

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 501**

51 Int. Cl.:

G01M 3/20 (2006.01)

G01M 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2019** **PCT/FR2019/051157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.11.2019** **WO19224475**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2019** **E 19740609 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022** **EP 3797276**

54 Título: **Dispositivo de detección de fugas**

30 Prioridad:

22.05.2018 FR 1870586

19.03.2019 WO PCT/FR2019/050623

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

29.11.2022

73 Titular/es:

GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)

1 Route de Versailles

78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, FR

72 Inventor/es:

TOS, GAËL;

LARROQUE, SÉBASTIEN;

DA CUNHA, CARLOS;

HASSLER, DAVID;

PERROT, OLIVIER;

DE FARIA, ANTHONY;

FRAYSSE, VINCENT;

GIMBERT, CHARLES y

DELETRE, BRUNO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 929 501 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

Dispositivo de detección de fugas

Área técnica

5 La presente invención se refiere a una campana de detección de fugas para detectar fugas de una membrana de sellado, en particular una membrana de sellado corrugada, por ejemplo en un tanque hermético. Estos tanques herméticos pueden ser, por ejemplo, tanques herméticos y aislados térmicamente para el almacenamiento y/o transporte de un fluido, como un fluido criogénico.

10 Antecedentes tecnológicos

El documento KR1020100050128 divulga un procedimiento para comprobar la estanqueidad de una membrana de un tanque de almacenamiento de GNL hermético y aislado térmicamente. El tanque tiene una estructura de varias capas y tiene, sucesivamente, desde el exterior hacia el interior, un espacio aislante secundario, una membrana de sellado secundaria, un espacio aislante primario y una membrana de sellado primaria destinada a estar en contacto con el gas natural licuado contenido en el tanque. En concreto, el procedimiento está diseñado para detectar fugas a través de los cordones de soldadura que unen herméticamente las chapas metálicas de la membrana de sellado primaria. El procedimiento consiste en inyectar un gas trazador en el espacio de aislamiento primario y, a continuación, desplazar un equipo de detección equipado con un analizador de gas trazador dentro del tanque a lo largo de los cordones de soldadura de la membrana de sellado primaria. Así, si el equipo de detección detecta la presencia del gas trazador, se puede concluir que la membrana de sellado primario tiene fugas. En este procedimiento, la inyección del gas trazador en el espacio aislante primario es fundamental, ya que el procedimiento de detección sólo puede garantizar resultados fiables si el gas trazador se ha difundido homogéneamente por todo el espacio de aislamiento primario.

Además, el equipo de detección consta de una unidad de aspiración de gas trazador y un detector de gas trazador. La unidad de aspiración se desplaza por medio de un carro a lo largo del cordón de soldadura, estando el carro situado en una pared inferior del tanque y la unidad de aspiración fijada al carro de forma que se encuentre en un cordón de soldadura de una pared adyacente a la pared inferior. Sin embargo, es difícil con este equipo comprobar todo el cordón de soldadura en el tanque, ya que el equipo es voluminoso y necesita estar conectado al carro en la pared inferior. Este equipo también es muy lento porque el equipo sólo comprueba una pequeña porción del cordón de soldadura a la vez y es necesario modificar el montaje del equipo en el carro para cambiar el cordón de soldadura.

El documento EP3417259 describe una campana de vacío para detectar fugas en los gaseoductos subterráneos. La campana de vacío incluye una sección flexible de aspiración con un fondo que forma una abertura de aspiración. El fondo comprende un anillo de sellado flexible que rodea la abertura de aspiración y forma una superficie de contacto adaptada para crear un sello.

El documento JP2017227530 describe un dispositivo de presurización parcial para detectar un defecto en la soldadura de una pieza en una superficie metálica. El dispositivo de presurización parcial comprende una parte de contenedor de presurización que comprende medios de presurización, una parte de estructura que comprende medios de aspiración y medios de sellado para mantener una diferencia de presión en el punto de contacto con la superficie a medir.

45 Sumario de la invención

Una idea base de la invención es proporcionar una campana de detección o dispositivo de detección de fugas que permite comprobar la estanqueidad de una membrana de sellado de un tanque, fiable y fácilmente utilizable.

Otra idea de la invención es proporcionar una campana de detección o un dispositivo de detección de fugas que sea rápidamente utilizable para comprobar la estanqueidad de la membrana de sellado de un tanque en un tiempo mínimo.

Otra idea de la invención es proporcionar un procedimiento de prueba de estanqueidad de una membrana fiable y rápido de implementar.

Aspectos de la invención se refieren a una campana de detección de fugas, en particular para detectar una fuga en una zona de prueba de una membrana de sellado de un tanque hermético y aislado térmicamente, la campana comprende un cuerpo principal que se dispone en una zona de prueba y una junta de sellado unida al cuerpo principal y configurada para definir una cámara de detección entre el cuerpo principal y la zona de prueba, teniendo la junta un labio de sellado periférico configurado para entrar en contacto con la membrana de sellado y con un contorno cerrado que rodea la cámara de detección.

Aspectos de la invención se refieren a un dispositivo de detección de fugas que comprende:

- 5
 - la mencionada campana de detección de fugas,
 - una bomba de vacío conectada a la cámara de detección para generar una reducción de presión en la cámara de detección, y
 - un equipo de análisis conectado a la cámara de detección para analizar un gas presente en la cámara de detección.

10 Los aspectos de la invención se refieren a un procedimiento de utilización de dicho dispositivo de detección de fugas o campana de detección de fugas para detectar una fuga en una zona de prueba de una membrana de sellado de un tanque hermético y aislado térmicamente.

Para ello, según un primer objeto, la invención proporciona un dispositivo de detección de fugas para detectar una fuga en una zona de prueba de una membrana de sellado de un tanque hermético y aislado térmicamente según la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo de detección de fugas:

- 15
 - una campana de detección de fugas que comprende un cuerpo principal para su disposición sobre la zona de prueba y una junta adherida al cuerpo principal y configurada para definir una cámara de detección entre el cuerpo principal y la zona de prueba, teniendo la junta un labio de sellado periférico configurado para entrar en contacto con la membrana de sellado y con un contorno cerrado que rodea la cámara de detección,
- 20
 - una bomba de vacío conectada a la cámara de detección para generar una reducción de presión en la cámara de detección, y
 - un equipo de análisis conectado a la cámara de detección para analizar un gas presente en la cámara de detección,

25 en el que el labio de sellado está configurado para tener, al menos en un estado operativo en el que se aplica una reducción de presión en la cámara de detección, una porción de pinzamiento que queda atrapada entre el cuerpo principal y la membrana de sellado en al menos parte de la periferia de la cámara de detección o en toda la periferia de la cámara de detección.

30 Según la invención, el labio de sellado tiene una flexibilidad que permite la formación de dicha porción de pinzamiento por deformación del labio de sellado hacia la cámara de detección bajo el efecto de la reducción de presión en la cámara de detección.

35 Según una realización, la cámara de detección de la campana de detección de fugas presenta una zona convexa, por ejemplo circular o en forma poligonal, destinada a cubrir una zona de unión entre cuatro chapas metálicas corrugadas o planas.

Según una realización, un círculo inscrito geoméricamente en la zona convexa tiene un diámetro superior a 68 mm.

40 Según una realización, la campana de detección tiene una forma alargada a lo largo de un eje longitudinal, la cámara de detección de la campana de detección de fugas tiene una zona alargada para cubrir un borde recto de una chapa metálica, la zona convexa está dispuesta en un extremo de la zona alargada.

45 En una realización, la zona convexa es una primera zona convexa y la cámara de detección de la campana de detección de fugas tiene una segunda zona convexa dispuesta en un extremo de la zona alargada opuesta a la primera zona convexa a lo largo del eje longitudinal.

50 En una realización, la campana de detección tiene una forma alargada a lo largo de un eje longitudinal, la zona convexa constituye una porción central de la cámara de detección de la campana de detección de fugas, la cámara de detección tiene dos zonas alargadas que se extienden desde la zona convexa opuestas entre sí a lo largo del eje longitudinal.

Según una realización, la cámara de detección tiene forma circular o poligonal convexa.

55 Según una realización, un círculo inscrito geoméricamente en la forma de la cámara de detección tiene un diámetro superior a 68 mm.

La invención proporciona también un procedimiento, según la reivindicación 13, de utilización del citado dispositivo de detección de fugas en una zona de prueba que incluye una zona de unión entre cuatro chapas metálicas corrugadas o planas de una membrana de sellado de tanque, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- colocar la campana de detección de fugas sobre la zona de prueba, de modo que el labio de sellado entre en contacto con la membrana de sellado en toda la zona de prueba y la zona convexa cubra dicha zona de unión,
 - generar una reducción de presión en la cámara de detección por medio de la bomba de vacío.
- 5 • pinzar la porción de pinzamiento del labio de sellado entre el cuerpo principal y la membrana de sellado sobre al menos una parte de la periferia de la cámara de detección
- conducir el gas presente en la cámara de detección hacia el equipo de análisis, y
 - analizar mediante el equipo de análisis los gases procedentes de la cámara de detección para producir una señal de medición que represente una cantidad de al menos un gas presente en la cámara de detección.
- 10 Según una realización, la campana de detección comprende además al menos un asa de manipulación dispuesta en una superficie superior de la campana de detección orientada hacia fuera del labio de sellado.
- Según una realización, la campana de detección tiene dos asas de manipulación dispuestas en la superficie superior cerca de los dos extremos longitudinales de la campana de detección.
- 15 Según una realización, la o cada asa de manipulación está dispuesta en una superficie superior de la campana de detección orientada hacia fuera del labio de sellado.
- Según una realización, el equipo de análisis comprende un espectrómetro de masas.
- 20 Según otras realizaciones ventajosas, dicha campana puede tener una o más de las siguientes características.
- Según una realización, la campana de detección comprende:
- un medio mecánico de presión llevado por el cuerpo principal y que comprende al menos un elemento de presión configurado para ejercer sobre una porción del labio de sellado una presión dirigida hacia la membrana cuando el cuerpo principal está dispuesto sobre la zona de prueba.
- 25 Gracias a estas características, la campana de detección puede colocarse rápidamente sobre una zona de prueba para que la junta de sellado pueda formar una cámara de detección sobre toda la zona de prueba. Además, los medios mecánicos de presión permiten presionar el labio de sellado sobre una o más porciones, en particular cuando existe el riesgo de que la junta de sellado se desprenda de la membrana de sellado, con el fin de hacer más fiable la detección de una posible fuga por la campana de detección.
- 30 Ventajosamente, la campana de detección es capaz de detectar un gas trazador que ha sido inyectado para los propósitos de la prueba, por ejemplo helio, o un gas del aire ambiente. Según una posibilidad que ofrece la invención, este gas trazador no se inyecta necesariamente en la zona que se está probando en busca de fugas, puede estar en la zona por otra vía. Por "aire ambiente" se entiende una fase gaseosa con una composición cercana a la del aire ambiente seco, es decir, aproximadamente 78% de nitrógeno molecular, 21% de oxígeno molecular, 0,9% de argón, así como gases raros y compuestos orgánicos volátiles que pueden ser emitidos por un adhesivo utilizado en la barrera de aislamiento térmico o por materiales aislantes sólidos.
- 35 Además, gracias a la campana de detección de fugas según la invención, ahora es posible obtener, sin dificultad, una presión absoluta inferior a 100 Pa en la cámara de detección, por ejemplo del orden de 50 a 60 Pa (0,5-0,6 mbar).
- 40 Según una realización, el elemento de presión es un elemento elásticamente deformable que ejerce presión sobre la porción de labio de sellado por deformación elástica.
- De este modo, la elasticidad del elemento de presión le permite, durante su deformación elástica, ejercer una fuerza de recuperación del labio de sellado hacia la membrana de sellado.
- 45 Según una realización, el elemento de presión está orientado perpendicularmente al contorno del labio de sellado periférico.
- Según una realización, el labio de sellado tiene un estado operativo, cuando se aplica una reducción de presión en la cámara de detección, y una porción de pinzamiento del labio de sellado se mantiene entre el cuerpo principal y la membrana de sellado sobre al menos una parte de la periferia de la cámara de detección, ventajosamente sobre toda la periferia de dicha cámara.
- 50 Según una realización, la campana de detección de fugas tiene una forma alargada de longitud superior o igual a 0,5

m, preferentemente superior o igual a 1 m, de forma más preferente superior o igual a 2 m. Además la campana de detección de fugas puede tener una anchura comprendida entre 10 y 20 cm, preferentemente entre 14 cm et 16 cm.

5 El peso de dicha campana de detección puede estar comprendido entre 3 kilos y 25 kilos, preferentemente entre 5 y 10 kilos, dependiendo en particular de los materiales utilizados, de su longitud y de su anchura.

10 Según una realización, los medios mecánicos de presión comprenden una pluralidad de elementos de presión configurados para ejercer presión sobre una pluralidad de porciones del labio de sellado, estando estas porciones situadas en los dos extremos del labio de sellado en una dirección longitudinal.

Según una realización de la invención, las porciones del labio de sellado presionadas por los medios mecánicos de presión están situadas en ambos extremos del labio de sellado en una dirección longitudinal, es decir, en ambos extremos de la campana dado que la campana tiene una forma generalmente longitudinal.

15 Así, los medios mecánicos de presión aplican una presión en diferentes zonas en las que existe riesgo de desprendimiento de la junta, a saber, los extremos de la junta de sellado.

Según una realización, el labio de sellado comprende al menos una hendidura que tiene una forma correspondiente a la de una corrugación en la membrana, estando la hendidura destinada a abarcar la corrugación.

20 Según una realización, el labio de sellado comprende al menos dos hendiduras, por ejemplo tres hendiduras.

Gracias a estas características, es posible colocar la campana de detección en una membrana de sellado que comprende chapas corrugadas, la o las hendiduras permiten a la campana abarcar las corrugaciones.

25 La campana de detección de fugas es así capaz, cuando se utiliza en una zona de membrana con corrugaciones, de comprobar las zonas de soldadura presentes en una pluralidad de corrugaciones, por ejemplo, al menos tres (3) corrugaciones y hasta casi una docena de corrugaciones. También puede ser posible combinar varias campanas de detección una al lado de la otra, o una después de la otra, para formar una zona de prueba más larga. Según una
30 realización, se puede utilizar una sola bomba de vacío para generar el vacío necesario en las campanas de detección de fugas asociadas entre sí.

Según una realización, una porción del labio de sellado presionado por los medios mecánicos de presión se encuentra en una base de la hendidura.

35 Gracias a esta característica, es posible colocar la campana de detección sobre una membrana de sellado compuesta por chapas onduladas, la(s) muesca(s) permite(n) a la campana abarcar las ondulaciones.

40 De este modo, los medios mecánicos de presión aplican presión a una zona en la que existe un riesgo de separación de la junta de sellado debido al cambio de pendiente de la hendidura.

Según una realización, los medios mecánicos de presión comprenden una pluralidad de elementos de presión configurados para presionar una pluralidad de porciones del labio de sellado, porciones que se encuentran en las bases de la hendidura o hendiduras.

45 De este modo, los medios mecánicos de presión aplican presión a diferentes zonas en las que hay riesgo de separación de la junta, concretamente la base de la(s) hendidura(s).

Según una realización, la porción de labio de sellado se encuentra en una parte superior de la hendidura.

50 Según una realización de la invención, todas las porciones del labio de sellado situadas en las bases de la hendidura son presionadas por la pluralidad de elementos de presión de los medios mecánicos.

Según una realización, al menos una de las partes de los elementos de presión está formada por una lámina curvada, en la que al menos uno de los extremos hace tope con la base de una hendidura

Ventajosamente, al menos una de las partes de los elementos de presión está formada por una lámina curvada, en la que los dos extremos hacen tope con la base de dos hendiduras contiguas.

60 Gracias a esta característica, el posicionamiento de la campana de detección de fugas se hace más fácil, para uno o más operarios, debido a que la lámina curvada permite la colocación adecuada en presión de las hendiduras del labio de sellado en dos corrugaciones contiguas de la membrana, independientemente de cualquier ligera variación de distancia entre estas dos corrugaciones contiguas o la situación aproximada de la campana de detección de fugas sobre la membrana con corrugaciones.

Según una realización, un elemento de soporte se extiende a lo largo de la longitud del cuerpo principal por encima del cuerpo principal y está unido al cuerpo principal.

- 5 Según una realización, las láminas curvadas están distribuidas sobre el labio de sellado y están unidas por medios de fijación al elemento de soporte.

Según una realización, las láminas curvadas son elásticamente deformables de modo que cuando se deforman ejercen una fuerza de recuperación elástica sobre el labio de sellado.

- 10 Según una realización, los medios de fijación comprenden una pluralidad de pasadores, cada uno de los cuales comprende una varilla montada de forma móvil en un cuerpo, teniendo la varilla un extremo que se apoya en una de las láminas curvas, estando el cuerpo unido al elemento de soporte, y comprendiendo también un muelle que conecta la varilla con el cuerpo, el muelle actúa entre el cuerpo y la varilla para posicionar el extremo de la varilla contra la lámina curva y el muelle está configurado para ejercer una fuerza de recuperación sobre la lámina curva de modo que ésta presione el labio de sellado contra el pie de una corrugación.

- 15 Según una realización, los medios mecánicos de presión comprenden una pluralidad de elementos de presión de extremo, estando los elementos de presión de extremo situados en los dos extremos del labio de sellado en una dirección longitudinal, es decir en los dos extremos de la campana ya que esta última tiene forma longitudinal.

- 20 Según una realización, al menos uno o más de los elementos de presión del extremo comprende un pasador de extremo, comprendiendo el pasador del extremo una varilla montada de forma móvil en un cuerpo, estando un elemento de apoyo alargado unido a un extremo de la varilla, apoyándose el elemento de apoyo alargado en el labio de sellado, y estando el cuerpo unido al elemento de soporte, comprendiendo también el pasador de extremo un muelle que conecta la varilla con el cuerpo, accionando el muelle entre el cuerpo y la varilla para posicionar el elemento de apoyo alargado contra el labio de sellado, estando el muelle configurado para ejercer una fuerza de recuperación sobre el elemento de apoyo alargado de modo que el elemento de apoyo alargado presiona el labio de sellado contra la zona a probar.

- 25 Según una realización, el segundo extremo está equipado con un elemento de apoyo alargado, estando el elemento de apoyo alargado configurado para transmitir la fuerza de recuperación elástica en una zona del labio de sellado correspondiente a una longitud del elemento de apoyo alargado.

- 30 Según una realización, el segundo extremo de un primer pasador de extremo y el segundo extremo de un segundo pasador de extremo adyacente al primer pasador de extremo están unidos entre sí por medio de un elemento de apoyo alargado.

- 35 Según una realización, al menos uno de los elementos de presión de extremo comprende una pluralidad de elementos de regulación que forman una línea de elementos, comprendiendo el elemento de regulación una varilla que se extiende en dirección al labio de sellado y un extremo regulable en una dirección longitudinal de la varilla, de manera que hace contacto con el labio de sellado después de la regulación.

- 40 Según una realización, el elemento de presión comprende una lámina curvada que incluye en uno de sus extremos, en contacto con el labio de sellado, un manguito cilíndrico.

Así, el manguito cilíndrico permite aplicar uniformemente la presión de los medios mecánicos de presión sobre una parte del labio de sellado.

- 45 Según una realización, la junta de sellado comprende una envoltura que cubre al menos parcialmente el cuerpo principal y que está unida al cuerpo principal, estando el labio de sellado periférico conectado a la envoltura de forma que se extiende la carcasa y está curvado fuera del cuerpo principal.

- 50 Según una realización, el manguito cilíndrico comprende una dirección de longitud, siendo la dirección de longitud del manguito cilíndrico sustancialmente ortogonal a la envoltura, de manera que el manguito cilíndrico se extiende desde la envoltura hasta un extremo del labio de sellado.

- 55 Según una realización, el labio de sellado comprende una porción curvada sustancialmente ortogonal a la envoltura, la porción curvada tiene una dimensión de sección transversal mayor o igual a 1 cm, preferentemente mayor o igual a 1,5 cm, más preferentemente mayor o igual a 2 cm.

Según una realización, la junta de sellado está hecha de un material elastomérico que tiene una dureza comprendida entre 20 y 50 shore A.

Como resultado de estas características, la junta de sellado está hecha de un material que es suficientemente flexible para ser deformado por los medios mecánicos de presión.

- 5 Según una realización, el material elastomérico de la junta de sellado se selecciona entre poliuretano elastomérico y caucho de etileno propileno dieno monomérico (EPDM). El material elastómero de la junta de sellado también puede ser silicona, nitrilo o Viton®.
- 10 Según una realización, el cuerpo principal comprende un núcleo rígido, y la junta de sellado comprende una envoltura aplicada herméticamente contra una pared periférica del núcleo rígido.

Según una realización, el núcleo rígido tiene una escotadura en una superficie inferior destinada a enfrentar el área de prueba.
- 15 Según una realización, el núcleo rígido tiene un canal que conecta la escotadura con una superficie superior del núcleo rígido para conectar una bomba de vacío.

Según una realización, la campana de detección de fugas está orientada sobre la zona de prueba de tal manera que una longitud de la campana de detección de fugas se superpone con la zona de prueba.
- 20 Según una realización, la zona de prueba es una porción de un cordón de soldadura de la membrana de sellado.

De este modo, la campana de detección de fugas puede utilizarse para comprobar si hay defectos en el cordón de soldadura que podrían provocar una fuga en la membrana de sellado.
- 25 Según una realización, la zona de prueba se encuentra en una membrana de sellado corrugada.

Según una realización, el labio de sellado periférico está conformado para adaptarse a la geometría de la al menos una corrugación.
- 30 Según una realización, la porción del cordón de soldadura está atravesada por al menos dos corrugaciones, por ejemplo tres corrugaciones, paralelas de la membrana y el labio de sellado periférico está conformado para adaptarse a la geometría de dichas corrugaciones.
- 35 Según una realización, el labio de sellado periférico comprende al menos dos hendiduras que tienen una forma correspondiente a la de una corrugación de la membrana que se proyecta hacia el interior del tanque, estando dichas hendiduras destinadas a abarcar dicha corrugación.
- 40 Según una realización, al menos una corrugación de la membrana se proyecta hacia el interior del tanque, estando la campana de detección dispuesta contra la membrana de manera que las hendiduras abarcan la corrugación.

Según una realización, el labio de sellado periférico comprende al menos dos zonas salientes con forma correspondiente a la de una corrugación de la membrana proyectándose hacia el exterior del tanque.
- 45 Según una realización, la campana de detección está dispuesta contra la membrana de manera que las zonas salientes encajen en la ondulación.

Según una realización, se reduce la presión en la cámara de detección hasta un valor de presión absoluta comprendido entre 10 et 1000 Pa absolutos.
- 50 Según una realización, la fase gaseosa se analiza durante un periodo de tiempo mayor o igual a 5 segundos.

Según una realización, se compara la variable representativa de una cantidad de gas en dicha fase gaseosa con un umbral, y se determina que la estanqueidad de la porción del cordón de soldadura es defectuosa cuando la variable representativa es superior a dicho umbral.
- 55 Según las realizaciones, el equipo de análisis está configurado para detectar un gas trazador o para detectar un componente del aire ambiente.

Breve descripción de los dibujos

- 60 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 a modo de ilustración solamente y no a modo de limitación, con referencia a los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 es una vista esquemática de un dispositivo de detección de fugas según una primera realización.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal en el plano II-II de la campana de detección del dispositivo de detección de fugas de la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva de una junta de sellado según una primera realización.

La Fig. 4 es una vista esquemática de una variante de un dispositivo de detección de fugas en el que la campana de detección está equipada con un sistema de sujeción.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de una junta de sellado según una segunda realización.

La Fig. 6 ilustra de forma esquemática el posicionamiento de la campana de detección frente a una parte de un cordón de soldadura que asegura la estanqueidad entre dos chapas metálicas corrugadas adyacentes de una membrana.

La Fig. 7 es una vista esquemática de un dispositivo de detección de fugas según una segunda realización.

La Fig. 8 es una vista en perspectiva de una campana de detección de fugas según una tercera realización.

La Fig. 9 es una vista en sección transversal esquemática de la campana de detección de la Fig. 8, antes de reducir la presión de la cámara de detección.

La Fig. 10 es una vista en sección transversal esquemática de la campana de detección de la Figura 8, después de haber reducido la presión de la cámara de detección.

La Fig. 11 es una ilustración esquemática de una estructura multicapa de una pared de un tanque con membrana.

La Fig. 12 es una vista parcial esquemática de un tanque hermético y térmicamente aislado que ilustra los dispositivos de inyección de gas trazador situados a través de una membrana de la pared de fondo del tanque.

La Fig. 13 es una vista en perspectiva de una campana de detección de fugas según una cuarta realización.

La Fig. 14 es una vista ampliada del detalle XIV de la figura 13 que muestra un elemento de presión de la campana de detección de fugas.

La figura 15 muestra una vista ampliada del detalle XV de la figura 13 que ilustra un primer extremo de la campana de detección de fugas.

La figura 16 muestra una vista ampliada del detalle XVI de la figura 13 que ilustra un segundo extremo de la campana de detección de fugas.

La Fig. 17 muestra una vista ampliada del detalle XVI de la Fig. 13 desde un ángulo de visión diferente.

La FIG. 18 es una vista superior de una membrana de sellado que ilustra esquemáticamente una campana de detección colocada para comprobar una unión entre cuatro chapas rectangulares.

La FIG. 19 es una vista similar a la de la figura 18 que ilustra una geometría alternativa de la campana de detección colocada para comprobar una unión entre cuatro chapas rectangulares.

La FIG. 20 es una vista similar a la de la figura 18 que ilustra otra geometría de la campana de detección colocada para comprobar una unión entre cuatro chapas rectangulares.

La FIG. 21 es una vista superior de la campana de detección de fugas de la figura 13, en la que también se muestra un dispositivo óptico de observación.

La FIG. 22 es una vista esquemática funcional de un dispositivo de detección de fugas que emplea la campana de detección de fugas de la figura 13.

La FIG. 23 es un diagrama que ilustra un procedimiento de activación que puede implementarse en el dispositivo de detección de fugas de la figura 22.

La FIG. 24 es un diagrama que ilustra un procedimiento de desactivación que puede implementarse en el dispositivo de detección de fugas de la figura 22.

5 La FIG. 25 es una vista esquemática funcional de una válvula de tres vías que puede utilizarse en el dispositivo de detección de fugas de la figura 22.

Descripción de las realizaciones

A continuación se describe un dispositivo de detección de fugas que puede utilizarse para detectar fugas en diversos conjuntos estancos, por ejemplo un conjunto soldado. En los ejemplos siguientes, el conjunto soldado es una membrana de sellado para un tanque de fluidos.

10 Durante la etapa de prueba de estanqueidad para comprobar la estanqueidad de los cordones de soldadura de una membrana 5, 8, se utiliza un dispositivo de detección de fugas 54, como se muestra en la figura 1.

15 El dispositivo de detección de fugas 54 comprende una campana de detección 55 que está destinada a ser colocada contra la cara interna de la membrana 5, 8 frente a una porción del cordón de soldadura a comprobar.

20 La campana de detección 55 tiene una forma alargada y una longitud comprendida entre 0,5 y 4 m, por ejemplo del orden de 1 m. Ventajosamente, la longitud de la campana de detección 55 es lo más larga posible para poder comprobar la estanqueidad de una zona más amplia en una sola prueba. No obstante, la elección de esta longitud de la campana puede adaptarse en función de las dimensiones de la membrana 5, 8 a probar y de su maniobrabilidad por un mínimo de operario(s), preferentemente por un solo operario. Una forma alargada es particularmente adecuada para probar un conjunto de chapas metálicas rectangulares, donde los cordones de soldadura siguen esencialmente los bordes rectos de las chapas.

25 Como se muestra en la figura 2, la campana de detección 55 comprende un cuerpo principal rígido 100 y una junta de sellado flexible 60 que están unidos entre sí y que están dispuestos para definir, con la membrana 5,8 que se va a probar, una cámara de detección sellada 61 que se enfrenta a la porción del cordón de soldadura 62 a comprobar.

30 Volviendo a la figura 1, se puede observar que el dispositivo de detección de fugas 54 comprende también un equipo de análisis 56 que está conectado a la cámara de detección 61 y que permite detectar un gas predefinido, por ejemplo un gas trazador o un gas del aire ambiente presente en el otro lado del conjunto soldado a comprobar. Si el equipo de análisis 56 detecta el gas predefinido en una cantidad superior a un umbral, se puede concluir que la porción del cordón de soldadura 62 que se está comprobando tiene fugas. Según una realización, el equipo de análisis 56 es un espectrómetro de masas.

35 El dispositivo de detección de fugas 54 también incluye una bomba de vacío 57 que está asociada a dicho equipo de análisis 56. La bomba de vacío 57 está conectada, por una parte, a la cámara de detección de la campana de detección 55 para reducir la presión de la cámara de detección y, por otra parte al equipo de análisis 56, para conducir el gas contenido en la cámara de detección 61 hacia el equipo de análisis 56.

40 La bomba de vacío 57 está conectada a la campana de detección 55 a través de un tubo 58 que es preferentemente flexible. El tubo 58 está conectado a un canal que está previsto en el cuerpo principal 100 y que desemboca en la cámara de detección 61.

45 Como se muestra en las figuras 2 y 3, el cuerpo principal 100 tiene un núcleo rígido 59 y la junta de sellado 60 tiene una envoltura 63 que se ajusta a la forma del núcleo rígido 59 y un labio de sellado periférico 64 que se extiende hacia abajo desde la envoltura 63. La envoltura tiene un fondo 63 que cubre la superficie superior del núcleo rígido 59 y una pared periférica 74 que se adapta exactamente a la periferia del núcleo rígido 59. El fondo 63 tiene al menos un orificio, no mostrado, al que se conecta el tubo 58 de manera hermética, conectado a la bomba de vacío 57. El núcleo rígido 59 tiene un rebaje 79 en su superficie inferior 80 a lo largo de toda la longitud del núcleo rígido 59. El rebaje 79 permite durante la reducción de la presión de la cámara de detección 61, asegurar, a pesar de un descenso del núcleo rígido 59 hacia la membrana 5, 8 debido a una deformación del labio de sellado 64, que la zona de prueba 62 esté siempre en contacto de fluidos con la cámara de detección 61. Además, el núcleo rígido 59 también tiene un canal 82, que no se muestra en la figura 2, ya que sólo está presente en un plano que pasa por el tubo 58, para conectar el rebaje 79 con una superficie superior 81 del núcleo rígido 59. El canal 82 permite poner en comunicación la cámara de detección 61 con la bomba de vacío 57 y el equipo de análisis 56 a través del tubo 58.

50 El labio de sellado periférico 64 está curvado hacia el exterior de la campana de detección 55 y está así configurado para flexionar y presionar contra la membrana 5, 8 cuando la cámara sellada 61 está en presión reducida. En otras palabras, el labio de sellado periférico 64 tiene una sección transversal generalmente en forma de L.

60 La porción curvada hacia afuera del labio de sellado periférico 64 tiene un ancho en el rango de 15 a 40 mm. El labio

de sellado periférico 64 está conformado para adaptarse a la geometría de la membrana 5, 8 a lo largo del cordón de soldadura a comprobar. Además, en la figura 3, el labio de sellado periférico 64 tiene hendiduras 65 con una forma correspondiente a la de las corrugaciones de la membrana 5, 8 que la campana de detección 55 está destinada a abarcar cuando está en posición contra la porción del cordón de soldadura 62 que a comprobar.

La junta de sellado 60 está ventajosamente hecha de un material elastomérico que tiene una dureza comprendida entre 20 y 50 Shore A. La junta de sellado es, por ejemplo, de poliuretano elastomérico, caucho EPDM, silicona, nitrilo o Viton[®].

La figura 3 ilustra también el eje longitudinal medio 20 de la cámara de detección 61, rodeado por el labio de sellado periférico 64. En servicio, es deseable centrar correctamente la cámara de detección 61 en el cordón de soldadura a comprobar, en particular porque la cámara de detección 61 puede ser relativamente estrecha. Para ello, la campana de detección 55 puede comprender un dispositivo de apuntamiento que se realiza, en la figura 3, en forma de dos puntas indicadoras 21 que se colocan en los dos extremos longitudinales de la campana de detección y se orientan en alineación con el eje longitudinal medio 20. Alternativamente, sólo se puede proporcionar una de los dos puntas indicadoras 21. Las puntas indicadoras 21 están aquí hechas de una sola pieza con el labio de sellado periférico 64, lo que asegura que las puntas indicadoras 21 estén muy cerca de la membrana 5, 8 y, por lo tanto, se limita el riesgo de error de apuntamiento por paralaje. Sin embargo, las puntas indicadoras 21 pueden fabricarse de otras formas, por ejemplo, como parches. Las puntas indicadoras 21 pueden fijarse a otras partes de la campana de detección 55.

La figura 21 ilustra un dispositivo óptico de apuntamiento que consiste en dos diodos láser 22 fijados a los dos extremos longitudinales de la campana de detección 55 y que emiten haces de luz 23 igualmente orientados en alineación con el eje longitudinal medio 20. Alternativamente, solo se podría prever uno de los dos diodos láser 22. El diodo láser 22 puede colocarse en el labio de sellado periférico 64 o por encima de él, por ejemplo en un elemento de soporte 73 que se describirá más adelante. Preferentemente en este caso, el haz de luz 23 se inclina ligeramente hacia abajo para incidir en la membrana 5, 8 y así limitar el riesgo de error de puntería por paralaje.

En una realización ilustrada esquemáticamente en la figura 4, la campana de detección 55 está equipada además con un medio mecánico de presión 66, que en esta realización es un sistema de sujeción 66, adaptado para presionar el labio de sellado periférico 64 contra la membrana 8 a probar a fin de asegurar el sellado de la cámara de detección 61. El sistema de sujeción 66 comprende aquí una abrazadera 67 en cada una de las hendiduras 65 del labio de sellado periférico 64. Cada abrazadera 67 tiene dos ramas dispuestas respectivamente a cada lado de la hendidura 65 y configuradas para aplicar una fuerza de sujeción al labio de sellado periférico 64 contra la membrana 8. Ventajosamente, las ramas están configuradas para sujetar el labio de sellado periférico 64 contra la membrana de sellado cerca de la base de la corrugación.

Además, en la realización ilustrada, el sistema de sujeción 66 comprende además, en cada uno de los extremos longitudinales de la campana de detección 55, un dedo móvil 68 que está configurado para presionar uno de los extremos longitudinales del labio de sellado periférico 64 contra la membrana 8.

La figura 5 ilustra una junta de sellado 60 según una realización alternativa. Esta junta de sellado 60 está conformada para adaptarse a una membrana 5 en la que las corrugaciones se proyectan hacia el exterior del tanque. Dicha membrana es, por ejemplo, una membrana secundaria 5 según la tecnología Mark V. Además, el labio de sellado periférico 64 tiene zonas salientes 69 para introducirse en las corrugaciones de la membrana 5.

Un procedimiento para detectar una fuga en el cordón de soldadura es el siguiente.

La campana de detección 55 se coloca primero frente a la porción del cordón de soldadura 62 que se va a comprobar, que corre a lo largo de un borde recto de una chapa rectangular, como se muestra en la figura 6.

Hay que asegurarse de que la campana de detección 55 esté debidamente centrada con respecto al cordón de soldadura 62, de modo que las dos partes laterales de la porción curva del labio de sellado periférico 64 estén dispuestas a ambos lados del cordón de soldadura 62.

A tal efecto, la figura 6 ilustra también el dispositivo de apuntamiento, aquí en forma de dos puntas indicadoras 21, que son colocadas con precisión sobre el cordón de soldadura 62 por el operario para alinear el eje longitudinal medio 20 de la cámara de detección con el cordón de soldadura 62. En el caso del dispositivo óptico de apuntamiento mostrado en la figura 21, son los haces de luz 23 los que se colocan con precisión sobre el cordón de soldadura 62.

La figura 6 también ilustra esquemáticamente el contorno 30 de la cámara de detección 61, concretamente la línea de contacto de sellado entre el labio de sellado periférico 64 y la membrana 5, 8.

La bomba de vacío 57 se acciona entonces para reducir la presión en la cámara de detección 61 y promover la migración de gas a través de las zonas defectuosas del cordón de soldadura 62.

Tan pronto como la presión dentro de la cámara de detección 61 cae por debajo de un umbral de presión P_s , se conduce un flujo de gas desde la cámara de detección 61 al equipo de análisis 56 y se mide una tasa de fuga ϕ del gas predefinido, por ejemplo, gas trazador, durante un tiempo mínimo T_m . La tasa de fuga ϕ se compara entonces con un umbral ϕ_s .

Si la tasa de fuga ϕ es menor que el umbral ϕ_s , se concluye que la porción probada del cordón de soldadura 62 no tiene un defecto de estanqueidad. En este caso, la campana de detección 55 se separa de la membrana 5, 8 liberando el vacío en la cámara de detección 61, por ejemplo abriendo una entrada de gas 71 mostrada en la figura 7. La campana de detección 55 se coloca entonces frente a una porción adyacente del cordón de soldadura 62, asegurando un solapamiento entre las dos porciones sucesivamente comprobadas a fin de garantizar que el cordón de soldadura 62 ha sido probado para detectar fugas a lo largo de toda su longitud.

Por el contrario, si la tasa de fuga ϕ es mayor o igual que el umbral ϕ_s , entonces se concluye que la porción comprobada del cordón de soldadura 62 tiene un defecto de estanqueidad. A continuación, se aplican medidas correctivas de soldadura para corregir el defecto.

A modo de ejemplo, para una concentración de helio en el espacio de aislamiento térmico del orden del 20%, el umbral de presión por debajo del cual se mide la tasa de fuga está comprendido entre 10 y 1000 Pa absolutos, preferentemente menos de 100 Pa absolutos. Como ejemplo, la duración mínima de la medición de la tasa de fuga es de 5 segundos y el umbral ϕ_s es del orden de $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Pa m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

La figura 7 muestra un dispositivo de detección de fugas 54 según otra realización. Esta realización difiere de la anteriormente descrita en que comprende adicionalmente una cámara de homogeneización 70 que está dispuesta entre la cámara de detección 61 y el equipo de análisis 56 y en que la campana de detección 55 comprende una entrada de gas 71.

La entrada de gas 71 está equipada con una válvula para establecer o interrumpir un flujo de aire ambiente hacia la cámara de detección 61. La cámara de homogeneización 70 está conectada a un extremo de la cámara de detección 61, mientras que la entrada de gas 71 está conectada al extremo opuesto de la cámara de detección 61.

El modo de funcionamiento del dispositivo de detección de fugas 54 es el siguiente.

Cuando la campana de detección 55 se posiciona frente a la porción del cordón de soldadura 62 a comprobar, la válvula de entrada de gas 71 se cierra y la bomba de vacío 57 se pone en funcionamiento para reducir la presión en la cámara de detección 61. En cuanto la presión dentro de la cámara de detección 61 cae por debajo de un umbral de presión P_s , la válvula de entrada de gas 71 se abre y todo el gas contenido previamente en la cámara estanca se transfiere a la cámara de homogeneización 70. La cámara de homogeneización 70 tiene un volumen mayor que la cámara de detección 61 y dispone, por ejemplo, de un sistema de pistón para aspirar con precisión todo el gas de la cámara de detección 61.

El gas de la cámara de homogeneización 70 se transfiere entonces al equipo de análisis 56 para determinar una tasa de fuga de gas ϕ .

Esta realización es ventajosa porque permite reducir el tiempo de difusión del gas en el interior de la campana de detección 55 y, por tanto, permite reducir el tiempo mínimo de medición. Esto es particularmente ventajoso cuando el tiempo para que el gas migre de un extremo de la campana de detección 55 al otro es probable que sea largo debido a una gran longitud de la campana de detección 55 y/o cuando la reducción de presión dentro de la cámara de detección 61 es insuficiente.

La figura 8 muestra una campana de detección 55 según una tercera realización. La campana de detección 55 de la figura 8 es similar en diseño a la campana de detección 55 de la figura 4, pero difiere en particular en lo que respecta a los medios mecánicos de presión 66. En efecto, la campana de detección 55 comprende un cuerpo principal 100 que se extiende en dirección longitudinal, una junta de sellado flexible 60 unida al cuerpo principal 100 y unos medios mecánicos de presión 66 transportados por el cuerpo principal y configurados para ejercer una presión dirigida hacia la membrana 5, 8 sobre la junta de sellado 60. El cuerpo principal 100 tiene un núcleo rígido 59. El núcleo rígido 59 tiene un canal 82 para conectar una superficie inferior 80 con una superficie superior 81 del núcleo rígido 59. El canal 82 permite conectar la cámara de detección 61 con la salida de gas 78.

La junta de sellado 60 comprende una envoltura 63 fijada al núcleo rígido 59 por medios de fijación 110, que consisten, por ejemplo, en un aro que rodea toda la circunferencia del núcleo rígido 59 y de la junta de sellado 60 y que fija estos dos elementos 59/60 entre sí por medio de un elemento de fijación mecánica como tornillos. La junta de sellado 60 también tiene un labio de sellado periférico 64 unido a la envoltura 63 y que tiene un contorno cerrado para rodear la parte del cordón de soldadura 62 que se va a comprobar. El labio periférico 64 se dobla aún más denle dirección opuesta al cuerpo principal 100, de modo que una parte del labio periférico 64 es sustancialmente

paralela a la membrana 5, 8. El labio de sellado periférico 64 también tiene una pluralidad de hendiduras 65 espaciadas circunferencialmente, las hendiduras 65 tienen la forma de las corrugaciones de la membrana 5, 8 que se va a probar. Así, al colocar la campana de detección 55 sobre la membrana 5, 8, las hendiduras 55 permiten que la campana de detección 55 se adapte a la forma corrugada de la membrana 5, 8. El cuerpo principal 100 y el elemento de soporte 73 están atravesados, en particular, por una salida de gas 78, que permite evacuar el gas cuando se reduce la presión en la cámara de detección 61.

Un elemento de soporte 73 se extiende en toda la longitud del cuerpo principal 100 por encima del cuerpo principal 100 y está unido al cuerpo principal 100. Las asas 76 están unidas a ambos extremos longitudinales del elemento de soporte 73 para permitir el manejo de la campana de detección 55 por un operario y posiblemente para accionar los medios mecánicos de presión por un esfuerzo del operario.

Los medios mecánicos de presión 66 se componen de una pluralidad de elementos de presión 72 que tienen forma de láminas curvas 72 distribuidas sobre el labio de sellado 64 y que se fijan mediante medios de fijación 77 al elemento de soporte 73. Las láminas curvas 72 son elásticamente deformables de modo que, cuando se deforman, ejercen una fuerza de retorno resiliente sobre el labio de sellado 64 para presionarlo contra la membrana 5, 8. Para que la estanqueidad de la cámara de detección 61 sea más fiable, parece aconsejable aplicar el labio de estanqueidad 64 en las zonas donde el riesgo de desprendimiento es mayor. Por esta razón, las láminas curvas 72 están situadas en particular en las bases de las hendiduras 64 del labio de sellado 64 y en los extremos longitudinales de la campana de detección 55 en el labio de sellado 64.

Una pluralidad de láminas curvas 72 se fijan en un extremo al elemento de soporte 73 mientras que el otro extremo se coloca en el labio de sellado 64. Estas láminas 72 se colocan especialmente en los extremos de la campana de detección 55. Otras láminas curvas 72 se fijan en el centro al elemento de soporte 73 mientras que sus dos extremos se colocan en el labio de sellado 64 para ejercer presión en dos zonas diferentes, estando estas láminas 72 colocadas entre dos hendiduras 65.

Las láminas curvas 72 tienen un manguito cilíndrico 75 en cada extremo en contacto con el labio de sellado 64. En particular, el manguito cilíndrico 75 permite un apoyo homogéneo sobre el labio de sellado 64, evitando cualquier perforación que pudiera degradar la integridad del labio de sellado 64. El manguito cilíndrico 75 se extiende en una dirección ortogonal a la dirección longitudinal del cuerpo principal 100. La longitud de un manguito cilíndrico 75 es además sustancialmente igual a la dimensión de la porción del labio de sellado 64 que sobresale del cuerpo principal 100, en la dirección en la que se extiende el manguito cilíndrico 75. Así, el manguito cilíndrico 75 permite que los medios mecánicos de presión 66 presionen eficazmente sobre el labio de sellado.

Al colocar la campana de detección de fugas 55 sobre la zona a comprobar, hay que asegurarse de que los medios mecánicos de presión 66 presionan herméticamente la junta de sellado 60 para poder comprobar correctamente la estanqueidad de la soldadura. Por lo tanto, una cuestión es asegurar que los medios mecánicos de presión 66 sean efectivos alrededor del labio de sellado periférico 64. Sin embargo, la zona a comprobar y en particular los extremos de la campana de detección 55 puede ser una zona de unión entre varias chapas metálicas corrugadas, por ejemplo cuatro chapas metálicas corrugadas, de modo que la zona no es totalmente plana sino que tiene niveles que dificultan presionar la junta de sellado 60.

La figura 13 muestra una campana de detección 55 según una cuarta realización en la que los medios mecánicos de presión 66 han sido reforzados en los extremos de la campana de detección 55 para compensar el desnivel de la zona. La campana de detección 55 de la figura 13 es similar en diseño a la campana de detección 55 de la figura 8, pero difiere en particular en la forma de la cámara de detección, que tiene dos zonas circulares en los dos extremos longitudinales que son más anchas que una franja recta central. Otras diferencias se refieren a los medios mecánicos de presión. En efecto, la campana de detección 55 de la figura 13 comprende también un cuerpo principal 100 que se extiende en dirección longitudinal, una junta de sellado flexible 60 unida al cuerpo principal 100 y unos medios mecánicos de presión 66 transportados por el cuerpo principal y configurados para ejercer una presión dirigida hacia la membrana 5, 8 sobre la junta de sellado 60. Sin embargo, los medios mecánicos de presión 66 comprenden aquí elementos de presión 72 y elementos de presión finales 87.

Los elementos de presión 72 comprenden cada uno una lámina curvada 72, al menos un extremo de la cual hace tope con la base de una hendidura 62. Las láminas curvas 72 situadas entre dos hendiduras adyacentes tienen un extremo situado contra la base de una de las hendiduras 65 y el otro extremo situado contra la base de la otra de las hendiduras 65. Los elementos de presión 72 están aquí, como se muestra en la figura 14, asegurados por medios de fijación 77 que comprenden cada uno un pasador 83. Cada uno de los pasadores 83 tiene una varilla 85 montada de forma móvil en un cuerpo 84. La varilla 85 tiene un extremo que se apoya en una de las láminas curvas 72. El cuerpo 84 está unido al elemento de soporte 73. El pasador 83 también incluye un muelle 86 que conecta la varilla 85 con el cuerpo 84, actuando el muelle 86 entre el cuerpo 84 y la varilla 85 para posicionar el extremo de la varilla 85 contra la lámina curva 72. Así, el muelle 86 está configurado para ejercer una fuerza de recuperación sobre la lámina curva 72 de manera que ésta presione el labio de sellado 64 contra el pie de la corrugación.

Los elementos de presión finales 87 están situados en ambos extremos del labio de sellado 64 en dirección longitudinal, es decir, en ambos extremos de la campana de detección de fugas 55, ya que ésta tiene una forma generalmente longitudinal. Los elementos de presión finales 87 pueden estar diseñados en una pluralidad de variantes distintas que pueden o no estar combinadas en una sola campana de detección de fugas 55. En aras de la brevedad, en la figura 13 se muestran tres variaciones de los elementos de presión finales 87 en la misma campana de detección de fugas 55.

Las figuras 15 a 17 muestran las tres variaciones de los elementos de presión finales 87. Como se ilustra en la figura 15 según la primera realización, el elemento de presión finales 87 comprende un pasador final 88. Cada uno de los pasadores finales 88 tiene una varilla 90 montada de forma móvil en un cuerpo 89. Un elemento de apoyo alargado 91 está unido a un extremo de la varilla 90, el elemento de apoyo alargado 91 hace tope con el labio de sellado 64. El cuerpo 89 está unido al elemento de soporte 73. El pasador final 88 también incluye un muelle 86 que conecta el eje 90 con el cuerpo 89, actuando el muelle 86 entre el cuerpo 89 y la varilla 90 para posicionar el elemento de apoyo alargado 91 contra el labio de sellado 64. De este modo, el muelle 86 está configurado para ejercer una fuerza de recuperación sobre el elemento de apoyo alargado 91, de modo que éste presiona el labio de sellado 64 contra la zona a comprobar. De esta manera, la fuerza de restauración se ejerce sobre el labio de sellado 64 en toda la longitud del elemento de apoyo alargado 91. En el caso de la primera realización de la figura 15, cada elemento de apoyo alargado 91 está unido a una sola varilla 90 de un pasador final 88.

En la figura 16 se ilustra una segunda realización de los elementos de presión finales 87. La segunda variante se diferencia de la primera en que el elemento de apoyo alargado 91 de los pasadores finales 88, las demás características de los elementos de presión finales 87 se mantienen. En esta realización, el elemento de apoyo alargado 91 está unido a un extremo de una varilla 90 de un primer pasador final 88 y a un extremo de una varilla 90 de un segundo pasador final 88 adyacente al primer pasador final 88. El elemento de apoyo alargado 91 es, por tanto, más largo que en la primera variante y, por tanto, es presionado por dos pasadores finales 88 distribuidos a lo largo de su longitud para formar un apoyo de mayor longitud en el labio de sellado 64.

Una tercera variación de los elementos de presión finales 87 se ilustra en la figura 17. En esta realización, el elemento de presión final 87 comprende una pluralidad de elementos de regulación 92 que forman una línea de elementos. El elemento de regulación 92 comprende una varilla 93 que se extiende hacia el labio de sellado 64 y es perpendicular a la zona que se va a comprobar, y un extremo 94 cuya posición es ajustable en una dirección longitudinal de la varilla, de modo que entre en contacto con el labio de sellado 64 tras el ajuste de la varilla 93. De esta manera, el elemento de presión final 87 puede ser ajustado por los elementos de regulación 92 para que se adapte con mayor precisión a la zona a comprobar y así mejorar la estanqueidad de la cámara de detección 61.

La figura 17 también ilustra una zapata de distribución 95 que puede disponerse entre los extremos 94 de las varillas 93 y la superficie superior del labio de sellado 64, con el fin de limitar el riesgo de perforación del labio de sellado 64 y aumentar así su durabilidad. La zapata de distribución 95 puede ser una placa alargada de forma generalmente recta o, como se muestra, arqueada para seguir el contorno del labio de sellado 64. Su material puede ser una resina plástica rígida. Preferentemente, los manguitos de conexión están formados para que sobresalgan de la superficie superior de la zapata de distribución 95 para acomodar los extremos 94 y así asegurar la zapata de distribución 95 con respecto a las varillas 93.

A continuación se describirá un procedimiento de utilización de una campana de detección de fugas 65 como la mostrada en la figura 8 en un dispositivo de detección de fugas 54 que comprende dicha campana 65, una bomba de vacío 57 conectada a la cámara de detección 61 a través de la salida de gas 78 y un equipo de análisis 56. La utilización de dicho dispositivo de detección 54 permite comprobar la estanqueidad de un cordón de soldadura 62 entre dos chapas onduladas de una membrana de sellado 5, 8.

En primer lugar, la campana de detección 55 se coloca en la zona que debe someterse a comprobación de la estanqueidad, aquí una porción del cordón de soldadura 62, por ejemplo por uno o más operarios a través de las asas de manipulación 76. Para ello, el cuerpo principal 100 de la campana de detección 55 se coloca sobre el cordón de soldadura 62, de manera que la longitud del cuerpo principal 100 esté alineada con el cordón de soldadura 62 y centrada en él. Si es necesario, se puede utilizar un dispositivo de apuntamiento descrito anteriormente para este fin. Así, el labio de sellado 64 se encuentra a cada lado del cordón de soldadura 62 y rodea completamente el área del cordón de soldadura 62 que se va a comprobar para formar una cámara de detección estanca 61 con el cuerpo principal 100 y la membrana 5, 8, como se ve en la figura 9.

Una vez que la campana de detección 55 ha sido colocada en el cordón de soldadura 62, la campana de detección 55 se adhiere como una ventosa a la membrana 5, 8 debido a la fuerza debida a la reducción de la presión activada por la bomba de vacío 57. Esta fuerza de reducción de la presión activa, si es necesario, los medios mecánicos de presión 66 para que redirijan la presión con el fin de presionar el labio de sellado 64 sobre la membrana 5, 8 en ciertas zonas bien definidas.

Cuando el medio mecánico de presión 66 es sometido a una fuerza sobre el elemento de soporte 73, el elemento de soporte 73 transmite la fuerza de vuelta a las láminas curvas 72 a través de sus respectivas fijaciones, lo que tiende a deformar elásticamente las láminas curvas 72. En consecuencia, y por efecto de la recuperación elástica, las láminas curvas 72 transmiten la fuerza al labio de sellado 64 a través de los manguitos cilíndricos 75 en las zonas en las que es más probable que se produzca la separación del labio de sellado, a saber, los extremos longitudinales del cuerpo principal 100 y las bases de las hendiduras 65.

La bomba de vacío 57 crea una reducción de presión en la cámara de detección 61 a través del canal 82 y la salida de gas 78. La flexibilidad del labio de sellado 64 hace que se deforme cuando se reduce la presión en la cámara de detección 61, tendiendo a reducir el volumen de la cámara de detección 61. El labio de sellado 64 se aproxima así al cordón de soldadura 62 por ambos lados, como se muestra en la figura 10. Tan pronto como la presión dentro de la cámara de detección 61 cae por debajo de un umbral de presión P_s , los gases de la cámara de detección 61 son conducidos al equipo de análisis 56.

A continuación, el equipo de análisis 56 analiza la concentración de gas de los gases presentes en la cámara de detección 61 a lo largo de un período de medición T_m para obtener un valor representativo de la evolución de la concentración. Este valor representativo se compara entonces con un valor umbral para determinar si la parte del cordón de soldadura comprobada tiene o no un defecto de estanqueidad.

Si el valor medido es inferior al valor umbral, se concluye que la parte probada no tiene un defecto de estanqueidad y, en este caso, la campana de detección 55 se coloca entonces frente a una porción adyacente del cordón de soldadura 62 asegurando un solapamiento entre las dos porciones probadas sucesivamente, a fin de garantizar que la estanqueidad del cordón de soldadura 62 ha sido probada en toda la longitud de dicho cordón de soldadura 62.

Si el valor medido es mayor o igual al valor umbral, se concluye que la porción probada del cordón de soldadura 62 tiene un defecto de estanqueidad. A continuación, se aplican medidas correctivas de soldadura para corregir el defecto. También puede considerarse la posibilidad de realizar mediciones con una herramienta de detección complementaria para localizar la ubicación del defecto de estanqueidad con mayor precisión.

Así, según la invención, el labio de sellado 64 ocupa dos posiciones según se encuentre en su estado inicial, es decir, sin la aplicación de una reducción de presión en la cámara de detección 61, o en su estado operativo, cuando se aplica dicha reducción de presión.

En su estado inicial, el labio de sellado 64 descansa sin presión sobre la superficie de una membrana de sellado 5, 8, mientras que en su estado operativo, al menos una porción de pinzamiento 53 situada en un extremo interior del labio de sellado 64 se presiona bajo el cuerpo principal 100 para sellar completamente el contorno o la periferia de la cámara de detección 61. En efecto, gracias a la flexibilidad del labio de sellado 64 queda atrapada entre el cuerpo principal 100 y la membrana 5, 8 cuando se aplica la reducción de presión. Este posicionamiento de la porción de pinzamiento 53 del labio de sellado 64 entre el cuerpo principal 100, aplastado o comprimido por éste, y la membrana de sellado 5, 8 contribuye eficazmente a la obtención de una estanqueidad perfecta de la cámara de detección 61, permitiendo así obtener y mantener un vacío de como máximo 1500 Pa (15 mbar), o incluso teniendo una presión muy inferior.

Así, según una realización preferente, el labio de sellado 64 tiene un estado operativo, cuando se aplica una reducción de presión en la cámara de detección 61, en el que una porción de pinzamiento 53 del labio de sellado 64 se mantiene entre el cuerpo principal 100 y la membrana de sellado 5, 8 en al menos una parte de la periferia de la cámara de detección 61, o incluso sobre toda la periferia de dicha cámara 61. Gracias a este pinzamiento, es posible prescindir total o parcialmente de los medios mecánicos de presión descritos anteriormente.

En una realización alternativa, el labio de sellado periférico 64 está formado con la porción de pinzamiento 53 que sobresale permanentemente por debajo del cuerpo principal 100, es decir, también en el estado inicial sin reducción de presión, por ejemplo, alrededor de la cámara de detección 61 o en una parte de su periferia.

Como se ha mencionado anteriormente, la zona a comprobar puede ser una zona de unión entre varias chapas metálicas, por ejemplo cuatro chapas metálicas rectangulares, corrugadas o no. Este uso de la campana de detección 55 se describirá ahora con referencia a las figuras 18 a 20.

Con respecto a una zona de unión entre varias chapas rectangulares planas, se puede hacer referencia, por ejemplo, a la publicación EP-A-0064886. La publicación US-A-4021982 muestra en la figura 24 una unión entre varias chapas rectangulares corrugadas. En estos ejemplos, como en la figura 18, cada una de las cuatro chapas metálicas rectangulares 31 tiene un corte 32 en la esquina, por ejemplo formando un ángulo de 45° con los bordes de la chapa. Las cuatro superficies de corte 32 se juntan de forma solapada en un inserto metálico 33 que se fija a la masa aislante y del que queda al descubierto una zona central, en este caso de forma cuadrada, entre las cuatro

superficies de corte 32. Esta zona central del inserto metálico 33 forma parte de la membrana de sellado debido a las líneas de soldadura estancas a lo largo de los bordes cortados 32.

5 Las líneas discontinuas 34 representan curvaturas de compensación en la dirección del grosor de las chapas metálicas rectangulares 31 que permiten los solapamientos mutuos, según la técnica conocida.

10 En la Figura 18, la campana de detección tiene una forma correspondiente a la realización mostrada en la figura 13. La posición de la campana de detección se ha esbozado representando el contorno del labio de sellado 64 y el contorno 30 de la cámara de detección 61, que se muestra parcialmente. En particular, la zona circular 25 de la cámara de detección 61 se sitúa en la mencionada zona de unión, por ejemplo centrada en la parte descubierta del inserto metálico 33, mientras que la franja recta central 24 de la cámara de detección 61 se sitúa en un borde recto de una de las chapas metálicas rectangulares 31. La zona circular 25 de la cámara de detección 61 tiene un diámetro adaptado para abarcar completamente los cuatro cortes 32 en la zona de unión mencionada. Para ello, su diámetro es, por ejemplo, superior a 68 mm para una membrana corrugada de tipo Mark III®.

15 En la Figura 18, los elementos de presión finales 87 se han esbozado como líneas discontinuas. Así, puede observarse que los elementos de presión finales 87 se han colocado en la campana de detección de manera que, cuando la campana de detección está colocada allí, los elementos de presión finales 87 están realmente en línea con los cordones de soldadura 62 que unen las chapas metálicas rectangulares 31 a lo largo de los bordes. Así, los elementos de presión finales 87 presionan sobre las porciones del labio de sellado periférico 64 que se apoyan en estos cordones de soldadura 62, que necesariamente tienen un cierto relieve. Los elementos de presión finales 87 colocados de esta manera permiten obtener un contacto perfectamente hermético a pesar de este relieve. En particular, puede verse en la figura 18 que tres elementos de presión finales 87 presionan sobre tres porciones del labio de sellado periférico 64 que pasan respectivamente por tres cordones de soldadura 62 de esta zona de unión.

25 Los elementos de presión finales 87 mostrados en la figura 18 tienen preferentemente una forma alargada recta o curvilínea. En particular, pueden diseñarse como elementos de apoyo alargados 91 como en la figura 16 o con una zapata de distribución 95 como en la figura 17.

30 Se pueden considerar otras geometrías de la campana de detección para este uso. En la realización mostrada en la figura 19, la campana de detección tiene una forma modificada en la que el área circular 25 forma una porción central de la cámara de detección 61 y la cámara de detección 61 tiene dos áreas alargadas 24 que se extienden desde el área circular 25 diametralmente opuestas entre sí a lo largo del eje longitudinal medio 20. En la realización mostrada en la figura 20, la campana de detección tiene una forma modificada en la que la cámara de detección 61 tiene una forma circular.

40 En el caso de la figura 19, puede verse que dos elementos de presión finales 87 presionan sobre dos porciones del labio de sellado periférico 64 que pasan respectivamente por dos cordones de soldadura 62 de esta zona de unión, en lugares diametralmente opuestos alrededor de la zona circular 25. En el caso de la figura 20, se observa que cuatro elementos de presión finales 87 presionan sobre cuatro porciones del labio de sellado periférico 64 que pasan respectivamente por cuatro costuras de soldadura 62 de esta zona de unión.

45 Alternativamente, puede utilizarse una forma poligonal convexa en lugar de la zona circular 25, en cuyo caso un círculo inscrito geoméricamente en la forma de la cámara de detección tendrá un diámetro adecuado para abarcar completamente las cuatro superficies de corte 32 en la zona de unión mencionada.

Con referencia a las Figuras 22 a 25, se describirá ahora una realización del dispositivo de detección de fugas 54 en la que puede emplearse la campana de detección 55 según la cuarta realización.

50 El dispositivo de detección de fugas 54 comprende la campana de detección 55, el equipo de análisis 56 con su bomba de vacío asociada 57, posiblemente una segunda bomba de vacío 37 de mayor potencia, y un circuito de aspiración que conecta la cámara de detección 61 con el equipo de análisis 56 a través de una electroválvula 48. El circuito de aspiración comprende preferentemente un tubo flexible 58 de longitud suficiente para facilitar la movilidad de la campana de detección 55 en una zona de trabajo relativamente amplia alrededor del equipo de análisis 56. Este tubo flexible 58 está conectado, por ejemplo, mediante conectores 39 a una salida de la cámara de detección 61 por un lado y al equipo de análisis 56 por otro. Cuando se emplea una segunda bomba de vacío 37, puede proporcionarse una conexión de derivación 38 para conectar el equipo de análisis 56 y la segunda bomba de vacío 37 en derivación el uno de la otra.

60 También se proporciona una unidad de control 36 para controlar la electroválvula 48, y posiblemente otros elementos como el equipo de análisis 56, en respuesta a las acciones de un operario sobre uno o más elementos de control de la campana de detección 55, por ejemplo dispuestos en una o más asas de manipulación 76 de la campana de detección 55.

65 Por ejemplo, en el caso de la campana de detección 55 según la cuarta realización, las dos asas de manipulación 76

están provistas cada una de un botón pulsador operado con el pulgar configurado como botón de activación 51 y botón de desactivación 52 respectivamente. Alternativamente, se pueden considerar elementos de control distintos de un botón pulsador, por ejemplo un botón táctil capacitivo, una palanca basculante o cualquier otro elemento accionable manualmente.

En un modo de funcionamiento preferido, la bomba de vacío 37 u otra fuente de reducción de presión se activa previamente y genera permanentemente una reducción de presión en el circuito de aspiración. La electroválvula 48 tiene un estado cerrado por defecto, de modo que la cámara de detección 61 no está sometida inicialmente a reducción de presión, permitiendo que la campana de detección 55 se mueva libremente sobre la membrana 5, 8.

A partir de este estado, los procedimientos de control ilustrados en las figuras 23 y 24 pueden ser implementados por la unidad de control 36:

En la etapa 41, se detecta una señal de control de activación emitida por el botón de activación 51.

En la etapa 42, la electroválvula 48 se conmuta a un estado abierto para conectar la cámara de detección 61 a la bomba de vacío 37. Este estado puede indicarse mediante la iluminación de un indicador luminoso en la campana de detección 55, por ejemplo un LED rojo, por ejemplo en el asa de manipulación 76 como se muestra en la figura 96 de la figura 15.

Esto da lugar a una aspiración en la cámara de detección 61. Si la campana de detección 55 está correctamente colocada en la membrana con el labio de sellado 24 en contacto hermético con la membrana 5, 8 alrededor de la cámara de detección 61, la reducción de presión se acumula y presiona la campana de detección 55 firmemente contra la membrana 5, 8 aplastando el labio de sellado 24. El análisis del gas de la cámara de detección 61 puede entonces realizarse como se ha explicado anteriormente.

En la etapa 45, se detecta una señal de control de desactivación emitida por el botón de desactivación 52.

En la etapa 46, la electroválvula 48 se conmuta a un estado cerrado para aislar la cámara de detección 61 de la bomba de vacío 37. La reducción de presión en la cámara de detección 61 ya no se mantiene, permitiendo que la presión aumente. Sin embargo, a menos que haya una gran tasa de fugas, este aumento de presión puede ser muy lento.

Preferentemente, en la etapa 47, se abre por tanto un respiradero para comunicar la cámara de detección 61 con la atmósfera ambiente, liberando así inmediatamente la campana de detección 55 de la membrana 5, 8.

En una realización, las etapas 46 y 47 se llevan a cabo simultáneamente mediante la conmutación de una válvula de tres vías 148 mostrada en la Figura 25, que se utiliza en lugar de la electroválvula 48 de la Figura 22.

La electroválvula 48 puede colocarse en la salida de gas 78 de la campana de detección 55, como se muestra en la figura 22. También puede situarse en otro lugar del circuito de aspiración, por ejemplo en la conexión de derivación 38, como se indica con el número 248.

Las señales de control entre la unidad de control 36, la electroválvula 48 y el botón de activación 51 y el botón de desactivación 52 se transportan mediante enlaces de comunicación por cable o inalámbricos 35, por ejemplo, en forma de un cable eléctrico flexible o un trenzado de cables flexibles para favorecer la movilidad de la campana de detección 55.

En una realización, la unidad de control 36 está configurada para controlar también el equipo de análisis 56. Para ello, también se proporciona un enlace de comunicación por cable o inalámbrico 35 entre la unidad de control 36 y el equipo de análisis 56. Además, en la campana de detección 55 hay un sensor de presión 49, también conectado a la unidad de control 36, para medir la presión en la cámara de detección 61 después de la etapa 42.

En este caso, el procedimiento de control realizado tras la señal de control de activación continúa como sigue:

En la etapa 43, la presión indicada por la señal de medición del sensor de presión 49 se compara con un umbral de presión predefinido para permitir el funcionamiento del equipo de análisis 56. Si la presión medida es inferior a este umbral, se realiza la etapa 44. Este estado puede indicarse mediante la iluminación de otro indicador luminoso en la campana de detección 55, por ejemplo un LED verde, por ejemplo en el asa de manipulación 76 como se muestra en la figura 97 de la figura 15.

En la etapa 44 el equipo de análisis 56 se activa para realizar un ciclo de análisis para detectar una tasa de fuga, como se ha explicado anteriormente.

En el caso de la campana de detección según la cuarta realización mostrada en la Figura 13 o 21, dos canales 82 y 50 pasan a través del cuerpo principal para conectar la cámara de detección 61 a dos salidas de gas 78 y 50. El

sensor de presión 49 puede colocarse en la campana de detección 55 y conectarse a la salida de gas 50, como se muestra en la figura 22. El sensor de presión 49 también podría estar dispuesto en otra posición.

5 Gracias a los procedimientos de control descritos anteriormente, y en particular con la campana de detección según la cuarta realización, el funcionamiento del dispositivo de detección de fugas 54 es particularmente fácil y rápido.

10 Con la fuente de reducción de presión previamente activada, el operario agarra la campana de detección 55 por ambas asas y posiciona la campana de detección 55 sobre el área de prueba seleccionada, si es necesario con la ayuda de los dispositivos de apuntamiento descritos anteriormente.

10 El operario presiona entonces el botón de activación 51. El procedimiento mostrado en la figura 23 se lleva a cabo hasta que el equipo de análisis 56 obtiene una medición representativa de la tasa de fuga.

15 El operario sólo tiene que pulsar el botón de desactivación 52 para colocar la campana de detección 55 en otra zona de prueba. Por lo tanto, la campana de detección 55 puede utilizarse sin necesidad de que el operario interactúe con la bomba de vacío 37, la unidad de control 36 o el equipo de análisis 56, a lo largo de una zona de trabajo definida por la longitud de las conexiones eléctricas y de fluido de la campana de detección 55 con estos elementos. Para permitir la movilidad del dispositivo de detección de fugas 54 a mayor escala, la bomba de vacío 37, la unidad de control 36 y el equipo de análisis 56 pueden montarse en un carro, no mostrado.

20 En otra realización no mostrada, las diversas características de las realizaciones precedentes son combinables entre sí. En efecto, por ejemplo, los medios mecánicos de presión 66 de la figura 8 son adaptables a una junta de sellado 60 de la figura 5 cambiando la disposición de las láminas curvas 72.

25 La campana de detección, el dispositivo de detección y el procedimiento de utilización del dispositivo descritos anteriormente están destinados más particularmente a la comprobación de la estanqueidad de una membrana de un tanque hermético y aislado térmicamente con membranas. Por ejemplo, estos tanques con membranas se describen en las siguientes solicitudes de patente WO14057221, FR2691520.

30 Los tanques con membrana tienen una pluralidad de paredes que tienen una estructura multicapa, como se muestra en la Figura 11. Cada pared 1 comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque, una barrera secundaria de aislamiento térmico 2 que comprende paneles secundarios de aislamiento 3 anclados a una estructura de soporte 4, una membrana secundaria 5 que se apoya en la barrera secundaria de aislamiento térmico 2 una barrera primaria de aislamiento térmico 6 que comprende paneles primarios de aislamiento 7 que se apoyan en la membrana secundaria 2 y se anclan a la estructura de soporte 4 o a los paneles secundarios de aislamiento 3 y una membrana primaria 8 que se apoya en la barrera primaria de aislamiento térmico 6 y que está destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque.

40 El tanque tiene una forma generalmente poliédrica. En la realización mostrada en la figura 12, el tanque tiene una pared delantera 9 y una pared trasera, no mostrada, que tienen forma octogonal. El tanque también tiene una pared superior 10, una pared inferior 11 y paredes laterales 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 que se extienden en la dirección longitudinal del tanque entre la pared delantera 9 y la pared trasera.

45 Las barreras secundarias de aislamiento térmico 2 de las paredes del tanque se comunican entre sí para formar un espacio secundario y hermético de aislamiento térmico entre la estructura de soporte 4 y la membrana secundaria 5. Del mismo modo, las barreras primarias de aislamiento térmico 6 de las paredes del tanque se comunican entre sí para formar un espacio primario, hermético, de aislamiento térmico entre la membrana secundaria 5 y la membrana primaria 8.

50 Al menos una de las membranas primarias 8 y secundaria 5 comprende una pluralidad de chapas metálicas soldadas entre sí. El procedimiento de prueba de estanqueidad que se describirá a continuación tiene como objetivo más específico comprobar la estanqueidad de las soldaduras que conectan las chapas metálicas entre sí. En una realización, la membrana a ensayar tiene corrugaciones que le permiten deformarse bajo el efecto de las tensiones térmicas y mecánicas generadas por el fluido almacenado en el tanque. Para ello, como se muestra por ejemplo en la figura 8, cada chapa metálica tiene dos series de corrugaciones perpendiculares entre sí.

55 En una realización, el procedimiento de prueba de estanqueidad comprende tres etapas, a saber:

- 60 • difusión de un gas trazador en un espacio térmicamente aislante cubierto por la membrana 5, 8, cuya estanqueidad debe ser comprobada;
- controlar la difusión del gas trazador en el espacio térmicamente aislante; y
- comprobar la estanqueidad de las soldaduras de la membrana 5, 8.

En otra realización, el procedimiento de prueba de estanqueidad comprende únicamente la comprobación de la estanqueidad de las soldaduras de la membrana 5, 8 sin el uso de gas trazador.

La etapa de difusión del gas trazador consiste en inyectar un gas trazador en el espacio térmicamente aislante que está cubierto por la membrana 5, 8 cuya estanqueidad se quiere comprobar. Cuando se desea comprobar la estanqueidad de la membrana secundaria 5, se inyecta gas trazador en el espacio secundario de aislamiento térmico. En este caso, el procedimiento de prueba de estanqueidad se lleva a cabo antes de instalar la barrera térmica primaria 7 y la membrana primaria 8. Cuando se desea comprobar la estanqueidad de la membrana primaria 8, se inyecta gas trazador en el espacio primario de aislamiento térmico.

La figura 12 ilustra esquemáticamente un tanque hermético y aislado térmicamente y un sistema para inyectar gas trazador en un espacio aislado térmicamente.

El sistema de inyección comprende una pluralidad de conductos 18 que están, por una parte, conectados a una fuente de gas trazador, no mostrada, y, por otra parte, conectados a dispositivos de inyección de gas trazador 19 que proporcionan un paso para la inyección de gas trazador a través de la membrana 5, 8, cuya estanqueidad debe ser probada. En particular, los dispositivos de inyección de gas trazador 19 proporcionan pasajes de gas trazador a través de la membrana de la pared inferior 11. Esta disposición es especialmente ventajosa porque el gas trazador tiene una densidad de vapor inferior a la del aire, por lo que tiende a subir al espacio térmicamente aislante. Por lo tanto, al inyectar el gas trazador desde abajo, a través de la membrana 5, 8 para probar la pared inferior 11, se asegura una difusión rápida y homogénea del gas trazador en el espacio térmicamente aislante.

En la realización mostrada en la Figura 12, la pared inferior 11 está equipada con al menos cuatro dispositivos de inyección de gas trazador 19 que están distribuidos uniformemente sobre la superficie de la pared inferior 11. La pared inferior 11 tiene forma rectangular y, por tanto, puede dividirse en cuatro zonas de igual superficie por sus dos ejes de simetría x e y. Cada uno de los cuatro dispositivos de inyección de gas trazador 19 está situado en una de las cuatro zonas mencionadas anteriormente. En la realización particular ilustrada, cada dispositivo de inyección de gas trazador 19 está dispuesto cerca del centro de su área respectiva. En una realización particular, cada uno de los cuatro dispositivos de inyección de gas trazador está dispuesto a una distancia $\frac{1}{4} L$ del borde longitudinal adyacente y a una distancia $\frac{1}{4} B$ del borde transversal adyacente, siendo L: la dimensión longitudinal de la pared inferior 11 y B: la dimensión transversal de la pared inferior 11.

La etapa de control de la difusión del gas trazador consiste en, cuando el gas trazador se ha difundido a través del espacio térmicamente aislante, controlar la difusión del gas trazador en el espacio térmicamente aislante.

Esto se consigue muestreando el gas contenido en el espacio térmicamente aislante en el que se ha inyectado el gas trazador por medio de una pluralidad de dispositivos de muestreo de gas dispuestos a través de la membrana que cubre dicho espacio térmicamente aislante. Cada dispositivo de muestreo está conectado a un equipo de análisis, como un espectrómetro de masas, que permite verificar la presencia y la concentración del gas trazador en la zona correspondiente del espacio térmicamente aislado.

La etapa de comprobación de las soldaduras consiste en utilizar el dispositivo de detección de fugas 54, descrito anteriormente, en una de las membranas 5, 8 del tanque hermético y aislado térmicamente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de detección de fugas (54) para detectar una fuga en una zona de prueba (62) de una membrana de sellado (5, 8) de un tanque hermético y aislado térmicamente, comprendiendo el dispositivo de detección de fugas (54):
 - una campana de detección de fugas (55) que comprende un cuerpo principal (100) para su disposición sobre la zona de prueba (62) y una junta de sellado (60) adherida al cuerpo principal (100) y configurada para definir una cámara de detección (61) entre el cuerpo principal (100) y la zona de prueba (62), teniendo la junta de sellado (60) un labio de sellado periférico (64) configurado para entrar en contacto con la membrana de sellado y con un contorno cerrado que rodea la cámara de detección (61),
 - una bomba de vacío (57) conectada a la cámara de detección (61) para generar una reducción de presión en la cámara de detección (61), y
 - un equipo de análisis (56) conectado a la cámara de detección (61) para analizar un gas presente en la cámara de detección (61),en el que el labio de sellado (64) está configurado para ocupar dos posiciones, a saber, una primera posición en un estado inicial, sin aplicación de una reducción de presión en la cámara de detección (61), y una segunda posición en un estado operativo, con aplicación de una reducción de presión en la cámara de detección (61), **caracterizado porque** el labio de sellado (64) comprende únicamente en la segunda posición relativa al estado operativo una porción de pinzamiento (53) que queda atrapada entre el cuerpo principal (100) y la membrana de sellado (5, 8) sobre al menos una parte de la periferia de la cámara de detección (61), teniendo el labio de sellado (64) una flexibilidad que permite la formación de dicha porción de pinzamiento (53) por deformación del labio de sellado (64) en la dirección de la cámara de detección (61) bajo el efecto de la reducción de presión en la cámara de detección (61).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el labio de sellado (64) está configurado para tener, al menos en un estado operativo en el que se aplica una reducción de presión en la cámara de detección (61), una porción de pinzamiento (53) que queda atrapada entre el cuerpo principal (100) y la membrana de sellado (5, 8) alrededor de toda la periferia de la cámara de detección (61).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la cámara de detección (61) de la campana de detección de fugas (55) tiene una zona convexa (25), por ejemplo circular o poligonal, destinada a cubrir una zona de unión entre cuatro chapas metálicas onduladas o planas (31).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que un círculo inscrito geoméricamente en la zona convexa (25) tiene un diámetro superior a 68 mm.
5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, en el que la campana de detección tiene una forma alargada a lo largo de un eje longitudinal, teniendo la cámara de detección (61) de la campana de detección de fugas (55) una zona alargada (24) para cubrir un borde recto de una chapa metálica, estando la zona convexa (25) dispuesta en un extremo de la zona alargada.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, en el que la zona convexa es una primera zona convexa (25) y la cámara de detección (61) de la campana de detección de fugas (55) tiene una segunda zona convexa dispuesta en un extremo de la zona alargada opuesta a la primera zona convexa (25) a lo largo del eje longitudinal.
7. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, en el que la campana de detección tiene una forma alargada a lo largo de un eje longitudinal, constituyendo la zona convexa (25) una porción central de la cámara de detección (61) de la campana de detección de fugas (55), teniendo la cámara de detección (61) dos zonas alargadas (24) que se extienden desde la zona convexa de forma opuesta a lo largo del eje longitudinal.
8. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la cámara de detección (61) tiene una forma circular o poligonal convexa.
9. Dispositivo de la reivindicación 8, en el que un círculo inscrito geoméricamente en la forma de la cámara de detección tiene un diámetro superior a 68 mm.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la campana de detección de fugas (55) comprende un medio mecánico de presión (66) llevado por el cuerpo principal (100) y que comprenden al menos un elemento de presión (72) configurado para ejercer sobre una parte del labio de sellado (64) una presión dirigida hacia la membrana (5, 8) cuando el cuerpo principal (100) está dispuesto sobre la zona de prueba (62).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el equipo de análisis (56) está configurado para detectar un gas trazador.
- 5 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el equipo de análisis (56) está configurado para detectar un componente del aire ambiente.
- 10 13. Procedimiento de utilización de un dispositivo de detección de fugas (54) según una de las reivindicaciones 1 a 12, tomada en combinación con la reivindicación 3, sobre una zona de prueba (62) que incluye una zona de unión entre cuatro chapas metálicas onduladas o planas (31) de una membrana de sellado (5, 8) del tanque, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - 15 - colocar la campana de detección de fugas (55) sobre la zona de prueba (62), de modo que el labio de sellado (64) entre en contacto con la membrana de sellado alrededor de la zona de prueba (62) y la zona convexa (25) cubra dicha zona de unión,
 - generar una reducción de presión en la cámara de detección (61) mediante la bomba de vacío (57)
 - pinzar la porción de pinzamiento del labio de sellado (64) entre el cuerpo principal (100) y la membrana de sellado (5, 8) en al menos una parte de la periferia de la cámara de detección (61)
 - 20 - conducir los gases presentes en la cámara de detección (61) al equipo de análisis (56), y
 - analizar mediante el equipo de análisis (56) los gases procedentes de la cámara de detección (61) para producir una señal de medida que representa una cantidad de al menos un gas presente en la cámara de detección (61).
- 25

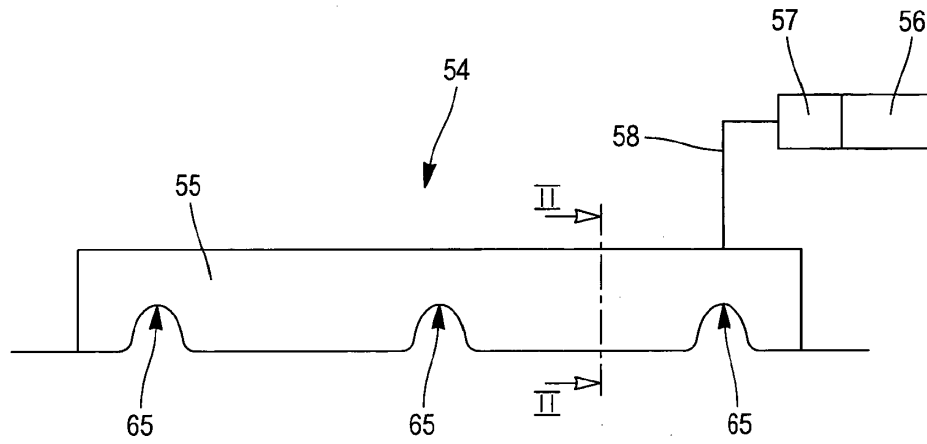


FIG. 1

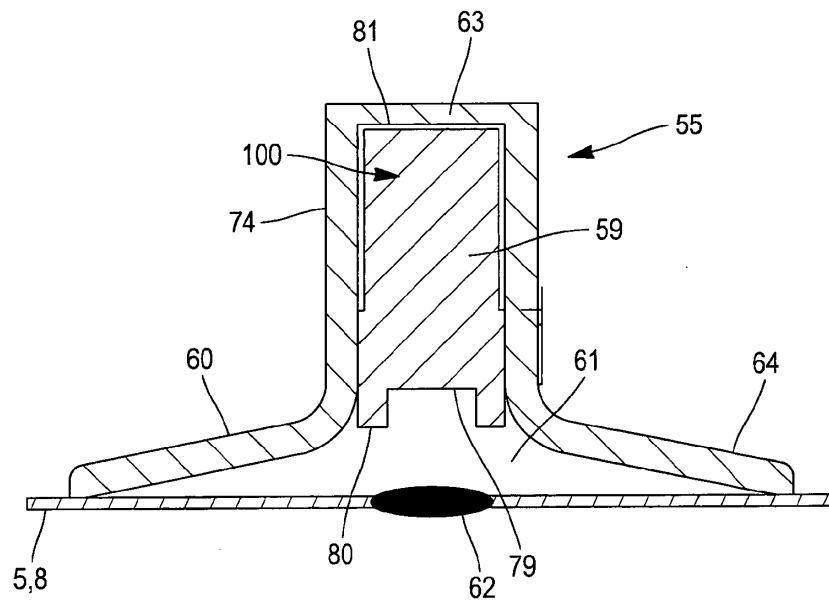


FIG. 2

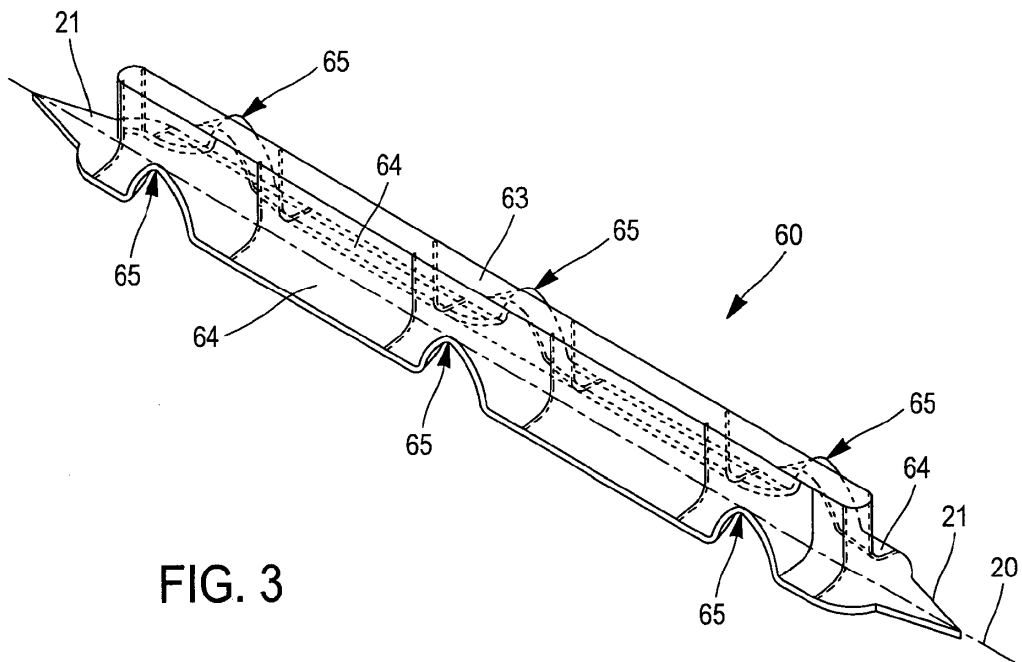


FIG. 3

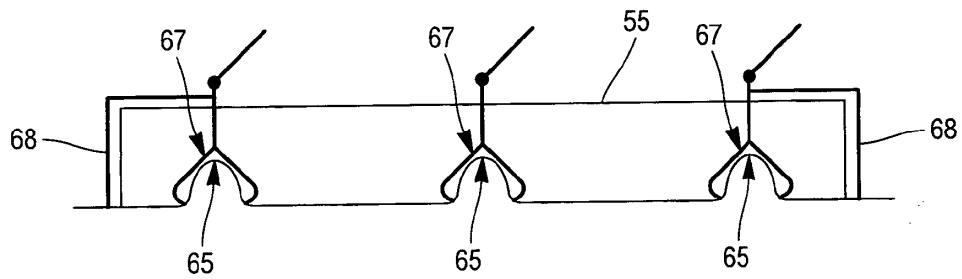
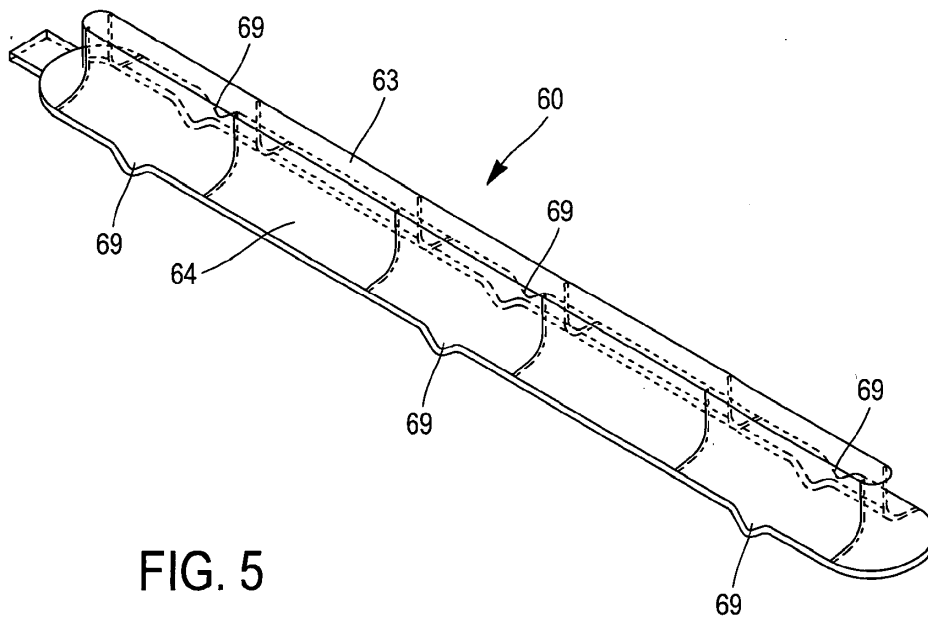


FIG. 4



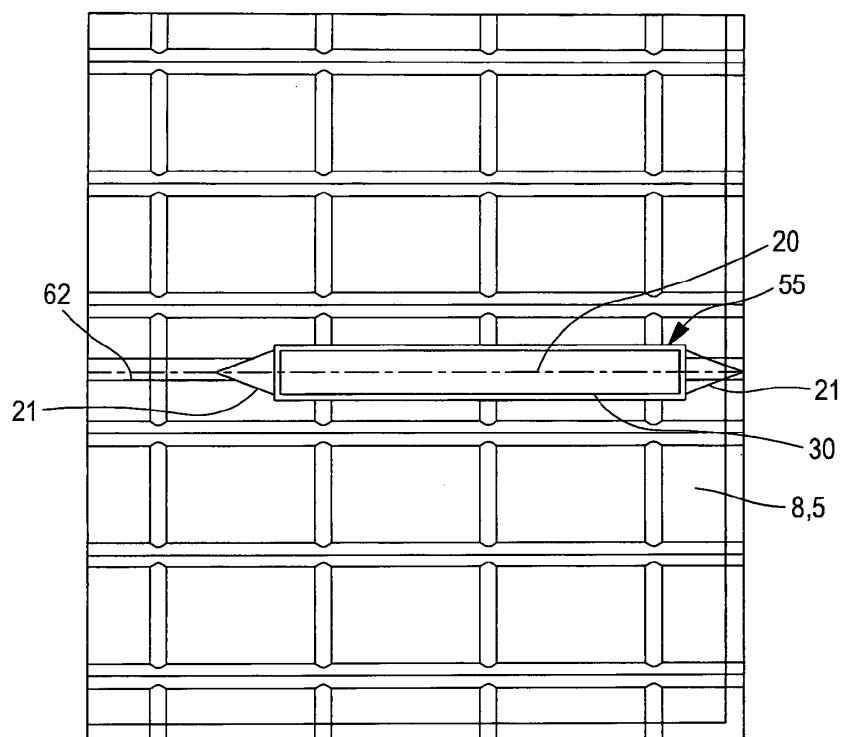


FIG. 6

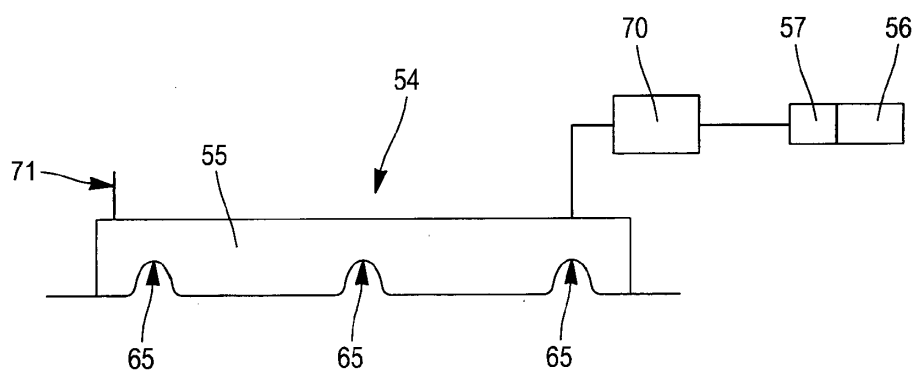
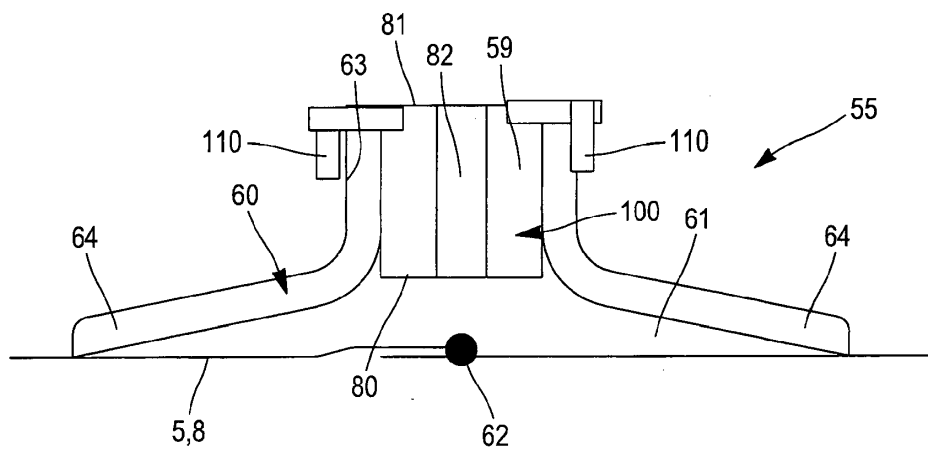
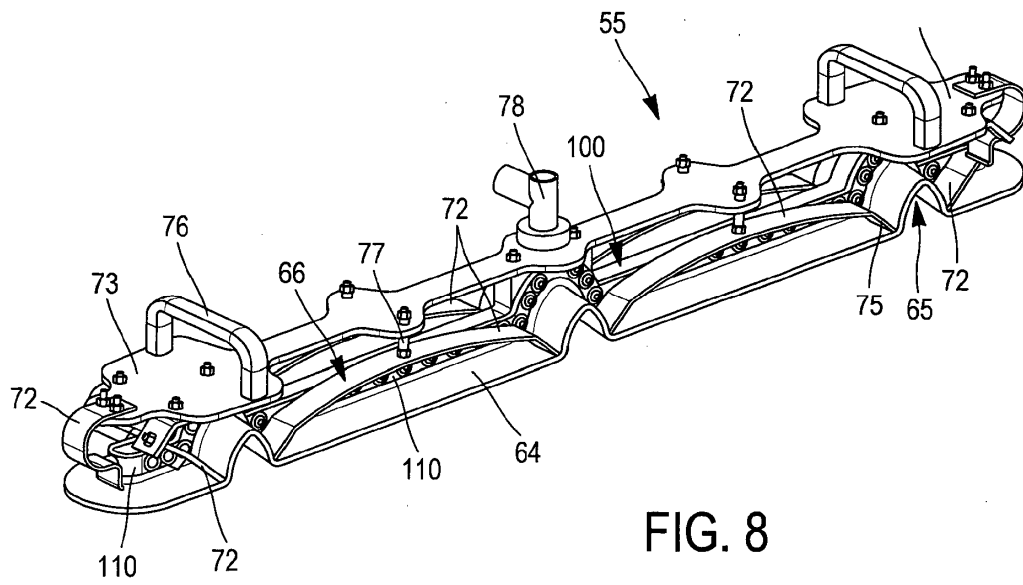


FIG. 7



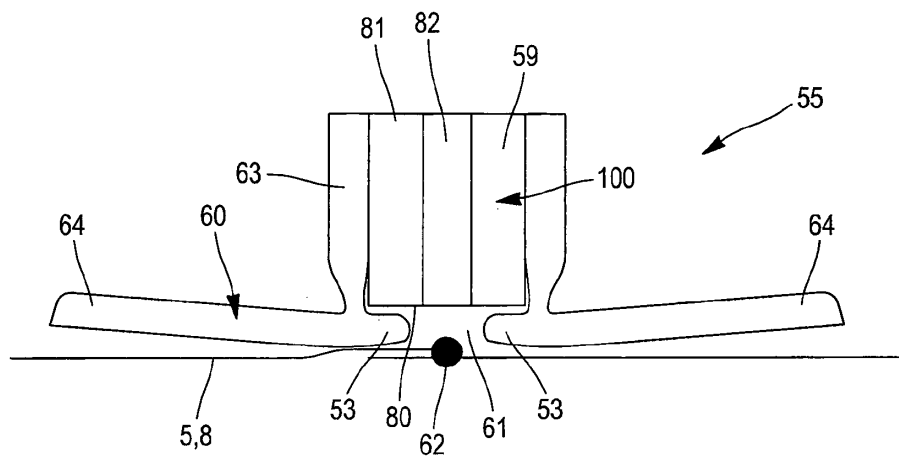


FIG. 10

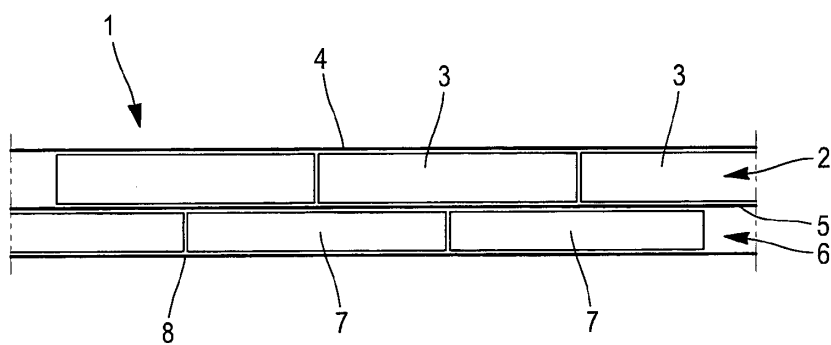


FIG. 11

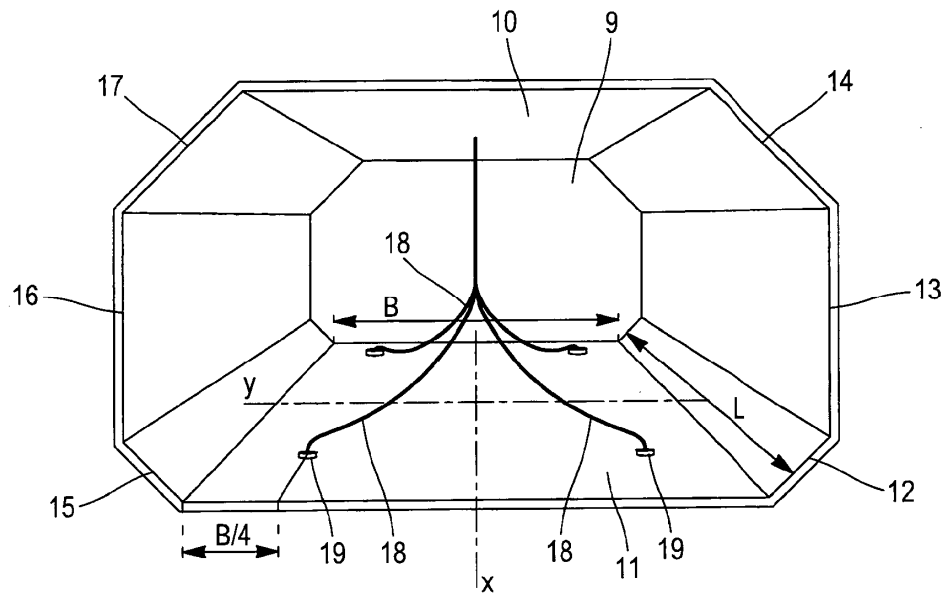


FIG. 12

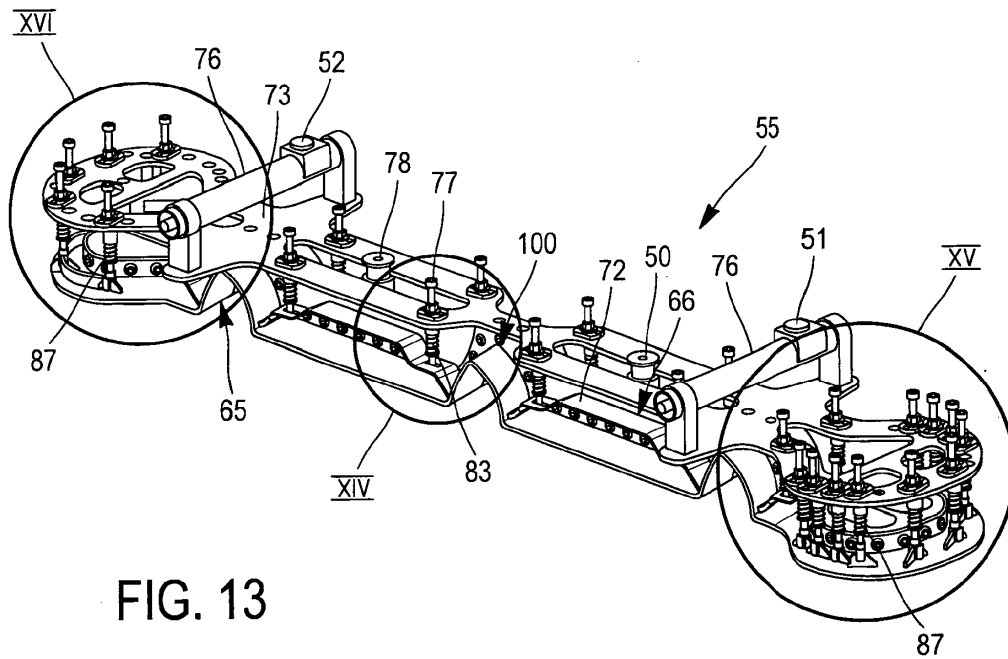


FIG. 13

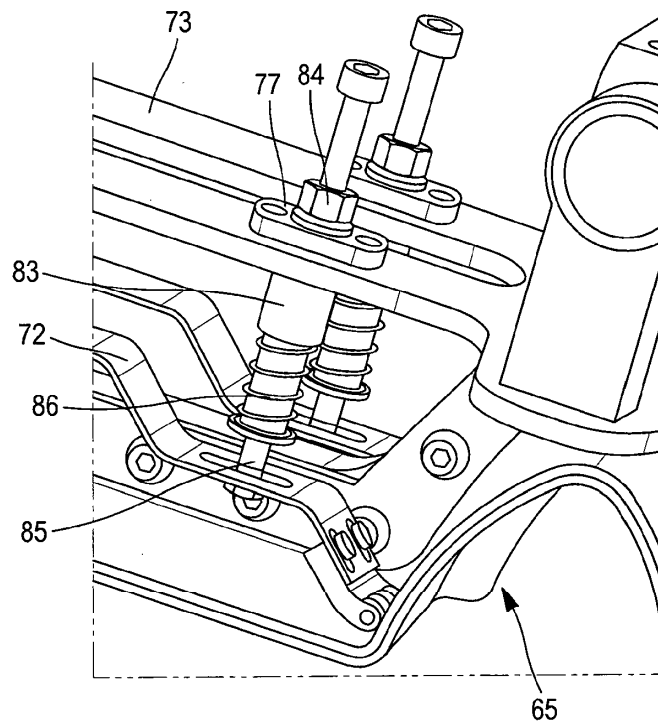


FIG. 14

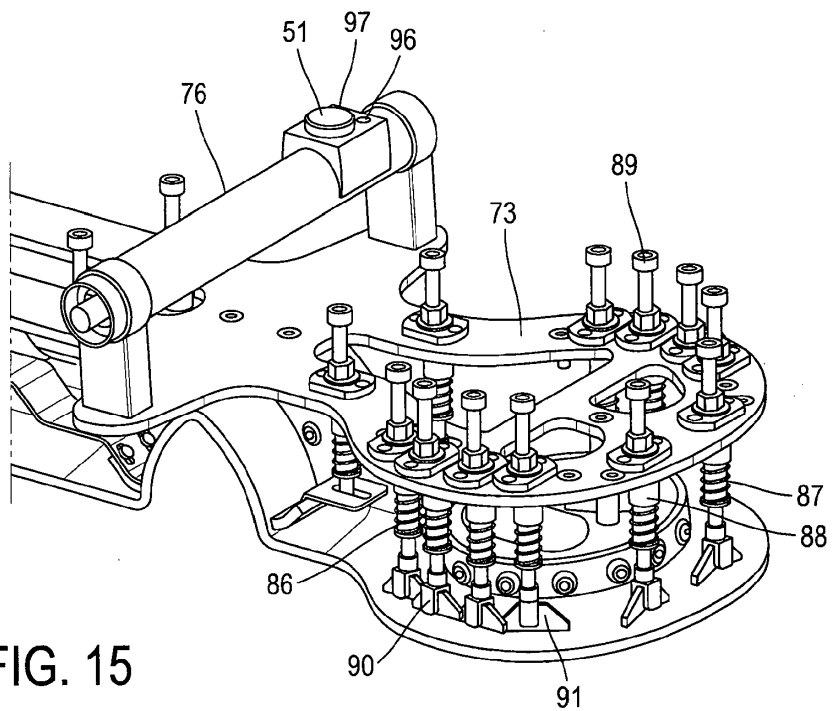


FIG. 15

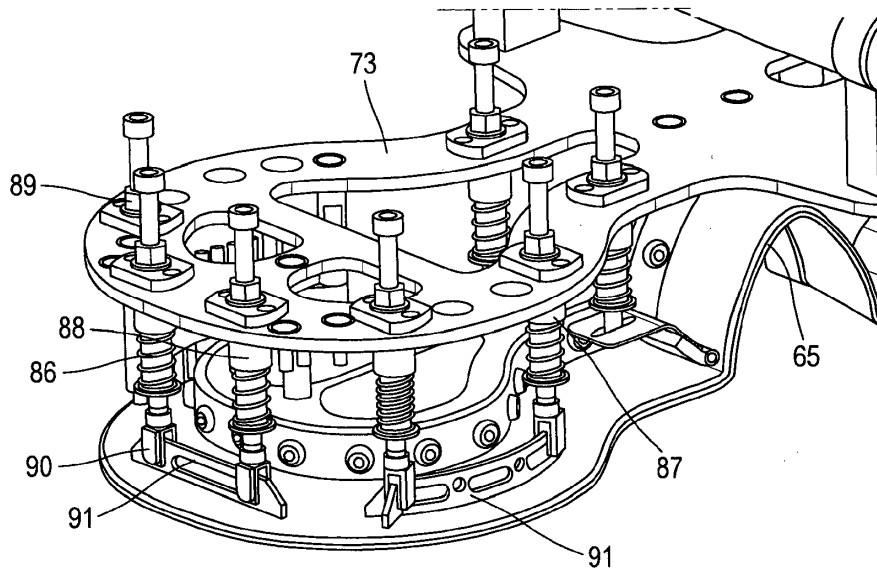


FIG. 16

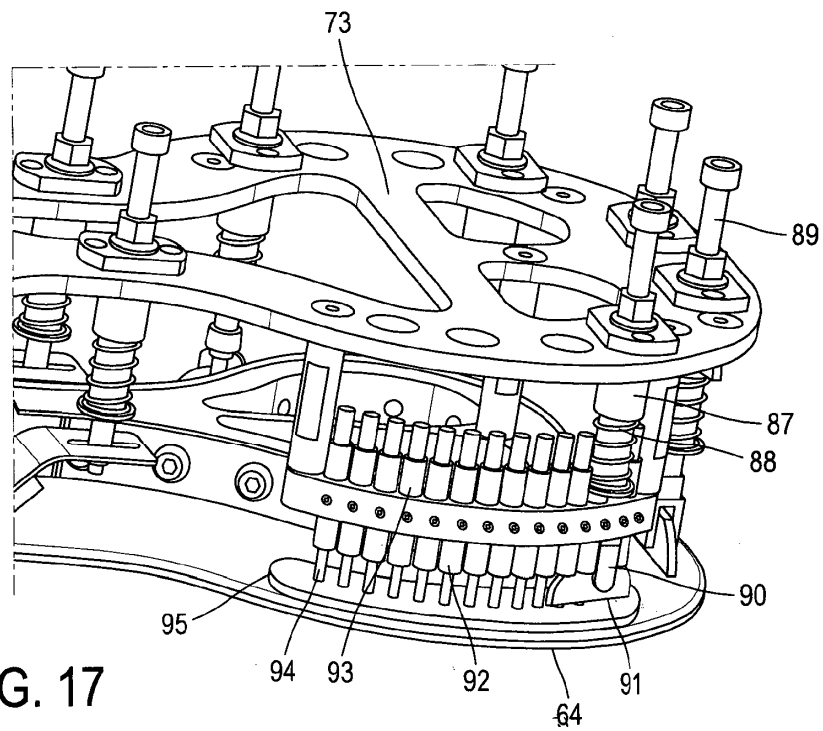


FIG. 17

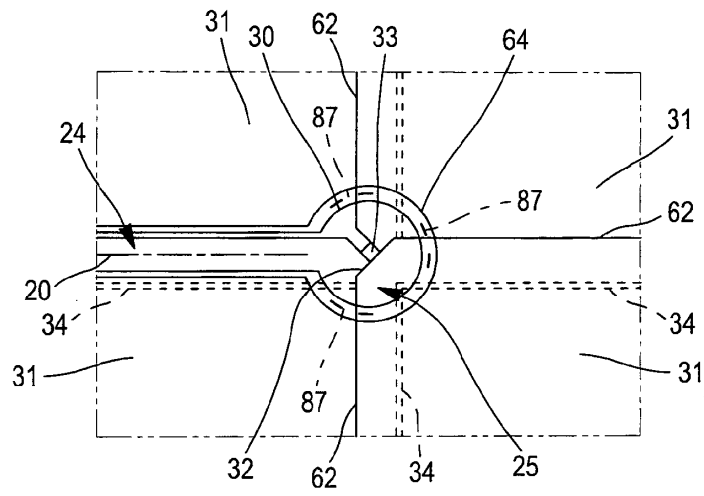


FIG. 18

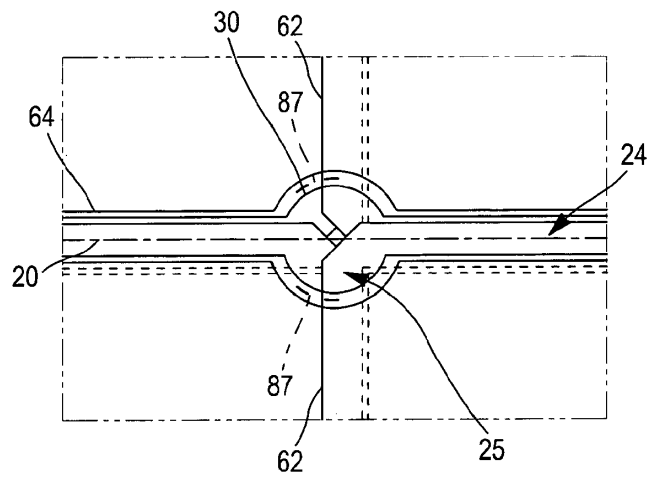


FIG. 19

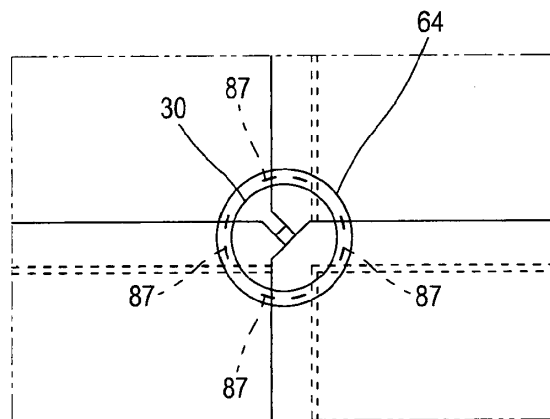


FIG. 20

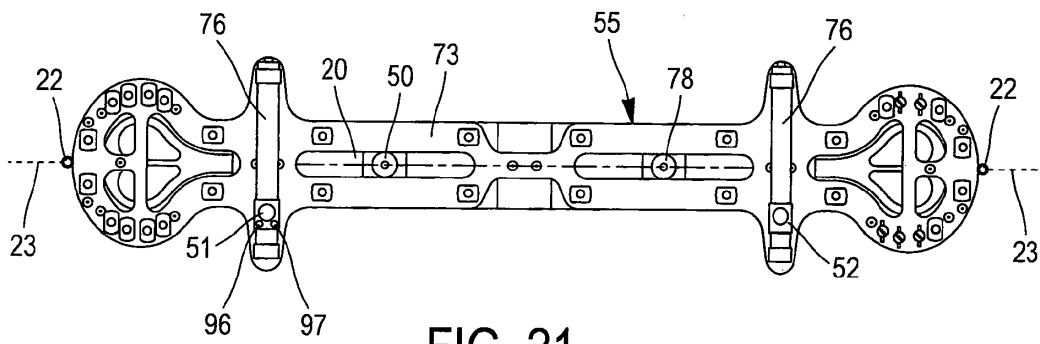


FIG. 21

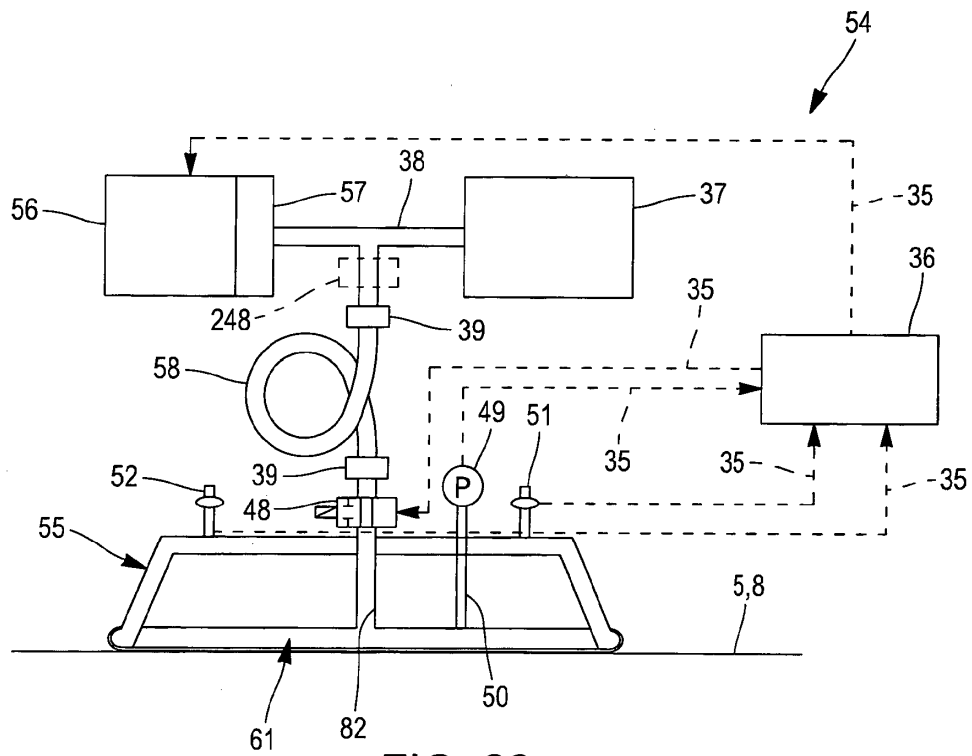


FIG. 22

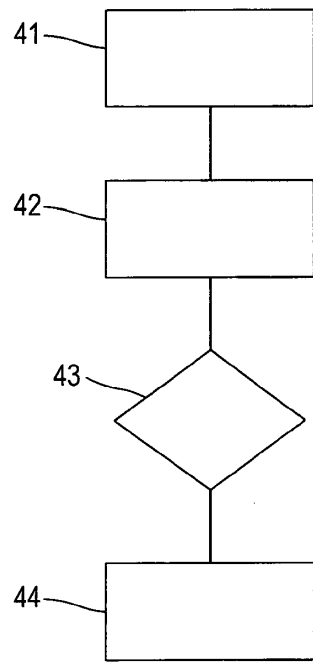


FIG. 23

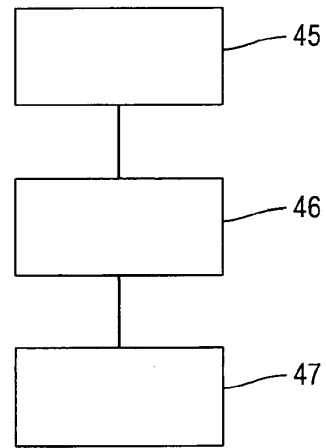


FIG. 24

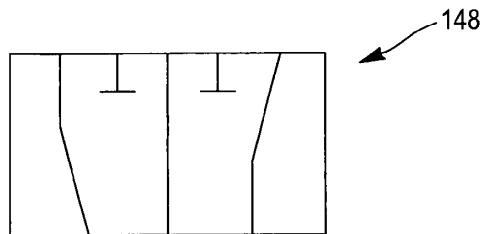


FIG. 25