

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 383**

51 Int. Cl.:

**F17C 3/02** (2006.01)

**B63B 25/16** (2006.01)

**B63B 9/06** (2006.01)

**B63B 3/68** (2006.01)

**F17C 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2014 PCT/FR2014/051295**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14195614**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2014 E 14734867 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3004719**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una caja autoportante para el aislamiento térmico de un tanque de almacenamiento de un fluido y caja autoportante así producida**

30 Prioridad:

**07.06.2013 FR 1355268**

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

**06.10.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DELETRE, BRUNO;  
PERROT, OLIVIER;  
DELANOE, SÉBASTIEN;  
OUVRARD, FLORENT;  
CAPITAINE, BENOÎT;  
WALKER, NICOLAS y  
CANLER, GERY**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 785 383 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

Procedimiento de fabricación de una caja autoportante para el aislamiento térmico de un tanque de almacenamiento de un fluido y caja autoportante así producida

### Campo técnico

- 5 La invención se refiere al campo de los tanques de membrana estancos y termoaislantes para el almacenamiento y/o transporte de fluidos, tales como fluidos criogénicos.

Los tanques de membrana estancos y aislados térmicamente se utilizan, por ejemplo, para el almacenamiento de gas natural licuado (GNL), que se almacena a presión atmosférica a unos  $-162^{\circ}\text{C}$ . Estos tanques pueden ser instalados en tierra o en una estructura flotante. En el caso de una estructura flotante, el tanque puede estar destinado a transportar gas natural licuado o a recibirlo como combustible para la propulsión de la estructura flotante.

### Antecedentes tecnológicos

15 El documento FR 2 877 639 describe un tanque estanco y termoaislante que comprende una pared de tanque, fijada a la estructura de soporte de una estructura flotante y que tiene sucesivamente, en dirección del espesor, desde el interior al exterior del tanque, una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el gas natural licuado, una barrera aislante primaria, una barrera estanca secundaria y una barrera aislante secundaria anclada a la estructura de soporte.

20 Las barreras aislantes consisten en una pluralidad de cajas con aislamiento térmico con forma de paralelepípedo, colocadas una al lado de la otra. Las cajas con forma de paralelepípedo comprenden un panel inferior de madera contrachapada, un panel de cubierta de madera contrachapada y una pluralidad de velas de carga interpuestas entre el panel inferior y el panel de cubierta. Las velas de carga están corrugadas para proporcionar una buena resistencia a las fuerzas de compresión en la dirección perpendicular a los paneles inferior y de cubierta, y así resistir la presión hidrostática ejercida por el líquido contenido en el tanque. Además, las cajas están llenas de juntas de aislamiento térmico que se extienden en los compartimentos entre las velas de carga.

25 Este documento prevé que se mecanicen ranuras en la cara interior de los paneles inferior y de cubierta para ensamblar las velas de carga a los paneles inferior y de cubierta mediante encastre. Sin embargo, ese ensamblaje requiere operaciones de mecanizado adicionales.

También se sabe ensamblar las velas de carga a los paneles inferior y de cubierta por medio de grapas. Sin embargo, estas grapas no son adecuadas para las velas de carga de material compuesto. En efecto, la fijación de las velas de carga de material compuesto a los paneles inferior y de cubierta mediante grapas tiende a debilitar las velas de carga.

### 30 Sumario

Una idea que subyace a la invención es proponer un procedimiento de fabricación de una caja autoportante para el aislamiento térmico de un tanque de almacenamiento de fluidos, en el que la fijación de las velas de carga al panel inferior y/o al panel de cubierta se lleva a cabo de forma sencilla y fiable.

35 Según un modo de realización, la invención proporciona un procedimiento de fabricación de una caja autoportante para el aislamiento térmico de un tanque según la reivindicación 1 o la reivindicación 8.

De esta manera, las velas de carga pueden ser ensambladas al panel inferior y/o de cubierta de una manera simple y confiable ya que los elementos de sujeción no degradan la integridad estructural de las velas de carga, de manera que las velas de soporte no se debilitan por su sujeción al panel inferior y/o de cubierta.

Según un modo de realización, un procedimiento puede tener una o más de las siguientes características:

- 40
- el interior del panel inferior y/o el panel de cubierta está completamente recubierto con una película termoplástica.
  - el procedimiento comprende un paso de colocación de máscaras protectoras desmontables en la cara interna del panel inferior y/o de cubierta entre las zonas de interfaz, antes de la operación de soldadura. De esta manera, la protección de las películas se asegura fuera de las áreas de fijación a las velas de carga.
- 45
- el exterior del panel inferior y/o el panel de cubierta también está recubierto con una película termoplástica. De esta manera, la flexión térmica de los paneles se equilibra cuando el tanque está frío.
  - la cara interna del panel inferior y/o del panel de cubierta está parcialmente recubierta de una película termoplástica, una pluralidad de tiras de película termoplástica dispuestas cada una en una región de interfaz con una vela de carga.

- el panel inferior y/o el panel de cubierta tiene un cuerpo de madera contrachapada, la película termoplástica está pegada al cuerpo de madera contrachapada.
- 5 • la película termoplástica es un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras. Tal película termoplástica aumenta la rigidez de flexión y la resistencia a la perforación del panel inferior y/o de cubierta.
- el panel inferior y/o el panel de cubierta comprende un cuerpo de material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras y que forma un elemento termoplástico para la fijación de las velas de carga.
- el panel inferior y/o el panel de cubierta comprende un cuerpo de madera impregnado de una matriz termoplástica para la fijación de las velas de carga.
- 10 • los elementos termoplásticos para la fijación de las velas de carga comprenden una matriz termoplástica idéntica a la matriz termoplástica de las redes de rodamiento. Esto facilita las operaciones de soldadura.
- La soldadura termoplástica se lleva a cabo mediante un procedimiento seleccionado entre soldadura por radiación infrarroja, soldadura por ultrasonidos, calentamiento por inducción, soldadura por fricción, soldadura por fusión, soldadura por chorro de aire caliente y por llama.
- 15 • El procedimiento de fabricación proporciona que.:
  - las velas de carga tienen un extremo superior, destinado a sostener un panel de cubierta, provisto de una tira de fijación destinada a anclar un soporte de soldadura para soldar tramos metálicos de una membrana estanca destinada a apoyarse en la caja autoportante, dicha tira de fijación comprende un borde longitudinal doblado destinado a cooperar con un borde longitudinal doblado del soporte de soldadura;
  - 20 ○ el panel de cubierta tiene ranuras paralelas que se extienden a través de todo el espesor del panel de cubierta;
  - las velas de carga están dispuestas entre el panel inferior y el panel de cubierta de tal manera que las tiras de sujeción se extienden cada una en una ranura del panel de cubierta.
- las tiras de sujeción se toman de la masa de las velas de carga, durante su formación.
- una vela de carga comprende un cuerpo principal habiendo un fin superior proporcionado con un alojamiento y un inserto que comprende material termoplástico sobremoldeado en una cinta de fijación, dicho inserto siendo colocado en el alojamiento del fin superior del cuerpo principal de la vela de carga y fijado a dicho cuerpo principal por una operación de soldadura termoplástica.
- 25 De acuerdo con un modo de realización, la invención también proporciona una caja autoportante destinada al aislamiento térmico de un tanque, con una membrana hermética, para almacenar un fluido según la reivindicación 14 o 15.
- 30 De acuerdo con un modo de realización, tal caja puede tener una o más de las siguientes características:
  - las velas de carga tienen suelas de distribución de carga que se extienden a lo largo de dos bordes de dichas velas de carga dispuestas frente al panel inferior y el panel de cubierta, respectivamente.
  - proporcionando una pluralidad de velas de carga hechas de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras; dichas velas de carga que tienen un extremo superior, destinadas a soportar un panel de cubierta, proporcionadas con una cinta de sujeción para anclar un soporte de soldadura para soldar las tiras de metal de una membrana estanca destinada a descansar contra la caja autoportante, dicha cinta de sujeción comprende un borde longitudinal plegado destinado a cooperar con un borde longitudinal plegado del soporte de soldadura;
  - 35 • proporcionan un panel inferior y un panel de cubierta, el panel de cubierta tiene ranuras paralelas que se extienden a través de todo el grosor del panel de cubierta;
  - interponiendo las velas de carga entre el panel inferior y el panel de cubierta de manera que el panel inferior y el panel de cubierta estén separados en una dirección de espesor de la caja y las velas de carga se eleven en la dirección del espesor de manera que las tiras de sujeción se extiendan cada una dentro de una ranura del panel de cubierta;
  - 45 • forrando una pluralidad de compartimentos dispuestos entre las velas de carga con un revestimiento aislante de calor;
  - fijar las velas de carga al panel inferior y al panel de cubierta.

De acuerdo con un modo de realización, el procedimiento de fabricación de una caja autoportante puede tener una o más de las siguientes características:

- las velas de carga se producen formando un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras y las tiras de fijación se toman de la masa de las velas de carga durante su formación.
- 5
- Una etapa de la fabricación de un vela de carga comprende :
    - la disposición, en un molde, de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras;
    - la inserción de tiras de sujeción, destinadas a anclar un soporte de soldadura para soldar tiras de metal de una membrana estanca, dentro del molde ;
- 10
- la colocación del material compuesto durante el cual las tiras de sujeción se toman de la masa de dicha vela de carga.
- La formación del material compuesto se lleva a cabo por termoformado o termocompresión.

Según otros modos de realización, un procedimiento para la fabricación de una caja autoportante puede tener una o más de las siguientes características:

- 15
- una vela de carga comprende un cuerpo principal habiendo un fin superior proporcionado con un alojamiento y un inserto que comprende material termoplástico sobremoldeado en una cinta de fijación, dicho inserto siendo colocado en el alojamiento del fin superior del cuerpo principal de la vela de carga y fijado a dicho cuerpo principal por una operación de soldadura termoplástica.
- Una etapa de la fabricación de un vela de carga comprende :
    - la formación de un cuerpo principal de una vela de carga que tiene un extremo superior provisto de una carcasa ;
    - la formación de un inserto mediante el sobremoldeado de material termoplástico en una tira de sujeción ;
    - la colocación de dicha inserción en el alojamiento del cuerpo principal de la vela de carga y la fijación de dicha inserción al cuerpo principal mediante una operación de soldadura termoplástica.
- 20

25 La invención también se refiere a una caja autoportante que tiene tales velas de carga con un extremo superior, destinadas a sostener un panel de cubierta, provisto de una tira de sujeción para anclar un soporte de soldadura para soldar tramos de metal de una membrana estanca.

De acuerdo con un modo de realización, la invención también proporciona un tanque de almacenamiento de fluido sellado y térmicamente aislante que tiene una barrera de aislamiento térmico que comprende una pluralidad de las cajas antes mencionadas, yuxtapuestas, y una membrana sellante que descansa contra la barrera de aislamiento térmico.

30

Ese tanque puede formar parte de una instalación de almacenamiento en tierra, por ejemplo para almacenar GNL, o puede instalarse en una estructura flotante, en tierra o en aguas profundas, como un buque de GNL, una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y almacenamiento en tierra (FPSO) y otros.

35

Según un modo de realización, un buque para el transporte de un fluido comprende un doble casco y un tanque mencionado anteriormente dispuesto en el doble casco.

Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de tal buque, en el cual un fluido es transportado a través de tuberías aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del buque.

40

De acuerdo con un modo de realización, la invención también proporciona un sistema de transferencia para un fluido, el sistema que comprende el mencionado buque, tuberías aisladas dispuestas para conectar el tanque instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra y una bomba para conducir un fluido a través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del buque.

45

### Breve descripción de las figuras

La invención será mejor comprendida, y los demás propósitos, detalles, características y ventajas de la invención aparecerán más claramente en la siguiente descripción de varios modos de realización particulares de la invención, dadas únicamente a título ilustrativo y sin limitación, con referencia a los dibujos adjuntos.

- 50
- **La Fig. 1** es una vista en perspectiva a escala de la pared de un buque según un modo de realización.

- **La figura 2** es una vista superior de la caja de aislamiento de la pared del tanque en la figura 1.
- **La figura 3** es una vista lateral de una vela de carga.
- **La figura 4** es una vista seccional según el Plan IV-IV de la figura 3.
- 5 • **En las figuras 5 y 6** se ilustran los pasos que intervienen en la fabricación de una vela de carga según un modo de realización.
- **La figura 7** es una vista seccional esquemática de una caja autoportante según un primer modo de realización.
- **En las figuras 5 y 6 se ilustran** los pasos que intervienen en la fabricación de una vela de carga según un modo de realización.
- 10 • **La figura 7** es una vista seccional esquemática de una caja autoportante según un primer modo de realización.
- **La figura 8** es una vista seccional esquemática de una caja autoportante según un segundo modo de realización.
- 15 • **La figura 9** es una vista seccional esquemática de una caja autoportante que utiliza un tercer modo de realización.
- **La figura 10** es una vista detallada del ensamblaje entre una vela de carga y un panel inferior según un cuarto modo de realización que no representa la invención.
- **La figura 11** es una vista seccional de un panel de cubierta y una vela de carga, según un modo de realización, equipado con una tira de sujeción que coopera con un soporte de soldadura para soldar las tiras de metal de una membrana estanca.
- 20 • **La figura 12** es una vista en perspectiva que ilustra la vela de carga y la cinta de sujeción según el modo de realización de la figura 12.
- **La figura 13** es una vista seccional de un panel de cubierta y una vela de carga, según otro modo de realización, equipado con una tira de sujeción destinada a cooperar con un soporte de soldadura para soldar las tiras de metal de una membrana estanca.
- 25 • **La figura 14** es una vista en perspectiva que muestra la vela de carga y la cinta de sujeción según el modo de realización de la figura 13.
- **La figura 15** es una representación esquemática desollado de un tanque de transporte de GNL y una terminal para la carga y descarga de este tanque.

### 30 Descripción detallada de los modos de realización

La figura 1 muestra una pared del tanque hermética y aislante térmicamente. La estructura general de un vaso de este tipo es bien conocida y tiene una forma poliédrica. Sólo se describe una zona de la pared del vaso, ya que todas las paredes del vaso pueden tener una estructura general similar.

35 La pared del tanque comprende, desde el exterior al interior del tanque, una estructura de soporte 1, una barrera secundaria de aislamiento térmico 2 que consiste en cajas de aislamiento térmico 3 yuxtapuestas a la estructura de soporte 1 y ancladas a ella por miembros de retención secundarios 4, una membrana de sellado secundaria 5 transportada por las cajas 3, una barrera primaria de aislamiento térmico 6 formada por cajas yuxtapuestas de aislamiento térmico 7 y anclada a la membrana de sellado secundaria 5 por miembros de retención primarios 8 y una membrana de sellado primaria 9, transportada por las cajas 7 y destinada a estar en contacto con el fluido criogénico contenido en el tanque.

40

La estructura de carga 1 puede ser una lámina metálica autoportante o, más en general, cualquier tipo de tabique rígido con propiedades mecánicas apropiadas. La estructura portante puede estar formada, en particular, por el casco o el doble casco de un barco. La estructura de soporte comprende una pluralidad de paredes que definen la forma general del vaso.

45 Por ejemplo, la membrana de estanqueidad primaria 9 y la membrana de estanqueidad secundaria 5 consisten en una capa continua de estrías metálicas con bordes levantados, dichas estrías son soldadas por sus bordes levantados a soportes de soldadura paralelos sostenidos en las cajas 3, 7. Las estrías metálicas están, por ejemplo, hechas de

Invar ®: es decir, una aleación de hierro y níquel con un coeficiente de expansión típicamente entre 1.2.10-6 y 2.10-6 K-1.

Las cajas 3 de la Barrera Aislante Térmica Secundaria 2 y las cajas 7 de la Barrera Aislante Térmica Primaria 6 pueden tener las mismas o diferentes estructuras y las mismas o diferentes dimensiones.

5 Con referencia a la figura 2, describiremos la estructura general de una caja 3, 7 de la barrera secundaria de aislamiento térmico 2 y/o la barrera primaria de aislamiento térmico 6. La caja 3, 7 tiene una forma de paralelepípedo sustancialmente rectangular. La caja 3, 7 tiene un panel inferior paralelo 10 y un panel de cubierta 11. El panel inferior 10 y el panel de la cubierta 11 son, por ejemplo, de madera contrachapada.

10 Una pluralidad de espaciadores se interponen entre el panel inferior 10 y el panel de cubierta 11, perpendicular a ellos. La pluralidad de espaciadores comprende, por un lado, dos paredes laterales opuestas 12, 13, y, por otro lado, una pluralidad de velas de carga 14. Las velas de carga 14 están dispuestas paralelamente entre las dos paredes laterales 12, 13 en una dirección perpendicular a dichas paredes laterales 12, 13, y las velas de carga 14 se elevan en la dirección del espesor de la caja 3, 7.

15 En un modo de realización, la placa de cubierta 11 tiene ranuras en el interior para acomodar los soportes de soldadura para las estrías de la membrana metálica de sellado. En otros modos de realización, que se describirán más adelante en relación con las figuras 11 a 14, los soportes de soldadura 31 se sujetan mediante tiras de sujeción 30 en las velas de carga 14 de las cajas 3, 7 y el panel de cubierta 11 tiene ranuras pasantes 32 para sujetar los soportes de soldadura 31 a las tiras de sujeción 30.

20 Los compartimentos 15 para el alojamiento de una junta de aislamiento térmico se proporcionan entre las velas de carga 14. El aislamiento térmico puede hacerse de cualquier material con propiedades aislantes térmicas adecuadas. Por ejemplo, el aislamiento térmico se elige de materiales como perlita, lana de vidrio, espuma de poliuretano, espuma de polietileno, espuma de cloruro de polivinilo, aerogeles u otros.

25 Las velas de carga 14 son onduladas y oscilan a ambos lados de su dirección longitudinal general. Por lo tanto, cada corrugación se extiende a lo largo de un eje perpendicular a los paneles inferiores 10 y los paneles de cubierta 11. En el modo de realización mostrado, las ondulaciones son aproximadamente sinusoidales. Sin embargo, también son posibles otras formas de ondulación. Por ejemplo, las ondulaciones pueden ser dientes triangulares o almenas rectangulares. Debido a su forma, estas velas de carga onduladas de carga 14 tienen una gran resistencia al pandeo sin necesidad de un gran grosor. Cabe señalar que, si bien las ondulaciones con una estructura periódica garantizan una buena uniformidad de la resistencia a la compresión, también es posible proporcionar ondulaciones no periódicas para satisfacer ciertos requisitos mecánicos localizados.

30 Las figuras 3 y 4 muestran una vela de carga 14. A lo largo de sus bordes que se extienden frente al panel inferior 10 y el panel de cubierta 11, la vela de carga 14 tiene suelas de distribución de carga 16a, 16b. La suela superior 16a tiene una superficie plana destinada a mirar hacia el panel de cubierta 11 mientras que la suela inferior 16b tiene una superficie plana destinada a mirar hacia el panel inferior 10. Las suelas 16a, 16b tienen un ancho mayor que el grosor de la pared de la vela de carga 14 en su parte principal que se extiende entre las dos suelas 16a, 16b. Así pues, las suelas de distribución de carga 16a, 16b evitan la concentración de tensiones en una zona determinada al proporcionar una mayor superficie de apoyo entre la vela de carga 14 y el panel inferior 10 y el panel de cubierta 11. Las suelas de distribución de carga 16a, 16b pueden tener forma de paralelepípedo como se muestra en las figuras 3 o 4. En este caso, la anchura de las suelas de distribución de la carga 16a, 16b puede ser igual a la amplitud de las corrugaciones.

40 En otros modos de realización, las bases de distribución de carga 16a, 16b pueden tener corrugaciones en sí mismas.

Las velas de carga 14 están hechas de un material compuesto con una matriz termoplástica reforzada con fibras. En relación con las figuras 5 y 6 se describe un procedimiento de fabricación de las velas de carga 14.

45 En una primera fase, como se muestra en la figura 5, se produce un producto intermedio en forma de placas de material compuesto. Para ello, una prensa de doble cinturón 17 se suministra con fibras de vidrio 18 y resina termoplástica 19, por ejemplo, a base de polipropileno. La resina termoplástica 19 se puede rellenar en la prensa de doble cinta 17 en forma de películas extruidas o en polvo. Las fibras de vidrio 18 se suministran en forma de bobinas de alambre de vidrio, cortadas a la longitud deseada. La resina termoplástica 19 y las fibras de vidrio 18 están colaminadas en la prensa de doble cinturón 17. A la salida de la prensa de doble cinta 17, un dispositivo de corte permite obtener una pluralidad de placas.

50 Tales placas tienen una estructura compuesta que comprende una matriz termoplástica y una alfombra o fieltro de fibra de vidrio. Tales estructuras compuestas son designadas por la abreviatura GMT para "termoplásticos reforzados con fibra de vidrio".

55 En un segundo paso, las placas de material compuesto tienen la forma que se muestra en la figura 5. Para ello, las placas de material compuesto se calientan en un horno 20 y luego se colocan en un molde 21 en el que se les da forma aplicando presión. Las velas de carga resultantes 14 se enfrían. Las velas de carga 14 se moldean por termocompresión calentando las placas de material compuesto y luego presionándolas para darles forma. En otro

modo de realización, las velas de carga 14 también pueden producirse mediante termoformado, es decir, mediante la formación por flujo de las láminas de material compuesto en condiciones de temperatura y vacío.

Observamos que el procedimiento de fabricación de una vela de carga 14 se describe anteriormente sólo como un ejemplo y que la invención no se limita a las velas de carga 14 así fabricadas. En particular, las velas de carga 14 también pueden obtenerse mediante molde por inyección, extrusión o pultrusión. Además, la matriz termoplástica puede comprender cualquier material termoplástico adecuado, como el polipropileno (PP), el polietileno (PE), las poliamidas (PA), la poliéterimida (PEI), el cloruro de polivinilo (PVC), el politereftalato de etileno (PET), el tereftalato de polibutileno (PBT), el copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) u otros. También es posible reforzar la matriz termoplástica con fibras de carbono o una mezcla de fibras de carbono y fibras de vidrio.

La figura 7 muestra el ensamblaje de las velas de carga 14 y los paneles inferiores 10 y los paneles de cubierta 11 según un modo de realización. Los 10 y 11 paneles inferiores tienen un cuerpo de madera contrachapada. Las caras interiores de los paneles inferior y de cubierta 10 y 11, orientados hacia el interior de la caja, se cubren con películas termoplásticas 21, 22. Para poder fijar las velas de carga a los paneles 10, 11, se realiza una operación de soldadura termoplástica en las zonas de interfaz 25 entre las películas termoplásticas 21, 22 y las velas de carga compuestas 14.

El proceso de soldadura se lleva a cabo, por ejemplo, usando radiación infrarroja. Sin embargo, se puede utilizar cualquier otro procedimiento de soldadura termoplástica adecuado, como soldadura ultrasónica, calentamiento por inducción, soldadura por fricción, soldadura por fusión, soldadura por chorro de aire caliente o por llama. Cabe señalar que en el caso de la soldadura por inducción, es necesario disponer los insertos metálicos de las velas de carga y/o de los paneles inferiores 10 y/o de los paneles de cubierta 11 en la interfaz entre las velas de carga 14 y los paneles inferiores 10 y los paneles de cubierta 11 de manera que se permita el calentamiento del material termoplástico.

En un modo de realización, antes de realizar las operaciones de soldadura, se colocan previamente máscaras protectoras en las caras interiores de los paneles inferiores 10 y los paneles de cubierta 11 entre las zonas de interfaz 25 entre las velas de carga 14 y los paneles 10, 11. Una vez realizadas las operaciones de soldadura, se pueden retirar las máscaras protectoras. De esta manera, las películas termoplásticas 21, 22 no se dañan durante las operaciones de soldadura. Estas máscaras protectoras están hechas, por ejemplo, de materiales metálicos, cerámicos y/o de vidrio. Estas máscaras están provistas ventajosamente de un circuito de refrigeración en el que circula un fluido como el agua, el aire o el aceite para regular la temperatura de las máscaras.

En el modo de realización representado, la superficie exterior del panel inferior 10 y el panel de la cubierta 11 también está cubierta con películas termoplásticas 23, 24. Esta disposición permite que la flexión del panel de la cubierta 11 y del panel inferior 10 esté equilibrada, especialmente cuando están sujetos a un alto estrés térmico cuando el tanque se enfría.

En el modo de realización mostrado en la figura 8, las películas termoplásticas 21, 22 sólo cubren parcialmente los lados interiores del panel inferior 10 y el panel de cubierta 11. En este caso, las tiras de película termoplástica 29 están dispuestas en las áreas de interfaz 25 con las velas de carga 14.

Por ejemplo, las películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 están hechas de un material compuesto con una matriz termoplástica reforzada con fibras. Así pues, esas películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 contribuyen a aumentar la resistencia mecánica de los paneles inferior y de cubierta al aumentar su rigidez a la flexión y mejorar su resistencia a la perforación. Tales películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 típicamente tienen un espesor en el rango de 0,5 a 5 mm.

En un modo de realización, las películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 se pegan al cuerpo de la base y los paneles de cubierta 11. El pegamento utilizado es, por ejemplo, un pegamento acrílico, un pegamento de poliuretano o un pegamento epoxídico.

En otro modo de realización, las películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 se fijan al cuerpo de los paneles mediante un proceso de prensado en caliente. En este caso, es concebible integrar la fijación de las películas termoplásticas directamente en el procedimiento de fabricación del contrachapado. Esto se logra superponiendo las capas de madera previamente pegadas y las películas termoplásticas y luego sometiendo la pila resultante a un prensado en caliente. Como ejemplo, para tal prensado en caliente, la pila se somete a una temperatura de unos 190 a 200°C y a una presión de unos 0,2 MPa durante un periodo de 5 minutos.

Para facilitar las operaciones de soldadura, las películas termoplásticas 21, 22, 23, 24, 29 tienen una matriz termoplástica idéntica a la matriz termoplástica de las velas de carga 14.

En el modo de realización mostrado en la Fig. 9, el cuerpo del panel inferior 10 y el panel de cubierta 11 como tal, forman el elemento termoplástico para la fijación de las velas de carga 14. Según una primera variante, el panel inferior 10 y el panel de cubierta 11 comprenden un cuerpo de material compuesto con una matriz termoplástica reforzada con fibras idéntica a la de las velas de carga 14.

En una segunda variante, el panel inferior 10 y el panel de cubierta 11 están hechos de un cuerpo de madera, impregnado con una matriz termoplástica, de la misma naturaleza que la de las velas de carga 14. El cuerpo puede ser fabricado laminando fibras previamente impregnadas con una matriz termoplástica. Alternativamente, el cuerpo puede ser de madera contrachapada, la capa interior, y opcionalmente la capa exterior, de la cual está hecha de una madera suficientemente porosa para hacer que la matriz plástica se difunda bajo el calor y la presión en dichas capas. Esta madera se selecciona, por ejemplo, de abedul, abeto, haya u otros bosques.

La figura 10 muestra el ensamblaje de las velas de carga 14 y los paneles inferiores 10 y los paneles de cubierta 11 en otro modo de realización que no representa la invención.

La colocación del aislamiento térmico en los compartimentos 15 entre las velas de carga 14 puede hacerse después de que las velas de carga 14 hayan sido fijadas a las placas de cubierta 11 y las placas inferiores 10. Sin embargo, el orden en que se lleva a cabo este paso es irrelevante. En particular, también es posible premontar las juntas de aislamiento térmico y las velas de carga 14 y luego fijar las velas de carga 14 al panel inferior 10 y al panel de cubierta 11. En otro modo de realización, también es posible fijar las velas de carga 14 a uno de los paneles inferiores 10 o paneles de cubierta 11, forrar los compartimentos 15 entre las velas de carga 14, por ejemplo, rociando espuma, y luego cerrar la caja autoportante fijando el otro de los paneles inferiores 10 o paneles de cubierta 11 a las velas de carga 14.

En el modo de realización que se muestra en las Figuras 11 y 12, el extremo superior de la vela de carga 14 está equipado con una tira de sujeción 30 para sujetar un soporte de soldadura 31, que se muestra sólo en la Figura 11, para soldar las costuras metálicas de una membrana estanca. El panel de cubierta 11, que se muestra en la figura 11, tiene una pluralidad de ranuras 32 orientadas a los extremos superiores de las velas de carga 14. Por lo tanto, las tiras de sujeción 30 se extienden en las ranuras 32 para permitir que los soportes de soldadura 31 se fijen a las tiras de sujeción 32. Tanto el soporte de soldadura 31 como la tira de fijación 30 están hechos de chapa invar® y forman una unión deslizante. Para ello, la tira de fijación 30 tiene un borde longitudinal doblado en forma de U para formar un gancho 33. De la misma manera, el soporte de soldadura 31 tiene un borde longitudinal doblado en forma de U para formar un gancho 34. Los dos ganchos 33, 34 están entrelazados de tal manera que el soporte de soldadura 31 se mantiene en la vela de carga 14 por medio de la correa de sujeción 30. Una junta de deslizamiento así formada permite que el soporte de soldadura 31 se deslice en la dirección longitudinal relativa a la caja autoportante 3, 7. En las figuras 11 y 12, la tira de fijación 30 está integrada en un inserto 35, que está moldeado en la tira de fijación 30 con material termoplástico. La tira de sujeción 30 tiene una brida de anclaje 36 que se extiende sustancialmente perpendicular a la dirección del espesor de la caja autoportante 3, 7, lo que asegura un fuerte anclaje de la tira de sujeción 30 en la inserción 35. La inserción 35 se coloca en un hueco formado a nivel de la suela superior de distribución de carga 16a y luego se fija al cuerpo principal de la vela de carga 14 mediante soldadura de calor. La operación de soldadura en caliente puede realizarse mediante cualquiera de los procedimientos de soldadura descritos anteriormente. Esta integración de la tira de fijación 30 en la vela de carga 14 evita la necesidad de grapas, que pueden dañar la estructura de la vela de carga 14 causando grietas. Además, esa integración mediante un inserto termoplástico soldado al cuerpo principal de la vela de carga 14 facilita la producción y el desmolde de la vela de carga 14.

En otro modo de realización detallado en las figuras 13 y 14, la tira de fijación 30 se incrusta en la masa de la vela de carga 14 durante el termoformado. La cinta de sujeción también tiene una brida de anclaje 36 que se extiende sustancialmente perpendicular a la dirección del espesor de la caja 3, 7. La cinta de sujeción 30 está dispuesta en el interior del molde 21 y está incrustada en la masa de la vela de carga 14 durante su termoformación. Esta integración de la tira de fijación 30 en la vela de carga 14 es simple.

La técnica descrita anteriormente para hacer una caja autoportante puede utilizarse en diferentes tipos de tanques, por ejemplo para hacer la barrera de aislamiento térmico primaria y/o la barrera de aislamiento térmico secundaria de un tanque de GNL en una instalación en tierra o en una estructura flotante como un buque de GNL u otro tipo de embarcación.

Con referencia a la figura 15, una vista desollada de un buque de LNG 70 muestra un tanque hermético y aislado 71 de forma generalmente prismática montado en el doble casco 72 del buque. La pared del tanque 71 comprende 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 casco 72 del buque, y dos barreras de aislamiento térmico dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

De una manera conocida por sí misma, las tuberías de carga y descarga 73 en la cubierta superior del buque pueden conectarse, mediante los conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transferir un cargamento de GNL hacia o desde el tanque 71.

La figura 15 muestra un ejemplo de una terminal marítima con un muelle de carga y descarga 75, un oleoducto submarino 76, y una instalación en tierra 77. El muelle de carga y descarga 75 es una instalación off-shore fija que consta de un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 lleva un haz de mangueras flexibles aisladas 79 que pueden conectarse a las líneas de carga y descarga 73. El brazo giratorio 74 se puede ajustar para adaptarse a todos los tamaños de los buques de GNL. Un tubo de conexión no mostrado se extiende dentro de

5 la torre 78. La estación de carga y descarga 75 se utiliza para cargar y descargar el GNL 70 desde o hacia la instalación terrestre 77. La instalación terrestre 77 comprende los tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y los conductos de conexión 81 conectados por el conducto submarino 76 a la estación de carga o descarga 75. La línea submarina 76 permite el traslado del gas licuado entre la estación de carga o descarga 75 y la instalación terrestre 77 a lo largo de una gran distancia, por ejemplo 5 km, manteniendo así al buque de GNL 70 a una gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

**La** presión requerida para transferir el gas licuado se genera mediante el uso de bombas a bordo del barco 70 y/o bombas en la instalación de la costa 77 y/o bombas en la estación de carga y descarga 75.

10 Aunque la invención ha sido descrita en relación con varios modos de realización particulares, es bastante obvio que no se limita en absoluto a ellos y que incluye todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si entran dentro del ámbito de la invención, dentro del ámbito de las reivindicaciones.

15 El uso de las palabras "incluir", "comprender" o "incluirl" y sus formas conjugadas no excluye la presencia de elementos o pasos distintos de los establecidos en una reivindicación. El uso del artículo indefinido "uno" o "una" para un elemento o escalón no excluye, a menos que se indique lo contrario, la presencia de una pluralidad de tales elementos o escalones.

En las reivindicaciones, los signos de referencia entre paréntesis no se interpretarán como una limitación de la reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de una caja autoportante (3, 7) destinada al aislamiento térmico de un tanque, con una membrana estanca, para el almacenamiento de un fluido, comprendiendo dicho procedimiento:

- 5 - proporcionar una pluralidad de velas de carga (14) hechas de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibra;
- proporcionar un panel inferior (10) y un panel de cubierta (11); el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) tienen cada uno una cara interior que da al interior de la caja y una cara exterior;
- 10 - interponer las velas de carga (14) entre el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11), de modo que el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) estén separados en una dirección del espesor de la caja (3, 7) y que las velas de carga (14) se eleven en la dirección del espesor;
- Fijar las velas de carga (14) en el panel inferior (10) y en el panel de cubierta (11);
- revestir una pluralidad de compartimentos (15) formados entre las velas de carga (14) con un revestimiento de aislamiento térmico;
- 15 estando el procedimiento **caracterizado porque** el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) comprenden cada uno al menos un elemento termoplástico (21, 22, 26, 29) para la fijación de las velas de carga (14); **porque** las velas de carga (14) están fijadas al panel inferior y al panel de cubierta mediante una operación de soldadura termoplástica realizada en las zonas de interfaz (25) entre las velas de carga (14) y los
- 20 elementos termoplásticos (21, 22, 26, 29) del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11), y **porque** las caras interiores del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11) están recubiertas con película termoplástica (21, 22, 29) para la fijación de las velas de carga (14).

2. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que la cara interna del panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) se recubre íntegramente con una película termoplástica (21, 22).

25 3. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 2 que comprende un paso de colocación de máscaras protectoras desmontables en la cara interna del panel inferior (10) y/o del panel de cubierta (11) entre las zonas de interfaz (25), antes de la operación de soldadura.

4. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 2 ó 3, en el que la cara exterior del panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) también está recubierta con una película termoplástica (23, 24).

30 5. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que la cara interna del panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) está parcialmente recubierta de película termoplástica, en el que una pluralidad de tiras (29) de película termoplástica están dispuestas cada una en una región de interfaz (25) con una vela de carga (14).

6. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) comprende un cuerpo de madera contrachapada y en el que la película termoplástica (21, 22, 29) se pega al cuerpo de madera contrachapada o se une al cuerpo mediante prensado en caliente.

35 7. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la película termoplástica (21, 22, 23, 24) es un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras.

8. Procedimiento de fabricación de una caja autoportante (3, 7) destinada al aislamiento térmico de un tanque, con una membrana estanca, para el almacenamiento de un fluido, comprendiendo dicho procedimiento:

- 40 - proporcionar una pluralidad de velas de carga (14) hechas de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibra;
- proporcionar un panel inferior (10) y un panel de cubierta (11) ;
- interponer las velas de carga (14) entre el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11), de modo que el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) estén separados en una dirección del espesor de la caja (3, 7) y las velas de carga (14) se eleven en la dirección del espesor;
- 45 - Fijar las velas de carga (14) en el panel inferior (10) y en el panel de cubierta (11) ;
- revestir una pluralidad de compartimentos (15) formados entre las velas de carga (14) con un revestimiento de aislamiento térmico;

5 Estando el procedimiento **caracterizado porque** el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) comprenden cada uno al menos un elemento termoplástico (21, 22, 26, 29) para la fijación de las velas de carga (14); **porque** las velas de carga (14) están fijadas al panel inferior y al panel de cubierta mediante una operación de soldadura termoplástica realizada en las zonas de interfaz (25) entre las velas de carga (14) y los elementos termoplásticos (21, 22, 26), 29) del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11), y **porque** el panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) comprende un cuerpo de madera impregnado de una matriz termoplástica para fijar los velas de carga, formando dicho cuerpo un elemento termoplástico para fijar los velas de carga (14).

10 **9.** Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los elementos termoplásticos para la fijación de las velas de carga comprenden una matriz termoplástica idéntica a la matriz termoplástica de las velas de carga (14).

15 **10.** Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la soldadura termoplástica se lleva a cabo mediante un procedimiento seleccionado entre soldadura por radiación infrarroja, soldadura por ultrasonidos, calentamiento por inducción, soldadura por fricción, soldadura por fusión, soldadura por chorro de aire caliente y soldadura por llama.

**11.** Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que :

20 - las velas de carga (14) tienen un extremo superior, destinado a sostener un panel de cubierta, provisto de una tira de sujeción (30) para anclar un soporte de soldadura (31) para soldar tiras metálicas de una membrana estanca (5, 9) destinadas a apoyarse en la caja autoportante (3, 7), comprendiendo dicha tira de sujeción (30) un borde longitudinal plegado (33) destinado a cooperar con un borde longitudinal plegado (34) del soporte de soldadura (31);

- el panel de cubierta (11) tiene ranuras paralelas (32) que se extienden a través de todo el espesor del panel de cubierta;

25 - las velas de carga (14) están dispuestas entre el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) de tal manera que las tiras de sujeción (30) se extienden cada una dentro de una ranura (32) del panel de cubierta (11).

**12.** Procedimiento de fabricación según la reivindicación 11, en el que las tiras de sujeción (30) se establecen en la masa de las velas de carga (14) durante su formación.

30 **13.** Procedimiento de fabricación según la reivindicación 11, en el que una vela de carga (14) comprende un cuerpo principal con un extremo superior provisto de un alojamiento y una inserción (35) que comprende material termoplástico sobremoldeado en una tira de fijación (30), estando dicha inserción (35) colocada en el alojamiento del extremo superior del cuerpo principal de la vela de carga (14) y fijada a dicho cuerpo principal mediante una operación de soldadura termoplástica.

**14.** Caja autoportante (3, 7) destinada al aislamiento térmico de un tanque, con una membrana estanca, para almacenar un fluido, comprendiendo dicha caja (3, 7):

35 - un panel inferior (10) y un panel de cubierta (11) separados a lo largo de una dirección de espesor de la caja (3, 7); presentando el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) cada uno una cara interior que mira hacia el interior de la caja y una cara exterior;

40 - una pluralidad de velas de carga (14), interpuestas entre dichos paneles inferior (10) y de cubierta (11), y que se extienden en la dirección del espesor para definir una pluralidad de compartimentos (15), estando dichas velas de carga (14) hechas de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras; y

- un revestimiento aislante del calor que se extiende dentro de dichos compartimentos (15) formado entre las velas de carga (14);

estando la caja autoportante **caracterizada porque**:

45 - el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) comprenden cada uno al menos un miembro termoplástico (21, 22, 26); y

- las velas de carga (14) están fijadas al panel inferior (10) y al panel de cubierta (11) mediante soldadura termoplástica en las zonas de interfaz (25) entre las velas de carga (14) y los elementos termoplásticos (21, 22, 26) del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11) ;

50 - y **porque** las caras interiores del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11) están recubiertas con una película termoplástica (21, 22, 29) para la fijación de las velas de carga (14).

**15.** Caja autoportante (3, 7) destinada al aislamiento térmico de un tanque de almacenamiento de fluido con una membrana estanca, comprendiendo dicha caja (3, 7):

- un panel inferior (10) y un panel de cubierta (11) separados a lo largo de una dirección de espesor de la caja (3, 7);

5 - una pluralidad de velas de carga (14), interpuestas entre dichos paneles inferior (10) y de cubierta (11), y que se extienden en la dirección del espesor para definir una pluralidad de compartimentos (15), estando dichas velas de carga (14) hechas de un material compuesto que comprende una matriz termoplástica reforzada con fibras; y

10 - un revestimiento aislante del calor que se extiende dentro de dichos compartimentos (15) formado entre las velas de carga (14);

estando la caja autoportante **caracterizada porque:**

- el panel inferior (10) y el panel de cubierta (11) tienen cada uno al menos un miembro termoplástico (21, 22, 26); y

15 - las velas de carga (14) están fijadas al panel inferior (10) y al panel de cubierta (11) mediante soldadura termoplástica en las zonas de interfaz (25) entre las velas de carga (14) y los elementos termoplásticos (21, 22, 26) del panel inferior (10) y del panel de cubierta (11);

- y **porque** el panel inferior (10) y/o el panel de cubierta (11) comprende un cuerpo de madera impregnado de una matriz termoplástica para fijar las velas de carga, formando dicho cuerpo un elemento termoplástico para fijar las velas de carga (14).

20 **16.** Caja (3, 7) según la reivindicación 14 o 15, en la que las velas de carga (14) tienen suelas de distribución de carga (16a, 16b) que se extienden a lo largo de dos bordes de dichas velas de carga (14) dispuestas respectivamente frente al panel inferior (10) y al panel de cubierta (10).

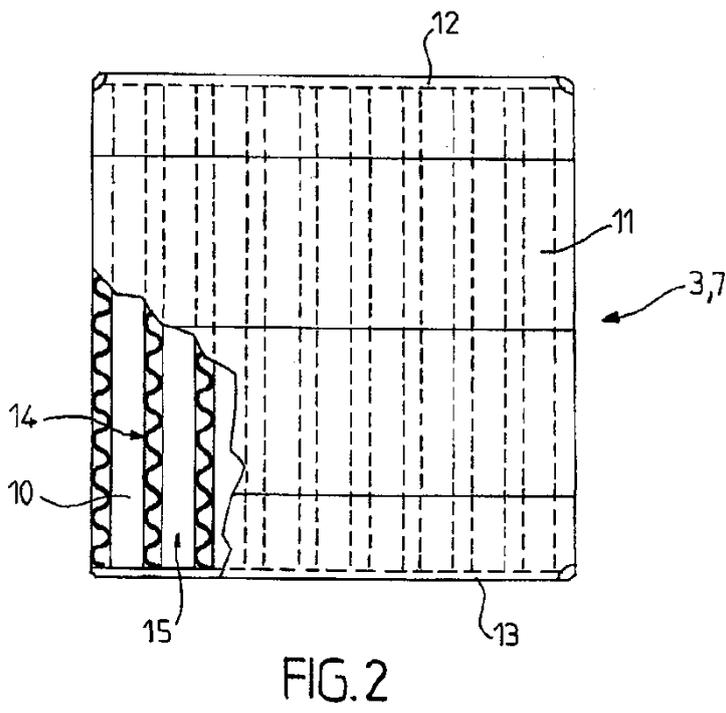
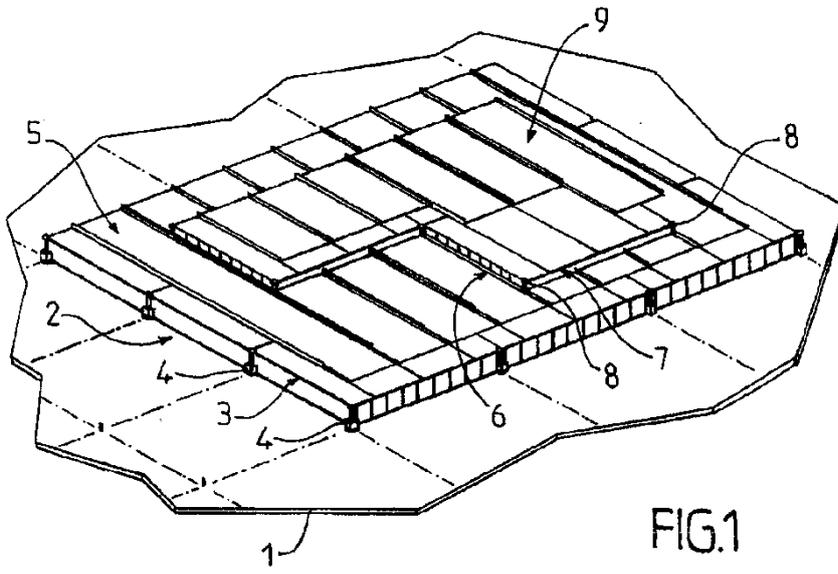
**17.** Caja (3, 7) según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en la que las velas de carga (14) tienen una pluralidad de ondulaciones cuyo eje se extiende perpendicularmente a los paneles inferior (10) y de cubierta (11).

25 **18.** Tanque estanco y termoaislante de almacenamiento de un fluido que tiene una barrera de aislamiento térmico (2, 6) que comprende una pluralidad de cajas (3, 7) según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, yuxtapuestas, y una membrana de estanqueidad (5, 9) que se apoya contra la barrera de aislamiento térmico.

**19.** Buque (70) para el transporte de un fluido, comprendiendo el buque un doble casco (72) y un tanque (71), según la reivindicación 18, dispuesto en el doble casco.

30 **20.** Procedimiento de carga o descarga de un buque (70) según la reivindicación 19, en el que un fluido se transporta a través de tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) hasta o desde el tanque del buque (71).

35 **21.** Sistema de transferencia de un fluido, el cual comprende un buque (70), según la reivindicación 19, tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas para conectar el tanque (71) instalado en el casco del buque con una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) y una bomba para conducir un fluido a través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del buque.



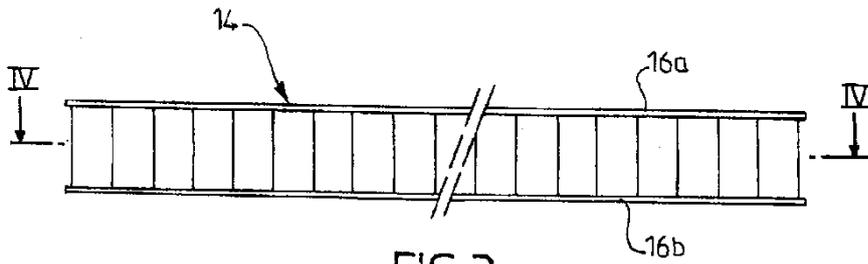


FIG. 3



FIG. 4

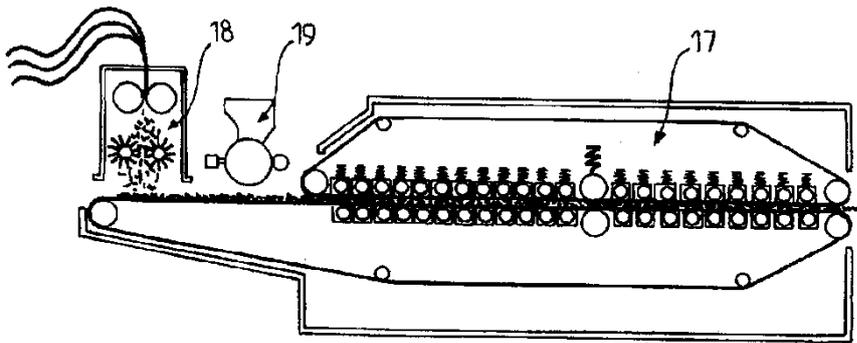


FIG. 5

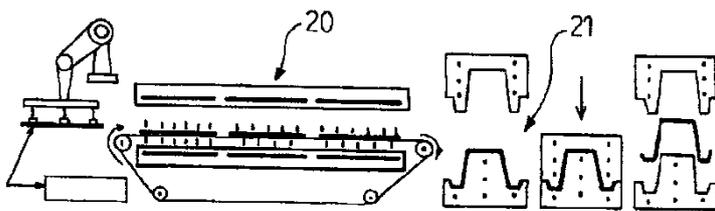


FIG. 6

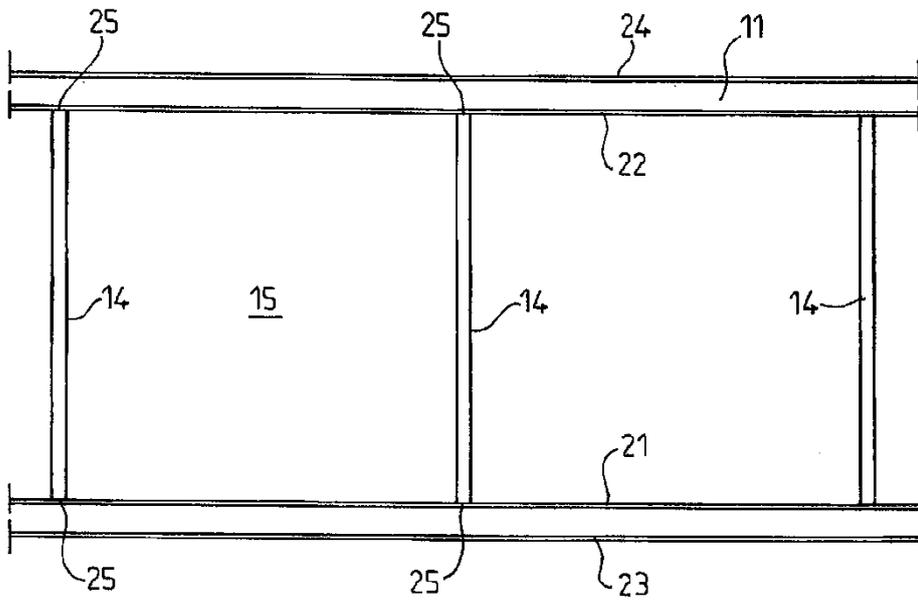


FIG. 7

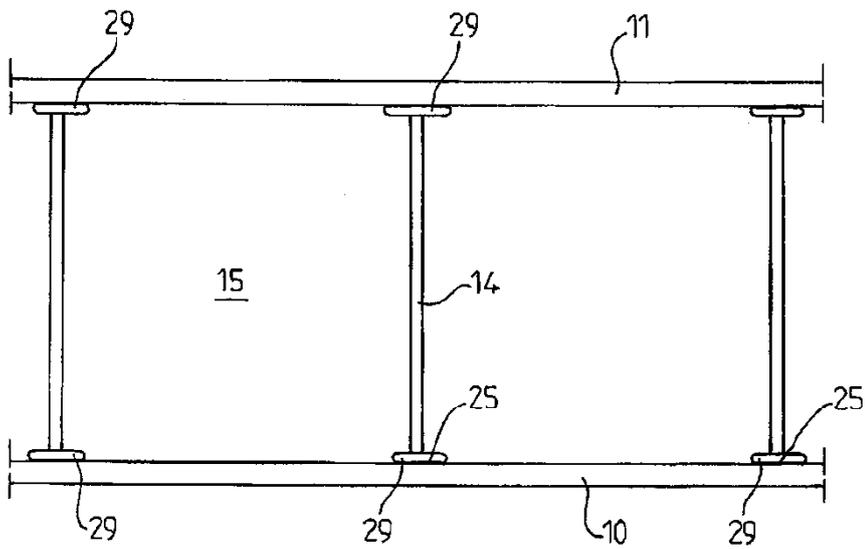


FIG. 8

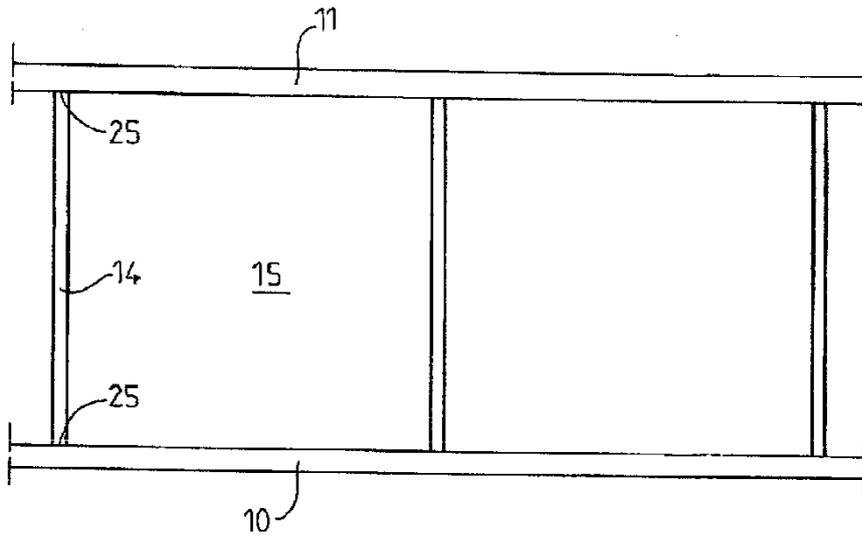


FIG. 9

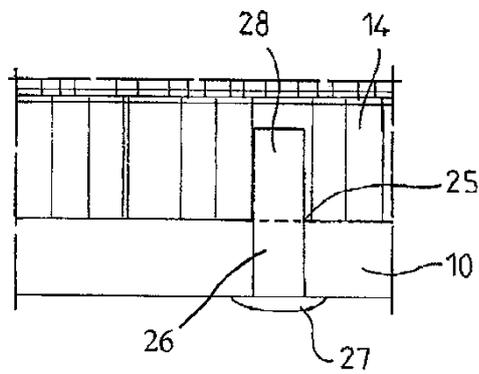


FIG. 10

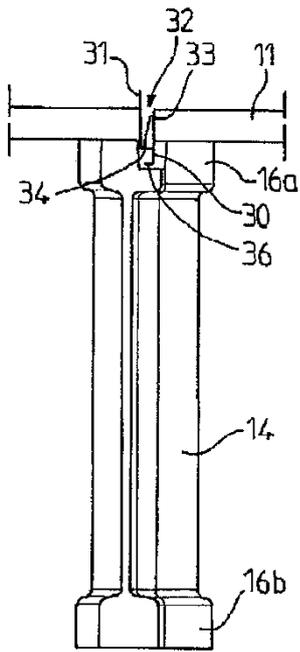


FIG.11

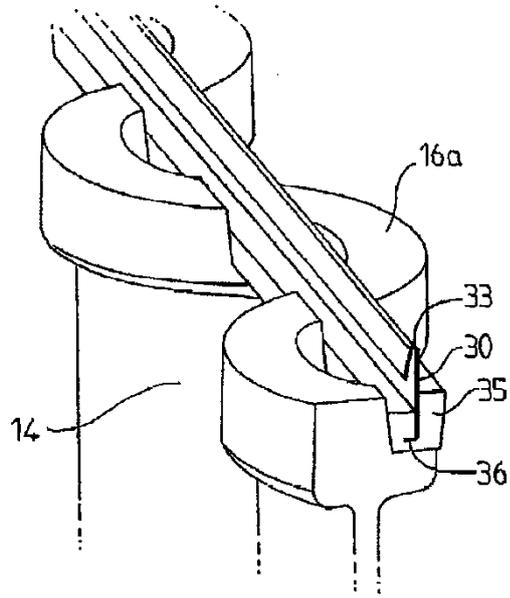


FIG.12

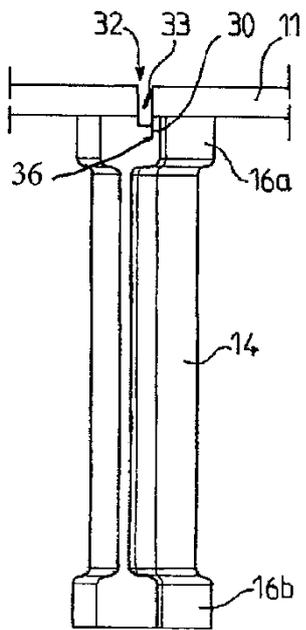


FIG.13

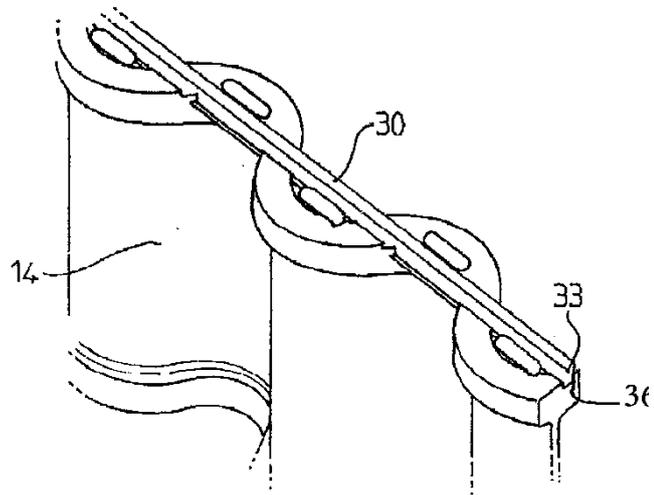


FIG.14

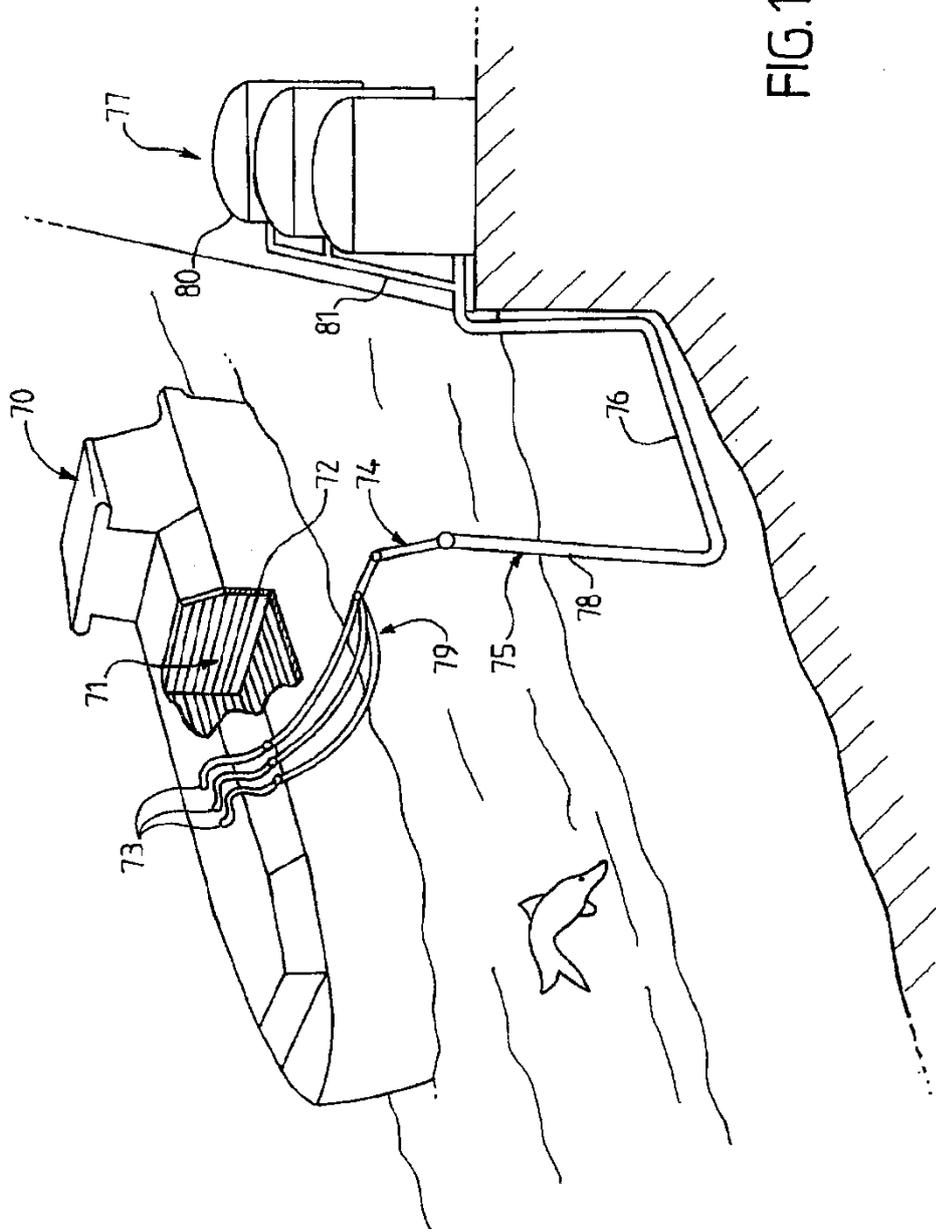


FIG.15