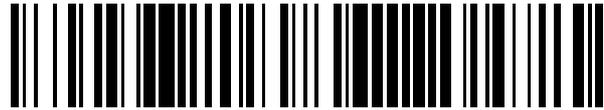


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 667**

51 Int. Cl.:

**F17C 3/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2011 E 11785742 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2646737**

54 Título: **Barrera de estanqueidad para una pared de tanque**

30 Prioridad:

**01.12.2010 FR 1059952**

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

**09.06.2016**

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ S.A. (100.0%)**

**1 route de Versailles**

**78470 St. Rémy Lès Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**CANLER, GERY y**

**MANGE, AMAURY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 573 667 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**

Barrera de estanqueidad para una pared de tanque

5 La invención se refiere al campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes, en particular para el almacenamiento o el transporte de líquidos calientes o fríos, y en concreto a unos tanques para gases licuados a baja temperatura.

10 Se conocen, por ejemplo según los documentos FR-A-2798358, FR-A-2709725, FR-A-2549575 o FR-A-2398961, unos tanques de almacenamiento o de transporte para gases licuados a baja temperatura cuya o cada barrera estanca, en particular una barrera estanca primaria en contacto con el producto contenido dentro del tanque, está constituido por chapas metálicas delgadas que se unen entre sí, de manera estanca, mediante unos bordes levantados que definen unos fuelles deformables a ambos lados de un ala de soldadura.

15 Para realizar las soldaduras estancas de las chapas metálicas con bordes levantados sobre las alas de soldadura en grandes longitudes, se pueden utilizar unas máquinas eléctricas de soldadura, por ejemplo como se describe en los documentos FR-A-2172837 o FR-A-2140716. Dicha máquina de soldadura con un peso relativamente importante se desplaza a lo largo de la línea de soldadura manteniéndose pegada contra las chapas de las que realiza la soldadura de los bordes levantados. Esta sujeción se realiza por medio de la inclinación del eje de los rodillos de accionamiento de la máquina hacia la parte delantera de la máquina en su sentido de progresión. De este modo la máquina de soldadura está adaptada para realizar las soldaduras en todas las paredes del tanque, incluso las paredes verticales y el techo, manteniéndose al mismo tiempo pegada de forma constante y firme contra la capa de chapa metálica de la que realiza la soldadura de los bordes levantados.

20 En un tanque del tipo mencionado con anterioridad, existen zonas en las que debe interrumpirse la progresión de la máquina de soldadura que realiza unos cordones de soldadura entre los bordes levantados de las chapas y el ala de soldadura, por ejemplo a la altura de un extremo de una pared cerca de un ángulo del tanque. Se plantea entonces el problema de realizar la continuidad de la membrana metálica en dicha zona, sabiendo que la barrera estanca puede verse sometida a unos elevados esfuerzos de tracción que son el resultado, llegado el caso, de la contracción térmica, de la deformación de la estructura portante en el mar y/o de los movimientos de la carga en el mar como el chapoteo.

25 Según una forma de realización, la invención proporciona un procedimiento de fabricación de una barrera de estanqueidad para una pared de tanque estanco y térmicamente aislante, en particular una pared de fondo del tanque, que consta:

30 en una barrera de aislamiento térmico que presenta una superficie de soporte plana para la barrera de estanqueidad, disponer una estructura repetida que consta de forma alterna de una banda de chapa y de un ala de soldadura alargada unida a la superficie de soporte, de modo que el ala de soldadura se extienda en paralelo a la banda de chapa en al menos una parte de la longitud de la banda de chapa y que unos bordes laterales levantados de la banda de chapa estén dispuestos contra las alas de soldadura adyacentes;

35 soldar de manera estanca el borde lateral levantado en el ala de soldadura mediante un cordón de soldadura rectilíneo paralelo a la superficie de soporte a lo largo de una primera porción longitudinal de la banda de chapa; prolongar el cordón de soldadura rectilíneo mediante una porción de extremo del cordón de soldadura que se desvía en dirección a una arista superior del borde lateral levantado y que une la arista superior del borde lateral levantado;

40 realizar una soldadura estanca de arista entre la arista superior del borde lateral levantado de la banda de chapa y la arista superior del borde lateral levantado de una banda de chapa adyacente a lo largo de una segunda porción longitudinal de la banda de chapa, de modo que la soldadura de arista se una de manera estanca a la porción de extremo del cordón de soldadura.

45 Algunas formas de realización de este procedimiento pueden constar de una o de varias de las siguientes características.

50 Según una forma de realización, el cordón de soldadura rectilíneo se realiza utilizando una máquina de soldadura que se desplaza apoyada sobre las dos bandas de chapa adyacentes a lo largo de los bordes laterales levantados, presentando la máquina de soldadura unas ruedas de soldadura giratorias y unos rodillos de accionamiento adaptados para apretar los bordes laterales levantados, teniendo los rodillos de accionamiento sus ejes inclinados hacia la parte delantera de la máquina en su sentido de progresión con respecto a la dirección perpendicular a las bandas de chapas.

Según una forma de realización, la porción de extremo del cordón de soldadura se realiza desviando la trayectoria de la máquina de soldadura en dirección a la arista superior de los bordes laterales levantados.

55 Según una forma de realización, se hace rodar la máquina de soldadura sobre un plano inclinado dispuesto sobre las bandas de chapa para desviar su trayectoria en dirección a la arista superior de los bordes laterales levantados.

Según una forma de realización, la porción de extremo del cordón de soldadura se realiza desviando un elemento de soldadura con respecto a un bastidor de la máquina de soldadura en dirección a la arista superior de los bordes laterales levantados. Para ello, se emplea una máquina de soldadura en la que la antorcha de soldadura está

5 montada móvil con respecto al bastidor de la máquina, por ejemplo sobre un pivote con un eje transversal a la dirección de desplazamiento de la máquina o sobre una corredera perpendicular a la pared de tanque. Dicha forma de realización del procedimiento permite realizar la porción de extremo desviada sin despegar la máquina de los bordes levantados de la membrana metálica, que es sin duda preferible cuando se realiza la soldadura sobre una pared vertical o una pared de techo del tanque.

10 Según una forma de realización, se dispone una placa de protección por encima de la arista superior de los bordes laterales levantados para mantener una separación entre los electrodos de la máquina de soldadura cuando dichos electrodos alcanzan la arista superior a la altura de la porción de extremo del cordón de soldadura. Dicha placa de protección puede presentar un espesor sustancialmente igual al espesor total de los dos bordes laterales levantados adyacentes y del ala de soldadura intercalada entre estos.

Según una forma de realización, se detiene la porción de extremo del cordón de soldadura por debajo de la arista superior de los bordes laterales levantados, y a continuación se elimina una porción superior de los bordes laterales levantados situada por encima de la parte más alta del cordón de soldadura.

15 Según una forma de realización, se elimina la porción superior de los bordes laterales levantados mediante un corte local de la banda de chapa, de modo que la parte más alta del cordón de soldadura se encuentra sustancialmente en el fondo del corte local. Dicho corte local puede tener una forma redondeada.

Según una forma de realización se elimina la porción superior de los bordes laterales levantados a lo largo de la segunda porción longitudinal de la banda de chapa.

20 Según una forma de realización, la porción de extremo del cordón de soldadura se realiza antes de un extremo longitudinal del ala de soldadura y se elimina una porción superior del ala de soldadura que sobrepasa la arista superior de los bordes laterales levantados después de la realización de la porción de extremo del cordón de soldadura, eliminándose la porción superior del ala de soldadura en una longitud situada entre la porción de extremo del cordón de soldadura y el extremo longitudinal del ala de soldadura.

25 Según una forma de realización, se dispone una placa de protección respectiva a ambos lados del ala de soldadura por encima de la arista superior de los bordes levantados para mantener una separación entre los electrodos de la máquina de soldadura cuando dichos electrodos alcanzan la arista superior a la altura de la porción de extremo del cordón de soldadura. Por ejemplo, cada placa de protección puede presentar un espesor sustancialmente igual al espesor del borde levantado de la banda de chapa.

30 Según una forma de realización, la invención proporciona también un tanque estanco y térmicamente aislante dispuesto dentro de una estructura portante que consta al menos de una pared portante, constandingo el tanque al menos de una pared de tanque dispuesta a lo largo de la o de cada pared portante, constandingo la pared de tanque de una barrera de estanqueidad y de una barrera de aislamiento térmico dispuesta entre la barrera de estanqueidad y la pared portante, presentando la barrera de aislamiento térmico una superficie de soporte plana para la barrera de estanqueidad, presentado la barrera de estanqueidad una estructura repetida que consta de forma alterna de unas bandas de chapa dispuestas sobre la superficie de soporte y de unas alas de soldadura alargadas unidas a la superficie de soporte y que se extienden en paralelo a las bandas de chapa en al menos una parte de la longitud de las bandas de chapa, constandingo las bandas de chapa de unos bordes laterales levantados dispuestos contra las alas de soldadura adyacentes, constandingo al menos una de dichas bandas de chapa de:

40 una primera porción longitudinal en la que el borde lateral levantado se suelda de manera estanca en el ala de soldadura mediante un cordón de soldadura rectilíneo paralelo a la superficie de soporte;

una segunda porción longitudinal en la que el borde lateral levantado se suelda de manera estanca en el borde lateral levantado de una banda de chapa adyacente mediante una soldadura de arista; y

45 una porción intermedia en la que la soldadura de arista de la segunda porción y el cordón de soldadura rectilíneo de la primera porción están conectados de manera estanca, presentando el cordón de soldadura una porción de extremo desviada en dirección a la arista superior y que se une a la arista superior del borde levantado en la porción intermedia de la banda de chapa, estando la soldadura de arista prolongada en la porción intermedia de modo que se realiza una unión estanca con la porción de extremo del cordón de soldadura.

Según una forma de realización, una arista superior del borde lateral levantado de la banda de chapa es rectilínea y paralela a la superficie de soporte en la porción intermedia de la banda de chapa.

50 Según una forma de realización, una altura nominal del borde lateral levantado en la segunda porción longitudinal es igual a una altura del borde lateral levantado en la primera porción longitudinal.

Según otra forma de realización, la altura nominal del borde lateral levantado en la segunda porción longitudinal es inferior a la altura del borde lateral levantado en la primera porción.

55 Según una forma de realización, el borde lateral levantado presenta un corte en la porción intermedia de la banda de chapa para bajar la arista superior del borde levantado, realizándose la unión de la soldadura de arista con la porción de extremo desviada del cordón de soldadura en el fondo del corte.

60 Según una forma de realización, que es adecuada, por ejemplo, para la realización de una estructura de ángulo del tanque, el tanque consta además de una armadura de retención dispuesta a lo largo de un borde de la pared portante y unida a la estructura portante para recuperar los esfuerzos de tracción, constandingo la armadura de retención de un elemento plano de unión dispuesto en una zona marginal de la pared de tanque alejada de la pared portante para dejar que pase la barrera de aislamiento térmico entre el elemento de unión plano y la pared portante,

constando la banda de chapa de un borde de extremo longitudinal soldado en el elemento de unión en la zona marginal de la pared de tanque, constando la segunda porción longitudinal de la banda de chapa de una porción marginal que se extiende entre el borde de extremo longitudinal y un extremo del ala de soldadura, elevándose de forma progresiva la arista superior del borde lateral en la porción marginal de la banda de chapa a partir del borde de extremo longitudinal hasta una altura nominal de la segunda porción longitudinal.

Según una forma de realización, la banda de chapa y el ala de soldadura son de invar.

Dicho tanque puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo para almacenar GNL o instalarse en una estructura flotante, en la costa o en aguas profundas, en particular un buque metanero, una unidad flotante de almacenamiento y de regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento y descarga (FPSO) y otros.

Según una forma de realización, un buque para el transporte de un producto líquido frío consta de un doble casco y de dicho tanque dispuesto dentro del doble casco.

Según una forma de realización, la invención proporciona también un procedimiento de carga o descarga de dicho buque, en el que se conduce un producto líquido frío a través de unas canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

Según una forma de realización, la invención proporciona también un sistema de transferencia para un producto líquido frío, constando el sistema de dicho buque de unas canalizaciones aisladas habilitadas de modo que conecten el tanque instalado en el casco del buque con una instalación de almacenamiento flotante o terrestre y de una bomba para accionar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

Una idea en la que se basa la invención es realizar o restablecer la estanqueidad de una membrana de chapas con bordes laterales levantados entre, por una parte, una zona en la que el cordón de soldadura se puede realizar mediante un máquina que progresa en paralelo a la superficie de soporte de la barrera estanca y, por otra parte, una zona en la que se realiza una soldadura estanca sobre la arista de los bordes levantados. Otra idea en la que se basa la invención es realizar esta estanqueidad preservando la solidez y la durabilidad de la membrana metálica. Algunos aspectos de la invención parten de la idea de forzar una máquina de soldadura para que siga una trayectoria que se había diseñado para evitar.

Se entenderá mejor la invención y se mostrarán de manera más clara otros objetivos, detalles, características y ventajas de esta durante la siguiente descripción de varias formas particulares de realización de la invención, dadas únicamente a título ilustrativo y no limitativo, en referencia a los dibujos adjuntos.

En estos dibujos:

- la figura 1 es una vista parcial en perspectiva seccionada de una pared de tanque estanco y térmicamente aislante en la que se pueden emplear unas formas de realización de la invención.
- La figura 2 es una vista en planta de un detalle de una membrana estanca de la pared de tanque de la figura 1 según la línea II-II.
- La figura 3 representa unas etapas sucesivas de un procedimiento de fabricación de una membrana estanca según una primera forma de realización.
- Las figuras 4 y 5 representan unas variantes del procedimiento de la figura 3.
- La figura 6 representa unas etapas sucesivas de un procedimiento de fabricación de una membrana estanca según una segunda forma de realización.
- La figura 7 representa unas etapas sucesivas de un procedimiento de fabricación de una membrana estanca según una tercera forma de realización.
- La figura 8 es una vista parcial en perspectiva de una zona de extremo de una membrana estanca de la figura 1.
- La figura 9 es una vista parcial en perspectiva de una zona central de una membrana estanca.
- La figura 10 es una representación esquemática seccionada de un tanque estanco y térmicamente aislante de un buque metanero y de un terminal de carga/descarga de este tanque.

En la siguiente descripción, se hace referencia a una barrera de estanqueidad que presenta una estructura repetida que consta de forma alterna de unas bandas de chapa dispuestas sobre la superficie de soporte y de unas alas de soldadura alargadas unidas a la superficie de soporte y que se extienden en paralelo a las bandas de chapa en al menos una parte de la longitud de las bandas de chapa, constando las bandas de chapa de unos bordes laterales levantados dispuestos contra las alas de soldadura adyacentes.

Dicha estructura se utiliza, por ejemplo, en los tanques de metanero de tipo NO96 comercializados por el solicitante. La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva seccionada de unas paredes estancas y aislantes de dicho tanque, a la altura de un ángulo entre una pared de fondo y una pared transversal.

La estructura portante del tanque está aquí constituida por el casco interno de un buque de doble casco, del que se ha representado la pared de fondo con la referencia numérica 1, y por unos tabiques 2 transversales, que definen unos compartimentos en el casco interno del buque. En cada pared de la estructura portante, se realiza una pared correspondiente del tanque mediante la superposición, de forma sucesiva, de una capa 3 de aislamiento secundario,

una barrera 4 estanca secundaria, una capa 5 de aislamiento primaria y una barrera 6 estanca primaria. A la altura del ángulo entre las dos paredes, las barreras 4 estancas secundarias de las dos paredes y las barreras 6 estancas primarias de las dos paredes están conectadas por un anillo 15 de conexión en forma de un tubo cuadrado que permite recuperar los esfuerzos de tensión que son el resultado de la contracción térmica, de la deformación del casco en el mar y de los movimientos de la carga. En el documento FR-A-2549575 se describe con más detalles una estructura posible del anillo 15 de conexión.

Las barreras 4 estancas secundarias y 6 primarias están siempre constituidas por una serie de hiladas de invar paralelas a los bordes 8 levantados, que se disponen de forma alterna con unos soportes 9 de soldadura alargados, también de invar. Los soportes 9 de soldadura quedan retenidos siempre en la capa de aislamiento subyacente, por ejemplo alojándose dentro de unas ranuras 7 realizadas en las bandejas de tapas de cajas llenadas con un material aislante. Esta estructura alterna se realiza en toda la superficie de las paredes, lo que puede implicar longitudes muy grandes. En estas grandes longitudes, las soldaduras estancas entre los bordes levantados de las hiladas y los soportes de soldadura intercalados entre estos pueden realizarse en forma de cordones de soldadura rectilíneos paralelos a la pared por medio de la máquina de soldadura descrita en la introducción.

En la pared de fondo del tanque, la porción de extremo de la barrera 4 estanca secundaria y la barrera 6 estanca primaria cerca del ángulo se realiza de forma diferente a la porción central. Esta porción de extremo 10 se ve mejor en la figura 8, que representa la barrera 6 estanca primaria sola en aras de la simplicidad.

Las hiladas 8 con bordes levantados no están directamente conectadas con el anillo 15 de conexión. Una serie de reductores 12 de invar se intercala entre estos. Un reductor 12 presenta un borde 13 de extremo soldado de forma continua a un ala del anillo 15 de conexión para recuperar los esfuerzos de tensión. Los bordes 16 levantados del reductor 12 presentan un perfil complejo que consta de una porción 17 inclinada que se eleva progresivamente desde el borde 13 en dirección a las hiladas 8, y a continuación una porción horizontal 18 cuya altura es igual a la altura de los bordes 20 levantados de las hiladas 8. Los reductores 12 se sueldan borde con borde de manera continua y estanca a la altura de la arista superior de los bordes 16 levantados. Esta soldadura de arista se puede realizar de manera manual mediante un procedimiento de soldadura por arco con un electrodo no fusible TIG.

La conexión de los reductores 12 con las hiladas 8 se lleva a cabo a la altura de una zona 21 de recubrimiento, en la que el borde 22 de los reductores opuesto al borde 13 se suelda de manera continua y estanca sobre las hiladas, mientras que los bordes 16 levantados de los reductores envuelven los extremos de los bordes 20 levantados de las hiladas. La soldadura estanca a la altura de las aristas de los reductores 12 se prolonga en esta zona y a continuación a la altura de la arista superior de los bordes 20 levantados de las hiladas 8 en dirección al soporte 9 de soldadura.

El soporte 9 de soldadura intercalado entre dos hiladas 8 se termina a la altura de la zona 21 de recubrimiento o ligeramente antes de esta. Sin embargo, a partir de un punto 11 de extremo, la porción 25 superior de este soporte se engrasa para que la altura del soporte 9 de soldadura sea la misma que la altura de los bordes 20 levantados, lo que facilita la realización de una soldadura estanca de arista entre estos.

A lo largo de toda la porción central de la pared de tanque, y hasta cerca de la zona 10 de extremo, la unión estanca entre los bordes 20 levantados de las hiladas 8 y los soportes 9 de soldadura se realiza mediante unos cordones 26 de soldadura rectilíneos, que se extienden más o menos a media altura de los bordes 20 levantados a ambos lados del soporte 9 de soldadura. Estos cordones 26 de soldadura se extienden estrictamente en paralelo a la superficie de soporte sobre la que se apoya la barrera de estanqueidad, ya que la máquina de soldadura que las realiza progresa rodando sobre esta superficie y aplicándose firmemente contra esta. Sin embargo, a falta de un espacio suficiente, la máquina de soldadura con ruedas debe detenerse antes de alcanzar el ángulo del tanque. Es preciso por tanto establecer una unión estanca entre la porción de extremo del cordón 26 de soldadura situado en el lado del centro del tanque, y la soldadura de arista realizada a la altura de los reductores 12 y de la zona 21 de recubrimiento.

Para ello, una técnica posible es cortar localmente los bordes 20 levantados de las hiladas 8 a la derecha del extremo del cordón 26 de soldadura, para rebajar su arista superior hasta encontrarse con el cordón 26 de soldadura. Es entonces posible prolongar la soldadura de arista en el fondo de este corte hasta unirse de forma continua con el cordón 26 de soldadura. Sin embargo, dado que el cordón 26 de soldadura se realiza más o menos a media altura de los bordes 20 levantados, este corte local constituye una zona de debilitamiento notable de los bordes 20 levantados de las hiladas 8 que puede concentrar las tensiones y romperse por fatiga de manera prematura.

En la figura 2 se representa una técnica preferente. Se utilizan las mismas referencias numéricas para designar los mismos elementos que en las figuras 1 y 8. El final del cordón 26 de soldadura se realiza aquí con una porción 27 rectilínea que prolonga el cordón realizado en la parte central del tanque, y a continuación una porción 28 desviada que se eleva con respecto a la superficie de soporte hasta unirse con o quedarse al ras de la arista 32 superior de los bordes 20 levantados, y a continuación una porción 29 rectilínea final que se termina en el punto 30. La soldadura 31 de arista puede entonces prolongarse desde la zona 21 de recubrimiento hasta la porción 29 del cordón de soldadura, para realizar una unión estanca en la zona 35.

Para realizar la porción 28 desviada y la porción 29 final, una técnica posible es disponer de un plano 40 inclinado sobre las hiladas 8 a ambos lados de los bordes 20 levantados, como se representa en la figura 8, para hacer que progrese la máquina de soldadura sobre estos planos inclinados. Los planos inclinados 40 presentan un perfil similar a las porciones 28 y 29 del cordón de soldadura que hay que obtener.

- 5 La figura 3 ilustra una primera forma de realización de un procedimiento para realizar la unión estanca de las hiladas a la altura de la porción 10 de extremo de la barrera estanca.

En una primera etapa, el cordón 26 de soldadura con las porciones 27, 28 y 29 se realiza con la máquina como se ha descrito con anterioridad, en una zona en la que la porción 25 superior del soporte 9 de soldadura está presente. La presencia del soporte 9 de soldadura evita que se produzca un cortocircuito de los electrodos de soldadura de la máquina cuando estos alcanzan la arista 32 superior de los bordes 20 levantados. En una segunda etapa, la porción 25 superior del soporte de soldadura se enrasa a la derecha de las porciones 28 y 29 del cordón de soldadura, como se indica con la línea 33. El punto de extremo de la porción 25 superior pasa, por lo tanto, de la posición indicada con la referencia numérica 11 a la posición indicada con la referencia numérica 19. En una tercera etapa, la soldadura 31 de arista se prolonga hasta encontrarse con la porción 29 final del cordón de soldadura.

- 10 La figura 4 representa una variante de este procedimiento, en la que la primera etapa emplea dos placas 37 metálicas de protección a ambos lados del soporte 9 de soldadura para permitir una carrera más larga de las ruedas de soldadura más allá de la altura del soporte 9 de soldadura sin correr el riesgo de un cortocircuito, cuando la máquina se libera de los bordes 20 levantados al final de la progresión. Las demás etapas se mantienen sin cambios. El espesor de la placa 37 puede ser el de una hilada 8.

- 15 La figura 5 representa otra variante de este procedimiento, en la que la primera etapa se realiza en una zona en la que el soporte 9 de soldadura está ausente o ya se ha enrasado. Una placa 38 de protección situada por encima de la arista 32 superior de los bordes 20 levantados protege los electrodos de soldadura de que se produzca un cortocircuito al final de la realización de la porción 28 desviada. El espesor de la placa 38 puede ser el espesor acumulado del soporte 9 de soldadura y de dos hiladas 20.

- 20 La figura 6 ilustra una segunda forma de realización de un procedimiento para realizar la unión estanca de las hiladas a la altura de la porción 10 de extremo de la barrera estanca.

En una primera etapa, el cordón de soldadura con las porciones 27, 28 y 29 se realiza con la máquina como se ha descrito con anterioridad. La porción 28 desviada se realiza aquí después del punto 11 de extremo de la porción 25 superior del soporte 9 de soldadura. En una variante, la porción 28 desviada también se podría realizar en un lugar en el que la porción 25 superior está presente como en la figura 3 y a continuación enrasarla. La porción 29 final del cordón 26 de soldadura se realiza por debajo de la arista 32 superior de los bordes 20 levantados, con una distancia 39 con respecto a esta. Esta distancia 39 permite garantizar que las ruedas de la máquina de soldadura se mantienen encajadas sobre el borde 20 levantado durante la realización de la porción 29, lo que evita que se produzca un cortocircuito.

- 25 En una segunda etapa, se practica un corte 41 redondeado en la parte superior del soporte de soldadura, para rebajar localmente la arista 32 superior hasta encontrarse con la porción 29 final del cordón 26 de soldadura. En una tercera etapa, la soldadura 31 de arista se prolonga hasta encontrarse con la porción 29 del cordón 26 de soldadura a la altura del fondo 42 del corte 41 redondeado. El corte 41 presenta de preferencia una pequeña profundidad que no supera  $\frac{1}{4}$  de la altura de los bordes 20 levantados para no debilitar en exceso los bordes 20 levantados.

- 30 La figura 7 ilustra una tercera forma de realización de un procedimiento para realizar la unión estanca de las hiladas a la altura de la porción 10 de extremo de la barrera estanca. La primera etapa es idéntica a la del procedimiento de la figura 6. En la segunda etapa, la parte superior de los bordes 20 levantados se enrasa en una altura ligeramente superior a la distancia 39 con el fin de encontrarse con la porción 29 final del cordón 26 de soldadura, y en una longitud que se extiende desde la zona 21 de recubrimiento entre las hiladas 8 y los reductores 12 y hasta un borde 45 de corte situado más allá de la porción 28 desviada del cordón de soldadura, como se indica en la línea 43. La línea 43 designa, por lo tanto, la nueva posición de la arista superior de los bordes 20 levantados, en la que se realiza la soldadura 31 de arista hasta que se junta de manera estanca con la porción 29 final del cordón 26 de soldadura.

- 35 Los procedimientos de las figuras 3 y 7 permiten en particular realizar la unión estanca entre la soldadura 31 de arista y el cordón 26 de soldadura en una zona plana de los bordes 20 levantados, cuya geometría no es, por lo tanto, del tipo que concentra las tensiones.

- 40 Estos procedimientos se pueden emplear para fabricar las membranas estancas primarias y/o secundarias a la altura de los ángulos del tanque, pero también para realizar unas reparaciones. Algunas reparaciones que necesitan unir de manera estanca una soldadura de arista manual con un cordón de soldadura realizado con la máquina también se pueden realizar en diferentes ubicaciones del tanque, en particular, en la parte central de la pared de fondo. Se va a describir a continuación un ejemplo de dicha reparación en referencia a la figura 9.

La figura 9 representa una porción de la membrana 6 primaria del tanque de la figura 1, en una zona central de la

pared de fondo. Los mismos números de referencia designan los mismos elementos. Se supone que la hilada 8 en el centro de la figura se ha dañado en una zona localizada. Para llevar a cabo la reparación de la membrana en esta zona, son necesarias varias operaciones:

- 5 – enrasar la porción superior de los soportes 9 de soldadura y de los bordes 20 levantados en una zona 50 de reparación, por ejemplo del orden de 50 cm. La zona 50 de reparación engloba la parte de hilada que hay que reparar y sobresale en cada lado de esta.
- Cortar la hilada 8 a la altura de dos líneas transversales y de dos líneas longitudinales situadas a la altura del pliegue de los bordes levantados para retirar la porción dañada.
- 10 – Poner una nueva porción de hilada 47 de un tamaño superior a la porción retirada para obtener un recubrimiento longitudinal con las hiladas mantenidas en su sitio a la altura de los extremos 45 y 46.
- Soldar de manera estanca la nueva porción de hilada 47 con las hiladas mantenidas en su lugar a la altura de los extremos 45 y 46.
- Poner los bordes 20 levantados de la nueva porción de hilada 47 contra los soportes 9 de soldadura y llevar a cabo un cordón 31 de soldadura estanca sobre su arista superior a lo largo de toda la zona 50 de reparación.
- 15 – Y llevar a cabo una conexión estanca entre las soldaduras 31 de arista y el cordón 26 de soldadura de las hiladas 8 mantenidas en su sitio. Para ello, como se muestra en el detalle ampliado de la figura 9, se puede hacer que la máquina de soldadura vuelva a pasar sobre el cordón 26 preexistente y desplazar su trayectoria, por ejemplo con un plano inclinado, para realizar una porción 28 desviada que se une con la porción 29 final del cordón de soldadura de arista. De preferencia, una porción 29 final del cordón de soldadura se realiza sustancialmente en paralelo a la arista 32 superior de los bordes 20 levantados para proporcionar una extensa zona 35 de solapamiento con la soldadura 31 de arista.

En una variante de realización, en lugar de emplear los planos 40 inclinados, se realiza la porción 28 desviada del cordón 26 de soldadura desviando bruscamente el recorrido de la máquina de soldadura, por ejemplo aplicando un golpe, de manera que la máquina salga por la parte superior de los bordes 20 levantados.

25 Los términos “parte superior”, “parte inferior”, “superior” e “inferior” se han empleado con anterioridad para describir una membrana situada en la pared de fondo del tanque. Sin embargo, se pueden realizar o reparar membranas de manera similar en las demás paredes del tanque, en particular paredes laterales y pared de techo. Los términos “parte superior”, “parte inferior”, “superior” e inferior deben por lo tanto entenderse en referencia a la posición de la pared y no necesariamente con respecto al campo gravitacional terrestre.

30 Las técnicas descritas con anterioridad para realizar una membrana de estanqueidad se pueden utilizar en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo para constituir la membrana de estanqueidad primaria y/o la membrana de estanqueidad secundaria de un depósito de GNL en una instalación terrestre o en una estructura flotante como un buque metanero o de otro tipo.

35 En referencia a la figura 10, una vista seccionada de un buque 70 metanero muestra un tanque 71 estanco y aislado con una forma general de prisma montada dentro del doble casco 72 del buque. La pared del tanque 71 consta de una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido dentro del tanque, de una barrera estanca secundaria habilitada entre la barrera estanca primaria y el doble casco 72 del buque, y de dos barreras aislantes habilitadas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barreras estanca secundaria y el doble casco 72.

40 De manera conocida en sí misma, unas canalizaciones 73 de carga/descarga dispuestas en el puente superior del buque pueden conectarse, por medio de unos conectores adecuados, con una terminal marítima o portuaria para transferir una carga de GNL desde o hacia el tanque 71.

45 La figura 10 representa un ejemplo de terminal marítima que consta de una estación 75 de carga y de descarga, de un conducto 76 submarino y de una instalación 77 en tierra. La estación 75 de carga y de descarga es una instalación fija en alta mar que consta de un brazo 74 móvil y de una torre 78 que soporta el brazo 74 móvil. El brazo 74 móvil lleva un haz 79 de tuberías flexibles aisladas que se pueden conectar a las canalizaciones 73 de carga/descarga. El brazo 74 móvil orientable se adapta a todos los gálibos de metaneros. Una conducción de unión no representada se extiende en el interior de la torre 78. La estación 75 de carga y de descarga permite la carga y la descarga del buque 70 desde o hacia una instalación 77 en tierra. Esta consta de unos tanques de almacenamiento de gas 80 licuado y de unos conductos 81 de unión conectados mediante el conducto 76 submarino con la estación 75 de carga o de descarga. El conducto 76 submarino permite la transferencia del gas licuado entre la estación 75 de carga o de descarga y la instalación 77 en tierra a una gran distancia, por ejemplo 5 km, lo que permite mantener el buque 70 metanero a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y de descarga.

55 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan unas bombas instaladas a bordo del buque 70 y/o unas bombas con las que está equipada la instalación 77 en tierra y/o unas bombas con las que está equipada la estación 75 de carga y de descarga.

Aunque se ha descrito la invención en relación con varias formas particulares de realización, es evidente que no está en modo alguno limitada a estas y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como

sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención.

5 El uso del verbo “constar”, “comprender” o “incluir” y de sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o de otras etapas distintas de las enunciadas en una reivindicación. El uso del artículo indefinido “uno” o “una” para un elemento o una etapa no excluye, salvo que se mencione lo contrario, la presencia de una multitud de dichos elementos o etapas.

En las reivindicaciones, ninguna referencia numérica entre paréntesis debe interpretarse como una limitación de la reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de una barrera (6) de estanqueidad para una pared de tanque estanco y térmicamente aislante, que consta:

5 en una barrera (5) de aislamiento térmico que presenta una superficie de soporte plana para la barrera de estanqueidad, disponer una estructura repetida que consta de forma alterna de unas bandas (8) de chapa y de unas alas (9) de soldadura alargadas unidas a la superficie de soporte, sobresaliendo con respecto a esta, de modo que las alas (9) de soldadura se extienden en paralelo a las bandas (8) de chapa en al menos una parte de la longitud de las bandas de chapa y que unos bordes (20) laterales levantados de las bandas de chapa estén dispuestos contra las alas de soldadura adyacentes,

10 respectivamente para una primera banda de chapa y una segunda banda de chapa adyacentes dispuestas a ambos lados de un ala de soldadura, soldar de manera estanca el borde (20) lateral levantado de la banda de chapa en el ala de soldadura mediante un cordón (26) de soldadura rectilíneo paralelo a la superficie de soporte a lo largo de una primera porción (27) longitudinal de la banda de chapa, estando siempre el cordón (26) de soldadura rectilíneo dispuesto por debajo de una arista (32, 41, 43) superior del borde lateral levantado de la

15 banda de chapa respectiva,

**caracterizado por** las etapas de:

prolongar siempre el cordón de soldadura rectilíneo mediante una porción (28, 29) de extremo del cordón de soldadura que se desvía con respecto a la superficie de soporte en dirección a la arista (32, 41, 43) superior del borde lateral levantado y que se une con la arista (32, 41, 43) superior del borde lateral levantado y que se une con la arista (32, 41, 43) superior del borde lateral levantado; y

20 realizar una soldadura estanca (31) de arista entre la arista superior del borde (20) lateral levantado de la primera banda de chapa y la arista superior del borde (20) lateral levantado de la segunda banda de chapa adyacente a lo largo de una segunda porción longitudinal de las dos bandas de chapa, de manera que la soldadura (31) de arista se una de manera estanca con la porción (28, 29) de extremo del cordón (26) de soldadura respectivo de cada una de las dos bandas de chapas.

25

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cordón de soldadura rectilíneo se realiza utilizando una máquina de soldadura que se desplaza apoyada sobre las dos bandas (8) de chapa adyacentes a lo largo de los bordes (20) laterales levantados, presentando la máquina de soldadura unas ruedas de soldadura giratorias y unos rodillos de accionamiento adaptados para apretar los bordes (20) laterales levantados, teniendo los rodillos de accionamiento sus ejes inclinados hacia la parte delantera de la máquina en su sentido de progresión con respecto a la dirección perpendicular a las bandas de chapa.

30

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la porción de extremo del cordón de soldadura se realiza desviando la trayectoria de la máquina de soldadura en dirección a la arista (32, 41, 43) superior de los bordes laterales levantados.

35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que se hace rodar la máquina de soldadura sobre un plano (40) inclinado dispuesto sobre las bandas de chapa para desviar su trayectoria en dirección a la arista superior de los bordes laterales levantados.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que se dispone una placa (37, 38) de protección por encima de la arista superior de los bordes laterales levantados para mantener una separación entre los electrodos de la máquina de soldadura cuando dichos electrodos alcanzan la arista superior a la altura de la porción de extremo del cordón de soldadura.

40

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se detiene la porción (28, 29) de extremo del cordón de soldadura por debajo de la arista (32) superior de los bordes laterales levantados y a continuación se elimina una porción (41, 43) superior de los bordes laterales levantados situada por encima de la parte más alta del cordón de soldadura.

45

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que se elimina la porción superior de los bordes laterales levantados mediante un corte (41) local de la banda de chapa, de modo que la parte más alta del cordón de soldadura se encuentra sustancialmente en el fondo del corte local.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la porción de extremo del cordón de soldadura se realiza antes de un extremo (11) longitudinal del ala (9) de soldadura y en el que se elimina una porción (25, 33) superior del ala de soldadura que sobrepasa la arista (32) superior de los bordes laterales levantados después de la realización de la porción (28, 29) de extremo del cordón de soldadura, eliminándose la porción (25, 33) superior del ala de soldadura en una longitud situada entre la porción (28, 29) de extremo del cordón de soldadura y el extremo (11) longitudinal del ala de soldadura.

50

9. Tanque estanco y térmicamente aislante dispuesto dentro de una estructura portante que consta de una pared (1) portante, constando el tanque al menos de una pared de tanque dispuesta a lo largo de la pared portante, constando

55

- la pared de tanque de una barrera (6) de estanqueidad y de una barrera (5) de aislamiento térmico dispuesta entre la barrera de estanqueidad y la pared portante, presentando la barrera de aislamiento térmico una superficie de soporte plana para la barrera de estanqueidad,
- 5 presentado la barrera (6) de estanqueidad una estructura repetida que consta de forma alterna de unas bandas (8) de chapa dispuestas sobre la superficie de soporte y de unas alas (9) de soldadura alargadas unidas a la superficie de soporte, sobresaliendo con respecto a esta y que se extienden en paralelo a las bandas de chapa en al menos una parte de la longitud de las bandas de chapa, constando las bandas de chapa de unos bordes (20) laterales levantados con respecto a la superficie de soporte, dispuestos contra las alas de soldadura adyacentes,
- 10 constando al menos cada una de las dos bandas de chapa dispuestas a ambos lados de un ala de soldadura de una primera porción longitudinal en la que el borde (20) lateral levantado de la banda de chapa respectiva se suelda de manera estanca en el ala (9) de soldadura mediante un cordón (26, 27) de soldadura rectilíneo paralelo a la superficie de soporte, estando siempre el cordón (26) de soldadura rectilíneo dispuesto por debajo de una arista (32, 41, 43) superior del borde lateral levantado de la banda de chapa respectiva;
- 15 caracterizado por el hecho de que cada una de las dos bandas de chapa dispuestas a ambos lados de un ala de soldadura consta, además, de:
- una segunda porción longitudinal en la que el borde (20) lateral levantado se suelda de manera estanca al borde (20) lateral levantado de la otra banda de chapa adyacente mediante una soldadura (31) de arista; y
- 20 una porción intermedia en la que la soldadura (31) de arista de la segunda porción y el cordón (26, 27) de soldadura rectilíneo de la primera porción se conectan de manera estanca, presentando siempre el cordón de soldadura una porción (28, 29) de extremo desviada con respecto a la superficie de soporte en dirección a la arista (32, 41, 43) superior y que se une con la arista (32, 41, 43) superior del borde (20) levantado en la porción intermedia de la banda de chapa respectiva, estando la soldadura (31) de arista prolongada en la porción intermedia de cada una de las dos bandas de chapa de manera que se realice una unión estanca con la porción (28, 29) de extremo del cordón de soldadura respectivo de cada una de las dos bandas de chapa.
- 25 10. Tanque según la reivindicación 9, en el que la arista (32, 43) superior del borde (20) lateral levantado de la banda de chapa es rectilínea y paralela a la superficie de soporte en la porción intermedia de la banda de chapa.
11. Tanque según la reivindicación 9 o 10, en el que una altura (32) nominal del borde (20) lateral levantado en la segunda porción longitudinal es igual a una altura del borde (20) lateral levantado en la primera porción longitudinal.
- 30 12. Tanque según la reivindicación 9 o 10, en el que la altura (43) nominal del borde (20) lateral levantado en la segunda porción longitudinal es inferior a la altura del borde (20) lateral levantado en la primera porción.
13. Tanque según la reivindicación 9, en el que el borde lateral levantado presenta un corte (41) en la porción intermedia de la banda de chapa para rebajar la arista superior del borde levantado, realizándose la unión de la soldadura de arista con la porción de extremo desviada del cordón de soldadura en el fondo (42) del recorte.
- 35 14. Tanque según una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el tanque consta, además, de una armadura (15) de retención dispuesta a lo largo de un borde de la pared (1) portante y unida a la estructura portante para recuperar los esfuerzos de tracción, constando la armadura de retención de un elemento (15) de unión plano dispuesto en una zona marginal de la pared de tanque alejada de la pared portante para dejar que la barrera (5) de aislamiento térmico pase entre el elemento de unión plano y la pared (1) portante, constando la banda (12) de chapa de un borde (13) de extremo longitudinal soldado al elemento de unión en la zona (10) marginal de la pared de tanque,
- 40 constando la segunda porción longitudinal de la banda de chapa de una porción (12) marginal que se extiende entre el borde (13) de extremo longitudinal y un extremo del ala (9) de soldadura, elevándose progresivamente la arista (17) superior del borde (16) lateral levantado en la porción marginal de la banda (12) de chapa a partir del borde de extremo longitudinal hasta una altura (32, 43) nominal de la segunda porción longitudinal.
- 45 15. Buque (70) para el transporte de un producto líquido frío, constando el buque de un doble casco (72) y de un tanque (71) según una de las reivindicaciones 9 a 14 dispuesto dentro del doble casco.
16. Utilización de un buque (70) según la reivindicación 15, en el que se conduce un producto líquido frío a través de unas canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas desde o hacia una instalación (77) de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque (71) del buque para efectuar la carga o la descarga del buque (70).
- 50 17. Sistema de transferencia para un producto líquido frío, constando el sistema de un buque (70) según la reivindicación 15, de unas canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas habilitadas de manera que conecten el tanque (71) instalado en el casco del buque con una instalación (77) de almacenamiento flotante o terrestre y de una bomba para accionar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

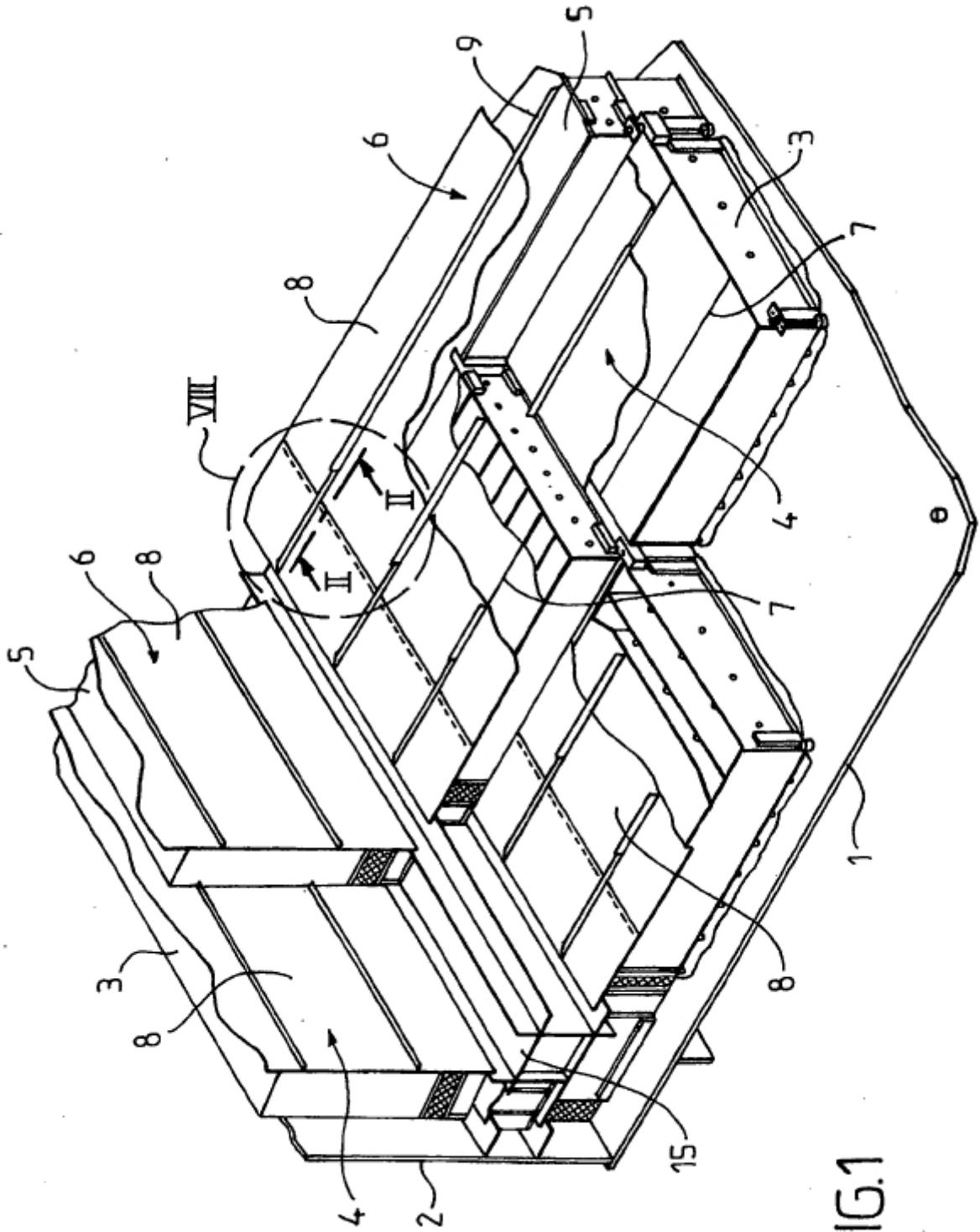


FIG.1

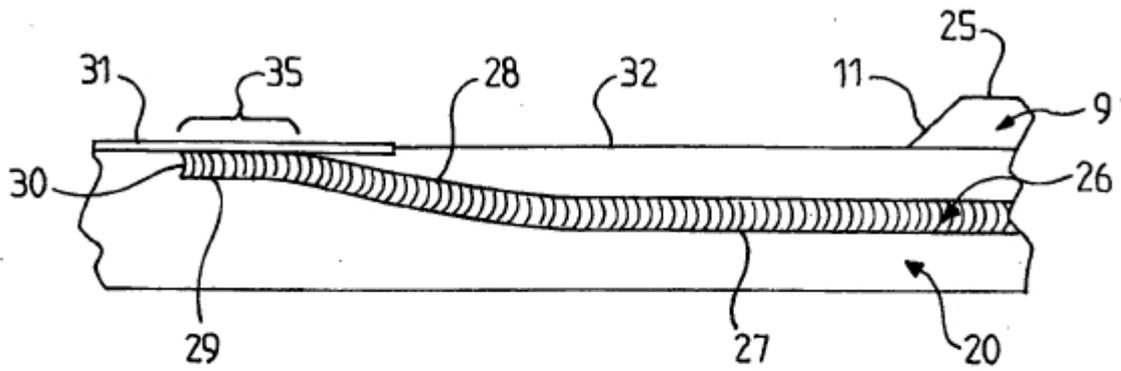


FIG. 2

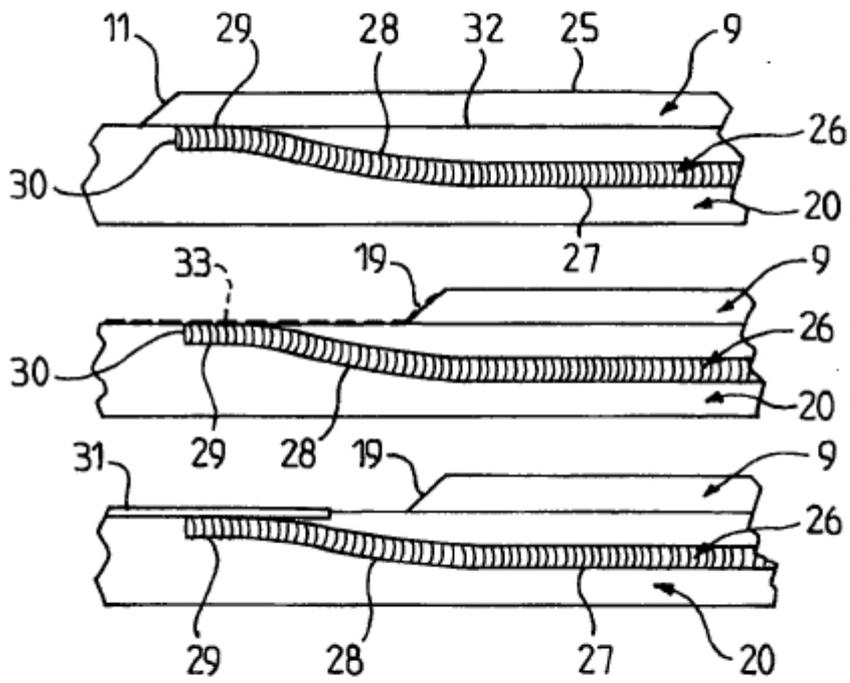


FIG. 3

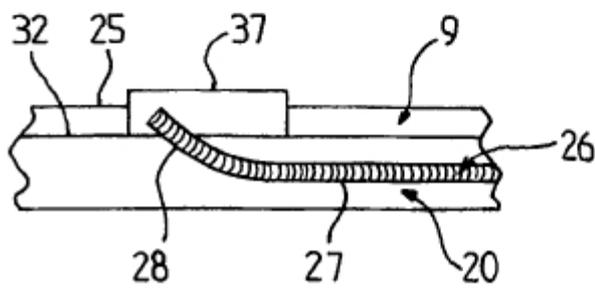


FIG. 4

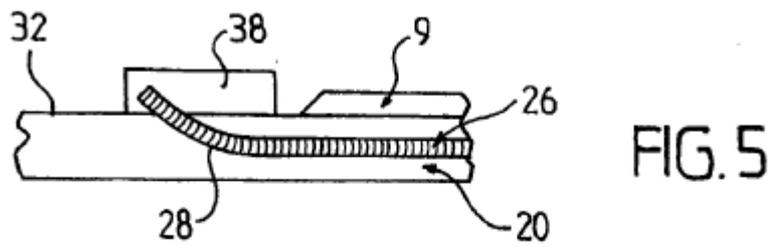


FIG. 5

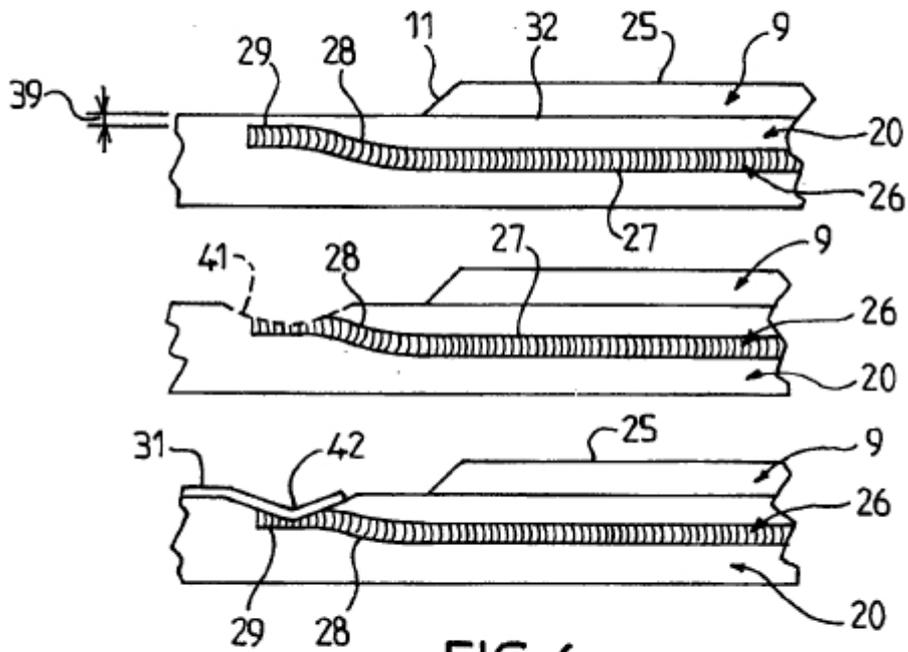


FIG. 6

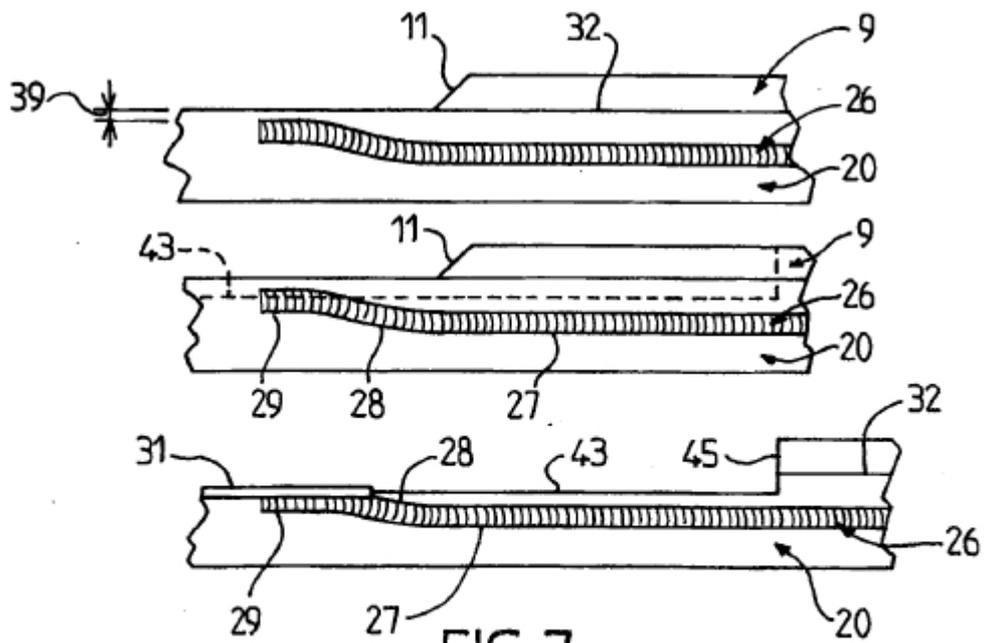


FIG. 7

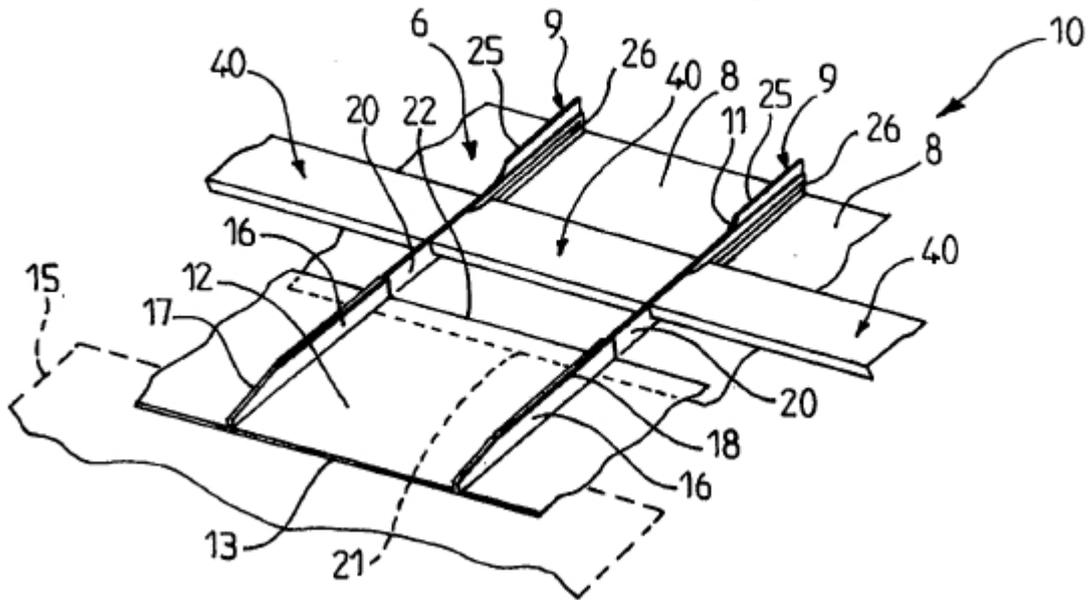


FIG. 8

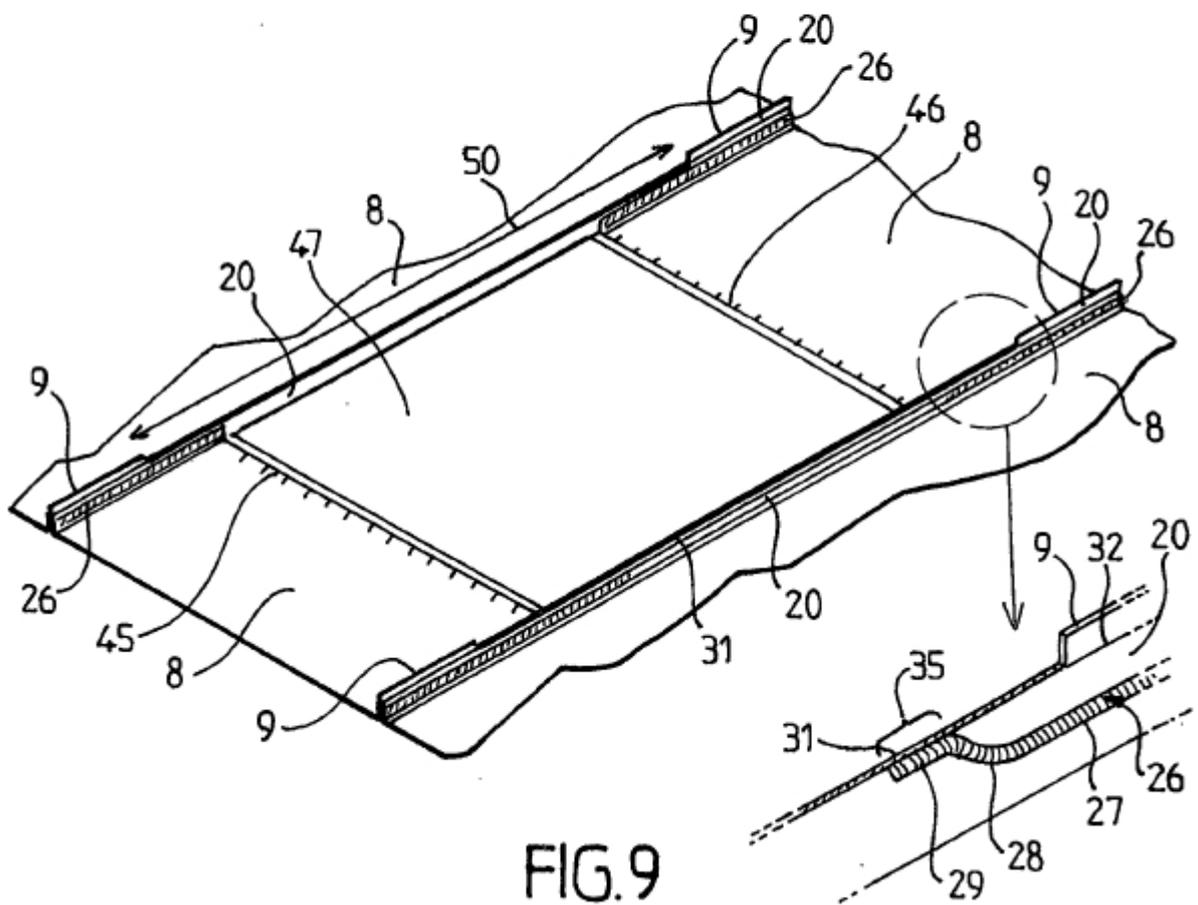


FIG. 9

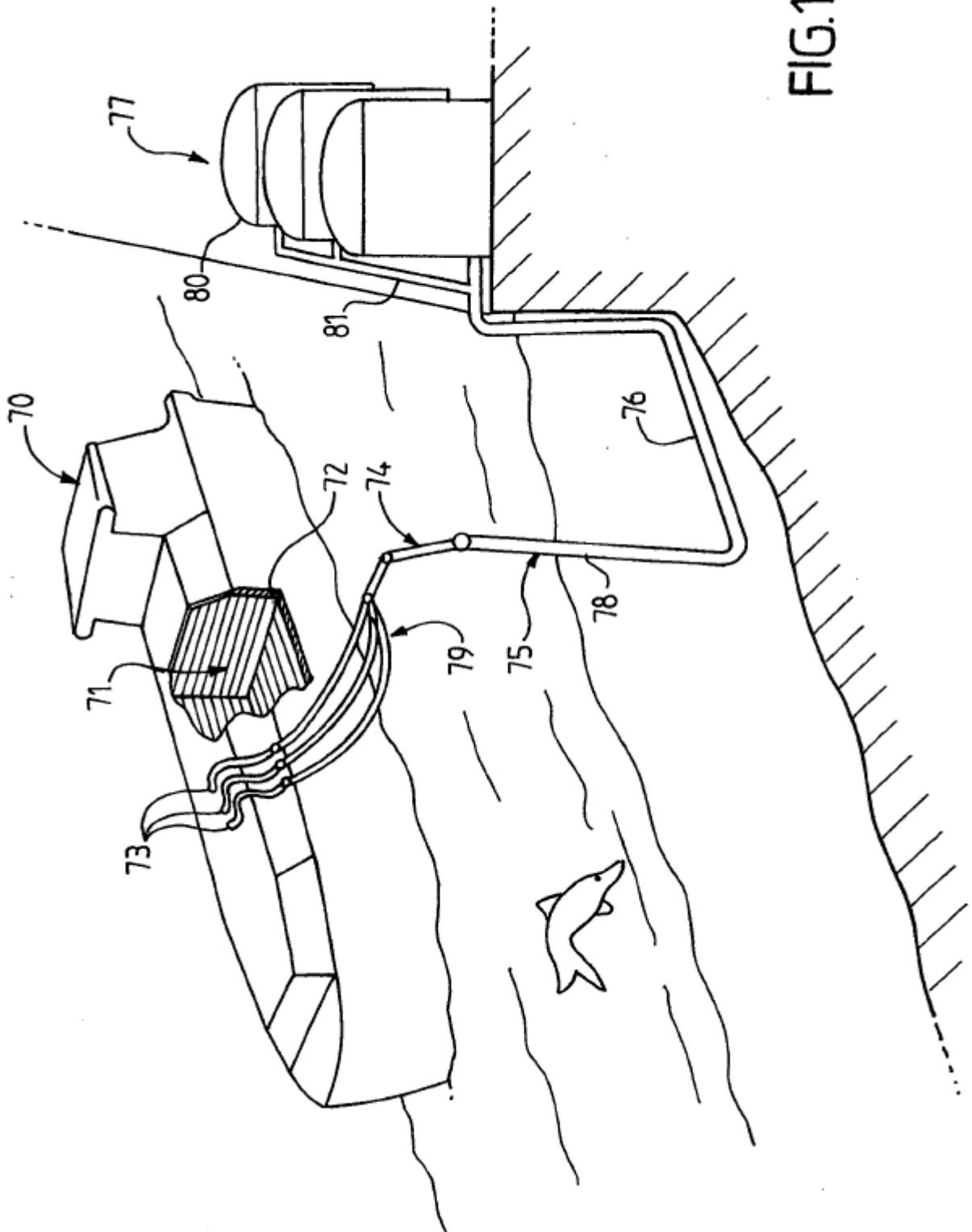


FIG.10