

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 975**

51 Int. Cl.:

F17C 13/00 (2006.01)

B65D 90/02 (2009.01)

B65D 90/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2019 PCT/FR2019/050232**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2019 WO19150054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2019 E 19707444 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024 EP 3746377**

54 Título: **Pared de tanque sellada, procedimiento de montaje de una pared de tanque sellada, buque, procedimiento de carga/descarga de un buque, sistema de trasvase de un producto líquido frío**

30 Prioridad:

01.02.2018 FR 1850874
23.03.2018 FR 1852568

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SASSI, MOHAMED;
BOYEAU, MARC;
PHILIPPE, ANTOINE;
DELANOE, SÉBASTIEN;
BERGER, VINCENT y
BOUGAULT, JOHAN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 991 975 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

Pared de tanque sellada, procedimiento de montaje de una pared de tanque sellada, buque, procedimiento de carga/descarga de un buque, sistema de trasvase de un producto líquido frío

Campo técnico

5 La invención se refiere al campo de los tanques estancos con membranas metálicas onduladas, para almacenar y/o transportar un fluido, y en particular a los tanques estancos y termoaislantes para gas licuado. La invención también se refiere a un procedimiento de montaje de una pared de tanque sellada, un buque, un procedimiento de carga o descarga de un buque y un sistema de trasvase para un producto líquido frío.

10 En particular, la invención se refiere al campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes para almacenar y/o transportar líquidos a bajas temperaturas, tales como tanques para transportar Gas Licuado de Petróleo (también conocido como GLP) que tengan, por ejemplo, una temperatura de entre -50°C y 0°C, o para transportar Gas Natural Licuado (GNL) a aproximadamente -162°C a presión atmosférica. Estos tanques pueden instalarse en tierra o en una estructura flotante. En el caso de una estructura flotante, el tanque puede estar diseñado para transportar gas licuado o para recibir gas licuado utilizado como combustible para propulsar la estructura flotante.

15 Antecedentes tecnológicos

El documento FR-A-2936784 describe un tanque con una membrana de estanqueidad ondulada, reforzada con refuerzos ondulados dispuestos bajo las ondulaciones, entre la membrana de estanqueidad y el soporte de esta membrana de estanqueidad, con el fin de reducir las tensiones en la membrana de estanqueidad causadas por una multitud de factores, entre ellos la contracción térmica cuando se enfría la cisterna, el efecto de flexión de la viga del buque y la presión dinámica debida al movimiento de la carga, en particular como consecuencia del oleaje.

20 En un tanque de este tipo, la membrana de sellado tiene dos series de ondulaciones perpendiculares. De este modo, la membrana estanca tiene una pluralidad de nodos correspondientes a las intersecciones entre las ondulaciones de la serie de ondulaciones.

25 En una realización, estas piezas de refuerzo, también conocidas como refuerzos ondulados, son huecas y permiten que el gas fluya entre las ondulaciones y el soporte a través de las piezas de refuerzo, en particular para inertizar la barrera aislante o detectar fugas. Estas piezas de refuerzo se disponen bajo las ondulaciones entre dos nudos sucesivos y, por tanto, se interrumpen en dichos nudos.

Sumario

30 Sin embargo, el solicitante ha descubierto que las tensiones en la membrana de sellado no son necesariamente uniformes en todo el tanque. De este modo, una misma ondulación puede estar sometida a esfuerzos asimétricos, lo que puede provocar deformaciones en la membrana por las que las piezas de refuerzo no cumplan adecuadamente su función de reforzar la membrana. En particular, el solicitante ha comprobado que las piezas de refuerzo están sujetas a desplazamientos conjuntos con la porción de ondulación en la que se alojan cuando dicha ondulación está sometida a tensiones asimétricas. Este movimiento conjunto de la pieza de refuerzo y la ondulación puede provocar la torsión de la membrana en el nudo.

35 Los documentos EP 2 603 729 B1 y FR 3 039 248 A1 divulgan una pared de tanque de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Otras paredes de tanques se divulgan en los documentos AU 2012 201 046 A1 y US 2015/132048 A1.

40 Una idea detrás de la invención es proporcionar una pared estanca con una membrana de sellado ondulada reforzada continuamente a lo largo de la ondulación. La idea que subyace a la invención es garantizar la continuidad de los refuerzos ondulados dispuestos en una ondulación. La idea que subyace a la invención es garantizar la alineación de los refuerzos ondulados dispuestos bajo una ondulación para limitar el riesgo de torsión de la membrana en el nudo. Así, una idea de la invención es mantener una alineación de refuerzos ondulados dispuestos bajo porciones sucesivas de una ondulación correspondiente a una dirección longitudinal de dicha ondulación. En particular, una idea de la invención es mantener los refuerzos ondulados dispuestos bajo una ondulación a ambos lados de un nodo alineados en la dirección longitudinal de dicha ondulación.

45 La invención proporciona una pared de tanque sellada según la reivindicación 1.

50 Gracias a estas características, se garantiza la continuidad entre dos refuerzos ondulados sucesivos dispuestos en una ondulación a cada lado de un nodo. Gracias a estas características, el desplazamiento relativo entre dos refuerzos ondulados sucesivos dispuestos en la ondulación es limitado, incluso en presencia de tensiones asimétricas a ambos lados del nodo y/o a ambos lados de una ondulación. En particular, dos refuerzos ondulados sucesivos dispuestos bajo la ondulación se mantienen alineados en la dirección longitudinal de la ondulación. De este modo, una porción de la ondulación situada en un lado del nodo es soportada eficazmente por el refuerzo ondulado dispuesto bajo dicha

porción de ondulación, manteniéndose dicho refuerzo ondulado en posición por cooperación con el refuerzo ondulado adyacente a través del miembro de enlace.

Según las realizaciones, dicha pared puede comprender una o más de las siguientes características.

- 5 Según una realización, la suela de uno o cada uno de dichos refuerzos ondulados tiene una porción saliente respectiva que sobresale longitudinalmente de la porción de refuerzo de dicho refuerzo ondulado hacia el otro refuerzo ondulado de modo que se enganche en el nodo.

Además, dichos refuerzos ondulados son sencillos de fabricar, ya que la porción saliente de la suela puede fabricarse, por ejemplo, a partir de una pieza de refuerzo extruida, simplemente retirando la porción de refuerzo del refuerzo ondulado en dicha porción saliente.

- 10 Según una realización, uno de los extremos del miembro de conexión tiene una sección de forma y tamaño idénticos a la forma y tamaño de la sección hueca de la suela en la que se aloja dicho extremo, a fin de lograr un enclavamiento sin juego significativo. En otras palabras, el miembro de conexión se encaja y se guía longitudinalmente en las suelas con una simple holgura de montaje, de modo que la posición de los dos refuerzos ondulados se alinea sin ninguna holgura angular significativa.

- 15 Preferiblemente, el refuerzo ondulado se monta de forma deslizante con respecto a la superficie de apoyo y a dicha ondulación. De este modo, puede producirse la contracción térmica del refuerzo ondulado sin que se formen tensiones locales. Además, el enclavamiento longitudinal del miembro de conexión en la suela del refuerzo ondulado también permite la contracción térmica del refuerzo ondulado y del miembro de conexión sin producir tensiones locales.

- 20 Según una realización, al menos uno de dichos refuerzos ondulados está asociado con un espaciador adosado a dicho nodo, una cara extrema del espaciador adosado opuesta al nodo que forma una superficie de tope para una cara extrema del refuerzo ondulado opuesta al nodo, dicho espaciador adosado que comprende un paso que extiende la sección hueca de la suela del refuerzo ondulado en la dirección del otro refuerzo ondulado y atravesado por el miembro de conexión.

En una realización, el inserto espaciador está fijado al miembro de conexión.

- 25 La suela del refuerzo ondulado forma una parte inferior del refuerzo ondulado y la porción de refuerzo forma una parte superior del refuerzo ondulado. La suela y la porción de refuerzo pueden estar separadas por una pared interior plana o no plana. También pueden no estar separados. En una realización, la suela de dicho refuerzo ondulado incluye una pared inferior destinada a descansar sobre la superficie de apoyo. Según una realización, la suela de dicho refuerzo ondulado comprende además una pared superior paralela a la pared inferior destinada a descansar sobre la superficie de apoyo, extendiéndose la porción de refuerzo de dicho refuerzo ondulado por encima de la pared superior de la suela.

- 30 En una realización, la suela está abierta sobre la porción de refuerzo. En otras palabras, un alojamiento interno hueco en la suela en el que se encaja el extremo del miembro de conexión está abierto sobre la porción de refuerzo.

- 35 Según una realización, el refuerzo ondulado tiene una superficie interna que se extiende paralela a la pared inferior de la suela y delimita el alojamiento hueco de la suela.

Esta superficie interna puede producirse de varias maneras.

Según una realización, esta superficie interna está formada por una cara de la pared interna que separa la porción de refuerzo de la suela.

- 40 Según una realización, esta superficie interna está formada por una superficie extrema de una nervadura interna de la porción de refuerzo. En una realización, esta nervadura interna se desarrolla en un plano paralelo a la dirección del espesor de la pared del tanque a partir de un alma interna de la porción de refuerzo, por ejemplo a partir de una zona de intersección entre dos almas internas alojadas en la porción de refuerzo.

- 45 Según una realización, esta superficie interna está formada por una o más porciones laterales de una pared superior de la suela, dichas porciones laterales se extienden paralelas a la pared inferior desde las paredes laterales del refuerzo ondulado.

Un extremo del miembro de conexión encajado en dicha suela tiene una sección transversal plana, por ejemplo rectangular o trapezoidal, que se extiende paralela a dicha pared inferior. Gracias a estas características, el momento de inercia del miembro de conexión en torno a un eje de flexión paralelo a la dirección del espesor de la pared del tanque es relativamente elevado.

- 50 Dicho extremo del miembro de conexión encajado en la suela tiene una anchura, tomada en una dirección de anchura perpendicular a la dirección de grosor de la pared del tanque y perpendicular a la dirección longitudinal de la

ondulación, mayor que el grosor de dicho extremo del miembro de conexión, tomado en la dirección de grosor de la pared del tanque.

5 Según una realización, la anchura del extremo del miembro de conexión encajado en la suela es mayor que la mitad de la anchura del refuerzo ondulado en dicha dirección de anchura. Esta anchura del extremo del miembro de conexión proporciona una buena rigidez en respuesta a las tensiones laterales, es decir, a lo largo de dicha dirección de anchura.

10 Según la invención, la porción hueca de la suela tiene una sección plana paralela a la superficie de apoyo cuando la pared inferior de dicha suela descansa sobre dicha superficie de apoyo. En otras palabras, la porción hueca de la suela tiene una anchura medida en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la ondulación y perpendicular a la dirección del espesor de la pared del tanque que es mayor que el espesor de dicha porción hueca medido en la dirección del espesor de la pared del tanque.

15 Según una realización, el extremo del miembro de conexión 13 se encaja en la suela a una distancia de 2 a 3 cm, o incluso más preferiblemente a una distancia de más de 5 cm, en particular de 5 a 8 cm. Dicha distancia de inserción garantiza una amplia zona de cooperación entre el miembro de conexión y el refuerzo ondulado, lo que permite un mantenimiento estable de la alineación entre los refuerzos ondulados y una buena distribución de las tensiones laterales en una zona de cooperación ampliada.

Según una realización, dicho miembro de conexión es una parte plana de espesor uniforme.

El miembro de conexión, en forma de pieza plana, es decir, delgada, ocupa poco espacio en la dirección del espesor de la pared del tanque y, por lo tanto, puede pasar por debajo de la membrana estanca en el nodo sin interferir con las ondulaciones de la membrana estanca.

20 Según una realización, las suelas tienen dos paredes interiores que se extienden en la dirección del espesor, dichas paredes interiores delimitan la porción hueca de la suela con la pared inferior, y la pared superior en su caso. En una realización, la parte hueca de la suela tiene una sección transversal rectangular.

25 Según una realización, el nodo comprende un ápice, dicha ondulación comprende a cada lado del ápice una porción cóncava que forma una constricción de la ondulación, dicha porción saliente y/o el espaciador adosado que se extiende en el nodo hasta la constricción de la ondulación situada en el lado correspondiente del ápice o más allá de dicha constricción de la ondulación.

Este estrechamiento define, por ejemplo, una sección transversal mínima de la ondulación en el nodo.

Según una realización, el miembro de conexión comprende una superficie de tope dispuesta para limitar la inserción del miembro de conexión en dicha suela.

30 Según una realización, la superficie de apoyo es una primera superficie de tope dispuesta para limitar la inserción del miembro de conexión en una de las bridas y el miembro de conexión comprende una segunda superficie de tope dispuesta para limitar la inserción del miembro de conexión en la otra suela.

35 Tales superficies de tope pueden producirse de varias maneras. De acuerdo con una realización, el miembro de conexión comprende un grosor extra y/o una anchura extra, teniendo el miembro de conexión, al nivel de dicho grosor extra y/o anchura extra, una sección cuyas dimensiones son mayores que las dimensiones de la porción hueca de la suela o suelas, soportando dicho grosor extra y/o anchura extra la superficie o superficies de tope. En una realización, el miembro de conexión tiene una porción central con una sección transversal uniforme en la dirección longitudinal de la ondulación, la(s) superficie(s) de tope está(n) formada(s) por pieza adosada fijada a dicha porción central. Esta pieza adosada puede realizarse de varias maneras, por ejemplo mediante un tornillo, remache o clavo fijado, preferiblemente sin atravesar, a la parte central del miembro de conexión. Esta pieza adosada también puede ser una pieza metálica fijada a la parte central del conector. Dicha pieza metálica que puede servir de tope para los primeros refuerzos ondulados es, por ejemplo, una pieza de conexión que lleva lengüetas de conexión diseñadas para cooperar con los segundos refuerzos ondulados alojados en las segundas ondulaciones

45 En una realización, el miembro de conexión está montado de manera que se desliza con respecto a la superficie de apoyo, por ejemplo una barrera de aislamiento térmico. En otras palabras, el miembro de conexión no está fijado a la barrera de aislamiento térmico. Así, cuando ni los refuerzos ondulados ni los miembros de conexión están fijados a la superficie de apoyo, los refuerzos ondulados y los miembros de conexión pueden mantenerse en posición entre la membrana estanca y la superficie de apoyo en virtud del enclavamiento entre los refuerzos ondulados y los miembros de conexión y en virtud de la fijación de la membrana estanca a la superficie de apoyo, por ejemplo mediante soldadura.

50 Según una realización, los refuerzos ondulados dispuestos bajo las ondulaciones de la primera serie de ondulaciones son primeros refuerzos ondulados, comprendiendo además el tanque segundos refuerzos ondulados dispuestos bajo las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones, estando dispuestos dos segundos refuerzos ondulados en la ondulación de la segunda serie de ondulaciones que forman el nodo a cada lado de dicho nodo.

ES 2 991 975 T3

Según una realización, un segundo refuerzo ondulado se extiende entre dos nodos sucesivos de una ondulación.

5 Según una realización, la distancia entre los extremos de las suelas y/o entre los extremos de los espaciadores adosados de los dos primeros refuerzos ondulados es mayor que una anchura de los segundos refuerzos ondulados dispuestos en la ondulación de la segunda serie de ondulaciones que forman el nodo, comprendiendo el miembro de conexión una porción central interpuesta entre las suelas de dichos dos primeros refuerzos ondulados.

En una realización, los segundos refuerzos adyacentes al nodo tienen un extremo alojado en el nodo en contacto con el miembro de conexión. Gracias a estas características, el miembro de unión actúa como tope, limitando el movimiento de los segundos refuerzos ondulados en la dirección longitudinal de las segundas ondulaciones.

10 Según una realización, los segundos refuerzos ondulados son huecos, el miembro de conexión comprende una porción central interpuesta entre las suelas de los primeros refuerzos ondulados, el miembro de conexión comprende además dos lengüetas, cada una de las cuales sobresale de la porción central del miembro de conexión y en una dirección longitudinal de la segunda serie de ondulaciones y penetra en un segundo refuerzo ondulado respectivo.

Según una realización, las lengüetas son lengüetas elásticas dispuestas para ejercer una fuerza en dirección opuesta a la membrana estanca para presionar dichos segundos refuerzos ondulados sobre la superficie de apoyo.

15 Según una realización, las dos lengüetas están incrustadas en los segundos refuerzos ondulados para ensamblar dichos dos segundos refuerzos ondulados al miembro de conexión. Por ejemplo, en este caso, el miembro de conexión tiene forma de cruz, con dichas lengüetas y dichos extremos del miembro de conexión formando cuatro brazos. El miembro de conexión plano en forma de cruz puede diseñarse como una pieza plana.

20 Según una realización, el miembro de conexión comprende una parte plana en forma de cruz, dichas lengüetas y dichos extremos del miembro de conexión forman cuatro brazos de la cruz.

Según una realización, las lengüetas y la porción central son de una sola pieza.

Según una realización, un extremo de dicha lengüeta alejada de la porción central comprende un miembro de retención dispuesto para mantener el segundo refuerzo ondulado en posición.

25 Dicho miembro de retención puede fabricarse de muchas maneras diferentes. En una realización, los segundos refuerzos ondulados comprenden una orejeta de montaje en su porción hueca, estando el extremo de las lengüetas configurado para cooperar con esta orejeta a fin de sujetar los segundos refuerzos. En una realización, los segundos refuerzos ondulados comprenden almas internas, estando el extremo de las lengüetas configurado para fijarse, por ejemplo por pinzado, a un borde de dichas almas internas opuesto al nodo.

30 Según una realización, el miembro de conexión también comprende una placa de retención fijada a la porción central del miembro de conexión, la placa que lleva las lengüetas.

Según una realización, el miembro de conexión comprende un miembro de fijación de la placa, estando dicho miembro de fijación fijado en la base a una distancia de la barrera térmicamente aislante.

35 Según una realización, dichos segundos refuerzos ondulados respectivos comprenden cada uno una suela hueca destinada a descansar sobre la superficie de apoyo y una porción de refuerzo dispuesta por encima de la suela en la dirección del espesor de la pared del tanque. En este caso, las dos lengüetas del miembro de conexión pueden encajarse longitudinalmente en dichas placas base. El resultado es un dispositivo de montaje que ocupa relativamente poco espacio en el sentido del grosor de la pared.

Según una realización, la porción de refuerzo del refuerzo ondulado, cuya suela tiene dicha porción saliente, tiene un extremo biselado en la dirección del nodo.

40 Según una realización, la porción de refuerzo de los refuerzos ondulados tiene una pared exterior, por ejemplo de forma exterior semielíptica convexa, que delimita un espacio interno de la porción de refuerzo, comprendiendo también la porción de refuerzo almas de refuerzo internas.

Según una realización, dichas almas internas se desarrollan entre una porción lateral de la pared superior de la suela respectiva y una cara interna de la pared exterior de la porción de refuerzo.

45 Según una realización, la porción de refuerzo de los refuerzos ondulados tiene una pared exterior, un extremo de dicha pared exterior orientado hacia el nodo que forma un borde de dicha pared exterior, dicho borde está biselado de manera que tiene una cara inclinada con respecto a un plano perpendicular a la dirección longitudinal de la ondulación y girada hacia la ondulación.

50 Según una realización, la membrana estanca ondulada comprende una pieza rectangular ondulada de chapa metálica, dicha primera serie de ondulaciones se extiende a lo largo de una dirección de longitud de la pieza de chapa metálica, dicha segunda serie de ondulaciones se extiende a lo largo de una dirección de anchura de la pieza de chapa metálica, y los refuerzos ondulados dispuestos bajo una ondulación de la primera serie de ondulaciones comprenden una hilera

de refuerzos ondulados alineados, extendiéndose dicha hilera de refuerzos ondulados a lo largo de toda la longitud de la pieza rectangular de chapa metálica, comprendiendo cada uno de dichos refuerzos ondulados una suela hueca y una porción de refuerzo y estando ensamblados por pares mediante una pluralidad de miembros de conexión encajados en las suelas de los sucesivos refuerzos ondulados en los nodos.

5 Según una realización, la membrana estanca ondulada comprende una pieza rectangular ondulada de chapa metálica, dicha primera serie de ondulaciones se extiende a lo largo de una dirección de longitud de la pieza de chapa metálica, dicha segunda serie de ondulaciones se extiende a lo largo de una dirección de anchura de la pieza de chapa metálica, y los refuerzos ondulados dispuestos bajo una ondulación de la primera serie de ondulaciones comprenden una fila de refuerzos ondulados alineados, extendiéndose dicha fila de refuerzos ondulados a lo largo de prácticamente toda
10 la longitud de la pieza de chapa metálica rectangular, dichos refuerzos ondulados comprenden cada uno una suela hueca que incluye una pared inferior destinada a descansar sobre la superficie de apoyo y una porción de refuerzo dispuesta por encima de la suela, y están ensamblados por pares mediante una pluralidad de miembros de conexión encajados en las suelas de los sucesivos refuerzos ondulados en los nodos de dicha ondulación.

15 Según una realización, los dos extremos de la hilera de refuerzos ondulados se fijan a los bordes de la pieza de chapa rectangular que define la ondulación, por ejemplo mediante pinzado. De este modo, es posible manipular la pieza de chapa con una o varias filas de refuerzos ondulados preensamblados a ella de este modo, lo que facilita el montaje de una pared de tanque.

20 Según una realización, una pluralidad de hileras de refuerzos ondulados formados de la misma manera están dispuestas en ondulaciones respectivas de la primera serie de ondulaciones a lo largo de toda la longitud de la pieza de chapa rectangular, por ejemplo en cada una de las ondulaciones o sólo en algunas de ellas, y pueden fijarse a la pieza de chapa rectangular de la misma manera.

25 En una realización, las filas de refuerzos ondulados están dispuestas en las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones. Estos refuerzos ondulados pueden fijarse de diferentes maneras, por ejemplo cooperando con los miembros de conexión. En una realización, los refuerzos ondulados dispuestos en las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones se fijan a la pieza de chapa ondulada, por ejemplo mediante cinta Scotch® de doble cara o mediante encolado.

30 Según una realización, una pluralidad de filas de refuerzos ondulados están dispuestas en las respectivas ondulaciones de la primera serie de ondulaciones a lo largo de prácticamente toda la longitud de la pieza de chapa metálica rectangular y filas de segundos refuerzos ondulados están dispuestas en las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones, los segundos refuerzos ondulados se unen a los primeros refuerzos ondulados mediante la cooperación con los miembros de conexión en forma de cruz en los nodos para formar un armazón de la pieza de chapa metálica rectangular ondulada.

35 Dicho armazón puede preensamblarse en la superficie exterior de la pieza rectangular de chapa metálica y fijarse a la misma como se ha descrito anteriormente. Dicho armazón también puede preensamblarse independientemente de la pieza de chapa rectangular destinada a albergarlo, por ejemplo mediante un bastidor de montaje. El premontaje de dicho armazón facilita el montaje de la pared del tanque limitando las operaciones de manipulación.

40 Según una realización, la membrana estanca comprende una segunda pieza de chapa rectangular ondulada yuxtapuesta a la primera pieza de chapa rectangular ondulada en la dirección longitudinal y soldada a la misma de manera estanca, la segunda pieza de chapa rectangular ondulada está provista de un segundo armazón formado por un primer y un segundo refuerzos ondulados dispuestos en las ondulaciones de la segunda pieza de chapa rectangular ondulada y ensamblados mediante una pluralidad de miembros de conexión encajados en dichos refuerzos ondulados en los nodos de la segunda pieza de chapa rectangular ondulada.

45 Un primer refuerzo de extremo que forma el extremo de una fila de primeros refuerzos ondulados del primer armazón puede asociarse con un segundo refuerzo de extremo que forma el extremo de una fila de primeros refuerzos ondulados del segundo armazón mediante un manguito de conexión, el primer y segundo refuerzos de extremo tienen cada uno un alojamiento longitudinal que se abre en una superficie inferior del refuerzo de extremo, el manguito de conexión se ajusta en el alojamiento longitudinal del primer y segundo refuerzos de extremo para alinear la fila de refuerzos ondulados del primer armazón y la fila de refuerzos ondulados del segundo armazón.

50 En una realización, la invención también proporciona un conjunto de armazón de membrana premontado, dicho armazón que comprende refuerzos ondulados para alojar bajo ondulaciones de una membrana impermeabilizante ondulada que comprende dos series de ondulaciones que se cruzan, dicho refuerzo ondulado que comprende una superficie inferior plana para descansar sobre una superficie de apoyo y un alojamiento interno adyacente a la pared inferior,

55 dicho armazón comprende una pluralidad de filas de primeros refuerzos ondulados alineados, cada fila destinada a alojarse bajo una ondulación de la primera serie de ondulaciones de la membrana impermeabilizante,

dicho armazón comprende una pluralidad de filas de segundos refuerzos ondulados alineados, cada fila destinada a alojarse bajo una ondulación de la segunda serie de ondulaciones de la membrana de estanqueidad,

dicho armazón comprende además una pluralidad de miembros de conexión en forma de cruz que tienen lengüetas alojadas en los alojamientos de los refuerzos ondulados primero y segundo en las intersecciones de las filas de primeros refuerzos ondulados y las filas de segundos refuerzos ondulados,

- 5 dicho conjunto comprende además un bastidor de montaje dispuesto alrededor de los extremos de las filas de rigidizadores ondulados y que tiene elementos de fijación que cooperan con los rigidizadores de los extremos dispuestos en los extremos de las filas de primeros rigidizadores ondulados y de las filas de segundos rigidizadores ondulados, a fin de mantener el conjunto en estado montado.

En este armazón premontado, los refuerzos ondulados están unidos por los miembros de conexión en forma de cruz y por el marco de montaje en forma de celosía de refuerzos ondulados.

- 10 Según una realización, los primeros refuerzos ondulados extremos y los segundos refuerzos ondulados extremos tienen una abertura de alojamiento abierta en la superficie inferior de dichos primeros y segundos refuerzos ondulados extremos.

En una realización, el marco de montaje se sustituye por una placa metálica ondulada destinada a formar una parte de la membrana de sellado y los elementos de fijación se disponen en los bordes de la placa metálica.

- 15 La invención también proporciona un procedimiento de ensamblaje de pared de tanque sellado según la reivindicación 15 que comprende las etapas de:

- Posicionar sobre una superficie de apoyo del tanque estanco, preferentemente para cada primera ondulación de una pieza de chapa de membrana de estanqueidad rectangular ondulada, de una fila de primeros refuerzos ondulados, estando dicha fila formada por miembros de conexión y primeros refuerzos ondulados que se entrelazan alternativamente, en particular el miembro de conexión y los primeros refuerzos ondulados antes mencionados
- Sujetar los extremos de dicha fila de primeros refuerzos ondulados en posición sobre la superficie de apoyo,
- Colocar segundos refuerzos ondulados en la superficie de apoyo, preferentemente para cada segunda ondulación de la pieza de chapa rectangular ondulada,
- fijar la pieza de chapa rectangular ondulada a la superficie de apoyo, de modo que la fila de primeros refuerzos ondulados se aloje en una primera ondulación correspondiente de dicha pieza de chapa rectangular ondulada y los segundos refuerzos ondulados se alojen en una segunda ondulación correspondiente de la pieza de chapa rectangular ondulada,

- 30 Según una realización, la etapa de sujetar los extremos de la fila de primeros refuerzos ondulados comprende las etapas de

- posicionar un miembro de conexión en un primer refuerzo ondulado que sobresale de una pieza de chapa rectangular ondulada previamente fijada a la superficie de apoyo,
- encajar un primer refuerzo ondulado extremo de la fila de primeros refuerzos ondulados en dicho miembro de conexión.

- 35 Según una realización, la etapa de sujetar los extremos de la hilera de primeros refuerzos ondulados comprende la etapa de fijar un raíl de fijación a la superficie de apoyo, dicho raíl de fijación coopera con un primer refuerzo ondulado final de la hilera de primeros refuerzos ondulados para sujetar el extremo correspondiente de la hilera de primeros refuerzos ondulados a la superficie de apoyo.

- 40 Según una realización, el procedimiento comprende además una etapa de retirada del raíl de fijación de la superficie de apoyo.

Según una realización, el raíl de fijación coopera con el extremo de una pluralidad de filas de primeros refuerzos ondulados adyacentes colocados en la superficie de apoyo con el fin de estabilizar la posición de dichas filas de primeros refuerzos ondulados.

- 45 Según una realización, la etapa de posicionar segundos refuerzos ondulados comprende la etapa de encajar dichos segundos refuerzos ondulados en miembros de conexión adyacentes de dos filas de primeros refuerzos ondulados adyacentes.

Según una realización, la etapa de anclar la pieza de chapa rectangular ondulada a la superficie de apoyo comprende la etapa de soldar dicha pieza de chapa rectangular ondulada a una pieza de chapa rectangular ondulada previamente anclada a la barrera térmicamente aislante.

- 50 Según una realización, la invención también proporciona un refuerzo ondulado destinado a ser alojado bajo una ondulación de una membrana de sellado ondulada, dicho refuerzo ondulado que comprende una suela hueca y una porción de refuerzo hueca dispuesta por encima de dicha suela, la suela que comprende una pared inferior plana destinada a descansar sobre una superficie de apoyo y una pared superior que separa la suela de la porción de

refuerzo y es paralela a dicha pared inferior, la pared inferior y la pared superior están unidas por las paredes laterales de la suela, la porción de refuerzo comprende una pared exterior que se extiende por encima de la suela, dicha pared exterior delimita, con la pared superior de la suela, un espacio interno de la porción de refuerzo.

Según realizaciones, dicho refuerzo ondulado puede comprender una o más de las siguientes características.

- 5 Según una realización, el refuerzo ondulado también comprende un alma interna dispuesta en el espacio interno de la porción de refuerzo. En una realización, esta alma interior tiene una forma circular truncada por la pared superior de la suela, siendo dicha alma interior tangente a la pared exterior a ambos lados de un vértice de dicha pared exterior.

Según una realización, la suela tiene una porción saliente que sobresale longitudinalmente con respecto a la porción de refuerzo en al menos un extremo longitudinal del refuerzo ondulado.

- 10 Según una realización, la invención también proporciona un refuerzo ondulado destinado a ser alojado bajo una ondulación de una membrana de estanqueidad y de aislamiento térmico de un tanque, dicho refuerzo ondulado que comprende una pared plana destinada a descansar sobre una superficie de apoyo y una pared exterior que delimita conjuntamente un espacio interno de dicho refuerzo ondulado, dicho refuerzo ondulado comprende también, en dicho espacio interno, un alma interna de forma circular truncada por la pared plana, siendo dicha alma interna tangente a la pared externa a ambos lados de un vértice de dicha pared externa.

15 En una realización, la pared exterior tiene una forma convexa, semielíptica.

- Una pared de tanque de este tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento en tierra, por ejemplo para almacenar GNL, o instalarse en una estructura flotante, costera o de aguas profundas, incluido un buque de transporte de GNL o cualquier buque que utilice gas combustible licuado como combustible, una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y descarga (FPSO) y otros.

- 20 La invención proporciona un buque según la reivindicación 16 para transportar un producto líquido frío que comprende un doble casco y un tanque que comprende la pared estanca antes mencionada dispuesta en el doble casco.

- 25 La invención también proporciona un procedimiento según la reivindicación 17 para cargar o descargar dicho buque, en el que un producto líquido frío se transporta a través de tuberías aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra hasta o desde el tanque del buque.

- 30 La invención también proporciona un sistema según la reivindicación 18 para trasvasar un producto líquido frío, el sistema comprende dicho 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 impulsar un flujo de producto líquido frío a través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del buque.

Breve descripción de las figuras

La invención se entenderá mejor, y otros propósitos, detalles, características y ventajas de la misma se aclararán en el curso de la siguiente descripción de varias realizaciones particulares de la invención, dadas únicamente a modo de ilustración y no de limitación, con referencia a los dibujos adjuntos.

- 35
- La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una porción de pared de tanque sellada y aislada térmicamente en la que se ilustra parcialmente la membrana de sellado;
 - La figura 2 es una vista superior de una barrera termoaislante de la pared del tanque sellada y termoaislante de la figura 1, en la que no se muestra la membrana de sellado;
- 40
- La figura 3 es una vista en sección transversal de una ondulación en la membrana estanca de la figura 1, en la que se alojan refuerzos ondulados, conectados por un miembro de conexión en un nodo de la membrana estanca.
 - La figura 4 es una vista en perspectiva parcial con sección transversal de un refuerzo ondulado según una primera realización;
 - La figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de un miembro de conexión en una primera realización;
- 45
- La figura 6 es una vista en sección transversal de una variante del miembro de conexión mostrado en la figura 5;
 - La figura 7 es una vista esquemática en perspectiva en sección transversal de un refuerzo ondulado en una segunda realización;

- Las figuras 8 y 9 son vistas en sección transversal de versiones alternativas del refuerzo ondulado de las figuras 4 ó 7;
- Las figuras 10 y 11 son vistas esquemáticas en perspectiva de refuerzos ondulados conectados en un nodo mediante miembros de conexión según versiones alternativas de la figura 5;
- 5 • Las figuras 12 a 14 son vistas esquemáticas en perspectiva del montaje de una pared de tanque sellada y aislada térmicamente, que ilustran las etapas necesarias para colocar los refuerzos ondulados y la membrana de sellado en la barrera aislante térmica;
- La figura 15 es una vista esquemática en perspectiva de un elemento de membrana estanca según una variante de montaje de la membrana estanca sobre la barrera termoaislante;
- 10 • La figura 16 es una representación esquemática de un buque cisterna de GNL y de una terminal de carga/descarga de este tanque;
- La figura 17 es una vista esquemática en perspectiva de refuerzos ondulados conectados en un nodo por un miembro de conexión según una variante de la figura 11;
- La figura 18 es una vista esquemática en perspectiva del espaciador adosado mostrado en la figura 17;
- 15 • La figura 19 es una vista esquemática en perspectiva del conector de la figura 17;
- la figura 20 es una vista esquemática en perspectiva de refuerzos ondulados conectados en un nodo por un miembro de conexión según una variante de la figura 17;
- La figura 21 es una vista esquemática en perspectiva del conector de la figura 20;
- 20 • La figura 22 es una vista superior de una celosía de refuerzo ondulado según una variante de montaje de los refuerzos ondulados de la figura 15;
- La figura 23 es una vista inferior de una membrana impermeabilizante reforzada que muestra un semirrefuerzo ondulado en la unión entre dos placas metálicas adyacentes.
- Las figuras 24 y 25 son vistas en sección transversal de refuerzos ondulados según diseños alternativos;
- 25 • La figura 26 es una vista esquemática en perspectiva de los refuerzos ondulados ilustrados en las figuras 24 y 25 conectados en un nodo por un miembro de conexión;
- Las figuras 27 y 28 son vistas en sección transversal de refuerzos ondulados según diseños alternativos;
- La figura 29 es una vista en perspectiva esquemática transparente de un nodo de la membrana estanca primaria situado en una esquina de la pared del tanque, estando dicha esquina formada por dos secciones de dicha pared del tanque, estando alojado en dicho nodo un miembro de conexión según una realización;
- 30 • La figura 30 es una vista esquemática en perspectiva del conector de la figura 29.

Descripción detallada de las realizaciones

Por convención, los términos "externo" e "interno" se utilizan para definir la posición relativa de un elemento con respecto a otro, con referencia al interior y al exterior del tanque.

35 Un tanque sellado y térmicamente aislante para almacenar y transportar un fluido criogénico, por ejemplo Gas Natural Licuado (GNL), comprende una pluralidad de paredes de tanque cada una de las cuales tiene una estructura multicapa.

Dicha pared del tanque comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque, una barrera de aislamiento térmico anclada a una estructura de soporte mediante miembros de retención y una membrana de sellado transportada por la barrera de aislamiento térmico y destinada a estar en contacto con el fluido criogénico contenido en el tanque.

40 La estructura de soporte puede ser una chapa metálica autoportante o, más generalmente, cualquier tipo de tabique rígido con propiedades mecánicas adecuadas. En particular, la estructura de soporte puede estar formada por el casco o el doble casco de un buque. La estructura de soporte comprende una pluralidad de paredes que definen la forma general del tanque, normalmente una forma poliédrica.

45 El tanque también puede comprender una pluralidad de barreras de aislamiento térmico y membranas de sellado. Por ejemplo, desde el exterior hacia el interior del tanque, un tanque puede comprender una barrera secundaria de aislamiento térmico anclada a la estructura de soporte, una membrana secundaria de impermeabilización soportada

5 por la barrera secundaria de aislamiento térmico, una barrera primaria de aislamiento térmico apoyada sobre la membrana secundaria de impermeabilización y una membrana primaria de impermeabilización apoyada sobre la barrera primaria de aislamiento térmico. La barrera de aislamiento térmico puede fabricarse de muchas maneras, en muchos materiales, utilizando técnicas conocidas como, por ejemplo, las descritas en los documentos WO2017017337 o WO2017006044. Las membranas impermeabilizantes pueden estar formadas por piezas metálicas rectangulares onduladas con una serie de ondulaciones de tamaños diferentes o similares.

10 La figura 1 ilustra parcialmente una membrana de estanqueidad 1 destinada a estar en contacto con el fluido contenido en el tanque y anclada a una barrera térmicamente aislante 2. Esta membrana impermeabilizante 1 comprende una pluralidad de placas metálicas rectangulares onduladas ancladas a la barrera termoaislante 2. La membrana de estanqueidad 1 comprende una primera serie de ondulaciones paralelas, denominadas ondulaciones altas 3, que se extienden en una primera dirección, y una segunda serie de ondulaciones paralelas, denominadas ondulaciones bajas 4, que se extienden en una segunda dirección. Los términos "alto" y "bajo" tienen aquí un significado relativo y significan que la primera serie de ondulaciones 3 tiene mayor altura que la segunda serie de ondulaciones 4. La primera y la segunda dirección son perpendiculares. De este modo, las ondulaciones altas 3 forman nodos 5 con las ondulaciones bajas 4 en cada intersección entre ellas. En otras palabras, cada ondulación 3, 4 comprende una sucesión de porciones longitudinales 6 y nodos 5, estando dichos nodos formados por la intersección de dicha ondulación 3, 4 con una ondulación perpendicular 4, 3. Dichas porciones longitudinales 6 tienen una sección transversal sustancialmente constante, el cambio de sección transversal de la ondulación 3, 4 en la intersección entre dos ondulaciones 3, 4 marca el inicio del nodo 5. Sin embargo, la porción longitudinal 6 puede tener deformaciones locales (no ilustradas) como se describe en el documento FR2861060.

Un nudo 5 comprende un pliegue 7 que prolonga el borde superior 8 (véase la figura 3) de la ondulación alta 3 que forma dicho nudo. El borde superior 8 de la ondulación alta 3 presenta un par de ondulaciones cóncavas 9 (mostradas con mayor detalle en la figura 3), cuya concavidad mira hacia el interior del tanque y que están dispuestas a ambos lados del pliegue 7.

25 En los documentos WO2017017337 o WO 2017006044 se describen otros posibles detalles y características de la membrana de sellado 1, las placas metálicas onduladas que forman dicha membrana de sellado 1 y la estructura de los nodos 5. Por ejemplo, la membrana de estanqueidad 1 puede ser de chapa de acero inoxidable o de aluminio con un grosor aproximado de 1,2 mm y puede conformarse mediante estampación o plegado. Otros metales o aleaciones y otros espesores son posibles.

30 Como se ilustra en las Figuras 1 y 2, las hileras de primeros refuerzos ondulados 11 están dispuestas bajo las ondulaciones altas 3. Del mismo modo, bajo las ondulaciones inferiores 4 se disponen hileras de segundos refuerzos ondulados 12. Estos refuerzos ondulados 11, 12 soportan y refuerzan las ondulaciones 3, 4 de la membrana de estanqueidad en presencia de tensiones ligadas, por ejemplo, a los movimientos de fluidos en el tanque. Tales refuerzos ondulados 11, 12 pueden estar hechos de una amplia gama de materiales, tales como metales, en particular aluminio, aleaciones metálicas, plásticos, en particular polietileno, policarbonato, polieterimida, o materiales compuestos que comprenden fibras, en particular fibras de vidrio, unidas por una resina plástica.

Los primeros refuerzos ondulados 11 están dispuestos debajo de cada porción longitudinal 6 de las ondulaciones altas 3. Del mismo modo, los segundos refuerzos ondulados 12 están dispuestos bajo cada porción longitudinal 6 de las ondulaciones bajas 4.

40 Sin embargo, las tensiones en el tanque no siempre son uniformes. Por lo tanto, una ondulación alta 3 puede estar sometida a tensiones asimétricas a lo largo de su longitud. Tales tensiones asimétricas dan lugar a la aplicación de una tensión lateral en una porción longitudinal 6 de la ondulación alta 3 sin que la porción longitudinal adyacente 6 de dicha ondulación alta 3 esté sometida a una tensión similar. En presencia de tales tensiones asimétricas, la ondulación alta 3 puede estar sometida a una torsión importante en el nudo 5 que separa las dos porciones longitudinales sucesivas 6 sometidas a dicha tensión asimétrica.

Para evitar esto, como se explica con más detalle a continuación en relación con las Figuras 3 a 5, los primeros refuerzos ondulados 11 dispuestos bajo la misma ondulación alta 3 se ensamblan mediante un miembro de conexión 13. Dichos miembros de unión 13 están dispuestos bajo la ondulación alta 3 en cada nodo 5 para unir dos primeros refuerzos ondulados 11 sucesivos en dicha ondulación alta 3.

50 Dichos miembros de conexión 13 permiten alinear de forma estable dos primeros refuerzos ondulados 11 sucesivos. Así, cada ondulación alta 3 está soportada por una fila de primeros refuerzos ondulados 11 asociados dos a dos a lo largo de dicha ondulación alta 3 en una alineación correspondiente a la dirección longitudinal de dicha ondulación alta 3. Así, cuando una ondulación alta 3 está sometida a un esfuerzo asimétrico, el miembro de unión 13 permite mantener la alineación de los primeros refuerzos ondulados sucesivos 11 y, por tanto, evitar la torsión de la membrana estanca 1 en el nudo 5. En particular, el primer refuerzo ondulado 11 dispuesto bajo la porción longitudinal 6 sometida a esfuerzo transmite parte de la fuerza a los primeros refuerzos ondulados 11 a los que está conectado a través de los miembros de conexión 13, permitiendo así que dicha fuerza se distribuya sobre los primeros refuerzos ondulados 11 adyacentes. En otras palabras, los miembros de conexión 13 permiten que la fila de primeros refuerzos ondulados 11 funcione de manera sustancialmente análoga en presencia de tensiones asimétricas y tensiones simétricas a lo largo de la

ondulación alta 3 bajo la cual está dispuesta dicha fila de primeros refuerzos ondulados 11. De este modo, las ondulaciones altas 3 se refuerzan uniformemente en toda su longitud y se reduce o incluso se elimina el riesgo de torsión importante en caso de tensiones asimétricas.

5 Como se ilustra en la Figura 2, la distancia que separa dos primeros refuerzos ondulados sucesivos 11 es mayor que la anchura de los segundos refuerzos ondulados 12. Además, los segundos refuerzos ondulados 12 se desarrollan en las porciones longitudinales 6 de las ondulaciones inferiores 4 hasta entrar en contacto con los miembros de conexión 13 alojados en los nodos 5 formados en los extremos de dichas porciones longitudinales. 6. De este modo, los extremos 14 de cada segundo refuerzo ondulado 12 se disponen entre dos primeros refuerzos ondulados 11 adyacentes. De este modo, los segundos refuerzos ondulados 12 quedan bloqueados en los nudos, por un lado lateralmente por los primeros refuerzos ondulados 11 y, por otro, longitudinalmente por los miembros de enlace 13 alojados en dichos nudos.

Los primeros refuerzos ondulados 11 se describen a continuación en relación con las Figuras 3 y 4. Un primer refuerzo ondulado 11 comprende una suela 15 y una porción de refuerzo 16.

15 La suela 15 tiene una pared inferior 17, dos paredes laterales 18 y una pared superior 19. La pared inferior 17 es plana y descansa sobre la barrera de aislamiento térmico 2. La pared superior 19 es plana y paralela a la pared inferior 17. Las paredes laterales conectan la pared inferior 17 y la pared superior 19 a lo largo de toda la longitud del primer refuerzo ondulado 11. La pared inferior 17, las paredes laterales 18 y la pared superior 19 definen conjuntamente un espacio interior hueco de la suela 15.

20 La suela 15 comprende preferiblemente, como se ilustra en la figura 4, paredes de refuerzo 21 que conectan la pared inferior 17 y la pared superior en el espacio hueco. 19. Estas paredes de refuerzo 21 refuerzan la suela 15 y, en particular, permiten que la suela 15 conserve su forma incluso sometida a grandes esfuerzos.

La porción de refuerzo 16 del primer refuerzo ondulado 11 comprende una pared exterior 22. Esta pared exterior 22 tiene preferentemente una forma complementaria a la ondulación superior 3. Así, como se ilustra en la figura 4, la pared externa 22 tiene forma de cúpula.

25 Preferiblemente, la porción de refuerzo 16 es hueca para permitir la circulación de gas inerte o de detección de fugas en la barrera de aislamiento térmico 2. De este modo, la pared superior 19 de la suela 15 y la pared exterior 22 definen conjuntamente un espacio interior hueco de la porción de refuerzo 16.

La porción de refuerzo 16 comprende ventajosamente almas internas 23 para reforzar dicha porción de refuerzo 16. En la Figura 4, estas almas internas 23 se cruzan sustancialmente en el centro de la porción de refuerzo 16.

30 La suela 15 tiene una longitud mayor que la longitud de la porción de refuerzo 16. Así, como se ilustra en la figura 4, la suela 15 tiene una porción saliente 24 que sobresale longitudinalmente más allá de la porción de refuerzo 16.

35 El primer refuerzo ondulado 11 se puede fabricar de numerosas maneras. Preferiblemente, el primer refuerzo ondulado 11 se produce en una primera etapa de sección constante mediante extrusión en toda la longitud de dicho primer refuerzo ondulado 11. A continuación, en una segunda etapa, se mecaniza la porción de refuerzo 16 para producir la porción saliente 24 de la suela 15. Preferiblemente, la porción de refuerzo 16 está mecanizada en ángulo en su unión con la porción saliente 24, teniendo así la porción de refuerzo una longitud máxima en su unión con la suela 15.

40 La figura 3 ilustra dos primeros refuerzos ondulados 11 en un nodo 5 ensamblados por el miembro de conexión 13. Como se ha explicado anteriormente, la ondulación alta 3 tiene dos porciones cóncavas 9 en el nodo 5, separadas por un pliegue 7. Estas ondulaciones cóncavas 9 forman un estrechamiento de la altura de la ondulación alta 3 en el nodo 5. De este modo, el borde superior 8 de la ondulación alta 3 tiene una sección transversal uniforme hasta el estrechamiento formado por las ondulaciones cóncavas 9 en el nodo 5.

45 La longitud de la porción de refuerzo 16 en la parte superior de la pared exterior 22 es, por ejemplo, igual a la longitud de la porción longitudinal 6 de la ondulación alta 3 que tiene una sección transversal uniforme entre dos nodos 5. Esta porción de sección transversal uniforme se detiene cuando la ondulación alta 3 presenta una ligera constricción lateral que marca el inicio del nodo 5, cuya geometría es compleja como se ha explicado anteriormente. Además, la forma biselada de las porciones de refuerzo 16 corresponde sustancialmente a la inclinación de esta constricción lateral, de modo que la porción de refuerzo 16 se acerca lo más posible al nodo 5 para optimizar el apoyo de la ondulación.

50 Además, y no ilustrado, el borde de la pared exterior 22 también está biselado. Como resultado, el borde de la pared exterior tiene una cara inclinada con respecto al eje longitudinal de la porción de refuerzo 16. Este borde biselado tiene una cara biselada vuelta hacia la ondulación alta 3. Así, si el primer refuerzo ondulado 11 se desplaza en sentido longitudinal en la ondulación alta en la que se aloja, el contacto entre la porción de refuerzo 16 y la ondulación alta 3 se produce a nivel del borde biselado, cuya cara sigue la forma de la ondulación alta. Por lo tanto, este contacto se realiza sin riesgo de dañar la ondulación alta por cooperación entre el borde biselado y la ondulación alta 3, ya que el
55 borde de la pared exterior 22 no corre el riesgo de dañar la ondulación alta 3.

La suela 15 tiene una anchura inferior a la anchura de la constricción lateral que marca el inicio del nudo 5. En otras palabras, la distancia que separa las paredes laterales 18 de la suela 15 es menor que la anchura de la ondulación alta 3 en la constricción lateral que marca el inicio del nudo 5. De este modo, la porción saliente 24 de la suela 15 puede insertarse en el nudo 5 como se muestra en la figura 3.

5 Ventajosamente, la porción saliente 24 del primer refuerzo ondulado 11 se proyecta longitudinalmente en el nudo 5 en la dirección del pliegue 7 más allá de la constricción de altura mínima de la ondulación alta 3 formada por la porción cóncava 9. Sin embargo, la distancia que separa las porciones salientes 24 de dos primeros refuerzos ondulados sucesivos 11 es mayor que la anchura del segundo refuerzo ondulado adyacente 12 alojado en la ondulación baja 4 que forma el nudo 5. En otras palabras, las porciones salientes 24 de los primeros refuerzos ondulados 11 se detienen
10 antes de la ondulación baja 4 para no estar en la prolongación de dicha ondulación baja 4. De este modo, tal como se ilustra en la figura 2, los segundos refuerzos ondulados 12 pueden desarrollarse de modo que se inserten en el nudo 5 interpuesto entre las suelas 15 de los dos primeros refuerzos ondulados 11. De este modo, dichos segundos refuerzos ondulados 12 pueden mantenerse en posición mediante la cooperación con las suelas 15 de dichos primeros refuerzos ondulados 11.

15 El miembro de conexión 13 se aloja en las suelas 15 de los dos primeros refuerzos ondulados sucesivos 11 para ensamblar dichos primeros refuerzos ondulados sucesivos 11.

La figura 5 ilustra un ejemplo de un miembro de conexión tal como se inserta en las suelas 15 de los dos primeros refuerzos ondulados sucesivos 11 ilustrados en la figura 3. Dicho miembro de conexión tiene la forma de un manguito paralelepípedo 25, cuya anchura es inferior a la distancia que separa las paredes de refuerzo 21 de las suelas 15.
20 Más concretamente, el manguito 25 tiene una sección transversal cuyas dimensiones son ligeramente inferiores a las dimensiones de un alojamiento 20 (véase la figura 4) delimitado por la pared inferior 17, la pared superior 19 y las paredes de refuerzo 21 de las suelas 15.

La forma complementaria entre el miembro de conexión 13 y la carcasa 20 de dos primeros refuerzos ondulados 11 sucesivos permite insertar el miembro de conexión 13 en las carcasas 20 con una buena cooperación entre el miembro
25 de conexión 13 y las suelas de dichos primeros refuerzos ondulados 11, garantizando así que se mantenga la alineación de dichos primeros refuerzos ondulados 11.

Por ejemplo, el miembro de conexión 13 puede insertarse en cada carcasa 20 a lo largo de una distancia de 2 a 3 cm, o incluso, preferiblemente, a lo largo de una distancia superior a 5 cm, en particular de 5 a 8 cm, con el fin de cooperar
30 con los primeros refuerzos ondulados 11 a lo largo de una longitud suficiente para mantener la alineación de dichos primeros refuerzos ondulados 11 de manera estable.

Como se ilustra en la Figura 2, los segundos refuerzos ondulados 12 se insertan en los nodos 5 de forma que tengan un juego mínimo o incluso estén en contacto con los miembros de conexión 13. De este modo, los segundos refuerzos ondulados 12 pueden bloquear el movimiento de traslación del miembro de conexión 13 con el que cooperan.

Un miembro de conexión 13 en forma de manguito 25 puede insertarse ventajosamente de manera deslizante en la suela 15, eliminando así las tolerancias de construcción y garantizando que cualquier juego de construcción se ocupe
35 insertando el manguito 25 en mayor o menor medida en las suelas 15. Dicho manguito (25) tiene una porción central (27) y dos extremos (28) separados por dicha porción central (27). La porción central 27 corresponde a la distancia que separa las dos suelas 15 y los extremos 28 son las porciones de dicho manguito 25 insertadas en las suelas 15. El deslizamiento relativo entre el miembro de conexión 13 y los primeros refuerzos ondulados 11 también permite
40 absorber la contracción térmica de los refuerzos ondulados sin producir tensiones.

Dicho manguito 25 puede fabricarse de muchas maneras y puede ser sólido o hueco.

La figura 6 ilustra una variante del manguito 25 mostrado en la figura 5. En esta variante, el miembro de conexión 13 tiene una porción central 27 que separa dos extremos longitudinales 28. La parte central 27 es más gruesa que los
45 extremos 28. De manera similar a la placa 25, los extremos 28 tienen una forma de sección transversal complementaria a la forma de los rebajes 20 de los primeros refuerzos ondulados 11. Así, cada extremo 28 de dicho miembro de conexión 13 se inserta en un alojamiento 20 respectivo hasta que la suela 15 que comprende dicho alojamiento 20 hace tope contra la porción central 27. En otras palabras, la porción central 27 forma dos superficies de tope que limitan la inserción del miembro de conexión 13 en los alojamientos 20 de las suelas 15 en los que se insertan los extremos 28 de dicho miembro de conexión 13.

Las superficies de tope que permiten limitar la inserción del elemento de conexión 13 en las suelas 15 podrían realizarse de numerosas maneras. En una realización no mostrada, las piezas adosadas se fijan a una cara superior de la placa 25 para formar dichas superficies de tope. Así, por ejemplo, pueden fijarse tornillos a la placa 25 de forma no pasante, de modo que sobresalgan de dicha placa 25, quedando limitada la inserción de la placa 25 en los
50 alojamientos 20 por el tope de la pared superior 19 de las placas base contra dichos tornillos. En otra realización no mostrada, remaches podrían realizar la misma función, tales remaches preferiblemente sobresaliendo de la superficie superior de la placa 25 solamente. En otra modalidad no ilustrada pero derivada de la figura 10, la pieza 33 puede

ensancharse de forma que sus bordes enfrentados a los primeros refuerzos ondulados 11 actúen como tope de dichos primeros refuerzos ondulados 11 además de actuar como conexión con las lengüetas 34.

5 Las figuras 7 a 9 ilustran versiones alternativas del primer refuerzo ondulado 11. Los elementos que son idénticos o cumplen la misma función que los elementos descritos anteriormente en relación con las figuras 1 a 6 llevan la misma referencia. Las variantes de los primeros refuerzos ondulados 11 también son aplicables a los segundos refuerzos ondulados 12.

La figura 7 ilustra una primera variante del primer refuerzo ondulado 11 ilustrado en la figura 4. Esta variante difiere de la mostrada en la figura 4 en que el extremo de la porción de refuerzo 16 del que sobresale la porción saliente 24 es recto, es decir, no está biselado, de modo que la porción de refuerzo tiene una longitud constante.

10 La figura 8 ilustra una segunda variante del primer refuerzo ondulado 11. En la figura 8, el primer refuerzo ondulado 11 comprende una suela 15 y una porción de refuerzo 16.

La suela 15 tiene una pared inferior 17, dos paredes laterales 18 y una pared superior 19. La pared inferior 17, las paredes laterales 18 y la pared superior 19 definen conjuntamente un paso hueco en la suela 15. La suela 15 también tiene paredes de refuerzo 21 en dicho paso hueco, que conectan la pared inferior 17 y la pared superior 19.

15 La porción de refuerzo comprende una pared exterior 22. Esta pared exterior tiene una forma complementaria a la forma de la ondulación alta 3 bajo la que se pretende alojar el primer refuerzo ondulado. Típicamente, la pared exterior 22 tiene dos paredes laterales 29, cada una de las cuales forma una cara lateral de la porción de refuerzo 16. Cada pared lateral 29 se extiende desde la suela 15, más concretamente desde un extremo superior de una pared lateral 18 respectiva de la suela 15, hasta un vértice de la porción de refuerzo 16. Junto con la pared superior 19 de la suela 15, la pared exterior define un paso hueco para la porción de refuerzo 16.

20 La porción de refuerzo también comprende un alma interna 23. En la variante mostrada en la figura 8, esta alma interna tiene forma circular truncada por la pared superior 19 de la suela 15. Esta alma interior circular truncada 23 es tangente a las paredes laterales 29 de la pared exterior 22. Más concretamente, dos primeras porciones curvadas 30 del alma interior 23 conectan cada una la pared superior 19 de la suela 15 a una cara lateral interior 29 respectiva. Una segunda porción curvada 31 une las dos caras laterales 29 de la pared exterior 22.

Preferentemente, la unión entre cada primera porción curvada 30 y la pared superior 19 de la suela 15 se realiza en una cara superior de dicha pared superior 19 en línea con la unión entre una cara inferior de dicha pared superior 19 y una respectiva alma de refuerzo 21 de la suela 15.

30 En una variante ilustrada en la Figura 9, la porción de refuerzo 16 también comprende almas de refuerzo 32 que se intersecan. Estas almas de refuerzo 32 en intersección conectan una cara lateral 29 de la respectiva pared exterior 22 y la pared superior 19 de la suela. Estas almas de refuerzo 32 se cruzan en un plano de simetría X del primer refuerzo ondulado que se extiende en una dirección longitudinal del primer refuerzo ondulado 11 perpendicular a la pared superior 19 de la suela 15 y que pasa por el vértice 10 de la porción de refuerzo 16. Preferiblemente, un alma de refuerzo 32 que se extiende desde una de las paredes laterales 29 se une a la pared superior 19 de la suela 15 en la unión entre la primera porción curvada 30 que une la otra pared lateral 29 y la pared superior 19 de la suela 15.

35 En una variante no ilustrada, las almas de refuerzo 32 del primer refuerzo ondulado 11, como se ilustra en la figura 9, se sustituyen por un alma de refuerzo paralela a la pared superior 19. Dicha alma de refuerzo se une, por ejemplo, a la cara interior de las paredes laterales 29 formadas por la pared exterior 22 en la unión tangencial entre el alma interior circular truncada 23 y dichas paredes de la cara interior de la pared lateral 29.

40 Las figuras 10 y 11 son vistas esquemáticas en perspectiva de refuerzos ondulados conectados en un nodo mediante miembros de conexión según versiones alternativas de la figura 5. Los elementos idénticos o que cumplen la misma función que los descritos anteriormente llevan la misma referencia.

45 El miembro de conexión 13 ilustrado en la figura 10 comprende un manguito 25 como se describe frente a la figura 5. Este manguito 25 comprende una porción central 27 que separa dos extremos 28 de dicha placa 24 alojados en las suelas 15 de dos primeros refuerzos ondulados 11 sucesivos.

En esta variante, se fija una placa 33 a la porción central 27 del manguito 25. Esta placa 33 no está fijada al manguito 25, de modo que no sobresale del manguito 25 hacia la barrera de aislamiento térmico 2.

La placa 33 lleva dos lengüetas 34 que sobresalen lateralmente del manguito 25. Cada uno de las lengüetas 34 está alojada en la parte hueca de un segundo refuerzo ondulado 12.

50 Cada lengüeta 34 es preferiblemente elástica. En la realización mostrada en la figura 10, estas orejetas lengüetas elásticas 34 están formadas por un extremo doblado de la placa 33. Las lengüetas elásticas 34 están conformadas para ejercer una fuerza de retención sobre los segundos refuerzos ondulados 12 en los que se insertan, en la dirección de la barrera termoaislante 2. De este modo, estas lengüetas elásticas 34 permiten ventajosamente mantener en

posición los segundos refuerzos ondulados 12, en los que están insertados, sobre la barrera de aislamiento térmico 2.

5 En la realización ilustrada en la figura 10, los primeros refuerzos ondulados 11 y los segundos refuerzos ondulados tienen cada uno una suela 15 y una porción de refuerzo 16. Sin embargo, las suelas 15 de los segundos refuerzos ondulados 12 no tienen una porción saliente 24, a diferencia de los primeros refuerzos ondulados 11.

Para facilitar la lectura de las Figuras 10 y 11, las paredes de refuerzo 21 y las almas internas 23 de los refuerzos ondulados 11, 12 no se ilustran, ya que los refuerzos ondulados 11, 12 ilustrados en las Figuras 10 y 11 pueden o no comprender paredes de refuerzo 21 y/o almas internas 23 como se ha descrito anteriormente.

10 Los segundos refuerzos ondulados pueden mantenerse unidos al miembro de conexión de muchas otras maneras. En una realización no ilustrada, los segundos refuerzos ondulados 12 tienen almas de refuerzo internas, como se muestra en la figura 3, y las lengüetas 34 tienen un extremo pinzado a dichas almas internas de los segundos refuerzos ondulados 12. En otra realización, no ilustrada, la porción hueca del segundo refuerzo ondulado tiene una orejeta en la que se pinza el extremo de la lengüeta 34.

15 La realización ilustrada en la figura 11 difiere de la ilustrada en la figura 10 en que las lengüetas 34 están integradas en el manguito 25. Típicamente, el miembro de conexión 13 tiene forma de cruz con cuatro lengüetas, dos lengüetas opuestas 28 alojadas en la suela 15 de los primeros refuerzos ondulados 11 y dos lengüetas opuestas 34 alojadas en la suela 15 de los segundos refuerzos ondulados 12. En otras palabras, el miembro conector 13 ilustrado en la Figura 11 es similar a un manguito macizo o hueco 25 cuya porción central 27 se desarrolla lateralmente para formar las lengüetas 34 alojadas en las suelas 15 de los segundos refuerzos 12 ondulados. Por ejemplo, las lengüetas 34 del elemento de conexión 13 se puede insertar en las suelas 15 de los segundos refuerzos ondulados 12 en una distancia de 2 a 3 cm, o incluso, preferentemente, en una distancia superior a 4 cm, en particular de 4 a 6 cm, para cooperar con los segundos refuerzos ondulados 12 en una longitud suficiente para mantener la alineación estable de dichos segundos refuerzos ondulados 12

25 Las figuras 12 a 14 son vistas esquemáticas en perspectiva de una pared de tanque sellada y aislada térmicamente que está siendo montada, ilustrando las etapas para montar los refuerzos ondulados y la membrana de sellado sobre la barrera aislante térmica.

30 Durante el ensamblaje del tanque, las filas de refuerzos ondulados 11, 12 se instalan y se mantienen en posición sobre la barrera de aislamiento térmico 2 antes de ser cubiertas por placas de metal onduladas. Estas chapas onduladas tienen forma rectangular y presentan ondulaciones altas 3 y ondulaciones bajas 4. Los bordes de dichas chapas onduladas intersecan las ondulaciones altas 3 y las ondulaciones bajas 4 entre dos nodos sucesivos de dichas ondulaciones 3, 4. De este modo, los refuerzos ondulados 11, 12 situados bajo las ondulaciones 3, 4 en los bordes de las chapas onduladas quedan cubiertos conjuntamente por dos chapas onduladas sucesivas.

35 En la Figura 12 se ilustra parcialmente una membrana de sellado 1 que se está ensamblando. En esta figura 12, ciertas placas metálicas de la membrana de sellado 1 ya han sido ancladas sobre inserciones metálicas 35 de la barrera de aislamiento térmico 2. Así, porciones 36 de los refuerzos ondulados 11, 12 alojados bajo las ondulaciones 3, 4 de placas metálicas ya instaladas no están parcialmente cubiertos por dichas placas metálicas ya instaladas.

40 Inicialmente, como se ilustra en la Figura 12, se colocan hileras 37 de primeros refuerzos ondulados 11 sobre la barrera de aislamiento térmico 2. Estas hileras 37 comprenden una pluralidad de primeros refuerzos ondulados 11 ensamblados entre sí mediante elementos de conexión de manera que formen una cadena de primeros refuerzos ondulados 11.

Un primer extremo 38 de estas filas 37 de primeros refuerzos ondulados se ensambla además por medio de un miembro de conexión 13 a los primeros refuerzos ondulados 11 parcialmente cubiertos por la placa metálica ya anclada en la barrera aislante. Así, este primer extremo 38 de las filas 37 se mantiene en posición sobre la barrera de aislamiento térmico 2 mediante dicha placa metálica ya anclada sobre la barrera de aislamiento térmico 2.

45 Un segundo extremo 39 de estas hileras 37 de primeros refuerzos ondulados 11 opuesto al primer extremo 38 se mantiene en posición en la barrera de aislamiento térmico 2 mediante un riel de fijación 40. Este carril de fijación 40 se fija temporalmente a la barrera de aislamiento térmico 2 por cualquier medio adecuado, por ejemplo tornillos, clavos o similares. Este riel de fijación 40 está, por ejemplo, fijado temporalmente a los insertos metálicos 35, teniendo dichos insertos metálicos, por ejemplo, un orificio roscado para la cooperación con un tornillo de fijación del riel metálico 40.

50 En otra realización, el riel de fijación 40 puede anclarse temporalmente a los montantes utilizados para anclar la barrera de aislamiento térmico 2 o mediante una lengüeta de fijación que se desliza en el espacio entre dos paneles aislantes que forman la barrera de aislamiento térmico 2. Este carril de fijación 40 cubre el segundo extremo 39 de cada fila 37 para mantener dicho segundo extremo 39 de estas filas 37 en posición sobre la barrera de aislamiento térmico 2.

55 Los miembros de conexión 13 y la fijación de los extremos 38, 39 de las hileras 37 de primeros refuerzos ondulados 11 permiten así mantener dichas hileras 37 en posición sobre la barrera de aislamiento térmico 2.

En una segunda etapa, como se ilustra en la figura 13, se colocan filas 41 de segundos refuerzos ondulados 12 sobre la barrera de aislamiento térmico 2. Estos segundos refuerzos ondulados 12 se mantienen en posición en la barrera de aislamiento térmico 2 por cualquier medio adecuado, por ejemplo utilizando las lengüetas 34 de los miembros de conexión 13 descritos anteriormente, cinta scotch® de doble cara o similar.

5 En la realización ilustrada en las Figuras 12 a 14, cada placa metálica ondulada comprende tres porciones 3 de ondulación alta. Además, los segundos refuerzos ondulados 12 se mantienen en su posición en la barrera de aislamiento térmico 2 mediante las lengüetas 34 de los miembros de conexión 13 que unen los primeros refuerzos ondulados 11 entre sí. Por consiguiente, se instalan cuatro hileras 37 de primeros refuerzos ondulados en la barrera de aislamiento térmico 2, utilizándose la cuarta hilera 37 para fijar los segundos refuerzos ondulados 12 en los extremos de las hileras 41 antes de la instalación de la placa metálica ondulada destinada a cubrirlos.

10 Por último, en una tercera etapa ilustrada en la figura 14, la placa metálica ondulada de la barrera de sellado se ancla a la barrera de aislamiento térmico 2 soldando los insertos metálicos 35, cubriendo así las filas 37, 41 de refuerzos ondulados 11, 12 y asegurándolos a la barrera de aislamiento térmico 2. A continuación, se puede retirar el carril de fijación 38 y continuar con la instalación de los refuerzos ondulados 11, 12 y las placas metálicas repitiendo las etapas descritas anteriormente.

15 La figura 15 ilustra un procedimiento alternativo de montaje de la membrana de sellado. En esta variante, los refuerzos ondulados no se fijan temporalmente a la barrera de aislamiento térmico 2, sino a las placas metálicas. Los primeros refuerzos ondulados 11 se instalan en las ondulaciones altas 3 de una chapa ondulada 42. Estos primeros refuerzos ondulados 11 se ensamblan mediante miembros de conexión 13.

20 Como se ha explicado anteriormente, los bordes de dicha placa metálica ondulada 42 interrumpen las ondulaciones altas 3 entre dos nodos 5. Como resultado, los primeros semirrefuerzos ondulados 43 están dispuestos al nivel de las ondulaciones altas 3 interrumpidas por los bordes de la placa metálica 42. Para sujetar los primeros refuerzos ondulados 11, 43 en la ondulación superior 3 de la placa metálica 42, se disponen pinzas de retención 44 en los bordes de dicha placa metálica 42. Estas pinzas de retención 44 comprenden una porción dispuesta en la cara interior de la placa metálica 42 y una porción alojada en la porción de refuerzo 16 del primer semirrefuerzo ondulado 43, como se ilustra en la figura 15.

25 De forma similar a los primeros refuerzos ondulados 11, 43, los segundos refuerzos ondulados 12 se instalan en las ondulaciones bajas 4 de la placa metálica 42 y la mitad de los segundos refuerzos ondulados 45 se instalan en las porciones de ondulación bajas interrumpidas en los bordes de la placa metálica 42. Los segundos refuerzos ondulados 12 y estos segundos semirrefuerzos ondulados 45 se mantienen en las ondulaciones inferiores 4 mediante la cooperación con los miembros de conexión 13 entre los primeros refuerzos ondulados 11 y las pinzas de sujeción (no mostrados) similares a las pinzas de sujeción 44.

30 De este modo, los refuerzos ondulados 11, 12, 43, 45 se mantienen en posición en la placa metálica 42 y forman un conjunto integral. Este conjunto se coloca en la barrera de aislamiento térmico 2 y, una vez colocado, se retiran las pinzas de retención para permitir que las placas metálicas 42 se fijen mediante soldadura a los insertos metálicos 35 de la barrera de aislamiento térmico.

35 Las figuras 17 a 19 ilustran refuerzos ondulados conectados en un nodo por un miembro de conexión según una realización alternativa. En las figuras 17 a 19, los elementos que son idénticos o realizan las mismas funciones que los elementos descritos anteriormente llevan los mismos números de referencia.

40 Esta variante difiere de las variantes descritas anteriormente en que los primeros refuerzos ondulados 11 alojados debajo de las porciones longitudinales 6 de las ondulaciones altas 3 no tienen una porción saliente 24. Así, la suela 15 y la porción de refuerzo 16 del primer refuerzo ondulado 11 forman conjuntamente una cara extrema 46 del refuerzo ondulado 11. Esta cara extrema 46 está orientada hacia el nodo 5 en el que se aloja el miembro de conexión 13, no ilustrándose el nodo 5 en la figura 17 en aras de la claridad.

45 De manera análoga a la realización descrita anteriormente con respecto a la Figura 3, la cara extrema 46 está biselada. Así, la suela 15 y la porción de refuerzo 16 están biseladas de modo que la cara extrema 46 está situada en un plano inclinado que corresponde sustancialmente a la inclinación del estrechamiento lateral al nivel del nudo 5. De este modo, esta cara extrema 46 se acerca lo más posible al nodo 5 para optimizar el apoyo de la ondulación alta 3. Dichos primeros refuerzos ondulados 11 son fáciles de fabricar y no requieren ningún mecanizado especial de la porción de refuerzo 16 para producir la porción saliente 24.

50 En esta realización, la porción saliente 24 se sustituye por un espaciador adosado 47. Este espaciador adosado 47 soporta la parte inferior de la ondulación superior 3 como la porción saliente 24 descrita anteriormente. Para ello, el espaciador adosado 47 tiene, por ejemplo, una estructura similar a la porción saliente 24, es decir, una estructura similar a la estructura de la suela 15.

55 Así, como se ilustra en la Figura 18, el espaciador adosado 47 es hueco y tiene una pared inferior 48, dos paredes laterales 49, una pared superior 50 y paredes de refuerzo 51. El espaciador adosado 47 tiene una cara 61 complementaria a la cara extrema 46 del refuerzo ondulado 11, es decir, biselada de forma opuesta al bisel de la cara

46. Las distintas paredes 48, 49, 50, 51 del espaciador adosado 47 prolongan las correspondientes paredes 18, 19, 20, 21 de la suela 15 en el nodo 5. En otras palabras, el espaciador añadido 47 prolonga la suela 15 del primer refuerzo ondulado 11 y se aloja en el nodo 5 de forma similar a una porción saliente 24 como se ha descrito anteriormente.

5 De forma similar al miembro de conexión 13 descrito anteriormente en relación con la figura 11, el miembro de conexión 13 ilustrado en la figura 19 tiene forma de cruz. El conector comprende un manguito 25 que forma dos primeras lengüetas 28 opuestas. Como se muestra en la figura 17, estas primeras lengüetas 28 atraviesan los espaciadores adosados 47 y se alojan en las suelas 15 de los primeros refuerzos ondulados 11 que se unen en el nodo 5. Segundas lengüetas 34 para sujetar los segundos refuerzos ondulados 12. Estas segundas lengüetas 34 están integradas en el manguito 25 y sobresalen lateralmente de dicho manguito 25 para alojarse en las suelas 15 de dichos segundos refuerzos ondulados 12 en el nudo 5, tal como se ilustra en la figura 17.

10 Las primeras lengüetas 28 del miembro de conexión 13 mostrado en la figura 19 tienen un orificio 52. Asimismo, el espaciador adosado 47 como se ilustra en la Figura 18 tiene dos orificios 62. Estos orificios 52 y 62 permiten la unión del espaciador adosado 47 en el miembro de conexión 13. Los espaciadores adosados 47 se pueden fijar de muchas maneras. En el ejemplo mostrado en las figuras 17 a 19, los espaciadores adosados 47 están fijados al miembro de conexión 13 mediante remaches 53. En una realización no ilustrada, los espaciadores adosados 47 se fijan al miembro de conexión 13 mediante atornillado, soldadura o cualquier otro medio adecuado.

15 Los espaciadores 47 adosados limitan el deslizamiento de los primeros refuerzos ondulados 11 bajo las ondulaciones altas 3. En particular, estos espaciadores adosados bloquean el movimiento de los primeros refuerzos ondulados 11 hacia el nodo 5, evitando así que las caras extremas 46 de dichos primeros refuerzos ondulados 11 entren en contacto con la membrana de estanqueidad 1 en el nodo 5. Esta ausencia de contacto evita que se dañe la membrana impermeabilizante 1 en los nudos 5.

20 Además, dichos espaciadores adosados 47 cumplen la función de tope para bloquear los primeros refuerzos ondulados 11 en posición y garantizar el correcto posicionamiento de dichos primeros refuerzos ondulados 11 sobre la barrera termoaislante 2 durante el montaje de la membrana impermeabilizante 1 sobre la barrera termoaislante 2. Esta función de tope es particularmente útil en el caso de paredes de tanque con componente vertical, impidiendo que los primeros refuerzos ondulados 11 se desplacen por efecto de la gravedad.

25 Los espaciadores adosados 47 pueden fijarse al miembro de conexión 13 mediante prefabricación. Los miembros de conexión 13, a los que se fijan previamente los espaciadores adosados 47, se colocan en la barrera termoaislante 2 y los primeros refuerzos ondulados 11 se colocan en dicha barrera termoaislante 2 insertando las porciones de lengüetas 28 que sobresalen del espaciador adosado 47 en la suela 15 de dichos primeros refuerzos ondulados 11.

30 Preferentemente, en el contexto de un montaje de membrana de estanqueidad como el descrito anteriormente en relación con las figuras 12 a 14, la instalación de los primeros refuerzos ondulados 11 destinados a reforzar las ondulaciones superiores 3 de la última placa metálica instalada para finalizar el montaje de la membrana de estanqueidad 1 se realiza con miembros de conexión 13 a los que no se fija previamente el espaciador 47 adosado.

35 Típicamente, para el montaje de la última placa metálica de la membrana de sellado, los espaciadores adosados 47 se montan en las primeras lengüetas 28 de los miembros de conexión correspondientes 13 sin fijarse. Estos elementos de conexión 13 se colocan en la barrera termoaislante 2. A continuación, los espaciadores adosados se deslizan a lo largo de las primeras lengüetas 28 para permitir el posicionamiento de los primeros refuerzos ondulados 11 con el fin de adaptar la posición de dichos primeros refuerzos ondulados 11 a las limitaciones constructivas generadas por las porciones de la membrana impermeabilizante 1 ya instaladas. A continuación, los espaciadores acoplados se ponen en contacto con dichos primeros refuerzos ondulados 11 y se fijan al miembro de conexión 13.

40 Las Figuras 20 y 21 ilustran una variante de las Figuras 17 a 19. Esta variante difiere de la descrita anteriormente en relación con las figuras 17 a 19 en que el espaciador adosado 47 se sustituye por una forma particular del miembro de conexión 13. En esta realización, como se ilustra en las figuras 20 y 21, las primeras lengüetas 28 del miembro de conexión 13 tienen un hombro 54 que forma un cambio en la sección de dichas primeras lengüetas 28. Típicamente, las primeras lengüetas 28 tienen una primera porción 55 cuya anchura es mayor que la anchura del alojamiento 20 de las suelas 15 de los primeros refuerzos ondulados 11 y una segunda porción 56 cuya anchura es menor, preferiblemente ligeramente menor, que la anchura del alojamiento 20. El resalte 54 forma así una superficie de tope que limita la inserción de las primeras lengüetas 28 en la carcasa 20. Como se ilustra en la figura 20, las primeras lengüetas 28 se introducen en los alojamientos 20 de las suelas 15 de los primeros refuerzos ondulados 11 hasta que los hombros 54 hacen tope contra la cara extrema 46 de dichos primeros refuerzos ondulados 11.

45 La figura 22 ilustra una celosía 56 de refuerzos ondulados 11, 12, 43, 45 según una variante de la figura 15. Esta variante difiere de la ilustrada en la figura 15 en que, para montar los refuerzos ondulados 11, 12, 43, 45 en la barrera termoaislante 2, la placa metálica 42 se sustituye por un bastidor de montaje 57. Este bastidor de montaje 57, ilustrado esquemáticamente en la figura 22, tiene protuberancias 58 alojadas en los semirrefuerzos ondulados 43 y 45. Estos salientes 58 sujetan los rigidizadores de media onda 43 y 45 de manera similar a las pinzas de retención 44, con el fin de mantener unido la celosía 56 formada por los distintos rigidizadores de onda 11, 12, los rigidizadores de media onda 43, 45, los miembros de conexión 13 y los espaciadores 47 adosados. De este modo, los refuerzos ondulados

55

11, 12, 43, 45 pueden colocarse sobre la barrera termoaislante 2 en bloques, cada uno de los cuales consta de una celosía 56 a la que posteriormente se fija una placa metálica ondulada 42 de la membrana impermeabilizante 1.

5 La figura 23 ilustra un semirrefuerzo ondulado 43 en una vista inferior según una realización. En esta figura, sólo se ilustra un semirrefuerzo ondulado 43 situado bajo una ondulación alta 3, aplicándose la descripción que sigue por analogía a los semirrefuerzos ondulados 45 situados bajo las ondulaciones bajas 4.

10 En esta realización, la suela 15 de las semiorugas 43 está al menos parcialmente abierta en su parte inferior. En otras palabras, la suela 15 de estos rigidizadores de media onda 43 tiene un extremo opuesto al miembro de conexión 13, cuya pared inferior 17 no se extiende hasta el borde opuesto a dicho miembro de conexión 13. De este modo, dichos semirrefuerzos ondulados 43 forman un alojamiento abierto 59 en el que se aloja un manguito de unión 60 destinado a conectar dos semirrefuerzos ondulados 43 adyacentes pertenecientes a dos celosías 56 adyacentes. Este alojamiento abierto 59 queda así delimitado por la pared superior 19 y las paredes de refuerzo 21 de la suela 15 de la semioruga 43. El manguito de conexión 60 tiene una forma que complementa la forma de la carcasa abierta 59, por ejemplo una forma de paralelepípedo.

15 Típicamente, cuando se coloca una primera celosía 56 sobre la barrera termoaislante 2, se inserta un manguito 60 en el alojamiento abierto 59 de cada uno de los semirrefuerzos ondulados 43 de dicha primera celosía 56. Cuando se instala una segunda celosía 56 en la barrera termoaislante 2, los semirrefuerzos ondulados 43 pueden colocarse directamente encajando los manguitos 60 previamente instalados en la barrera termoaislante 2 en los alojamientos abiertos 59 de los semirrefuerzos ondulados 43 de esta segunda celosía 56. Dichos manguitos de conexión (60) garantizan la continuidad de los refuerzos ondulados bajo las ondulaciones (3, 4).

20 Además, las carcasas abiertas 59 pueden tener una longitud mayor que la longitud de la mitad de un manguito de conexión 60 a fin de proporcionar espacio libre para posicionar los manguitos de conexión 60 en las carcasas abiertas 59. Dichas holguras de posicionamiento permiten aprovechar las holguras de montaje de las placas metálicas de la membrana de estanqueidad, en particular al posicionar la última placa metálica de la membrana de estanqueidad 1.

25 Dichos semirrefuerzos ondulados 43, 45 ensamblados mediante manguitos de conexión 60 también ofrecen una mayor flexibilidad para cualquier reparación de la membrana de sellado y/o de los refuerzos ondulados 11, 12, 43, 45, teniendo que retirarse únicamente la parte dañada para su reparación.

En una variante no ilustrada, sólo uno de los dos semirrefuerzos ondulados 43 o 45 ensamblados por un manguito de conexión 60 tiene la carcasa abierta 59, deslizándose dicho manguito de conexión en el otro semirrefuerzo ondulado de dicho par.

30 Las figuras 24 y 25 son vistas en sección transversal de refuerzos ondulados según realizaciones alternativas. En estas variantes, los elementos idénticos o que cumplen la misma función tienen los mismos números de referencia.

En estas variantes ilustradas en las Figuras 24 y 25, la suela 15 del primer refuerzo ondulado 11 no comprende una pared superior 19. En otras palabras, la carcasa 20 está abierta en la parte superior, estando dicha carcasa delimitada por las paredes laterales 18 y la pared inferior 17.

35 Además, estos primeros refuerzos ondulados 11 comprenden dos almas internas 23 como se ha descrito anteriormente con respecto a las Figuras 4, 7 ó 9. Una pared vertical interna 64 se proyecta verticalmente desde una intersección 65 entre las almas internas 23 hacia la pared inferior 17. Una cara inferior 63 de esta pared vertical interna 64 es plana y paralela a la pared inferior 17. Junto con la pared inferior 17 y las paredes laterales 18, esta cara inferior 63 delimita el alojamiento 20 en el que se aloja el extremo 28 del miembro de conexión 13.

40 Las diferentes variantes descritas anteriormente pueden combinarse entre sí. En un ejemplo mostrado en la figura 25, el miembro de conexión 13 es un miembro de conexión 13 como el descrito anteriormente en relación con las figuras 20 y 21. Los extremos 28 de este miembro de conexión 13 pasan a través de espaciadores adosados 47 como se describe frente a las Figuras 17 y 18, los hombros 54 soportan contra dichos espaciadores añadidos 47. Estos espaciadores adosados también se asocian con los refuerzos ondulados primero y segundo 11, 12 como se describe frente a las Figuras 24 y 25.

Como se ilustra en esta figura 26, los extremos 28 y las lengüetas 34 del miembro de conexión se alojan en las suelas 15 de los correspondientes refuerzos ondulados 11, 12, de modo que las caras inferiores 63 de las paredes verticales internas 64 están en contacto con la cara superior de dichos extremos 28 y lengüetas 34.

50 La figura 27 ilustra un refuerzo ondulado 11, 12 según una realización alternativa. En la figura 27, los elementos que son idénticos o realizan la misma función que los elementos descritos anteriormente llevan la misma referencia. Además, la descripción que sigue en relación con las figuras 27 y 28 se aplica igualmente a los primeros refuerzos ondulados 11 y/o a los segundos refuerzos ondulados 12.

55 En la variante ilustrada en la figura 27, la pared superior de la suela 15 no es continua entre las caras laterales 18 de dicha suela 15. Más concretamente, esta pared superior está formada por dos porciones laterales 66. Cada una de estas porciones laterales 66 corre paralela a la pared inferior 17. Estas porciones laterales 66 se extienden desde una

pared lateral 18 respectiva hacia la otra pared lateral 18. De forma similar a los refuerzos descritos anteriormente en relación con las figuras 24 y 25, la carcasa 20 de la suela 15 de esta variante está abierta en la parte superior, es decir, en la porción de refuerzo 16.

5 Las porciones laterales 66 tienen cada una una cara inferior 67 orientada hacia la pared inferior 17, dichas caras inferiores 67 definen, junto con las paredes laterales 18 y la pared inferior 17, el alojamiento 20 en el que se aloja el extremo 28 o la lengüeta 34. De este modo, la carcasa 20 tiene una sección transversal plana que se extiende paralela a la pared inferior 17, es decir, con una dimensión de anchura mayor que su dimensión de espesor, lo que permite la cooperación con el extremo 28 o la lengüeta 34 que tienen una sección transversal similar y son capaces de transmitir las tensiones laterales entre el miembro de conexión 13 y el refuerzo ondulado 11, 12. Así, en presencia de tensiones asimétricas a ambos lados del nodo 5, dicho miembro de conexión 13 proporciona una rigidez que mantiene firmemente la alineación entre dos refuerzos ondulados sucesivos 11, 12 alojados bajo una ondulación 3, 4 y ensamblados por dicho miembro de conexión 13.

15 Además, el refuerzo ondulado 11, 12 en esta variante comprende dos almas internas 23 como se ha descrito anteriormente. Cada alma interior 23 se extiende entre una porción lateral 66 respectiva y la cara interior de la porción de refuerzo 22. Más concretamente, cada alma interna 23 se extiende desde un extremo 68 de una porción lateral 66 respectiva, estando dicho extremo 68 opuesto a la pared lateral 18 desde la que se extiende dicha porción lateral 66, hacia la cara interior de la pared 22 de la porción de refuerzo 16 opuesta, es decir, extendiendo la pared lateral 18 opuesta a la pared lateral 18 desde la que se extiende dicha porción lateral 66. Estas dos almas internas 23 se cruzan aproximadamente en el centro de la porción de refuerzo 16.

20 En la realización ilustrada en la figura 27, la suela 15 tiene rebajes inferiores 69 y rebajes superiores 82.

Los rebajes inferiores 69 se extienden en la dirección del grosor de la suela 15 y se cortan en la pared inferior 17 en las uniones entre la pared inferior 17 y las paredes laterales 18. Del mismo modo, los rebajes superiores 82 se extienden en la dirección del espesor de la suela 15 y están formados en las porciones laterales 66 en las uniones entre dichas porciones laterales 66 y las paredes laterales 18.

25 Tales rebajes 69, 82 permiten conseguir un ajuste preciso que se limita a las holguras de ensamblaje entre el extremo 28 o la lengüeta 34 y las superficies que definen la carcasa 20. Así, por ejemplo, si los refuerzos ondulados 11, 12 se fabrican por extrusión o moldeo, las zonas de unión entre las paredes laterales 18 y, por un lado, la pared inferior 17 y, por otro, las porciones laterales 66 no presentan una porción curva que pueda obstruir la carcasa 20 e interferir con el extremo 28 o la lengüeta 34 cuando dicho extremo 28 o lengüeta 34 se inserta en la carcasa 20.

30 La forma de realización ilustrada en la Figura 28 difiere de la forma de realización ilustrada en la Figura 27 en que los rebajes 69, 82 están cortados en las paredes laterales 18 y por lo tanto se extienden en una dirección de anchura de la suela 15. Sin embargo, estos rebajes 69, 82 cumplen la misma función que los descritos anteriormente en relación con la figura 27, evitando la presencia de zonas angulares curvas, por ejemplo en el caso de los refuerzos ondulados 11, 12 producidos por extrusión o moldeo.

35 Las figuras 29 y 30 ilustran una variante en la que la pared del tanque tiene dos lados que forman un ángulo entre sí, por ejemplo un ángulo de 167°. Los elementos idénticos o que cumplen la misma función que los descritos anteriormente llevan la misma referencia.

40 En esta realización, las ondulaciones se desarrollan perpendicularmente a un borde 83 formado entre un primer reborde 84 de la pared del tanque y un segundo reborde 85 de dicha pared. Además, se desarrollan ondulaciones paralelas a dicho borde 83. Más concretamente, en el ejemplo de la figura 29, una ondulación se desarrolla a lo largo del borde 83 y cubre dicho borde 83. En el ejemplo mostrado en estas figuras, las ondulaciones altas 3 discurren perpendiculares al borde 83 y una ondulación baja 4 cubre el borde 83; la descripción que sigue se aplica por analogía a una situación inversa.

45 En esta variante, se forma por tanto un nodo 5 en línea con el borde 83. Del mismo modo, una ondulación alta 3 es continua entre el primer lado 84 y el segundo lado 85 de la pared.

50 En la realización ilustrada en la figura 29, el nodo 5 no tiene un pliegue 7 y las porciones longitudinales 6 de la ondulación 11 mantienen una sección transversal sustancialmente continua hasta el plano de intersección entre los lados 84, 85. Sin embargo, debido al ángulo entre dichos lados y de forma similar a los nodos descritos anteriormente, este nodo no puede ser atravesado por un primer refuerzo ondulado 11. Por lo tanto, al igual que con los nodos 5 descritos anteriormente, es necesario utilizar un enlace 13 para garantizar la continuidad de la alineación entre los refuerzos ondulados 11. Por lo tanto, esta ondulación alta 3 tiene porciones longitudinales 6 que se extienden en una primera dirección longitudinal paralela a la primera solapa 84 y perpendicular al borde 83 y porciones longitudinales 6 que se extienden paralelas a la segunda solapa 85 y perpendiculares al borde 83.

55 Una ondulación 3 tan elevada puede, como se ha explicado anteriormente, estar sometida a tensiones asimétricas a ambos lados del nodo 5 que cubre el borde 83. Por lo tanto, es necesario garantizar la alineación de los refuerzos ondulados 11 situados en los dos lados 84, 85 a cada lado del nodo 5, es decir, garantizar que el refuerzo ondulado

11 situado en el primer lado 84 y el refuerzo ondulado 11 situado en el segundo lado 85 mantengan una dirección longitudinal en el mismo plano perpendicular al borde 83.

5 A este fin, el miembro de conexión 13 según esta realización difiere del miembro de conexión descrito anteriormente con respecto, por ejemplo, a las Figuras 11, 17, 19 a 21 o 26 en que los extremos 28 forman un ángulo con la porción central 27 de dicho miembro de conexión 13.

10 Más particularmente, la porción central 27 es plana y tiene una sección transversal rectangular. Un primer extremo 28 se extiende desde un primer borde 86 de la sección central 27 en un ángulo correspondiente a la mitad del ángulo entre las dos secciones de pared 84, 85. Un segundo extremo 28 se extiende desde un segundo borde 87 de la sección central 27, opuesto al primer borde 86, en un ángulo que corresponde a la mitad del ángulo entre las dos secciones de pared 84, 85. En otras palabras, los extremos 28 se extienden cada uno desde la porción central plana 27 y presentan un ángulo entre ellos correspondiente al ángulo entre los dos lados 84, 85 de las paredes. De esta manera, el primer extremo 28 corre paralelo al primer lado 84 y el segundo extremo 28 corre paralelo al segundo lado 85. El primer extremo 28 se inserta en el alojamiento 20 formado por la suela hueca 15 del refuerzo ondulado 11 situado en la porción de ondulación longitudinal 6 que forma el nodo 5 y situado en la primera sección de pared 84 y el segundo extremo 28 se inserta en el alojamiento 20 formado por la suela hueca 15 del refuerzo ondulado 11 situado bajo la porción de ondulación longitudinal 6 que forma el nodo 5 situado en la segunda sección de pared 85.

20 De manera similar a los extremos 28 descritos anteriormente en relación con las Figuras 1 a 26, los extremos 28 de este miembro de conexión 13 se encajan con una holgura de montaje simple para asegurar una buena cooperación entre dichos extremos 28 y la suela 15 y mantener así la alineación de los refuerzos ondulados 11 en relación con los esfuerzos laterales.

La técnica descrita anteriormente para producir un tanque estanco y térmicamente aislante puede utilizarse en varios tipos de depósitos, por ejemplo para formar la membrana estanca primaria de un depósito de GNL en una instalación en tierra o en una estructura flotante como un buque cisterna de GNL o similar.

25 Con referencia a la Figura 16, una vista en corte de un buque cisterna de GNL 70 muestra un tanque sellado y aislado 71 de forma generalmente prismática montado en el doble casco 72 del buque cisterna. 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 aislantes dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

30 De una manera conocida per se, las tuberías de carga/descarga 73 dispuestas en la cubierta superior del buque pueden conectarse, mediante conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para trasvasar una carga de GNL desde o hacia el tanque 71.

35 La figura 16 muestra un ejemplo de terminal marítima que comprende una estación de carga y descarga 75, un conducto submarino 76 y una instalación en tierra 77. La estación de carga y descarga 75 es una instalación fija en alta mar compuesta por 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 los tubos de carga/descarga 73. El brazo giratorio 74 puede adaptarse a todos los tamaños de metaneros. Un conducto de conexión (no mostrado) se extiende dentro de la torre 78. La estación de carga y descarga 75 permite cargar y descargar el buque metanero 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Comprende tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y conductos de conexión 81 unidos por el conducto submarino 76 a la estación de carga o descarga 75. El conducto submarino 76 permite trasvasar gas licuado entre la estación de carga o descarga 75 y la instalación en tierra 77 a gran distancia, por ejemplo 5 km, lo que significa que el buque metanero 70 puede mantenerse a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

45 Para generar la presión necesaria para trasvasar el gas licuado, se utilizan bombas a bordo del buque 70 y/o bombas instaladas en la instalación en tierra 77 y/o bombas instaladas en la estación de carga y descarga 75.

REIVINDICACIONES

1. Pared de tanque sellada que comprende una superficie de apoyo y una membrana estanca ondulada (1), comprendiendo la membrana estanca ondulada (1) una primera serie de ondulaciones paralelas (3) y una segunda serie de ondulaciones paralelas (4) y porciones planas situadas entre las ondulaciones y apoyadas en la superficie de apoyo, extendiéndose dichas primera y segunda series de ondulaciones en direcciones de intersección y formando una pluralidad de nodos (5) en las intersecciones de dichas ondulaciones,
- refuerzos ondulados (11) dispuestos bajo las ondulaciones (3) de la primera serie de ondulaciones (3), **caracterizada porque** dos refuerzos ondulados (11) sucesivos en una ondulación (3) comprenden cada uno una suela (15) que incluye una pared inferior apoyada en la superficie de apoyo y una porción de refuerzo (16) dispuesta por encima de la suela (15) en una dirección de espesor de la pared del tanque, desarrollándose los dos refuerzos ondulados (11) longitudinalmente en la ondulación (3) a ambos lados de un nodo (5), dichas suelas (15) son huecas, presentando la porción hueca de dichas suelas una sección transversal plana paralela a la superficie de apoyo, un miembro de conexión (13) se extiende dentro de la ondulación en el nodo (5) y está encajado en las suelas (15) de dichos dos refuerzos ondulados (11) para unir los dos refuerzos ondulados (11) en una posición alineada, presentando un extremo del miembro de conexión encajado en dicha suela una sección transversal plana que se extiende paralela a dicha pared inferior, y presentando dicho extremo del miembro de conexión encajado en la suela una anchura, tomada en una dirección de anchura perpendicular a la dirección de espesor de la pared del tanque y perpendicular a la dirección longitudinal de la ondulación, mayor que el espesor de dicho extremo del miembro de conexión, tomado en la dirección de espesor de la pared del tanque.
2. Pared de tanque según la reivindicación 1, en la que la suela (15) de dicho refuerzo ondulado (11) comprende además una pared superior (19) paralela a la pared inferior (17) que descansa sobre la superficie de apoyo (2), extendiéndose la porción de refuerzo (16) de dicho refuerzo ondulado (11) por encima de la pared superior (19).
3. Pared de tanque según la reivindicación 1 o 2, en la que al menos uno de dichos refuerzos ondulados (11) está asociado con un espaciador adosado (47) acoplado a dicho nodo (5), formando una cara extrema (61) del espaciador adosado (47) opuesta al nodo (5) una superficie de tope para una cara extrema (46) del refuerzo ondulado (11) que mira hacia el nodo (5), comprendiendo dicho espaciador adosado (47) un paso que prolonga la sección hueca de la suela (15) del refuerzo ondulado (11) en la dirección del otro refuerzo ondulado (11) y atravesado por el miembro de conexión (13).
4. Pared de tanque según la reivindicación 3, en la que el espaciador adosado (47) está fijado al miembro de conexión (13).
5. Pared de tanque según la reivindicación 4, en la que el nodo (5) comprende un vértice (7), comprendiendo dicha ondulación (3), a cada lado del vértice (7), una porción cóncava (9) que forma un estrechamiento de la ondulación (3), extendiéndose el espaciador adosado (47) en el nodo (5) hasta el estrechamiento de la ondulación (3) situado en el lado correspondiente del vértice (7) o más allá de dicho estrechamiento de la ondulación.
6. Pared de tanque según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el miembro de conexión (13) comprende una superficie de tope dispuesta para limitar la inserción del miembro de conexión (13) en dicha suela (15).
7. Pared de tanque según la reivindicación 6, en la que el miembro de conexión (13) comprende un grosor extra o una anchura extra (55), presentando el miembro de conexión (13), en dicho grosor extra o anchura extra (55), una sección transversal cuyas dimensiones son mayores que las dimensiones de la porción hueca de la suela o suelas (15), llevando dicho grosor extra o anchura extra (55) la superficie de tope (54).
8. Pared de tanque según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que los refuerzos ondulados dispuestos bajo las ondulaciones de la primera serie de ondulaciones (3) son primeros refuerzos ondulados (11), comprendiendo además el tanque segundos refuerzos ondulados (12) dispuestos bajo las ondulaciones de la segunda serie de ondulaciones (4), estando dispuestos dos segundos refuerzos ondulados (12) en la ondulación (4) de la segunda serie de ondulaciones (4) que forman el nodo (5) a cada lado de dicho nodo (5).
9. Pared de tanque según la reivindicación 8, en la que los segundos refuerzos ondulados (12) son huecos, comprendiendo el miembro de conexión (13) una porción central (27) interpuesta entre las suelas (15) de los primeros refuerzos ondulados (11), comprendiendo además el miembro de conexión (13) dos lengüetas (34), sobresaliendo cada una de dichas dos lengüetas (34) de la porción central (27) del miembro de conexión (13) y en una dirección longitudinal de la segunda serie de ondulaciones (4) y penetrando en un respectivo segundo refuerzo ondulado (12).
10. Pared de tanque según la reivindicación 9, en la que los dos lengüetas (34) están encajadas en los segundos refuerzos ondulados (12) para ensamblar dichos dos segundos refuerzos ondulados (12) al miembro de conexión (13).
11. Pared de tanque según la reivindicación 10, en la que el miembro de conexión (13) comprende una parte plana en forma de cruz, formando dichas lengüetas (34) y dichos extremos (28) del miembro de conexión (13) cuatro brazos de la cruz.

12. Pared de tanque según una de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la membrana estanca ondulada comprende una pieza rectangular ondulada de chapa metálica (42), extendiéndose dicha primera serie de ondulaciones (3) a lo largo de una dirección de longitud de la pieza de chapa metálica, extendiéndose dicha segunda serie de ondulaciones (4) a lo largo de una dirección de anchura de la pieza de chapa metálica,
 5 en la que los refuerzos ondulados dispuestos bajo una ondulación (3) de la primera serie de ondulaciones (3) comprenden una fila de refuerzos ondulados alineados (11, 43), desarrollándose dicha fila de refuerzos ondulados (11, 43) a lo largo de prácticamente toda la longitud de la pieza de chapa rectangular (42), comprendiendo dichos refuerzos ondulados cada uno una suela hueca (15) que incluye una pared inferior que descansa sobre la superficie de apoyo y una porción de refuerzo (16) dispuesta por encima de la suela (15), y están ensambladas dos a dos mediante una
 10 pluralidad de miembros de conexión (13) encajados en las suelas (15) de los sucesivos refuerzos ondulados (11) en los nodos (5) de dicha ondulación (3).

13. Pared de tanque según la reivindicación 12 tomada en combinación con las reivindicaciones 10 u 11, en la que una pluralidad de filas de refuerzos ondulados (11, 43) están dispuestas en las respectivas ondulaciones (3) de la primera serie de ondulaciones (3) a lo largo de prácticamente toda la longitud de la pieza de chapa rectangular (42) y
 15 filas de segundos refuerzos ondulados (12, 45) están dispuestas en las ondulaciones (4) de la segunda serie de ondulaciones (4), estando los segundos refuerzos ondulados (12, 45) unidos a los primeros refuerzos ondulados (11, 43) mediante cooperación con los miembros de conexión en forma de cruz (13) en los nodos (5) para formar un armazón (56) de la pieza de chapa metálica rectangular ondulada (42).

14. Pared de tanque según la reivindicación 13, en la que la membrana estanca (1) comprende una segunda pieza de chapa rectangular ondulada (42) yuxtapuesta a la primera pieza de chapa rectangular ondulada (42) en la dirección longitudinal y soldada a la misma de manera estanca,

estando la segunda pieza de chapa rectangular ondulada (42) provista de un segundo armazón (56) formado por unos primeros y segundos refuerzos ondulados (11, 43) dispuestos en las ondulaciones de la segunda pieza de chapa rectangular ondulada (42) y ensamblados mediante una pluralidad de miembros de conexión (13)
 25 encajados en dichos refuerzos ondulados (11, 43) en los nudos (5) de la segunda pieza de chapa rectangular ondulada (42),

y en la que un primer refuerzo de extremo (43) que forma el extremo de una fila de primeros refuerzos ondulados (11, 43) del primer armazón (56) está asociado con un segundo refuerzo de extremo (43) que forma el extremo de una fila de primeros refuerzos ondulados (11, 43) del segundo armazón (56) mediante un manguito de conexión (60), presentando el primer y segundo refuerzos de extremo (43) cada uno un alojamiento longitudinal (59) que se abre sobre una superficie inferior del refuerzo de extremo (43), estando el manguito de conexión (60) encajado en el alojamiento longitudinal (59) del primer y segundo refuerzos de extremo (43) para alinear la fila de refuerzos ondulados (11, 43) del primer armazón (56) y la fila de refuerzos ondulados (11, 43) del segundo armazón (56).

15. Procedimiento de montaje de pared de tanque sellada para montar una pared de tanque según las reivindicaciones 1 a 14, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- colocar sobre una superficie de apoyo del tanque estanco, preferentemente para cada primera ondulación (3) de una pieza de chapa de rectangular ondulada de membrana estanca (1), una fila de primeros refuerzos ondulados (11), estando formada dicha fila por elementos de unión (13) y primeros refuerzos ondulados (11) que se encajan alternativamente, en particular el elemento de unión (13) y los primeros refuerzos ondulados (11) citados

- mantener los extremos de dicha fila de primeros refuerzos ondulados (11) en posición sobre la superficie de apoyo,

- colocar los segundos refuerzos ondulados (12) en la superficie de apoyo, preferentemente para cada segunda ondulación (4) de la pieza de chapa ondulada rectangular,

- fijar la pieza de chapa rectangular ondulada a la superficie de apoyo, de modo que la fila de primeros refuerzos ondulados (11) se aloje en una primera ondulación correspondiente (3) de dicha pieza de chapa rectangular ondulada y los segundos refuerzos de ondulación (12) se alojen en una segunda ondulación correspondiente (4) de la pieza de chapa rectangular ondulada.

16. Buque (70) para transportar un producto líquido frío, comprendiendo el buque un doble casco (72) y un tanque dispuesto en el doble casco, comprendiendo el tanque una pared de tanque sellada según una de las reivindicaciones 1 a 14.

17. Procedimiento de carga o descarga de un buque (70) según la reivindicación 16, en el que un producto líquido frío se transporta a través de tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) hacia o desde el tanque del buque (71).

18. Sistema de trasvase de un producto líquido frío, comprendiendo el sistema un buque (70) según la reivindicación 16, tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas para conectar el tanque (71) instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) y una bomba para impulsar un flujo de producto líquido frío a

ES 2 991 975 T3

través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del buque.

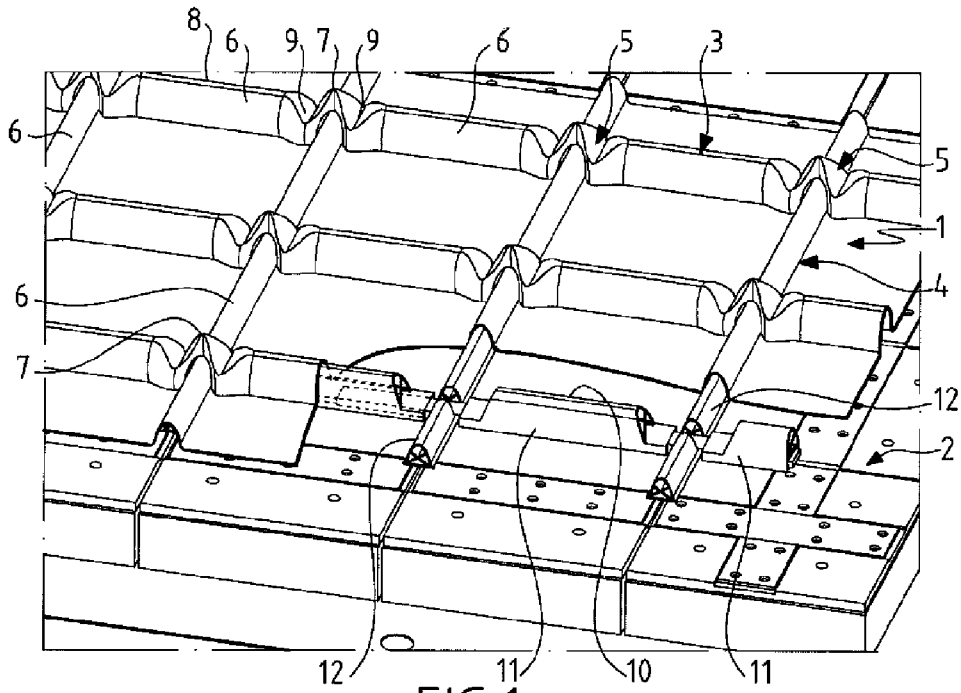


FIG. 1

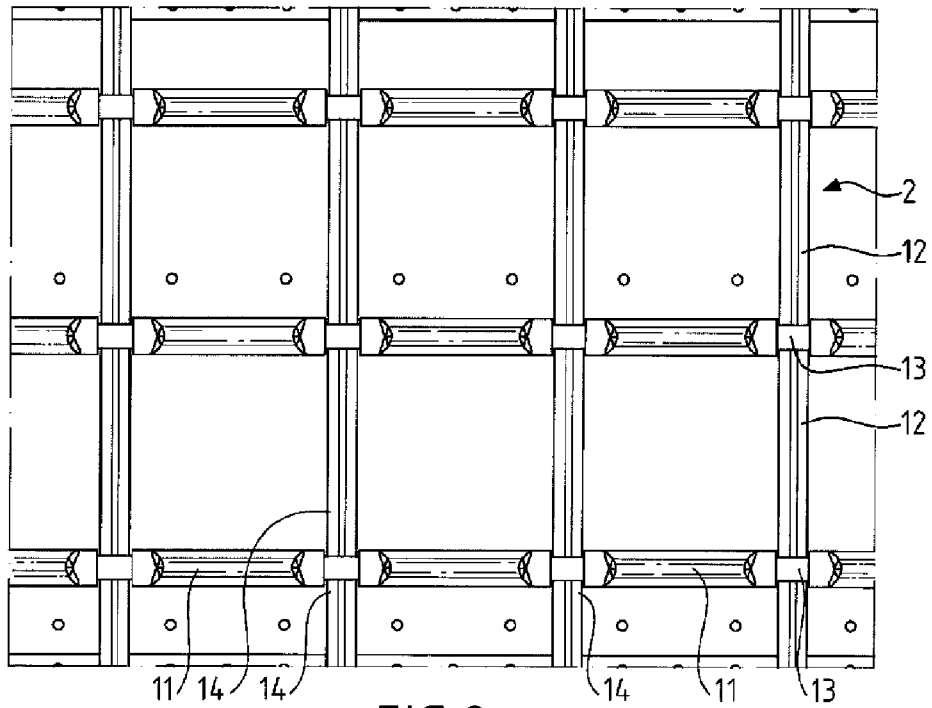
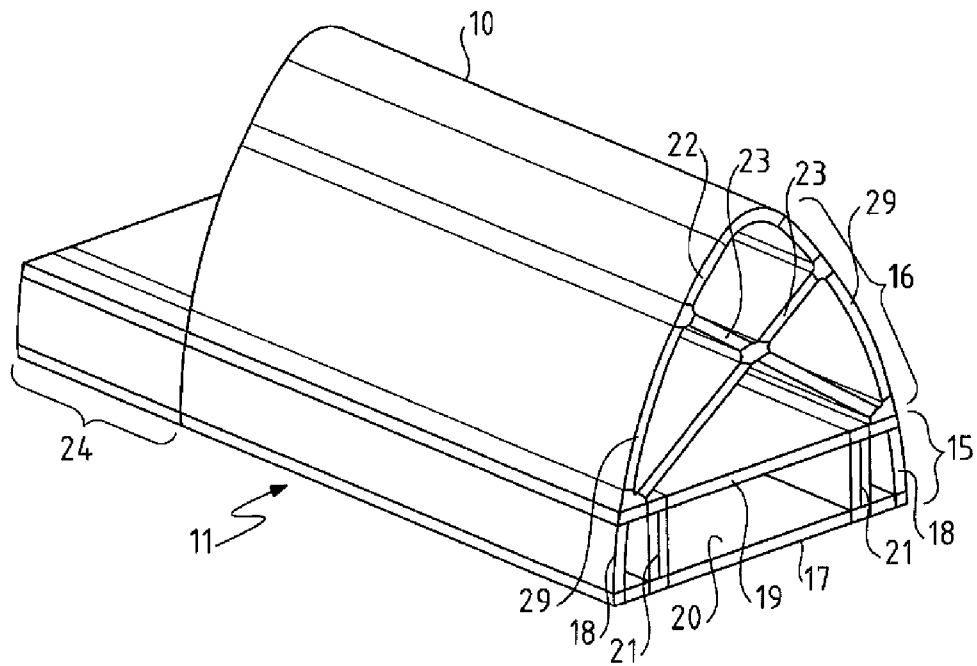
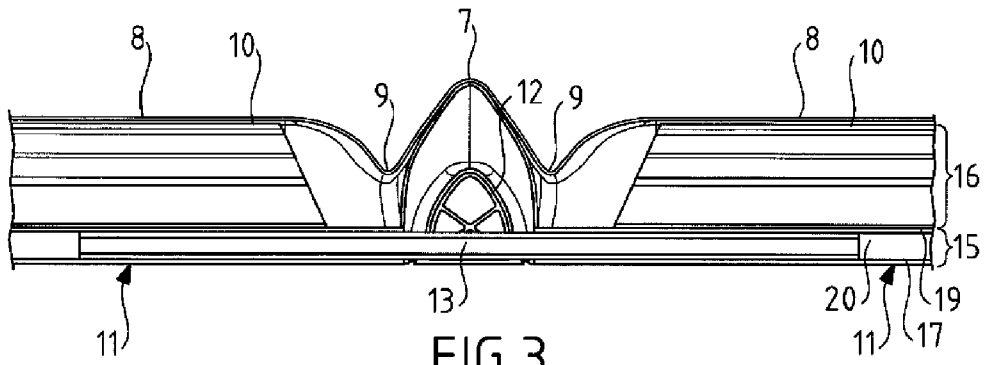


FIG. 2



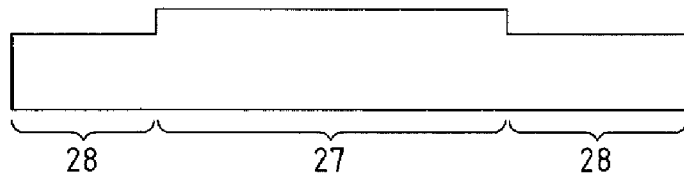
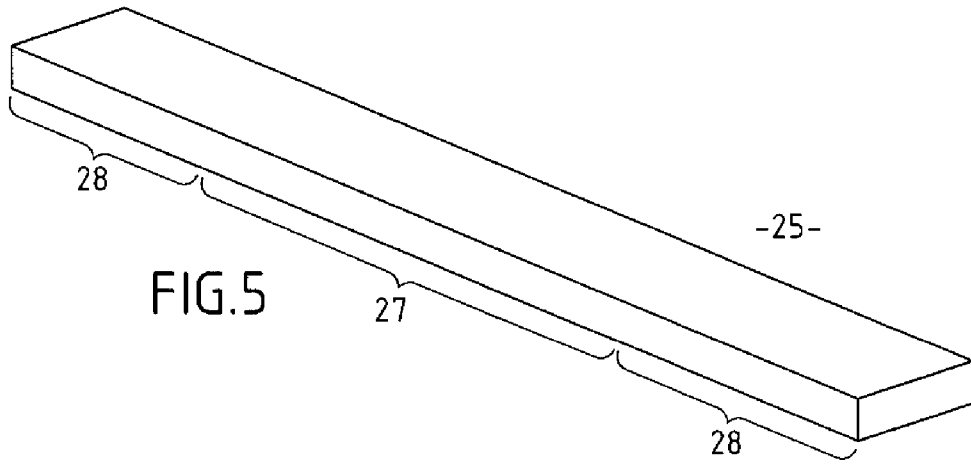
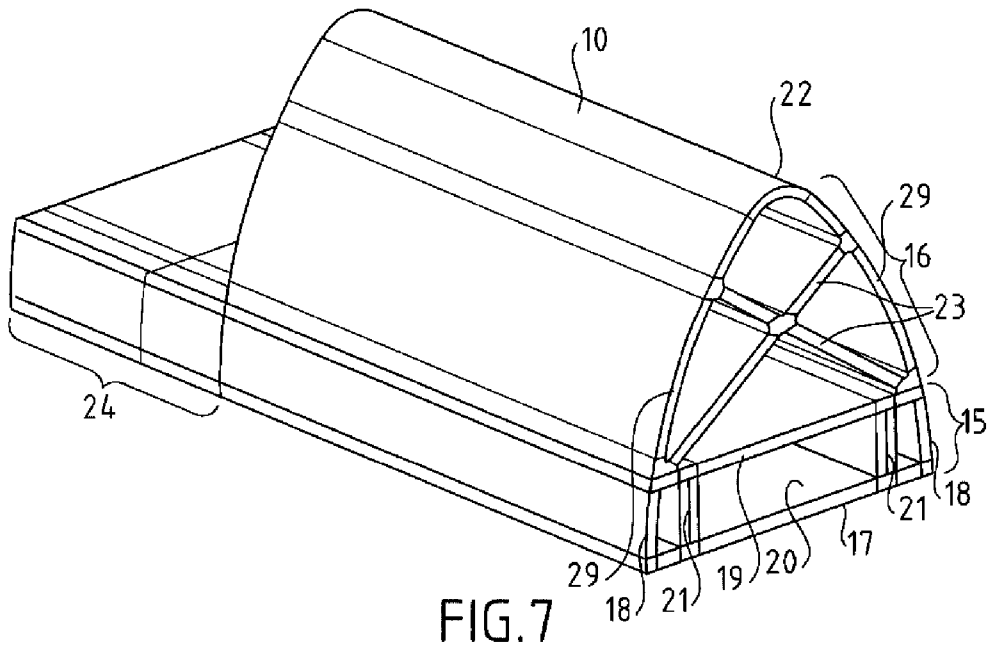


FIG. 6



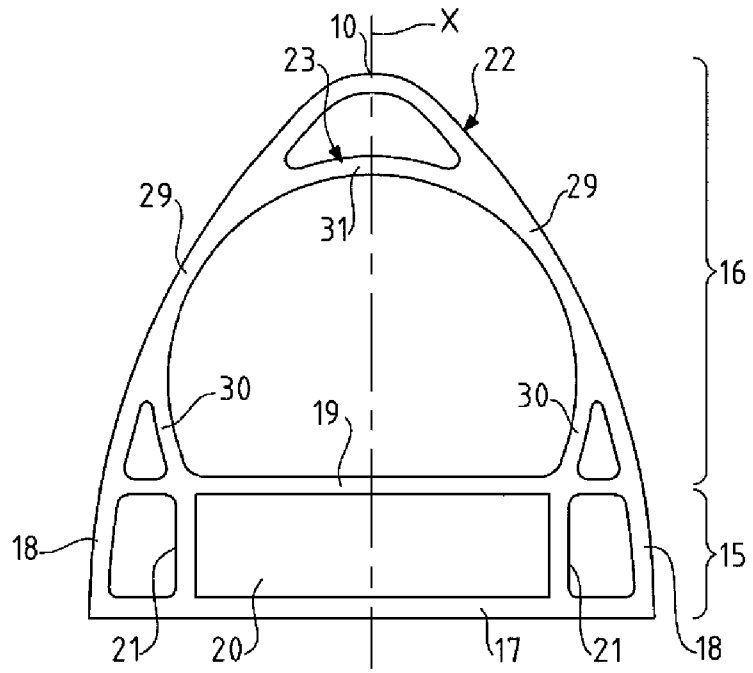


FIG. 8

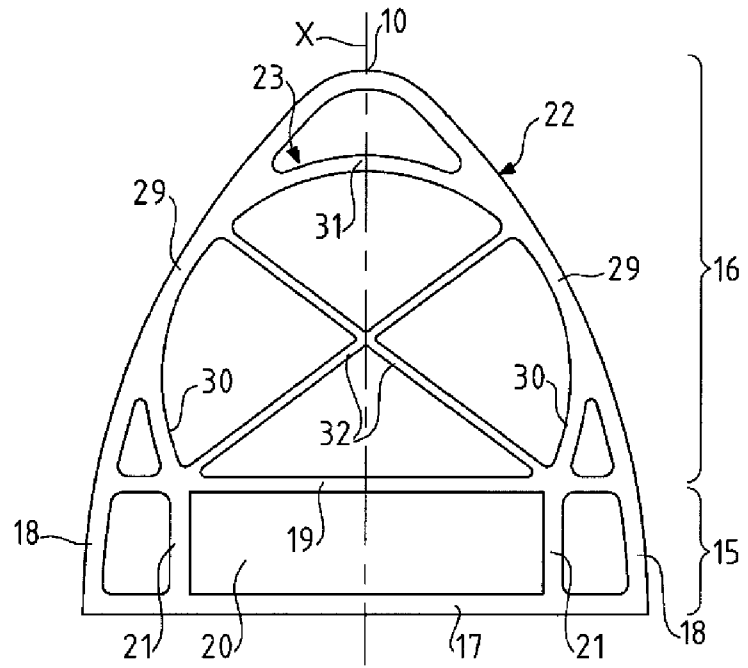


FIG. 9

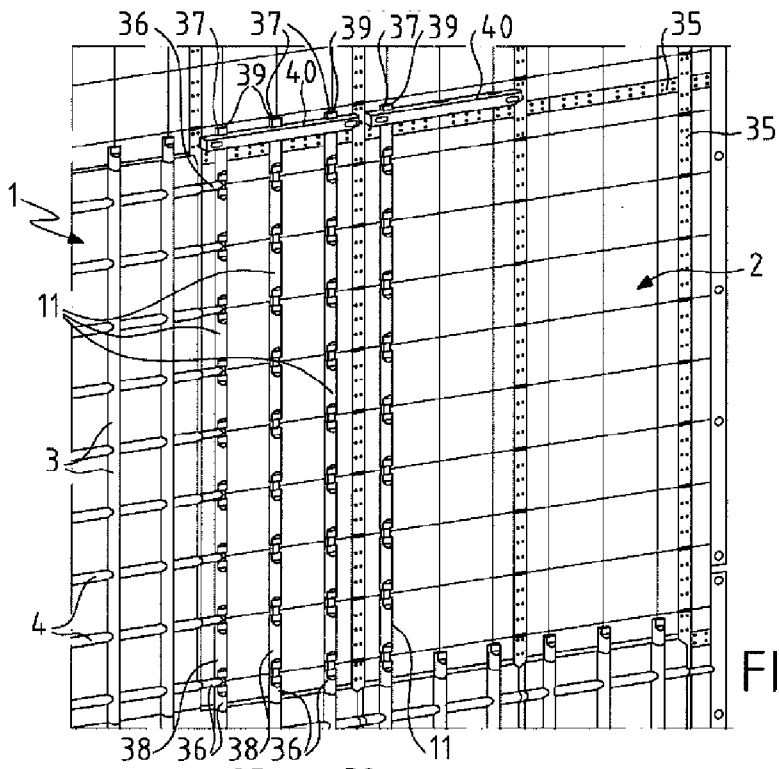


FIG. 12

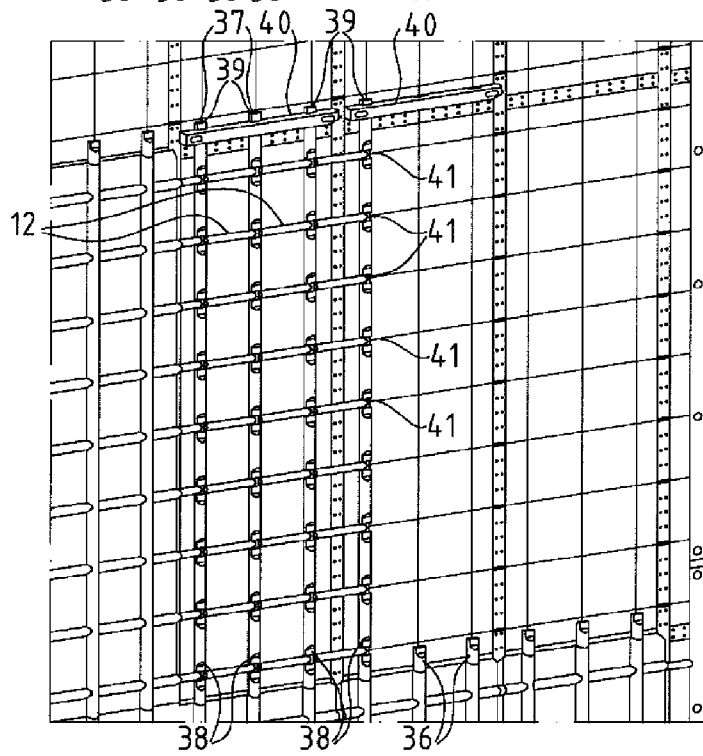


FIG. 13

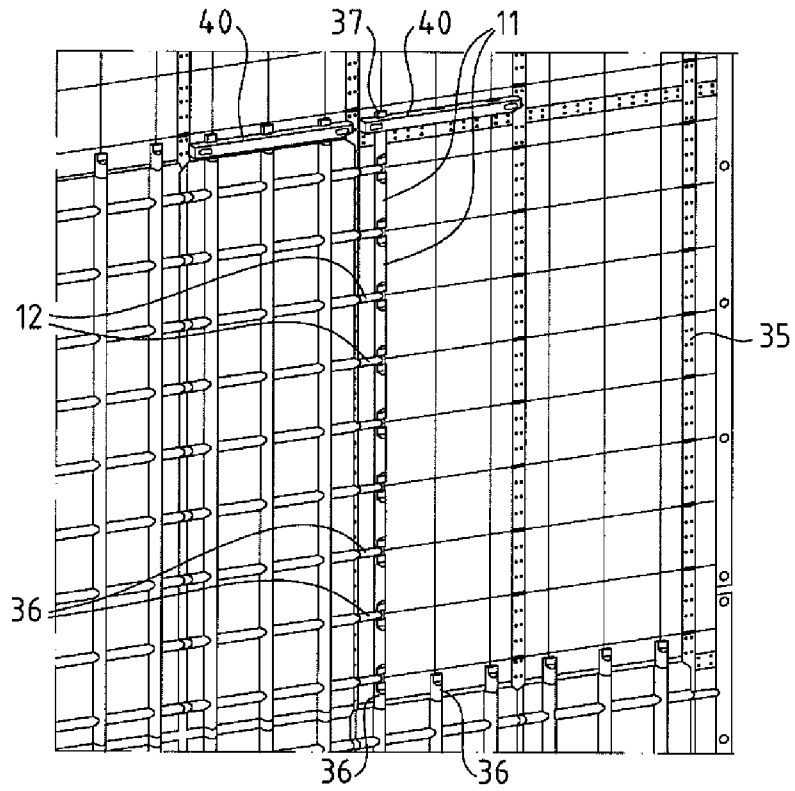


FIG. 14

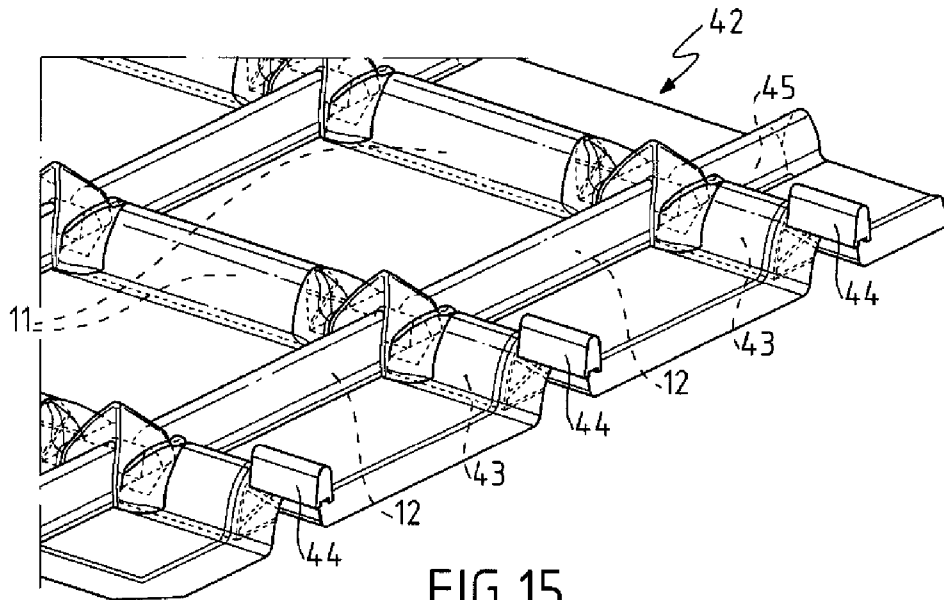


FIG. 15

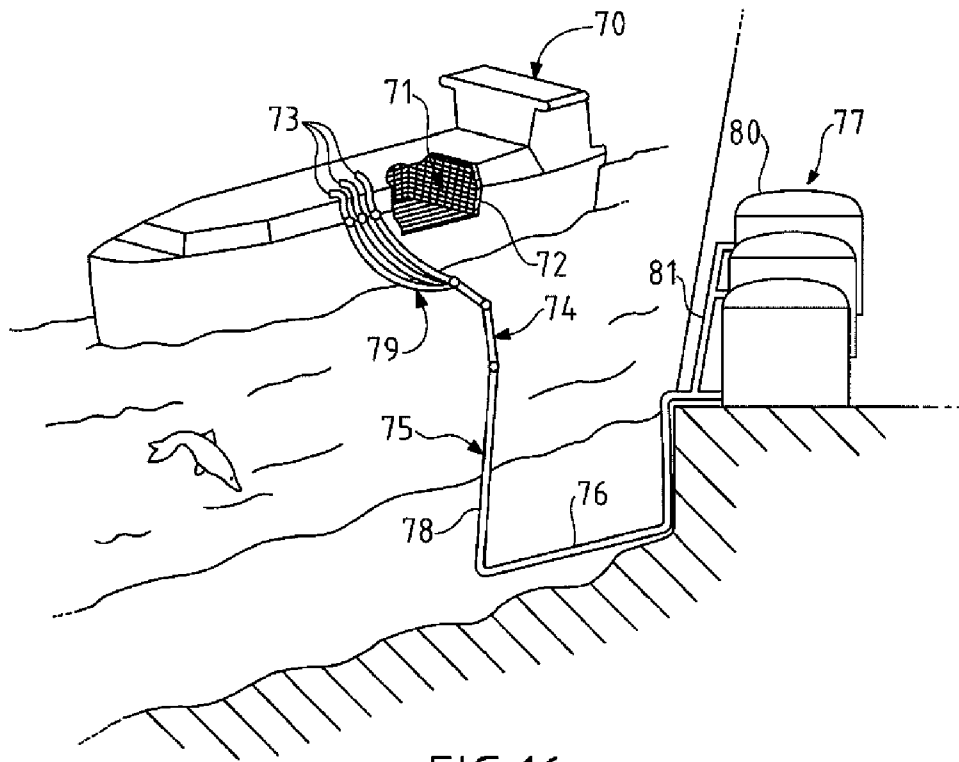


FIG.16

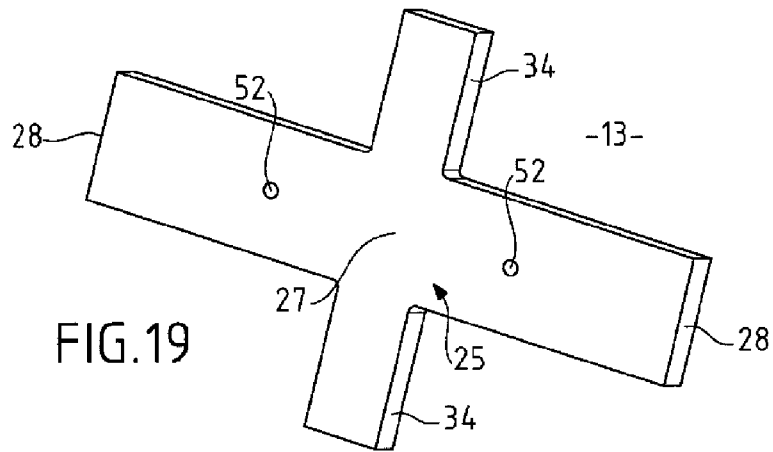


FIG. 19

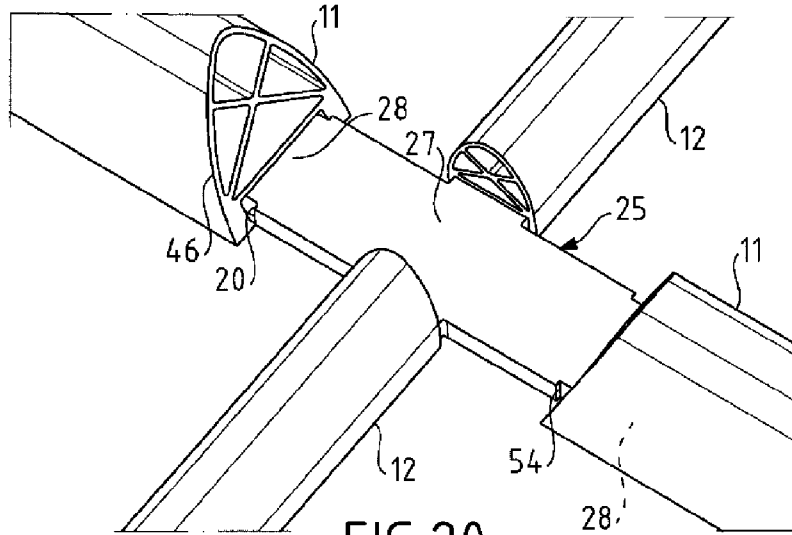


FIG. 20

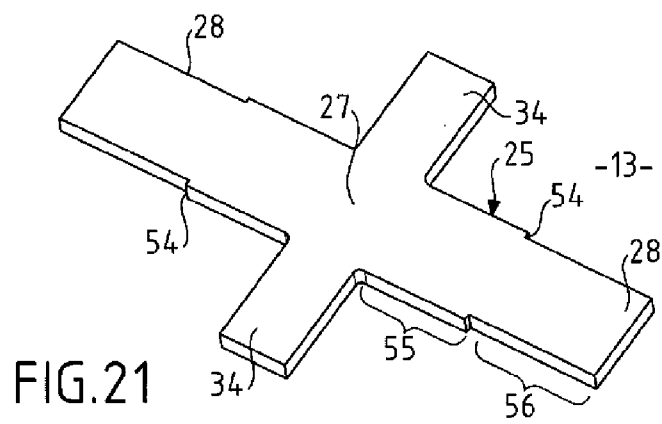


FIG. 21

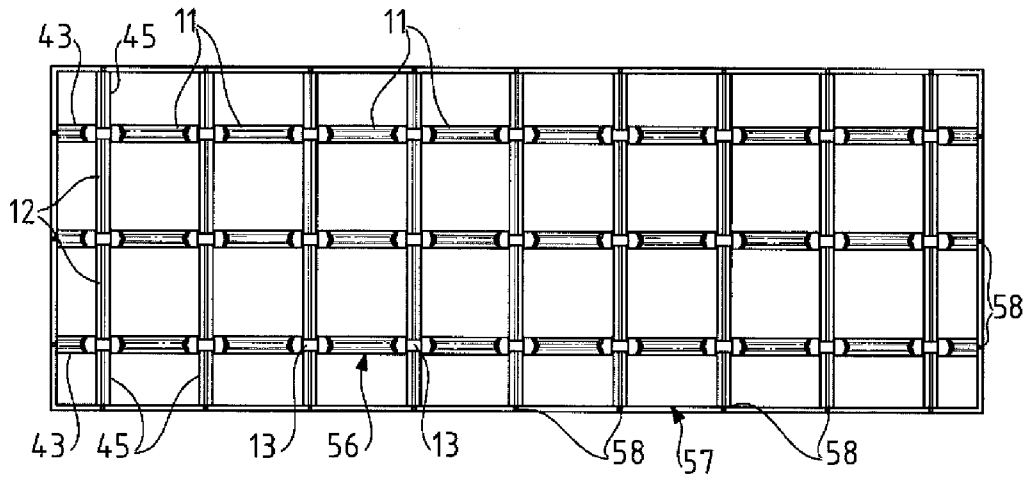


FIG. 22

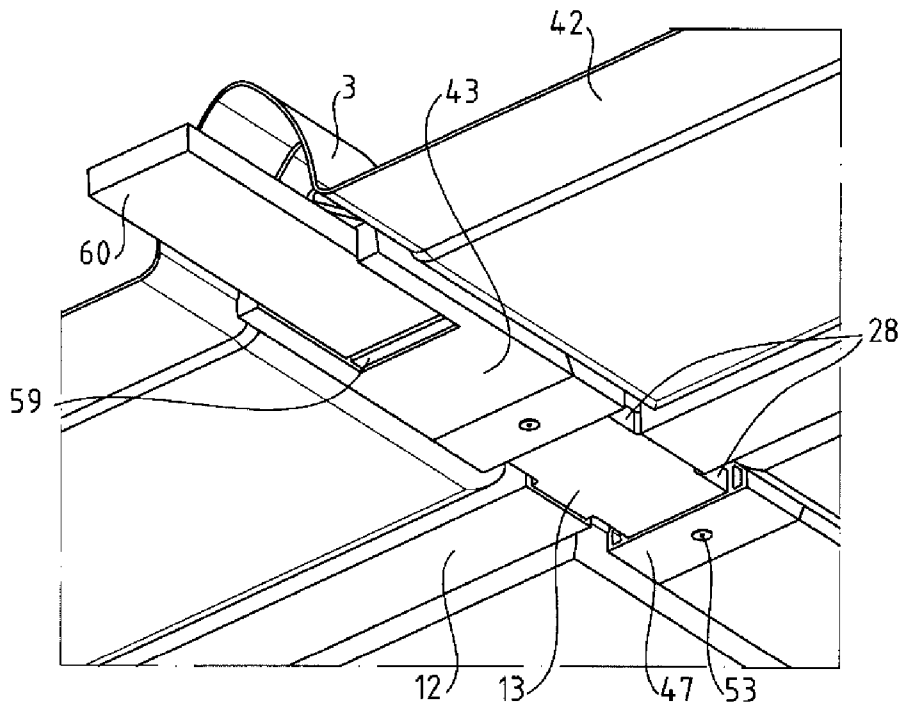


FIG. 23

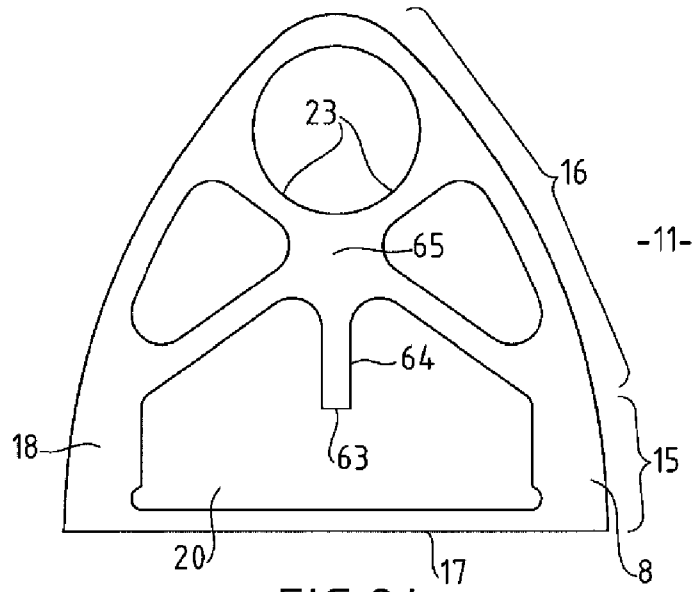


FIG. 24

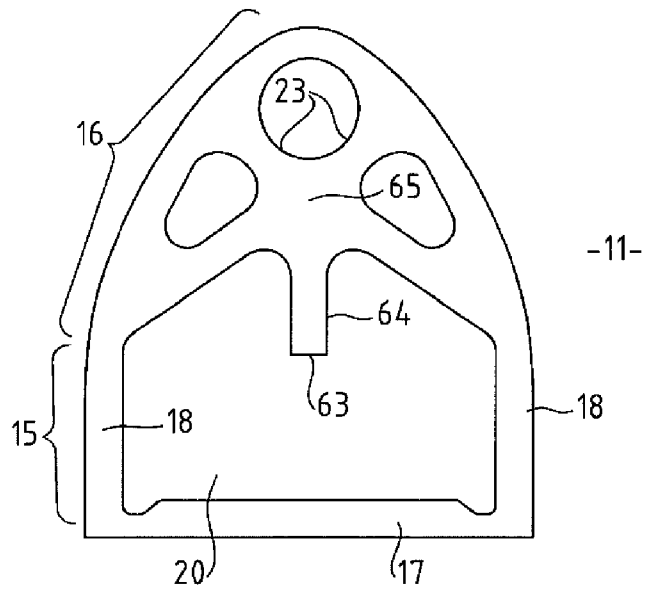


FIG. 25

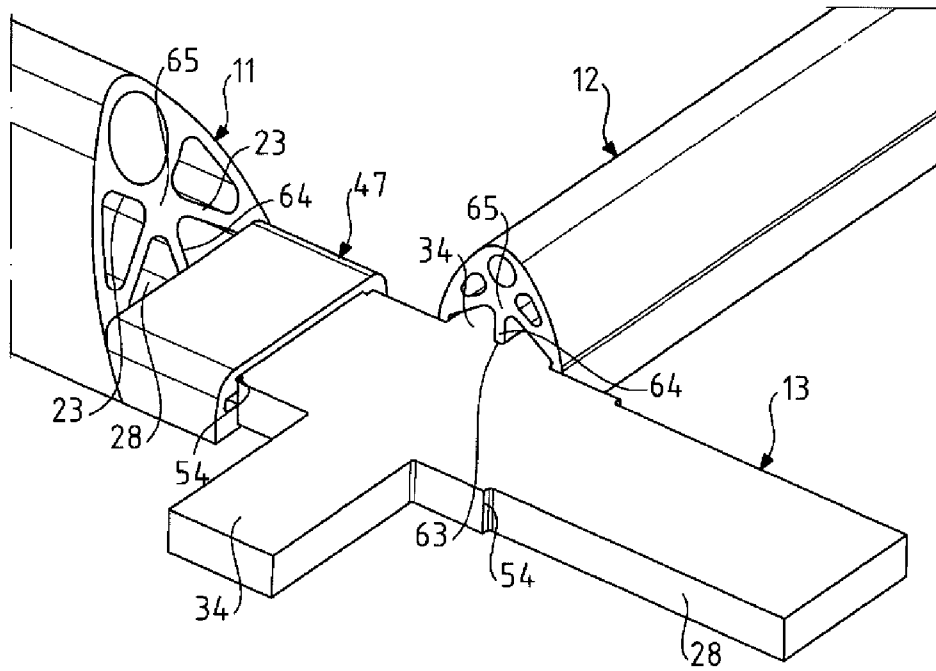


FIG.26

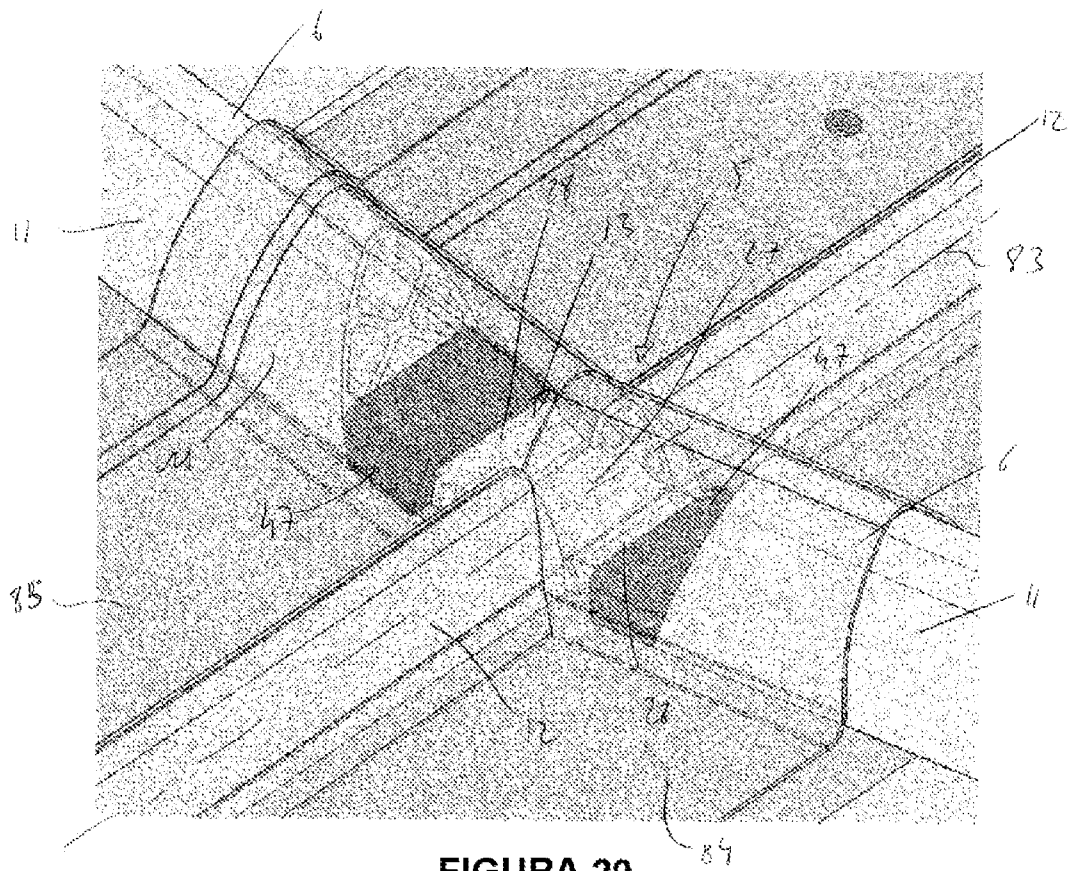


FIGURA 29

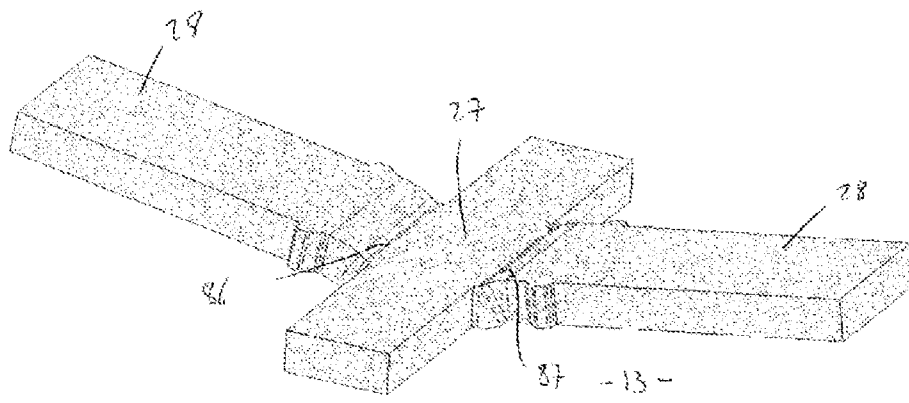


FIGURA 30