de apoyo descansa directamente sobre el reborde del panel de fondo del elemento calorífugo.

Como se ilustra en la figura 1, tales órganos 10 de anclaje también están dispuestos en las esquinas de cada elemento 8 calorífugo corriente. Las paredes laterales de cada elemento 8 calorífugo corriente constan de un reborde. Un listón 27 está dispuesto sobre cada uno de los extremos de dicho reborde. Cada listón 27 de los elementos 8 calorífugos corrientes coopera con un órgano 10 de anclaje respectivo, cooperando un mismo órgano 10 de apoyo con los listones 27 de una pluralidad de elementos 8 calorífugos corrientes adyacentes. Los ángulos de los elementos 8 de calorífugos corrientes adyacentes constan de un espacio libre que forma conjuntamente una chimenea en línea con un órgano 10 de fijación correspondiente. Esta chimenea permite el atornillado de la tuerca 40 sobre el espárrago del órgano 10 de fijación. Esta chimenea se rellena con un revestimiento 41 calorífugo y se recubre con una placa 42 de obturación con el fin de formar una superficie plana con los paneles de tapas de los elementos calorífugos.

En el modo de realización ilustrado en la figura 1, cada elemento 8 calorífugo corriente presenta un ancho, tomado paralelamente a la arista 4, dos veces superior al ancho de los elementos calorífugos 9 de borde. Los elementos 8 calorífugos corrientes y los elementos 9 calorífugos de bordes están dispuestos de modo que las esquinas de dos elementos 8 calorífugos corrientes adyacentes estén situados a la mitad del ancho de un elemento 9 calorífugo de borde, en línea con el reborde 26 transversal de un respectivo elemento 9 calorífugo de borde. El órgano 10 de anclaje asociado con dichas esquinas de los elementos 8 calorífugos corrientes coopera de este modo tanto con los listones 27 de dichos elementos 8 calorífugos corrientes como con el listón 27 soportado por el reborde 26 transversal. La muesca 65 del elemento calorífugo 9 de borde permite el paso de las herramientas necesarias para el atornillado de la tuerca de dicho órgano 10 de anclaje.

En un modo de realización no ilustrado, los elementos calorífugos corrientes y los elementos calorífugos de bordes presentan el mismo ancho, pero están desfasados entre sí en relación con una dirección paralela a la arista. De este modo, las esquinas de dos elementos calorífugos corrientes adyacentes están situadas a la mitad del ancho de un elemento calorífugo de borde y en línea con el reborde transversal de dicho elemento calorífugo de borde.

Por otra parte, los elementos 8 calorífugos corrientes situados enfrente de los elementos 9 calorífugos de borde constan de un desprendimiento análogo al desprendimiento 28 de dicho elemento 9 calorífugo de borde frente a dicho desprendimiento 28 del elemento 9 calorífugo de borde. Las bandas 53 de cobertura están alojadas conjuntamente en los desprendimientos de los elementos 8 calorífugos corrientes y de los elementos 9 calorífugos de borde enfrentados con el fin de recubrir un espacio entre dichos elementos 8 y 9 calorífugos. Este espacio está lleno de revestimiento calorífugo como, por ejemplo, lana de vidrio. Tales bandas de cubierta afloran al nivel de la cara superior de los paneles de tapa de los elementos 8 y 9 calorífugo con el fin de ofrecer una superficie plana continua a la membrana estanca. Por otra parte, tales bandas 53 de cobertura permiten compensar los juegos de construcción que pueden aparecer durante la construcción del tanque.

Adicionalmente, los espacios 55 situados entre los elementos 9 calorífugos de borde y las paredes 1 y 3 portantes enfrentados entre sí están ventajosamente llenos de revestimiento calorífugo tal como lana de vidrio.

La figura 4 representa una vista esquemática superior de una pared de tanque al nivel de una arista según una variante de realización. Los mismos números de referencia se usan para elementos que presentan la misma estructura y/o la misma función.

En la variante ilustrada en la figura 4, los elementos 9 calorífugos de borde presentan un ancho cercano al ancho de los elementos 8 calorífugos corrientes. El ancho de los elementos 8 calorífugos corrientes es, por ejemplo, de alrededor de 1200 mm y el ancho de los elementos 9 calorífugos de borde del orden de 1160 mm. En esta variante, las ondulaciones (no ilustradas) de las placas metálicas (no ilustradas) no se colocan en línea con los espacios 111 intercalados, sino sobre los paneles 19 de tapa de los elementos 9 calorífugos de borde. Por otra parte, las placas metálicas (no ilustradas) están soldadas sobre las bandas 32 de anclaje de forma discontinua y únicamente al nivel de una porción 56 central de la banda 32 de anclaje. Esta soldadura discontinua de las placas metálicas permite que las ondulaciones trabajen en extensión con el fin de compensar las deformaciones de la membrana estanca. Los elementos 9 calorífugos de borde están centrados en los elementos 8 calorífugos corrientes. Asimismo, las bandas 14 y 31 de anclaje están dispuestas coaxialmente según una dirección perpendicular a la arista.

La figura 5 representa una arista de tanque entre dos paredes de tanques 5 longitudinales que forman un ángulo del orden de 135°. Tal arista de tanque presenta una estructura similar a la estructura 7 de ángulo de tanque que forma un ángulo de 90° tal como se describe con respecto a las figuras 1 a 3. Los mismos números de referencia se usan para elementos que presentan la misma estructura y/o la misma función.

Con referencia a las figuras 6 a 8, ahora se describirá con más detalle una pared plana del tanque. A este respecto, cabe señalar que la pared plana se realiza según un motivo periódico en las dos direcciones del plano, motivo que, por lo tanto, puede repetirse sobre extensiones más o menos grandes según las dimensiones de las superficies a recubrir. De hecho, el número de elementos 8 calorífugos corrientes mostrados en las figuras no es limitante, puede modificarse en un sentido u otro según las necesidades que surgen de la geometría de la estructura portante. Además, sobre una pared plana de gran extensión, puede existir localmente una o varias zonas singulares donde la malla debe ser modificada para contornear un obstáculo o acoger un equipo particular.

Sobre la porción plana de la pared 1 o 3 portante, la barrera térmicamente aislante está constituida esencialmente por elementos 8 calorífugos corrientes yuxtapuestos según la malla rectangular regular. Como una muestra de esta malla consta de dos filas de cuatro elementos 8 calorífugos corrientes, cada una se muestra en la figura 6 con fines de ilustración.

Los bordes de los elementos 8 calorífugos corrientes, así como los bordes de las placas 12 metálicas, son paralelos a las dos direcciones definidas por las ondulaciones 13. Debido a que el paso de onda de la membrana estanca es el mismo en las dos direcciones definidas por las ondulaciones 13, los elementos 8 calorífugos corrientes presentan una forma de contorno cuadrado. En efecto, la dimensión de los elementos 8 calorífugos corrientes es igual a dos veces el paso de onda en cada una de las dos direcciones. El contorno sería rectangular si los pasos de onda fueran diferentes en las dos direcciones.

En el centro del panel de tapa de cada elemento 8 calorífugo corriente, las dos bandas 14 de anclaje dispuestas en forma de cruz y cuyas ramas también son paralelas a las dos direcciones definidas por las ondulaciones 13, con el fin de hacer coincidir con los bordes de las placas 12 metálicas.

Como se ve mejor en la figura 7, el hecho de que las bandas 14 de anclaje están confinadas en una zona central del panel de tapa a distancia de los bordes de los elementos 8 calorífugos corrientes y que las ondulaciones se extienden en zonas marginales del panel de tapa situadas entre las bandas 14 de anclaje y los bordes de los elementos 8 calorífugos corrientes, cada ondulación 13 se encuentra dispuesta entre una porción 101 plana que no está fijada a la barrera térmicamente aislante y que se extiende por una interfaz 103 entre los elementos 8 calorífugos corrientes y como máximo una porción 102 plana que está fijada a la barrera térmicamente aislante mediante soldadura en las bandas 14 de anclaje. En otras palabras, como se ve mejor en la figura 6, cada una de las ondulaciones 13 está dispuesta entre, por un lado, porciones planas que se fijan a la barrera térmicamente aislante en proporción a un paso de onda sobre dos (es decir, las porciones 102) y, por otro lado, porciones 101 planas que sean libres de deslizarse libremente sobre los elementos 8 calorífugos corrientes. Esta propiedad se puede mantener sobre una porción de o toda la longitud total de la pared de tanque y/o una porción de o todo el ancho de la pared de tanque repitiendo el motivo. Esto da como resultado un equilibrado de las deformaciones transmitidas a las diferentes ondulaciones 13.

La figura 8 muestra que la estructura general del elemento 8 calorífugo corriente es, excepto las diferencias dimensionales y las bandas 14 de anclaje, muy similar al del elemento 9 calorífugo de borde. El elemento 8 calorífugo corriente consta de este modo de un panel 117 de fondo, dos paneles 121 laterales longitudinales, dos paneles 122 laterales transversales y un panel 119 de tapa. Todos estos paneles son de forma rectangular y delimitan un espacio interno del elemento calorífugo. El panel 117 de fondo y el panel 119 de tapa se desarrollan paralelamente entre sí y paralelamente a la pared portante. Los paneles 121, 122 laterales se desarrollan perpendicularmente al panel 117 de fondo y conectan el panel 17 de fondo y el panel 119 de tapa sobre toda la periferia del elemento calorífugo. Los espaciadores portadores, no representados, están dispuestos entre el panel 117 de fondo y el panel 119 de tapa en el espacio interno del elemento calorífugo, paralelamente a los paneles 121 laterales longitudinales. Los paneles 122 laterales transversales que se desarrollan perpendicularmente a los paneles 121 laterales longitudinales constan de orificios 123 pasantes. Estos orificios 23 pasantes están destinados a permitir la circulación de gas inerte en la barrera térmicamente aislante. Los paneles los espaciadores portadores se unen por cualquier medio apropiado, por ejemplo, tornillos, grapas o puntas, y conjuntamente forman una caja en la que se dispone un revestimiento aislante calorífugo no representado. Este revestimiento calorífugo es preferentemente no estructural, por ejemplo, perlita o lana de vidrio

o espuma de polímero de baja densidad, por ejemplo, del orden de 10 a 30 kg/m³.

El panel 117 de fondo consta de rebordes 125 longitudinales que sobresalen desde los paneles 121 laterales longitudinales y rebordes 126 transversales que sobresalen desde los paneles 122 laterales transversales. Los listones 127 son soportados por los rebordes 125 longitudinales, al nivel de las esquinas del elemento 8 calorífugo corriente para cooperar con los órganos 10 de anclaje.

La figura 8 también muestra los cordones 60 de masilla sobre las que descansa un elemento 8 calorífugo corriente. Estos cordones 60 de masilla son preferentemente no adhesivos para permitir el juego de deslizamiento del elemento 8 calorífugo corriente con respecto a la pared portante. El anclaje de los elementos 8 calorífugos corrientes a la pared portante se realiza cada vez con ayuda de cuatro órganos 10 de anclaje dispuestos en las cuatro esquinas, en los que un órgano 10 de anclaje coopera cada vez con cuatro elementos 8 calorífugos corrientes adyacentes.

Ejemplo de dimensionamiento

En un ejemplo de realización, las dimensiones del elemento 8 calorífugo corriente son: espesor 220 mm, ancho 1200 mm, longitud 1200 mm, para un paso de onda de 600 mm en ambas direcciones. El ancho del intersticio entre los elementos 8 calorífugos corrientes es insignificante aquí. El paso de onda se define aquí como la distancia entre las aristas del vértice de dos ondulaciones 13 paralelas y adyacentes. El espesor se puede modificar en función de la exigencia en términos de rendimiento térmico del tanque. El paso de onda se puede modificar en función de la exigencia en términos de flexibilidad de la membrana estanca, lo que implica modificar la dimensión del elemento 8 calorífugo corriente de una manera correspondiente.

En la figura 6, la placa 12 metálica única representada presenta dimensiones de dos pasos de onda por seis pasos de onda. Sin embargo, las placas 12 metálicas que forman la membrana estanca pueden dimensionarse de diferentes maneras, siempre que correspondan a un número entero par del paso de onda en cada una de las dos direcciones del plano. De este modo, las esquinas de las placas y los bordes de las placas 12 metálicas están todas ubicadas en línea con las bandas 14 de anclaje de los elementos 8 calorífugos corrientes que soportan la placa 12 metálica. Preferentemente, la dimensión de la placa 12 metálica es igual a dos pasos de onda en al menos una dirección del plano, de modo que sea suficiente realizar soldaduras sobre las bandas 14 de anclaje situadas a lo largo del contorno de la placa 12 metálica para obtener el anclaje deseado, asegurando que solo un borde de cada ondulación esté fijado a la barrera aislante.

Alternativamente, es posible realizar la membrana estanca con placas 12 metálicas más grandes que dos pasos de onda en las dos direcciones de plano, con la condición de realizar soldaduras adicionales de las porciones planas situadas a distancia de los bordes de la placa metálica sobre las bandas 14 de anclaje subyacentes,

La figura 9 muestra una variante de realización del órgano 10 de anclaje. En ese caso, el espárrago 38 roscado no está soldado directamente a la pared portante. Por el contrario, se atornilla en una tuerca 61 ranurada alojada en una base 62 hueca. La base 62 hueca que contiene la tuerca 61 ranurada se ha soldado previamente a la pared portante. De este modo, el montaje del espárrago 38 roscado se simplifica. La figura 9 también muestra una pila de arandelas Belleville insertadas entre la placa 39 de apoyo y la tuerca 40.

Se coloca un listón 63 de espesor sobre la pared portante alrededor de la base 62 hueca para recibir las esquinas de los cuatro elementos 8 calorífugos corrientes adyacentes que descansarán sobre el mismo. Los listones 63 de espesor y los cordones 60 de masilla sirven para compensar los defectos de planicidad de la pared portante y, de este modo, ofrecen una superficie superior plana para hacer descansar los elementos 8 calorífugos corrientes.

Por otra parte, un listón 64 de posicionamiento que sobresale por encima del listón 63 de espesor está montado en la abertura central de listón 63 de espesor, alrededor de la base 62 hueca. Los listones 64 de posicionamiento sirven como tope para posicionar las esquinas de los elementos 8 calorífugos corrientes. De manera más precisa, el reborde 125 longitudinal es exactamente la longitud del panel 121 lateral longitudinal y el reborde 126 transversal es exactamente la longitud del panel 122 lateral transversal, de modo que las superficies de extremo verticales del reborde 125 longitudinal y del reborde 126 transversal al nivel de la esquina forman dos superficies ortogonales que pueden entrar en contacto contra dos facetas correspondientes del listón 64 de posicionamiento, cuya periferia es octogonal.

Las figuras 6 a 8 también muestran que cada placa 12 metálica ondulada consta de, un desfase de espesor en una zona de borde 66 elevada a lo largo de dos bordes sobre cuatro, siendo los otros dos bordes planos. La zona de borde 66 elevada sirve para recubrir la zona de borde plana con una placa 12 metálica adyacente y finalmente se soldará a la misma de manera continua para asegurar una conexión estanca entre las dos placas 12 metálica. La zona del borde 66 elevada se obtiene mediante una operación de plegado también llamada trote.

La técnica descrita anteriormente para realizar un tanque que presenta una sola membrana estanca también se puede usar en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo, para constituir un tanque de doble membrana para gas natural licuado (GNL) en una instalación terrestre o en una estructura flotante, como un barco de GNL u otro. En este contexto, se puede considerar que la membrana estanca ilustrada en las figuras anteriores es una membrana estanca secundaria, y que una barrera aislante primaria, así como una membrana estanca primaria, no representadas, aún debe agregarse a esta membrana estanca secundaria. De esta manera, esta técnica también se puede aplicar a

tanques que presentan una pluralidad de barreras térmicamente aislantes y membranas estancas superpuestas.

Un segundo modo de realización de la pared plana de tanque, más particularmente adaptado para un tanque de doble membrana, ahora se describirá con referencia a las figuras 10 a 12.

5 En la figura 12, en la vista en corte medio se muestra la estructura multicapa de un tanque estanco y térmicamente aislante de almacenamiento de un fluido.

10 Cada pared del tanque consta, desde el exterior hacia el interior del tanque, de una barrera 201 de aislamiento térmico secundario que consta de bloques 202 aislantes yuxtapuestos y fijados a la estructura 203 portante, una membrana 204 estanca secundaria soportada por los bloques 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundario, constando una barrera 205 de aislamiento térmico primaria de bloques 206 aislantes yuxtapuestos y anclados a los bloques 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria mediante órganos de retención primarios y una membrana 207 estanca primaria, soportada por los bloques 206 aislantes de la barrera 205 de aislamiento térmico primaria y destinada a estar en contacto con el fluido criogénico contenido en el tanque.

15 La estructura 203 portante puede ser en particular una lámina metálica autoportante o, más generalmente, cualquier tipo de tabique rígido que presenta propiedades mecánicas apropiadas. La estructura 203 portante puede estar formada en particular por el casco o el doble casco de un barco. La estructura 203 portante consta de una pluralidad de paredes que definen la forma general del tanque, generalmente una forma poliédrica.

20 La barrera 201 de aislamiento térmico secundaria consta de una pluralidad de bloques 202 aislantes unidos a la estructura 203 portante por medio de cordones de resina adhesiva, no ilustrados. Los cordones de resina deben ser suficientemente adhesivos para asegurar solos el anclaje de los bloques 202 aislantes. Alternativamente o en combinación, los bloques 202 aislantes pueden anclarse por medio de los órganos 10 de anclaje mencionados anteriormente o dispositivos mecánicos similares. Los bloques 2 aislantes presentan sustancialmente la forma de un paralelepípedo rectangular.

25 Como se ilustra en la figura 11, cada uno de los bloques 202 aislantes consta de una capa 209 de espuma polimérica aislante intercalada entre una placa 210 rígida interna, que constituye un panel de tapa y una placa 211 rígida externa, que constituye un panel de fondo. Las placas rígidas, interna 210 y externa 211, son, por ejemplo, placas de madera contrachapada pegadas sobre dicha capa 209 de espuma de polímero aislante. La espuma de polímero aislante puede ser en particular una espuma a base de poliuretano. La espuma de polímero está reforzada ventajosamente por fibras de vidrio que contribuyen a reducir su contracción térmica.

30 Como se ilustra en la figura 10, los bloques 202 aislantes están yuxtapuestos según filas paralelas y separados entre sí por intersticios 212 garantizando un juego funcional de montaje. Los intersticios 212 están llenos de un revestimiento calorífugo, no representado, tal como lana de vidrio, lana de roca o espuma sintética flexible con celdas abiertas, por ejemplo. El revestimiento calorífugo está realizado ventajosamente de un material poroso para proporcionar espacios de circulación de gas en los intersticios 212 entre los bloques aislantes 202. Ventajosamente, tales espacios de circulación de gas se usan con el fin de permitir la circulación de gas inerte, tal como el nitrógeno, en el seno de la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria para mantenerla bajo una atmósfera inerte y evitar de este modo que el gas combustible se encuentre en un rango de concentración explosiva y/o con el fin de colocar la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria en depresión con el fin de aumentar su poder aislante. Esta circulación de gas también es importante para facilitar la detección de posibles fugas de gas combustible. Los intersticios 212 presentan, por ejemplo, un ancho del orden de 30 mm.

40 La placa 210 interna presenta dos series de dos ranuras 214 y 215, perpendiculares entre sí, para formar una red de ranuras. Cada una de las series de ranuras 214 y 215 es paralela a dos lados opuestos de los bloques 202 aislantes. Las ranuras 214 y 215 están destinadas a la recepción de ondulaciones, sobresaliendo hacia el exterior del tanque, formadas en las láminas metálicas de la barrera 204 de estanqueidad secundaria. De manera más precisa, la placa 210 interna consta de dos ranuras 214 que se extienden según una dirección del bloque 202 aislante y dos ranuras 45 215 que se extienden según la otra dirección del bloque 202 aislante, cuyas dimensiones son, como se describió en el primer modo de realización, igual a dos pasos de onda por dos pasos de onda.

50 Las ranuras 214 y 215 pasan completamente a través del espesor de la placa interna 210 y desembocan de este modo al nivel de la capa de espuma 209 de polímero aislante. Por otra parte, los bloques aislantes 202 constan en las zonas de cruce entre las ranuras 214 y 215, de orificios 216 de espacio libre formados en la capa 209 de espuma polimérica aislante. Los orificios 216 de espacios libres permiten el alojamiento de las zonas de nudo, formados en las intersecciones entre las ondulaciones de las láminas metálicas de la barrera 204 de estanqueidad secundaria. Estas zonas de nudo presentan un vértice que sobresale hacia el exterior del tanque.

55 Por otra parte, como se ilustra en la figura 10, la placa 210 interna está equipada con placas 217 y 218 metálicas para el anclaje del borde de las láminas metálicas onduladas de la membrana 204 estanca secundaria a los bloques 202 aislantes. Las placas 217 y 218 metálicas están situadas en la zona central cuadrada de la placa 210 interna delimitada entre las ranuras 214 y 215 formadas en la placa 210 interna. De manera más precisa, la placa 217 metálica central presenta una forma cuadrada y está situada en el centro de la placa 210 interna, mientras que las dos o cuatro placas 218 alargadas están dispuestas alrededor de la placa 217 metálica central en forma de una o dos bandas que cruzan

completamente la zona 210 central cuadrada de la placa interna. En las zonas marginales de la placa 210 interna situadas entre las ranuras 214 y 215 y los bordes de la placa 210 interna, las bandas 54 de protección térmica están dispuestas en la prolongación de las placas 218 alargadas. La estructura y función de las bandas 54 de protección térmica se han descrito anteriormente.

5 La figura 10 muestra de este modo dos tipos de bloques 202 aislantes. Los bloques 202 aislantes situados al nivel de las esquinas de las placas 224 metálicas, de forma rectangular, que forman la membrana 204 estanca secundaria soportan cuatro placas 218 alargadas que forman de este modo dos bandas perpendiculares que se cruzan al nivel de la placa 217 central, y respectivamente paralelas a los dos bordes de la placa 224 metálica. Los bloques 202
10 aislantes situados al nivel de los bordes de las placas 224 metálicas a una distancia de las esquinas soportan solamente dos placas 218 alargadas que forman de este modo una banda paralela al borde de la placa 224 metálica.

En una variante, todos los bloques 202 aislantes podrían soportar las cuatro placas 218 alargadas, por medida de estandarización de la fabricación.

15 Las placas 217 y 218 metálicas están fijadas sobre la placa 210 interna del bloque 202 aislante, por tornillos, remaches, grapas, por pegado o combinación de varios de estos medios, por ejemplo. Las placas 217 y 218 metálicas se colocan en huecos formados en la placa 210 interna de tal modo que la superficie interna de las placas 217 y 218 metálicas esté aflore en la superficie interna de la placa 210 interna.

20 La placa 210 interna también está equipada con espárragos 219 metálicos roscados que sobresalen hacia el interior del tanque, y destinados a asegurar la fijación de la barrera 205 de aislamiento térmico primaria en los bloques 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundario. Los espárragos 219 pasan a través de orificios realizados en las placas 17 metálicas.

25 En relación con las figuras 10 a 12, se observa que la barrera de estanqueidad secundaria consta de una pluralidad de placas 224 metálicas onduladas, cada una de las cuales tiene una forma sustancialmente rectangular. Las placas 224 metálicas onduladas están dispuestas de manera desfasada con respecto a los paneles 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria de tal manera que cada una de dichas placas 224 metálicas onduladas se extiende conjuntamente sobre al menos cuatro paneles 202 aislantes adyacentes.

30 Cada placa 224 metálica ondulada presenta una primera serie de ondulaciones 13 paralelas que se extienden según una primera dirección y una segunda serie de ondulaciones 13 paralelas que se extienden según una segunda dirección. Las direcciones de la serie de ondulaciones 13 son perpendiculares. Cada una de las series de ondulaciones 13 es paralela a dos bordes opuestos de la placa 224 metálica ondulada. Las ondulaciones 13 sobresalen aquí hacia el exterior del tanque, es decir, en la dirección de la estructura 203 portante. La placa 224 metálica ondulada consta, entre las ondulaciones 13, de una pluralidad de porciones planas. Al nivel de cada cruce entre dos ondulaciones 13, la lámina metálica consta de una zona 227 de nudo. La zona 227 de nudo consta de una porción central que presenta un vértice que sobresale hacia el exterior del tanque.

35 En el modo de realización representado, las ondulaciones 13 de la primera serie y de la segunda serie presentan alturas idénticas. Como se describió en el primer modo de realización, sin embargo, es posible prever que las ondulaciones 13 de la primera serie presenten una altura superior a las ondulaciones 13 de la segunda serie o viceversa.

40 Como se representa en la figura 11, las ondulaciones 13 de las placas 224 metálicas onduladas están alojadas en las ranuras 214 y 215 realizadas en la placa 210 interna de los paneles 202 aislantes. Las placas 224 metálicas onduladas adyacentes están soldadas entre sí, con un recubrimiento al nivel de la zona 66 de borde elevado descrita anteriormente. El anclaje de las placas metálicas 224 onduladas sobre las placas 217 y 218 metálicas se realiza por soldaduras por punteo.

45 Las placas 224 metálicas onduladas constan, a lo largo de sus bordes longitudinales y al nivel de sus cuatro esquinas, de cortes 228 que permiten el paso de los espárragos 219 destinados a asegurar la fijación de la barrera 205 de aislamiento térmico primaria sobre la barrera 201 de aislamiento térmico secundario.

Las placas 224 metálicas onduladas son, por ejemplo, realizadas de Invar®: es decir, una aleación de hierro y níquel cuyo coeficiente de dilatación está comprendido típicamente entre $1.2 \cdot 10^{-6}$ y 2.10^{-6} K^{-1} , o en una aleación de hierro con un alto contenido de manganeso, cuyo coeficiente de dilatación es típicamente del orden de 7.10^{-6} K^{-1} . De manera alternativa, las placas 224 metálicas onduladas también pueden estar realizadas de acero inoxidable o de aluminio.

50 Las longitudes y anchos de las placas 224 metálicas onduladas están dimensionadas como las placas 12 metálicas del primer modo de realización por las mismas razones. En las figuras 10 y 11, la placa 224 metálica única representada presenta dimensiones de dos pasos de onda por seis pasos de onda. La placa 224 metálica presenta de este modo una alternancia de porciones 101 planas no fijadas y porciones 102 planas fijadas, como se describió anteriormente.

55 En el caso (no representado) en el que la membrana 204 estanca se realiza con placas 224 metálicas más grandes que dos pasos de onda en las dos direcciones del plano, es necesario realizar aberturas adicionales en las porciones

planas situadas a una distancia de los bordes de la placa 224 metálica para permitir el paso de los espárragos 219, y realizar soldaduras estancas de los bordes de estas aberturas sobre las placas 217 metálicas subyacentes.

Ejemplo de dimensionamiento

5 En un ejemplo de realización, las dimensiones del bloque 202 aislante son: ancho 990 mm, longitud 990 mm, para un paso de onda de 510 mm en ambas direcciones y un intersticio de 30 mm entre los bloques aislantes. El paso de onda se puede modificar en función de la exigencia en términos de flexibilidad de la membrana estanca, lo que implica modificar la dimensión del bloque 202 aislante de una manera correspondiente.

Para la realización de la barrera de aislamiento 205 térmico primaria y la membrana 207 estanca primaria, se pueden emplear diferentes técnicas conocidas.

10 Como se representa en la figura 12, la barrera 205 de aislamiento térmico primaria aquí consta de una pluralidad de paneles 206 aislantes de forma paralelepípedica sustancialmente rectangular. Los paneles 206 aislantes están desfasados con respecto a los bloques 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria, de tal modo que cada panel 206 aislante se extiende aquí sobre ocho bloques 202 aislantes de la barrera 201 de aislamiento térmico secundaria. En la publicación WO-A-2016046487. se pueden encontrar más detalles acerca de la realización de la barrera 205 de aislamiento térmico primaria y de la membrana 207 estanca primaria.

En la membrana 204 estanca secundaria como en la membrana estanca del primer modo de realización, se obtiene una distribución equilibrada de las deformaciones de las ondulaciones gracias al dimensionamiento de los bloques aislantes y al anclaje de la membrana estanca sobre los mismos.

20 En comparación con los modos de realización ilustradas anteriormente, se puede eliminar una de las dos series de ondulaciones de la membrana estanca, por ejemplo, para aplicaciones donde la flexibilidad de la membrana se desea solo en una dirección del plano. En tal caso, las simetrías dimensionales de la pared de tanque descritas anteriormente ya no son necesarias excepto en una dirección del plano y las dimensiones que hacían referencia al paso de onda de la serie de ondulación que ahora se ha eliminado se vuelven, por supuesto, superfluas o menos opcional.

25 Con referencia a la figura 13, una vista pelada de un barco 70 metanero muestra un tanque 71 estanco y aislado de forma generalmente prismática montada en el doble casco 72 del barco. La pared del tanque 71 consta de una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido en el tanque, una barrera estanca secundaria dispuesta entre la barrera estanca primaria y el doble 72 casco del barco, y dos barreras aislantes dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble 72 casco. En una versión simplificada, el barco consta de un casco simple.

30 De una manera conocida per se, se pueden conectar canalizaciones 73 de carga/descarga dispuestas sobre el puente superior del barco, por medio de conectores apropiados, en un terminal marítimo o portuario para transferir una carga de gas licuado hacia o desde el tanque 71.

35 La figura 13 representa un ejemplo de un terminal marítimo que consta de una estación 75 de carga y descarga, un conducto 76 submarino y una instalación 77 a tierra. La estación 75 de carga y descarga es una instalación fija costa afuera que consta de un brazo 74 móvil y de una torre 78 que soporta el brazo 74 móvil. El brazo 74 móvil porta un conjunto de tubos 79 flexibles aislados que se pueden conectar a las canalizaciones 73 de carga/descarga. El brazo 74 móvil orientable se adapta a todos los medidores de metaneros. Un conducto de conexión no representado se extiende en el interior de la torre 78. La estación de carga y descarga 75 permite la carga y descarga del metanero 70 desde o hacia la instalación a tierra 77. Esta consta de tanques de almacenamiento 80 de gas licuado y conductos 81 de conexión conectados por el conducto 76 submarina a la estación 75 de carga o descarga. El conducto 76 submarino permite la transferencia del gas licuado entre la estación de carga o descarga 75 y la instalación a tierra 77 en una gran distancia, por ejemplo, 5 km, lo que permite mantener el barco 70 metanero a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

45 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan bombas a bordo en el barco 70 y/o bombas que equipan la instalación 77 en tierra y/o bombas que equipan la estación 75 de carga y de descarga.

Aunque se haya descrito la invención en relación con varios modos de realización particulares, es más que evidente que no se limita de ninguna manera a ellos y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención, tal como se define por las reivindicaciones.

50 El uso del verbo "constar de", "comprender" o "incluir" y sus formas conjugadas no excluyen la presencia de otros elementos o etapas distintos a los establecidos en una reivindicación. El uso del artículo indefinido "un" o "una" para un elemento o una etapa no excluye, a menos que se indique lo contrario, la presencia de una pluralidad de tales elementos o etapas.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no ha de interpretarse como una limitación de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Tanque estanco y térmicamente aislante integrado en una estructura portante, constando dicho tanque de una pared de tanque fijada sobre una pared (1, 3, 203) portante de la estructura portante, en el que la pared de tanque consta de:

5 una barrera térmicamente aislante fijada sobre la pared portante y una membrana (12, 204) estanca soportada por dicha barrera térmicamente aislante, constando la barrera térmicamente aislante de una pluralidad de bloques (8, 202) aislantes paralelepípedicos rectangulares yuxtapuestos según una malla rectangular regular, constando cada bloque aislante de un revestimiento calorífugo y de un panel (119, 210) de tapa girada hacia el interior del tanque, una cara superior del panel de tapa opuesta al revestimiento calorífugo que soporta una pieza (14, 217, 218) de anclaje metálica, estando la membrana (12, 204) estanca constituida por una membrana metálica ondulada que consta de una primera serie de ondulaciones (13) paralelas y de porciones (101, 102) planas situadas entre las ondulaciones paralelas y que descansan sobre la cara superior de los paneles de tapa, estando las ondulaciones (13) paralelas dispuestas paralelamente a una primera dirección de los bloques aislantes paralelepípedicos y separadas por un primer paso de onda, **caracterizado porque** el paso de la malla rectangular regular de la pluralidad de bloques (8, 202) aislantes según una segunda dirección perpendicular a la primera dirección, que es sustancialmente igual a una dimensión de los bloques (8, 202) aislantes según la segunda dirección, es igual a dos veces el primer paso de onda, de manera que la primera serie de ondulaciones conste de dos ondulaciones (13) situadas en perpendicular a cada uno de los bloques (8, 202) aislantes, **porque** una porción plana (102) de la membrana estanca situada entre las dos ondulaciones (13) está dispuesta en línea con una zona interna del panel de tapa situada a una distancia de los bordes del panel de tapa paralelos a la primera dirección, de modo que las dos ondulaciones (13) de la primera serie de ondulaciones están situadas en línea con una zona marginal del panel de tapa situada entre la zona interna y los bordes del panel (119, 210) de tapa paralelos a la primera dirección, y **porque** la pieza (14, 217, 218) de anclaje metálica de cada bloque aislante está dispuesta al menos en la zona interna del panel de tapa, estando la membrana estanca fijada a la barrera térmicamente aislante por fijación de dichas porciones (102) planas de la membrana estanca a dichas piezas (14, 217, 218) de anclaje de una pluralidad de bloques aislantes, solamente en la zona interna de los paneles (119, 210) de tapa, de modo que la membrana estanca no esté fijada a la barrera térmicamente aislante en dicha zona marginal de los paneles de tapa.

2. Tanque según la reivindicación 1, en el que la pieza (14, 217, 218) de anclaje metálica se interrumpe a distancia de los bordes del panel (119, 210) de tapa paralelos a la primera dirección y confinada en la zona interna del panel de tapa, estando dos bandas (54) de protección térmica dispuestas sobre el panel de tapa en la prolongación de la pieza (14, 217, 218) de anclaje metálica en la zona marginal del panel de tapa entre la pieza de anclaje metálica y los bordes del panel de tapa paralelos a la primera dirección, y en el que las dos ondulaciones (13) de la primera serie de ondulaciones están situadas a cada lado de la pieza (14, 217, 218) de anclaje de cada uno de los bloques aislantes.

3. Tanque según la reivindicación 1, en el que la pieza (14, 217, 218) de anclaje metálica se extiende por toda la longitud del panel (119, 210) de tapa según la segunda dirección, incluyendo en dicha zona marginal del panel de tapa situada entre la zona interna y los bordes del panel (119, 210) de tapa paralelos a la primera dirección, estando la membrana estanca fijada a la pieza de anclaje metálica solo en la zona interna del panel de tapa y no en dicha zona marginal del panel de tapa.

4. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un desfase igual a sustancialmente la mitad del primer paso de onda está presente entre las ondulaciones (13) paralelas a la primera dirección y los bordes de los bloques (8, 202) aislantes paralelos a la primera dirección.

5. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la pieza (14, 217, 218) de anclaje está dispuesta en el centro del panel de tapa y las dos ondulaciones de la primera serie de ondulaciones están situadas a igual distancia del centro del panel de tapa.

6. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la membrana metálica ondulada consta de una pluralidad de placas (12, 224) metálicas onduladas de forma rectangular, constando cada placa metálica ondulada de dos bordes paralelos a la primera dirección y de dos bordes paralelos a la segunda dirección, siendo la dimensión de una placa (12, 224) metálica ondulada en la segunda dirección igual a un múltiplo entero par del primer paso de onda, y en el que los dos bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la primera dirección están situados esencialmente en las porciones planas de la placa metálica ondulada entre las ondulaciones paralelas a la primera dirección y pasan sobre las piezas (14, 217, 218) de anclaje de los bloques (8, 202) aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.

7. Tanque según la reivindicación 6, en el que cada placa (12, 224) metálica ondulada de forma rectangular presenta una zona de borde soldada con recubrimiento con la zona de borde de las placas metálicas onduladas adyacentes, estando la zona (66) de borde de una placa metálica ondulada situada encima estando cada vez soldada sobre la

zona de borde de una placa metálica ondulada adyacente situada debajo, y en el que, a lo largo de los bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la primera dirección, la zona del borde de la placa metálica ondulada situada debajo está soldada a las piezas (14, 217, 218) de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.

- 5 8. Tanque según la reivindicación 6 o 7, en el que la dimensión de una placa (12, 224) metálica ondulada en la segunda dirección y/o en la primera dirección es igual a dos veces el primer paso de onda.
9. Tanque según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la pieza (14, 218) de anclaje consta de una banda metálica que se extiende paralelamente a la segunda dirección.
- 10 10. Tanque según la reivindicación 9, en el que la pieza de anclaje consta de una banda (14, 218) metálica paralela a la primera dirección y de una banda (14, 218) metálica paralela a la segunda dirección que forman una cruz en la zona interna del panel de tapa.
- 15 11. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la membrana estanca consta, además, de una segunda serie de ondulaciones (13) paralelas, dispuestas paralelamente a la segunda dirección de los bloques (8, 202) aislantes paralelepípedicos y separadas por un segundo paso de onda, estando dichas porciones (101, 102) planas de la membrana estanca situadas, además, entre las ondulaciones (13) paralelas a la segunda dirección, en el que el paso de malla rectangular según la primera dirección, que es sustancialmente igual a una dimensión de los bloques (8, 202) aislantes según la primera dirección, es igual a dos veces el segundo paso de onda, de manera que la segunda serie de ondulaciones conste de dos ondulaciones (13) situadas en línea con cada uno de los bloques (8, 202) aislantes,
- 20 estando las dos ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones situadas en línea con una zona marginal del panel (119, 210) de tapa situado entre la zona interna y los bordes del panel de tapa paralelos a la segunda dirección.
- 25 12. Tanque según la reivindicación 11, en el que la pieza (14, 217, 218) de anclaje se interrumpe a distancia de los bordes del panel de tapa y está confinada en la zona interna del panel de tapa, y en el que las dos ondulaciones (13) de la segunda serie de ondulaciones están situadas a cada lado de la pieza de anclaje de cada uno de los bloques aislantes.
13. Tanque según la reivindicación 11 o 12, en el que un desfase igual a sustancialmente la mitad del segundo paso de onda está presente entre las ondulaciones (13) paralelas a la segunda dirección y los bordes de los bloques (8, 202) aislantes paralelos a la segunda dirección.
- 30 14. Tanque según una de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la membrana metálica ondulada consta de una pluralidad de placas (12, 224) metálicas onduladas de forma rectangular, constando cada placa metálica ondulada de dos bordes paralelos a la primera dirección y de dos bordes paralelos a la segunda dirección, siendo la dimensión de una placa metálica ondulada en la primera dirección igual a un múltiplo entero par del segundo paso de onda,
- 35 y en el que los dos bordes de la placa metálica ondulada paralelos a la segunda dirección están situados esencialmente en las porciones planas de la placa metálica ondulada entre las ondulaciones paralelas a la segunda dirección y pasan sobre las piezas (14, 217, 218) de anclaje de los bloques aislantes en la zona interna de los paneles de tapa.
15. Tanque según una de las reivindicaciones 11 a 14, en el que el primer paso de onda es igual al segundo paso de onda y los bloques (8, 202) aislantes presentan un contorno cuadrado.
- 40 16. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 15, en el que cada bloque (202) aislante paralelepípedo consta de un panel (211) de fondo y de un bloque (209) de espuma intercalado entre el panel de fondo y el panel (210) de tapa y que forman dicho revestimiento calorífugo.
17. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 15, en el que cada bloque (8) aislante paralelepípedo consta de una caja en la que se aloja el revestimiento calorífugo, constando dicha caja de un panel (117) de fondo y de paneles (121, 122) laterales que se desarrollan entre dicho panel de fondo y el panel (119) de tapa.
- 45 18. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 17, en el que las ondulaciones (13) sobresalen en dirección del interior del tanque con respecto a las porciones planas.
19. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 16, en el que las ondulaciones (13) sobresalen en dirección del exterior del tanque con respecto a las porciones planas y se alojan en unas ranuras (214, 215) realizadas en los paneles (210) de tapa de los bloques (202) aislantes.
- 50 20. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 19, en el que la barrera térmicamente aislante es una barrera (201) térmicamente aislante secundaria y la membrana estanca es una membrana (204) estanca secundaria, constando la pared de tanque además de una barrera (205) térmicamente aislante primaria dispuesta sobre la membrana estanca secundaria y una membrana (207) estanca primaria soportada por dicha barrera térmicamente aislante primaria,
- 55 y en el que las piezas (217) de anclaje metálicas de los bloques aislantes de la barrera térmicamente aislante

secundaria soportan órganos (219) de retención primarios, constando la barrera térmicamente aislante primaria de una pluralidad de bloques (206) aislantes paralelepípedicos rectangulares yuxtapuestos anclados a los órganos (219) de retención primarios.

5 21. Tanque según la reivindicación 20, en el que la membrana (204) estanca secundaria consta de cortes (228) para permitir que los órganos (219) de retención primarios sobresalgan por encima de la membrana estanca secundaria, y en el que los bordes (218) de los cortes de la membrana estanca secundaria están soldados de manera estanca sobre las piezas (217) de anclaje metálicas de los bloques aislantes de la barrera térmicamente aislante secundaria alrededor de los órganos (219) de retención primarios.

10 22. Barco (70) para el transporte de un producto líquido frío, constando el barco de un casco (72) y de un tanque según una de las reivindicaciones 1 a 21 dispuesto en el casco.

23. Procedimiento de carga o descarga de un barco (70) según la reivindicación 22, en el que un producto líquido frío se encamina a través de las canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas hacia o desde una instalación (77) de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque (71) del barco.

15 24. Sistema de transferencia para un producto líquido frío, constando el sistema de un barco (70) según la reivindicación 22, de canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas dispuestas para conectar el tanque (71) instalado en el casco del barco con una instalación (77) de almacenamiento terrestre o flotante y de una bomba para accionar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas hacia o desde la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.

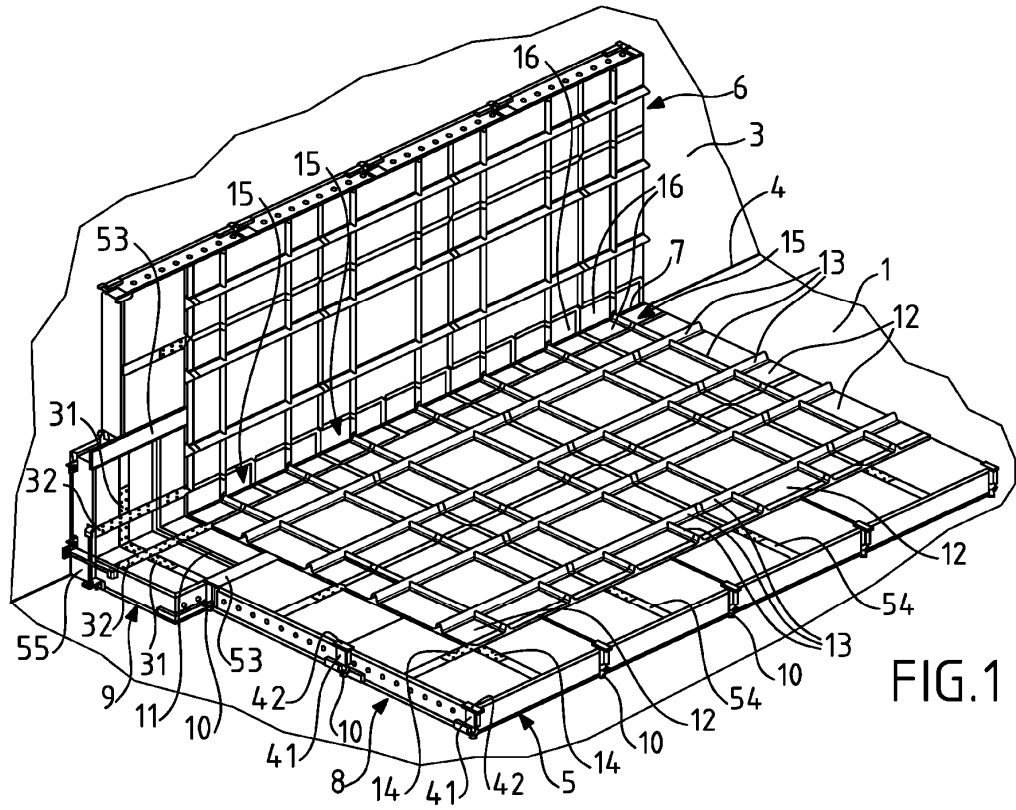


FIG.1

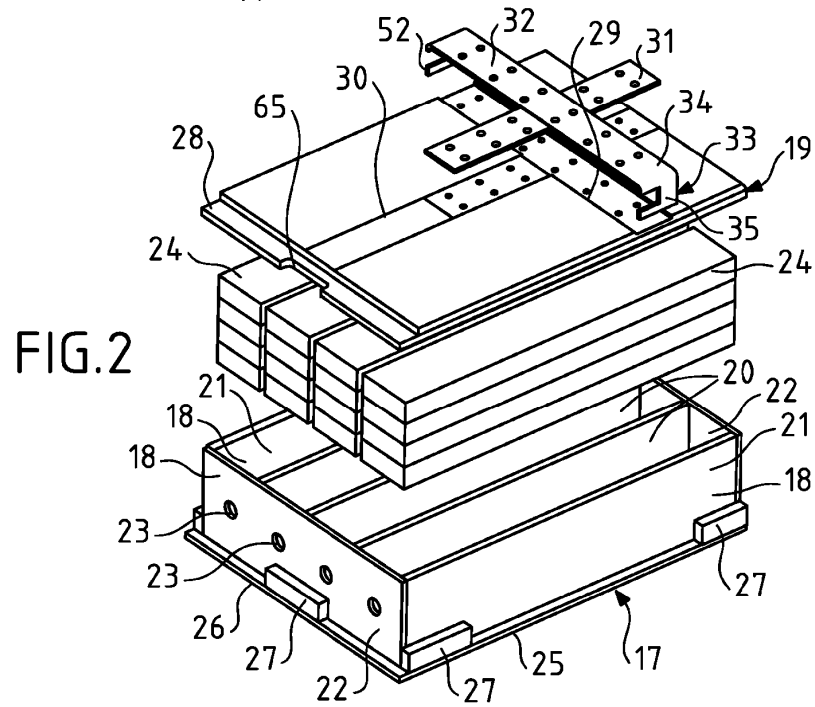


FIG.2

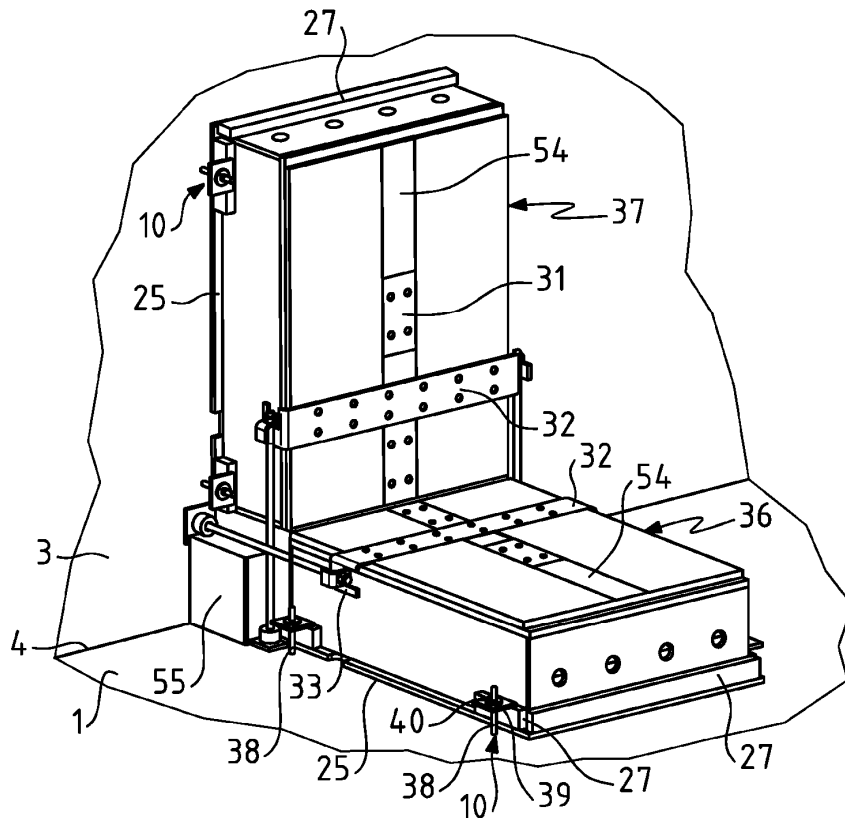


FIG. 3

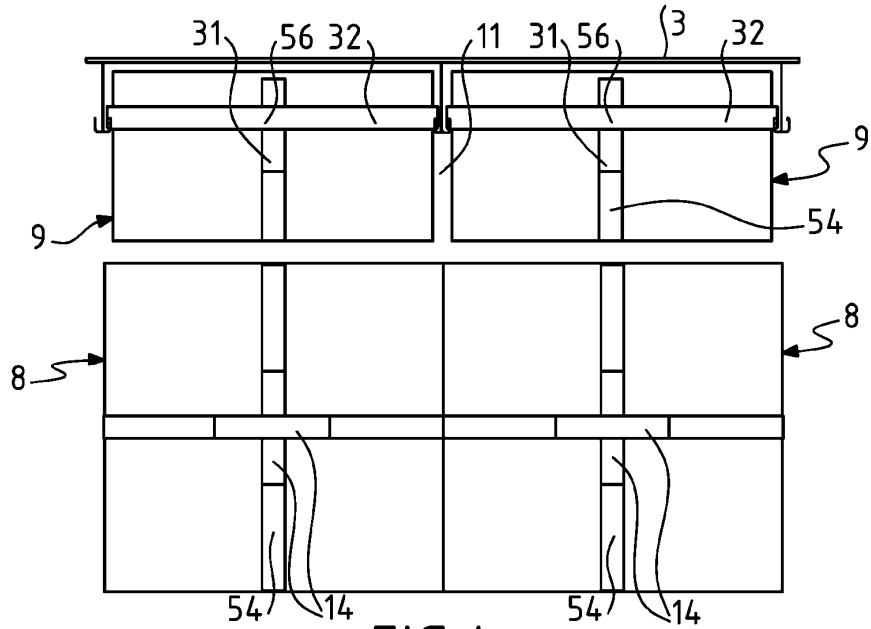


FIG. 4

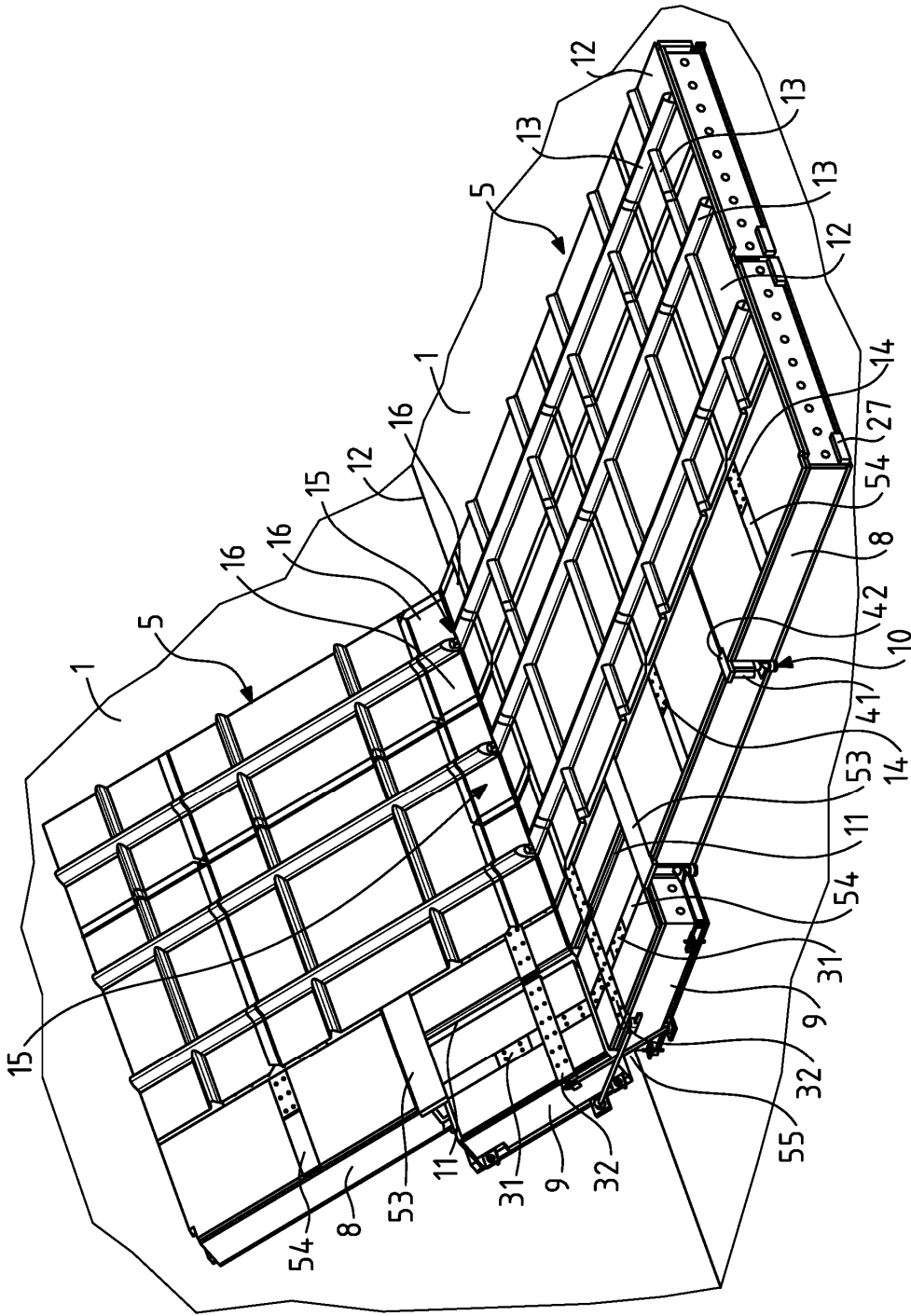


FIG.5

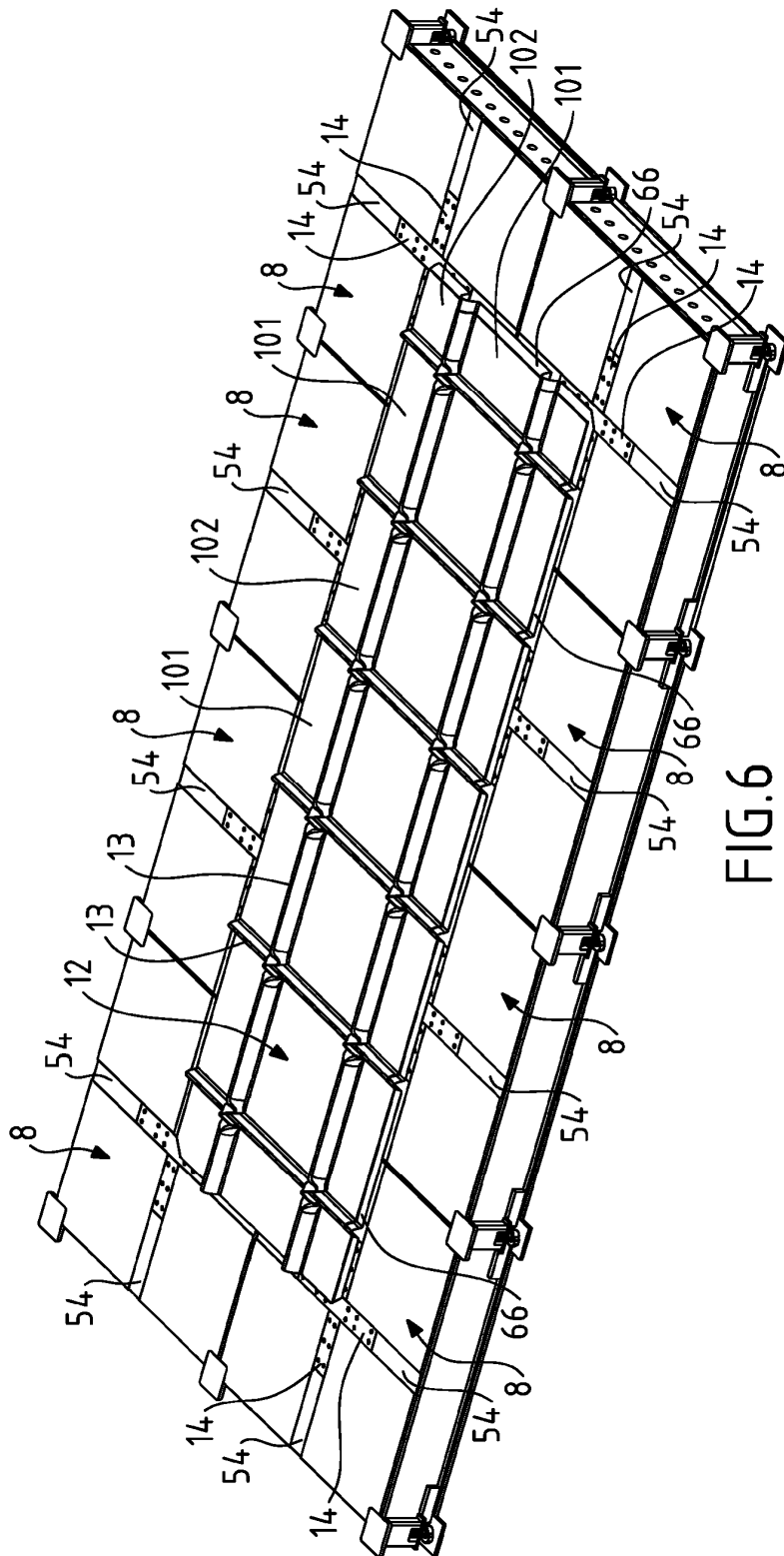
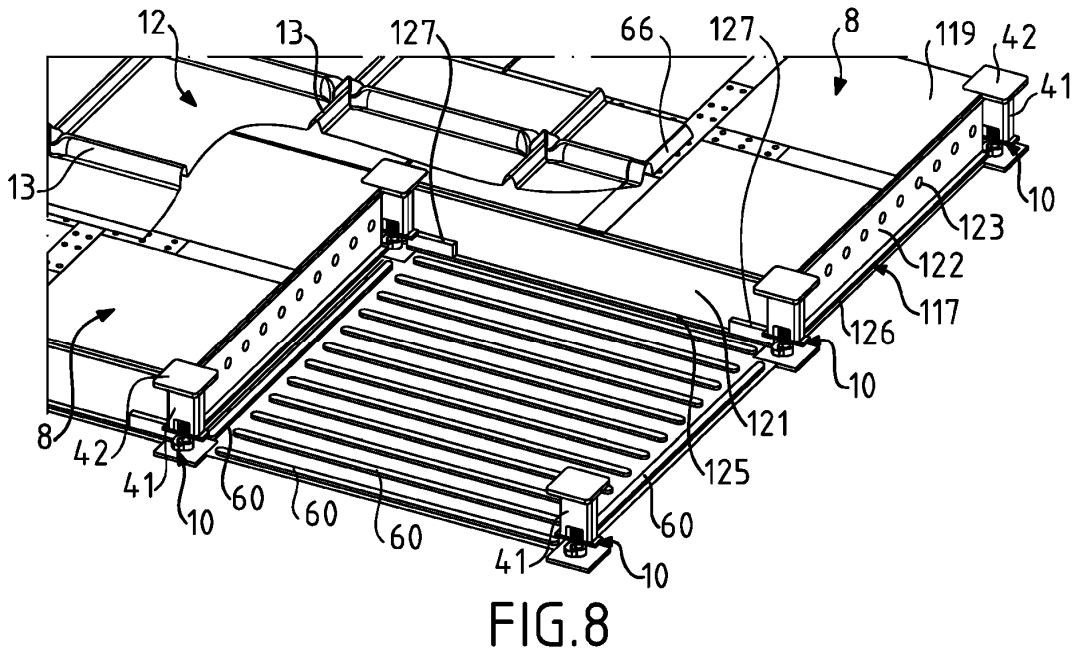
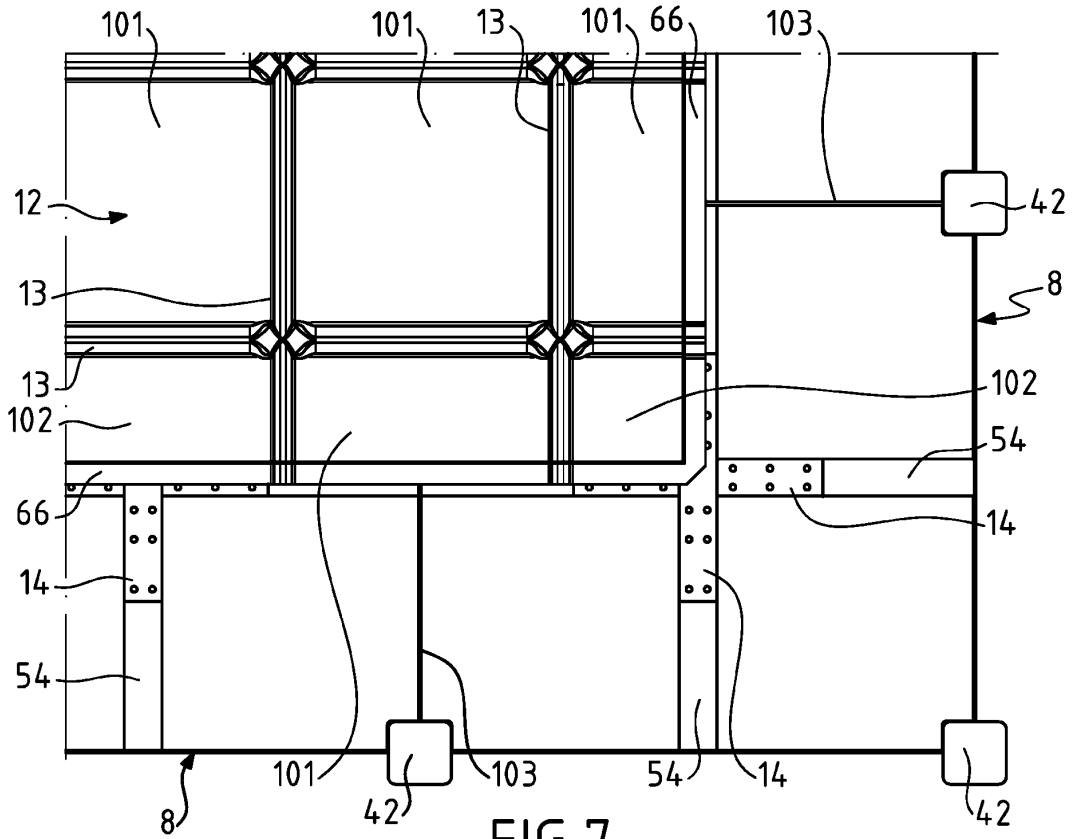


FIG.6



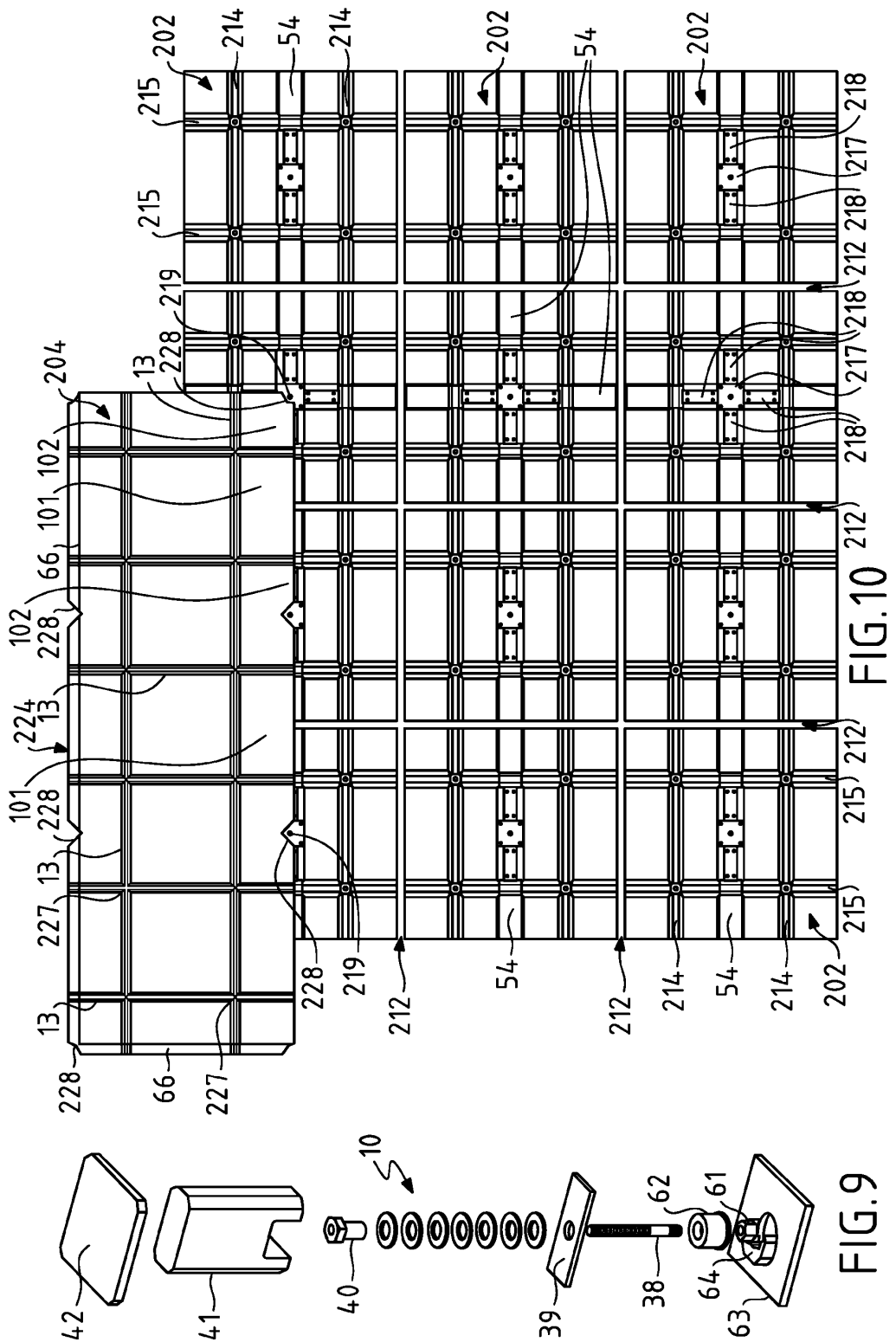


FIG.9

FIG.10

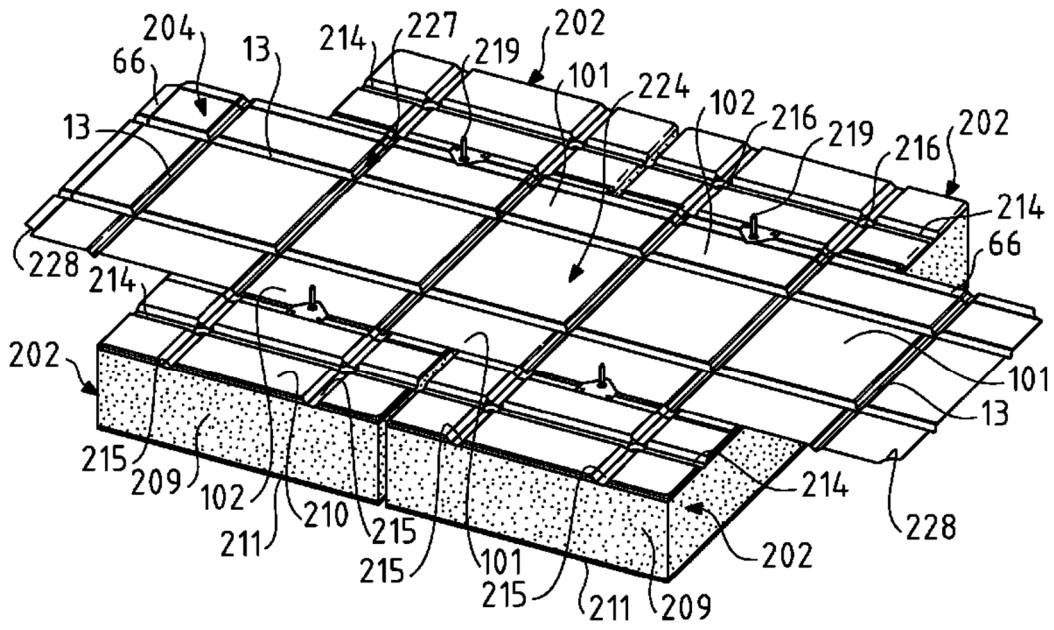


FIG. 11

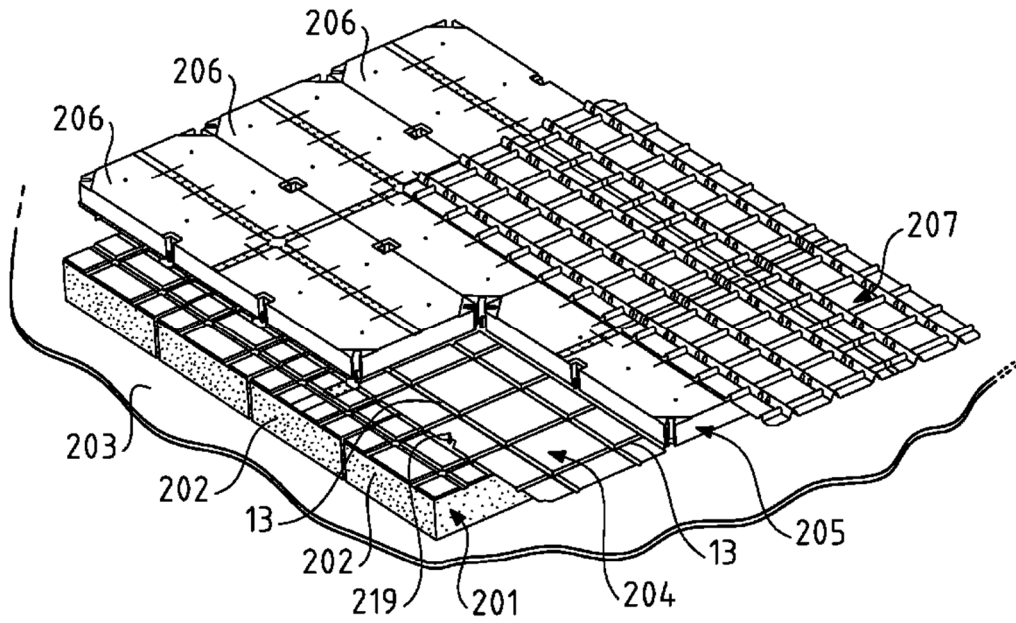


FIG. 12

