

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 983**

51 Int. Cl.:

B63B 25/02 (2006.01)

B63B 25/12 (2006.01)

B63B 43/06 (2006.01)

B65D 88/78 (2006.01)

F17C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.04.2014** **PCT/US2014/032989**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014** **WO14165765**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2014** **E 14778500 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** **EP 2981455**

54 Título: **Métodos y dispositivos de despliegue de paquetes submarinos grandes**

30 Prioridad:

06.04.2013 US 201313858024

11.03.2014 US 201414203635

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

09.09.2020

73 Titular/es:

SAFE MARINE TRANSFER, LLC (100.0%)

526 Little John Lane

Houston, TX 77024, US

72 Inventor/es:

CHITWOOD, JAMES, E. y
SCHROEDER, ART, J., JR.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 781 983 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

Métodos y dispositivos de despliegue de paquetes submarinos grandes

Antecedentes

- 5 Muchas actividades submarinas de producción de petróleo requieren el uso de productos químicos o se tiene que añadir lodo a la operación activa para que funcione apropiadamente. Históricamente, estas aportaciones de productos químicos se han proporcionado a través de mangueras, tubos o tuberías empaquetadas en "cables umbilicales" para suministrar los productos químicos desde instalaciones cerca de la superficie a los respectivos puntos de inyección. Desplazamientos más largos, ubicaciones remotas y profundidades de agua más profunda contribuyen a que las soluciones de cable umbilical sean caras.
- 10 El almacenamiento submarino existente de producto químico en uso actualmente se puede usar para uso de una finalidad a corto plazo y tener volúmenes relativamente pequeños. Por ejemplo, para esta finalidad se han desarrollado varios tanques de almacenamiento de producto químico de estilo vejiga. Los conjuntos existentes submarinos de almacenamiento de producto químico pueden incluir tanques o vejigas flexibles de pared única que se exponen directamente al mar, que pueden estar contenidos dentro de alguna jaula o bastidor por protección y trasportación.
- 15 Sin embargo, los tamaños de estos tanques de almacenamiento son relativamente pequeños (cientos de galones). Adicionalmente, el uso submarino de esta aplicación es típicamente a corto plazo (días).
- 20 El documento US 3 943 873 A describe un sistema de lastrado para cisternas de aceite y otros barcos para separar el aceite y el lastre de agua. Membranas flexibles reforzadas con tela o estirables se conectan en relación sellada a líquido dentro del tanque de aceite todo alrededor de los puntos cuartos en sentido transversal para de ese modo imposibilitar el flujo entre el aceite y el agua de lastre. El agua de lastre está contenida en el tanque en un lado de las membranas, mientras que el cargamento de aceite o el cargamento fluible se separa en el otro lado de las membranas. El tanque entero se puede mantener completo para estabilidad de barco y prevención de chapoteo de los fluidos.
- 25 El documento GB 1 361 676 A describe medios para mantener separados dos líquidos dentro de un tanque de un barco. Una membrana flexible con su canto periférico asegurado a paredes interiores de un tanque central hermético a fluidos de un barco para dividir el tanque en al menos dos espacios de volumen variable.
- El documento JP H07 10080 A describe un tanque de cargamento expandible de capacidad variable almacenado en la parte inferior de una barcaza de tanque sumergible para almacenar un gran volumen de agua y sustancia semejante a fluido, y llevarla una larga distancia.

Compendio

- 30 En un aspecto, realizaciones de la presente descripción están relacionadas con una estructura como se describe en la reivindicación 1 que comprende al menos un tanque de flotabilidad y al menos un tanque de almacenamiento de líquido de doble barrera, en donde el tanque de almacenamiento de líquido comprende un contenedor exterior rígido que forma una primera barrera contra líquidos y al menos dos contenedores interiores dispuestos dentro del contenedor exterior y que forman una segunda barrera contra líquidos separada de la primera barrera, los al menos
- 35 dos contenedores interiores comprenden un primer contenedor interior y un segundo contenedor interior, en donde los al menos dos contenedores interiores son vejigas hechas de material flexible, en donde los al menos dos contenedores interiores están equilibrados en presión, y en donde el volumen del contenedor exterior permanece fijo, y los volúmenes de los al menos dos contenedores interiores son variables. El al menos un tanque de flotabilidad comprende un tanque de flotabilidad de fondo abierto.
- 40 En otro aspecto, realizaciones de la presente descripción están relacionadas con un método, descrito en la reivindicación 3, para trasportar al menos un tanque de almacenamiento de líquido entre una superficie marina y un fondo marino que incluye proporcionar una estructura como se ha definido anteriormente, y cambiar un volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad.
- 45 Este compendio se proporciona para introducir una selección de conceptos que son como se describe adicionalmente más adelante en la descripción detallada. Este compendio no pretende identificar rasgos clave o esenciales de la materia de asunto reivindicada, ni se pretende que sea usado como ayuda para limitar el alcance de la materia de asunto reivindicada.

Descripción de las figuras

- 50 La figura 1 muestra una estructura semejante a barcaza con columnas semisubmersibles y una carga útil de equipamiento montada en la estructura flotando sobre la superficie de la agua.
- La figura 2 muestra un tanque de flotabilidad dinámico relleno de aire o nitrógeno.
- La figura 3 ilustra los tanques de flotabilidad dinámicos con orificios de respiradero para ajuste de sustentación usando aire o nitrógeno.

La figura 4 ilustra un tanque de flotabilidad relleno de agua donde el material de flotabilidad dentro del tanque es material esférico suelto.

La figura 5 muestra un diagrama de una estructura según realizaciones de la presente descripción.

La figura 6 muestra un tanque de almacenamiento de líquido según realizaciones de la presente descripción.

5 Descripción detallada

Los paquetes submarinos grandes se pueden construir con una estructura semejante a barcaza que tiene un área central que contiene varios cientos de metros cúbicos (miles de barriles) de almacenamiento químico en vejigas flexibles o tanques, tal como se identifica en la solicitud de patente de EE. UU. N.º 13/858 024. La estructura semejante a barcaza puede soportar una carga útil de hasta aproximadamente 600 toneladas de productos químicos que son bajados y posicionados en el fondo marino de manera controlada. En la estructura semejante a barcaza se puede incorporar una disposición de tanques de flotabilidad, de manera que cuando el tanque de flotabilidad está vacío (lleno de aire), la estructura entera y la carga útil pueden flotar sobre la superficie del agua de manera similar a una barcaza. Cuando este tanque de flotabilidad se llena de agua, el volumen de flotabilidad fija limita el peso subacuático aparente que el equipamiento de izado soportaría como la estructura entera y carga útil transita hacia o desde la superficie de agua y el fondo marino.

Esta capacidad para transitar con seguridad cargas útiles grandes desde la superficie al fondo marino representa un método único y útil para colocar y recuperar otras cargas útiles grandes sobre el fondo marino. Las cargas útiles pueden ser cualquier combinación de equipamiento de proceso o equipamiento necesario en el fondo marino. El despliegue puede ser temporal o semipermanente dependiendo de la carga útil y su función sobre el fondo marino.

En esta solicitud se describen varios aspectos y dispositivos únicos que permiten el descenso y el posicionamiento de estas grandes estructuras y sus cargas útiles sobre el fondo marino una operación viable y más segura.

Según realizaciones de la presente descripción, una estructura comprende al menos un tanque de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad. La figura 6 muestra un ejemplo de un tanque de almacenamiento de líquido según realizaciones de la presente descripción. El tanque de almacenamiento 600 tiene un contenedor exterior rígido 610 y al menos dos contenedores interiores flexibles 620, 630. Los contenedores interiores 620, 630 son vejigas hechas de un material flexible y duradero adecuado para almacenar líquidos en un ambiente submarino, tal como telas recubiertas de poli(cloruro de vinilo) ("PVC"), telas recubiertas de etilvinilacetato ("EVA"), u otros compuestos de polímero. Los contenedores interiores incluyen un primer contenedor interior 630 que contiene agua marina y un segundo contenedor interior 620 que contiene al menos un líquido almacenado. Los contenedores interiores están equilibrados en presión de manera que conforme del segundo contenedor interior 620 se añade o retira el líquido almacenado, un volumen correspondiente de agua marina puede fluir saliendo o fluir entrando al primer contenedor interior 630. Los contenedores interiores 620, 630 pueden ser equipados con válvulas de cierre que cierran y sellan cuando el contenedor interior asociado se aplasta totalmente, lo que puede proteger la integridad de los contenedores interiores al no someter a los contenedores interiores a presiones diferenciales potencialmente grandes. Además, si bien los volúmenes de los al menos dos contenedores interiores son variables, el volumen del contenedor exterior 610 permanece fijo. El contenedor exterior 610 puede actuar como envase de contención integral secundaria o de respaldo que contendría cualquier fuga desde los contenedores interiores, creando así un sistema de contención de doble barrera equilibrado en presión. Como se emplea en esta memoria, un sistema de "doble barrera" se refiere a un sistema donde un contenedor interior y un contenedor exterior tienen que fallar antes de que haya fuga o descarga de contenido de tanque al ambiente marino. La monitorización de las condiciones en el espacio 640 entre las dobles barreras puede proporcionar una indicación de reparaciones requeridas para un fallo de una barrera primaria (un contenedor interior).

Además, el volumen del contenedor exterior 610 permanece fijo, y los volúmenes de los al menos dos contenedores interiores 620, 630 son variables. Por ejemplo, si bien se puede añadir o retirar el líquido almacenado del segundo contenedor interior 620 a través de una abertura controlada 625 (y aumentar o disminuir el volumen respectivo del segundo contenedor interior 620) y un volumen correspondiente de agua marina puede fluir saliendo o fluir entrando al primer contenedor interior 630 a través de una abertura controlada 635 (y disminuir o aumentar el volumen respectivo del primer contenedor interior 630), el tamaño y el volumen del contenedor exterior rígido 610 permanece fijo. Un fluido de barrera se puede disponer entre el espacio anular 640 entre el contenedor exterior 610 y los contenedores interiores 620, 630. La contaminación se puede monitorizar en el fluido de barrera, tal como contaminación de una fuga en uno de los contenedores interiores. Por ejemplo, el fluido de barrera puede ser monitorizado por sensores de disposición dentro del espacio anular 640 entre el contenedor exterior 610 y los contenedores interiores 620, 630, o fluido de barrera muestras puede ser recogido y analizado periódicamente de manera periódica. Según realizaciones de la presente descripción, un tanque de almacenamiento puede incluir al menos un sensor dispuesto en el espacio entre el contenedor exterior y los al menos dos contenedores interiores. En el tanque de almacenamiento se pueden usar sensores, por ejemplo, para monitorizar contaminación del fluido de barrera, como se ha tratado anteriormente, para monitorizar los volúmenes de los al menos dos contenedores interiores, para monitorizar condiciones de temperatura y/o presión, o para monitorizar otras condiciones del tanque de almacenamiento.

El volumen de fluido activo en cada contenedor interior puede ser monitorizado al medir la ubicación relativa del

contenedor interior relativa al lado superior 612 o el lado inferior 614 del contenedor exterior 610. Como se emplea en esta memoria, "lado superior" puede referirse al lado del componente referenciado que se encara a la superficie de agua marina cuando el componente está instalado en el fondo marino, y "lado inferior" puede referirse al lado del componente referenciado que se encara al fondo marino cuando el componente está instalado en el fondo marino. En algunas realizaciones, monitorizar el volumen activo de cada contenedor interior puede lograrse al monitorizar el flujo entrante y el flujo saliente de los respectivos contenedores interiores, que puede ayudar a asegurar la integridad del sistema de almacenamiento así como proporcionar una indicación de la dosificación química realizada desde el sistema de almacenamiento.

La estructura que tiene al menos un tanque de almacenamiento y al menos un tanque de flotabilidad se puede usar para despliegue y recuperación de carga útil, y también se puede usar como cimentación de fondo marino para procesamiento y equipamiento. Esta cimentación puede permitir el ensamblaje previo al despliegue, pruebas y puesta en servicio de tales cargas útiles.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, una estructura semejante a barcaza 100, según realizaciones de la presente descripción, está flotando sobre la superficie marina 130, y está equipada con un tanque de flotabilidad 110. La estructura 100 puede actuar como cimentación estructural para el soporte y la operación de diversos equipamientos de fondo marino u otra carga útil 120, tal como tanque 600. Es posible que todo el paquete de equipamiento pueda ser probado y puesto en servicio en la superficie antes de su despliegue en el fondo marino. La capacidad de despliegue única incorpora una cimentación integrada de carga útil para mejorar la fiabilidad del equipamiento, minimizar la construcción con base en fondo marino y proporcionar un método de recuperación eficaz y eficiente si el equipamiento funciona mal o tiene que ser recuperado para reparaciones, mantenimiento o modificación.

Un aspecto del tanque de flotabilidad es limitar la máxima carga en alambre de izado conforme toda la estructura y la carga útil transitan desde la superficie marina hacia y desde el fondo marino. Este tanque de flotabilidad puede ser de naturaleza ya sea estática o dinámica. Flotabilidad estática, que no forma parte de la presente descripción, se refiere a un volumen permanentemente fijo como un tanque de aire encerrado o un volumen sólido de material como espuma sintética cualificada para la profundidad de trabajo de la estructura. A la estructura que soporta la carga útil se pueden conectar o asegurar de otro modo tanques de flotabilidad estáticos.

Flotabilidad dinámica se refiere a flotabilidad que tiene alguna actividad continua para mantener su flotabilidad fija efectiva. Un ejemplo de flotabilidad dinámica según la presente descripción se muestra en la figura 2, que incluye un tanque de fondo abierto 200 que se rellena de aire o nitrógeno. Conforme este tanque 200 es movido a profundidades de agua más profunda, el aumento de presión hidrostática comprime el aire dentro del tanque de fondo abierto 200. Para mantener el valor deseado de flotabilidad fija, al tanque se tiene que añadir aire comprimido adicional para mantenerlo relleno de aire. Esto se puede conseguir con una fuente de aire o nitrógeno a alta presión 210. Cualquier exceso de aire añadido al tanque de flotabilidad puede burbujear por el fondo abierto del tanque. La tasa de descenso de toda la estructura y la tasa de adición de aire comprimido al tanque de flotabilidad dinámico pueden ser coordinadas funcionalmente para mantener la carga de izado deseada dentro de su alcance de funcionamiento. Esta coordinación mantiene la interfaz agua-aire 220 en el nivel de respiradero de tanque o en su fondo abierto.

Después de que los tanques de flotabilidad de fondo abierto dinámicos se hayan asentado sobre el fondo marino durante un periodo de tiempo prolongado, mucho del aire comprimido puede difundirse en el agua marina. Cuando se tiene que recuperar toda la estructura, una de las primeras etapas de recuperación puede incluir volver a establecer el volumen de aire requerido dentro de estos tanques de flotabilidad dinámicos, que puede incluir establecer una línea de alta presión (como entubación espiralada) a través de la que se puede distribuir aire o nitrógeno comprimido para recargar los tanques de flotabilidad para restablecer su sustentación. Una vez la estructura ha sido izada por un elevador de barco de trabajo en superficie y la presión hidrostática cae, el volumen de aire interno del tanque puede empezar a expandirse. Cualquiera de este exceso de aire puede burbujear saliendo por el fondo abierto del tanque para mantener automáticamente la flotabilidad deseada.

Según realizaciones de la presente descripción, un rasgo de un tanque de flotabilidad dinámico puede incluir la capacidad para abrir o cerrar orificios de respiradero alineados verticalmente en el lado del tanque. Por ejemplo, la figura 3 muestra un tanque de flotabilidad dinámico 300 que tiene orificios de respiradero 330 alineados verticalmente en el lado del tanque 300. Los orificios de respiradero pueden ser abiertos o cerrados para ajustar la flotabilidad efectiva y la ubicación de interfaz agua-gas 320. Para mantener el valor de flotabilidad deseada, al tanque se le puede añadir dinámicamente aire comprimido adicional para mantenerlo relleno de aire. Esto se puede conseguir con una fuente de aire o nitrógeno a alta presión 310. El tanque de flotabilidad dinámico 300 puede proporcionar y permitir mejor ajuste de carga de izado, especialmente si la carga útil ocasionalmente varía de peso entre implementaciones de estructura.

Uno o más tanques de flotabilidad dinámicos, tal como el mostrado en la figura 3, se pueden conectar a un conjunto o estructura más grande. Un tanque de flotabilidad dinámico se puede conectar a una estructura para ayudar a izar o descender la estructura bajo el agua. Por ejemplo, cuando se está recuperando una estructura que tiene tanques de flotabilidad dinámicos, puede ser izada a una profundidad subacuática cerca de la superficie (por ejemplo 152 m (500 ft.)), punto en el que se puede detener el izado. Los tanques de flotabilidad pueden ser rellenos con aire al nivel de un orificio de respiradero formado en el tanque de flotabilidad dinámico. El orificio de respiradero puede entonces ser

cerrado bajo el agua, por ejemplo, con un ROV. La embarcación de soporte de superficie puede entonces comenzar a moverse en marcha y se reanuda lentamente la operación de izado. Conforme el tanque de flotabilidad sube la presión hidrostática reducida puede provocar que el gas interno se expanda forzando a agua adicional desde el tanque dando como resultado un aumento de sustentación. La sustentación total puede aumentar a un punto en el que toda la estructura (tanques, carga útil, etc.) queda positivamente en flotación (la carga en línea de elevación va a cero) y toda la estructura flota a la superficie por detrás de la embarcación de soporte de superficie. El arrastre provocado desde la embarcación de soporte de superficie que está en marcha asegura que la estructura flota por detrás de la embarcación de soporte de superficie y no bajo ella. Una vez en la superficie y flotando por detrás de la embarcación de soporte de superficie, se puede retirar agua adicional y se puede asegurar la estructura para que flote en la superficie y ser equipada para ser remolcada, tal como se ilustra en la figura 1.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra un tanque de flotabilidad estático relleno de agua 400 según algunas realizaciones de la presente descripción. El tanque de flotabilidad estático 400 contiene algún volumen de material de flotabilidad cualificado para profundidad a presión 410. Tales materiales de flotabilidad pueden incluir microesferas u otras esferas de flotabilidad hasta un tamaño que pueda ser bombeado. Todo el material de flotabilidad puede estar suelto y flotar a la parte superior del tanque relleno de agua. Una suspensión de agua y material de flotabilidad se puede bombear a la parte inferior del tanque a través de una lumbrera de entrada 430. El volumen del tanque ralentiza la velocidad de la suspensión suficientemente como para que el material de flotabilidad se separe y flote a la parte superior del tanque donde se forma un paquete denso de flotación. El exceso de agua se descarga a través de un respiradero de agua 420. El respiradero de salida de agua 420 puede tener instalados filtros para minimizar cualquier potencial pérdida de material de flotabilidad residual que no se haya separado totalmente. La sustentación del tanque 400 puede ser ajustable al gestionar la cantidad de material de flotabilidad colocado dentro del tanque.

La parte superior del tanque 400 puede ser en forma de cono y tener instalada una válvula de cierre 440. A la válvula de cierre se puede conectar una tubería o manguera usando una bomba tipo educador para retirar el material de flotabilidad del tanque estructural. Para minimizar el riesgo de puenteo de material de flotabilidad, se puede gestionar la ratio de agua y sólidos de material de flotabilidad. Material de flotabilidad a alta presión usado en el tanque puede proporcionar sustentación constante a la estructura en la que está contenido el tanque de flotabilidad conforme la estructura se desciende al fondo marino (a diferencia de la flotabilidad dinámica descrita anteriormente). Si la estructura va a ser recuperada rutinariamente, entonces dejar la flotabilidad implementada puede simplificar tanto la instalación inicial de la estructura como sus operaciones de recuperación. Sin embargo, si la estructura y su carga útil permanecen en el fondo marino durante un largo periodo, la capacidad de recuperación de flotabilidad puede minimizar el coste de flotabilidad.

La figura 5 muestra una estructura 500 según realizaciones de la presente descripción. Ya sea proporcionar tránsito y una cimentación para equipamiento o establecer un gran volumen de sustancia química o almacenamiento en el fondo marino la estructura 500 puede ser maniobrada a una ubicación y una orientación deseadas sobre el fondo marino. La estructura puede ser maniobrada coordinando la posición en superficie de la embarcación de izado con su equipamiento de izado y la línea de elevación 530 para posicionamiento vertical, en coordinación con las capacidades de posicionamiento horizontal fino de uno o más vehículos operados a distancia 510 (ROV) que maniobran la estructura durante sus últimas fases de ser descendida sobre su cimentación de fondo marino.

La capacidad de los ROV 510 para maniobrar y posicionar finamente una estructura en el fondo marino puede ser función directa de la potencia de propulsor que puede ser de aproximadamente 40 hp por ROV de clase de trabajo actual. Así, cuando los requisitos de empuje de maniobra de la estructura superan las capacidades de empuje de los ROV, se puede deteriorar la capacidad para posicionar con precisión la estructura grande. Para vencer esta falta de empuje requerido, a la estructura se le pueden añadir paquetes de suplementarios de propulsor operados a distancia 520. Puesto que estos propulsores suplementarios únicamente se requieren para el corto periodo de tiempo durante el posicionamiento final de estructura en el fondo marino, pueden ser conectados temporalmente a la estructura.

Según realizaciones de la presente descripción, un paquete de propulsor puede ser desplegado y recuperado por un ROV desde una estructura. El paquete de propulsor puede ser conectado físicamente a la estructura a fin de transferir la carga de empuje a la estructura. La potencia para el funcionamiento del paquete de propulsor puede provenir a través de un cable umbilical separado, tal como a través del ROV o desde un paquete de alimentación integrado como baterías. El control remoto del paquete de propulsor puede ser por medio de cable, fibra, inalámbrico, ópticas en agua libre u otro enlace de comunicación submarina de este tipo.

Una alternativa para posicionamiento en fondo marino puede incluir asentar la estructura 500 sobre soportes preposicionados, tales como pilotes o anclajes de succión, por ejemplo, si el fondo marino es blando. Tales soportes pueden tener mecanismos de orientación para posicionamiento final conforme la estructura 500 es descendida a la posición. Para proporcionar control durante el aterrizaje final sobre los soportes, cabestrantes submarinos operados por ROV 540 sobre la estructura pueden descender alambres 550 por debajo de la estructura 500 cuando se acerca al fondo marino. El ROV puede conectar entonces estos alambres "desplegables" 550 al guiado de soporte usando conexiones 560. Una vez los alambres 550 se conectan a la cimentación, los cabestrantes 540 son operados para empezar a tirar de la estructura a su posición final en el fondo marino. Este despliegue puede ser conseguido al tirar contra el compensador de movimiento del sistema de izado de la embarcación provocando un desenrollado

proporcional del alambre de izado 530. El único aspecto de esta alternativa operacional es la combinación de un cabestrante submarino desplegable que provoca el desenrollado correspondiente de un elevador compensado en movimiento para controlar el aterrizaje seguro de estructuras sobre soportes de fondo marino.

Según realizaciones de la presente descripción, un método para trasportar cargas útiles entre una superficie marina y un fondo marino puede incluir usar una estructura que tiene al menos un tanque de flotabilidad, tal como el descrito anteriormente, y cambiar un volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad para soportar la carga útil. Por ejemplo, la estructura puede ser descendida al fondo marino, en donde comprimir el volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad incluye añadir al menos una parte del material de flotabilidad al el por lo menos un tanque de flotabilidad. En otro ejemplo, la estructura puede ser elevada del fondo marino, en donde la expansión del volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad incluye liberar material de flotabilidad del al menos un tanque de flotabilidad. El material de flotabilidad puede ser, por ejemplo, al menos uno de aire, nitrógeno y esferas de material de flotación que van en tamaño desde polvo fino a esferas grandes. En algunas realizaciones, cambiar el volumen de material de flotabilidad puede incluir rellenar el al menos un tanque de flotabilidad con materiales de flotabilidad sueltos mediante el uso de suspensión de material de flotabilidad en agua. Por ejemplo, la suspensión de material de flotabilidad en agua puede añadirse o retirarse del al menos un tanque de flotabilidad con una bomba de elevación de suspensión.

En algunas realizaciones, una estructura usada para trasportar cargas útiles entre una superficie marina y el fondo marino puede tener al menos un contenedor de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad con un tanque de flotabilidad de fondo abierto, en donde el tanque de flotabilidad de fondo abierto tiene al menos un orificio de respiradero a lo largo de un lado del tanque de flotabilidad de fondo abierto. El volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad se puede cambiar al cerrar el al menos un orificio de respiradero a una profundidad cerca de la superficie.

Además, en algunas realizaciones, un método para trasportar una carga útil puede incluir tirar de una estructura que tiene al menos un contenedor de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad con una embarcación de soporte de superficie.

Según algunas realizaciones, un método para trasportar una carga útil puede incluir usar al menos un paquete propulsor submarino conectado a una estructura que tiene al menos un tanque de flotabilidad para trasportar una carga útil. Por ejemplo, el paquete propulsor submarino puede ser controlado con un vehículo operado a distancia o puede ser controlado a distancia para ayudar a manipular la estructura. Un paquete propulsor submarino puede ser alimentado a través de un cable umbilical o usando al menos una batería. Además, se puede usar al menos un cabestrante desplegable submarino en asociación con una línea de izado compensada en movimiento para controlar el posicionamiento y el descenso de una estructura que tiene al menos un tanque de flotabilidad sobre al menos un soporte de fondo marino.

Además, la estructura semejante a barcaza puede tener instalado un sistema de tuberías y compartimentos para alojar y proteger la bomba de inyección de productos químicos y componentes de medición que enrutan los productos químicos (u otro líquido distinto a agua marina) a través de mangueras o tubos de alta presión a sus puntos de inyección. En algunas realizaciones, la bomba de inyección y componentes relacionados ubicados sobre la estructura semejante a barcaza con el tanque de almacenamiento pueden ser deslastrados, devueltos a la superficie marina, y transportados a la costa, y así pueden mantenerse rutinariamente junto con el tanque de almacenamiento. En algunas realizaciones, la bomba de inyección y componentes de medición se pueden ubicar por separado sobre una estructura semejante a barcaza que se mantiene independientemente.

Dependiendo de la tasa de dosificación de producto químico y la aplicación, tanto el sistema de tuberías como la bomba de inyección se pueden dimensionar apropiadamente, o si la inyección de producto químico (u otro líquido) es a un ambiente subhidrostático, entonces también se puede usar una válvula de estrangulación y un sistema de medición. Un mecanismo de control puede controlar las bombas de inyección y monitorizar cualesquiera sensores que monitorizan la operación del tanque de almacenamiento y el sistema de medición. El mecanismo de control puede formar una interfaz con el sistema de control de producción usando protocolos estándar. Además, un cable volante para alimentación, datos y comunicaciones de órdenes se puede desplegar desde el tanque de almacenamiento al punto de conexión eléctrico submarino. El mecanismo de control, la bomba y el sistema de medición se pueden ubicar a bordo del tanque de almacenamiento o se pueden posicionar por separado en el sistema de producción. Válvulas de seguridad para cables volantes (tanto eléctricos como químicos) se pueden ubicar sobre el tanque de almacenamiento, que puede gestionar los cables volantes durante despliegue y recuperación de tanque. Una válvula de seguridad se puede optimizar para operación por ROV. Un mecanismo de despliegue de cable volante puede también facilitar la recuperación eficiente de cables volantes en caso de cambiar la estructura semejante a barcaza. Además, otro equipamiento, tal como compresores, fuentes de energía, separadores y otro equipamiento de este tipo, puede ser útil por separado o se puede usar en diversas combinaciones conjuntamente con realizaciones de la presente descripción.

Aunque anteriormente se han descrito en detalle únicamente unos pocos ejemplos de realizaciones, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en los ejemplos de realizaciones sin apartarse materialmente de realizaciones descritas en esta memoria. Por consiguiente, se pretende que todas dichas modificaciones estén incluidas dentro del alcance de esta descripción definida en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura (500), que comprende:
al menos un tanque de almacenamiento de líquido de doble barrera (600), en donde el tanque de almacenamiento de líquido de doble barrera (600) comprende:
 - 5 un contenedor exterior (610) que forma una primera barrera contra líquidos, en donde el contenedor exterior (610) es rígido;
al menos dos contenedores interiores (620, 630) dispuestos dentro del contenedor exterior (610) y que forman una segunda barrera contra líquidos separada de la primera barrera, los al menos dos contenedores interiores (620, 630) comprenden:
 - 10 un primer contenedor interior (630); y
un segundo contenedor interior (620);
en donde los al menos dos contenedores interiores (620, 630) son vejigas hechas de material flexible;
en donde los al menos dos contenedores interiores (620, 630) están equilibrados en presión; y
en donde el volumen del contenedor exterior (610) permanece fijo, y los volúmenes de los al menos dos contenedores interiores (620, 630) son variables; y
 - 15 al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400) que comprende un tanque de flotabilidad de fondo abierto.
 2. La estructura (500) de la reivindicación 1, en donde el tanque de flotabilidad de fondo abierto (300) comprende al menos un orificio de respiradero (330) a lo largo de un lado del tanque de flotabilidad de fondo abierto (300).
 3. Un método para transportar al menos un tanque de almacenamiento de líquido (600) entre una superficie marina (130) y un fondo marino, al:
 - 20 proporcionar la estructura (500) de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2; y
cambiar un volumen del material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400).
 4. El método de la reivindicación 3 cuando depende de la reivindicación 2, en donde cambiar el volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad (300) comprende cerrar el al menos un orificio de respiradero (330) en una profundidad de superficie cercana.
 5. El método de la reivindicación 3, que comprende además uno o ambos de:
descender la estructura al fondo marino, en donde cambiar el volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400) comprende añadir al menos una parte del material de flotabilidad al por lo menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400), y
 - 30 elevar la estructura desde el fondo marino, en donde cambiar el volumen de material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400) comprende liberar material de flotabilidad del al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400).
 6. El método de la reivindicación 5, en donde el material de flotabilidad comprende al menos uno de aire, nitrógeno o material de flotación.
 7. El método de la reivindicación 3, que comprende además tirar de la estructura con una embarcación de soporte de superficie.
 8. El método de la reivindicación 3, en donde cambiar el volumen de material de flotabilidad comprende rellenar el al menos un tanque de flotabilidad con materiales de flotabilidad sueltos mediante el uso de suspensión de material de flotabilidad en agua añadido al por lo menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400) con un bomba de elevación de suspensión.
 - 40
 9. El método de la reivindicación 3, en donde el al menos un tanque de flotabilidad (110; 200; 300; 400) comprende un cierre de lumbrera de salida.
 10. El método de la reivindicación 3, que comprende además al menos un paquete propulsor submarino (520) conectado a la estructura (500).
 11. El método de la reivindicación 10, que comprende además controlar el al menos un paquete propulsor submarino (520) con un vehículo operado a distancia (510), a distancia, a través de un cable umbilical, o alimentado usando al menos una batería.
 - 45

12. El método de la reivindicación 3, que comprende además usar al menos un cabestrante desplegable submarino (540) con una línea de izado compensada en movimiento para controlar el posicionamiento y el descenso de la estructura (500) sobre al menos un soporte de fondo marino.

5 13. El método de la reivindicación 3, en donde el primer contenedor interior (630) contiene agua marina y el segundo contenedor interior (620) contiene al menos un líquido almacenado.

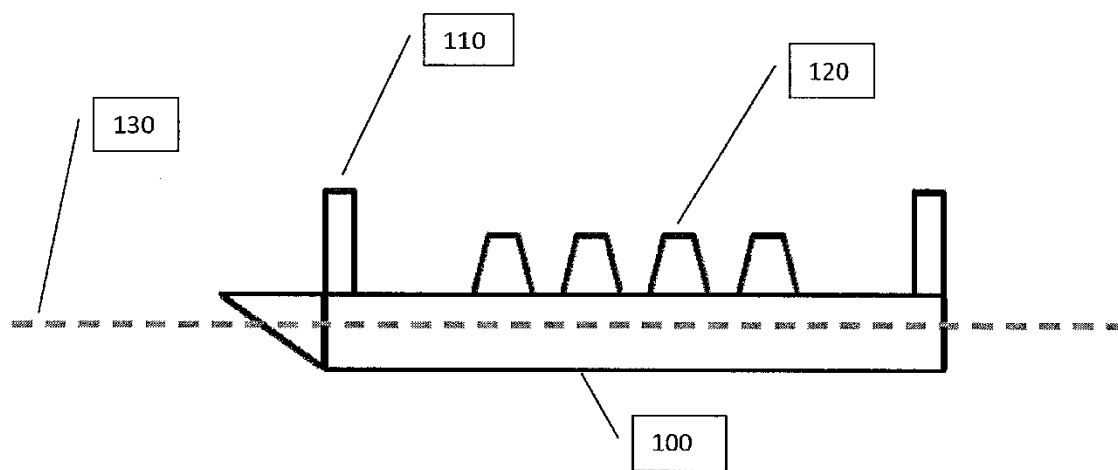


FIG. 1

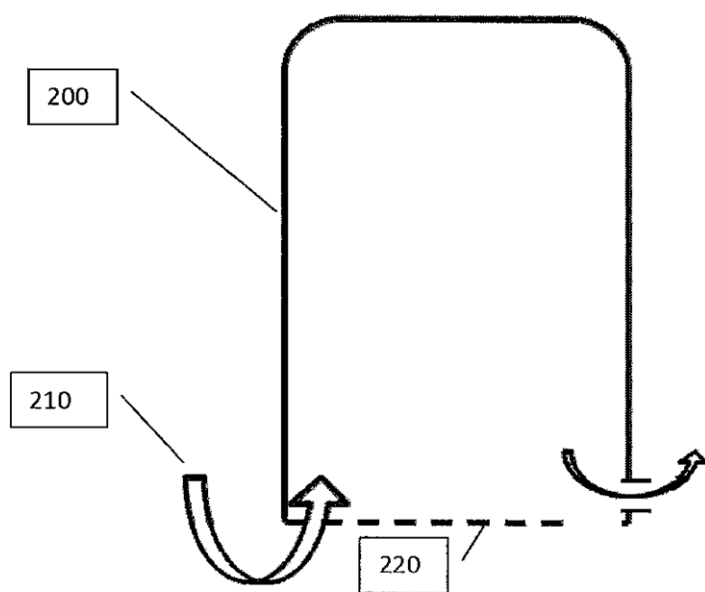


FIG. 2

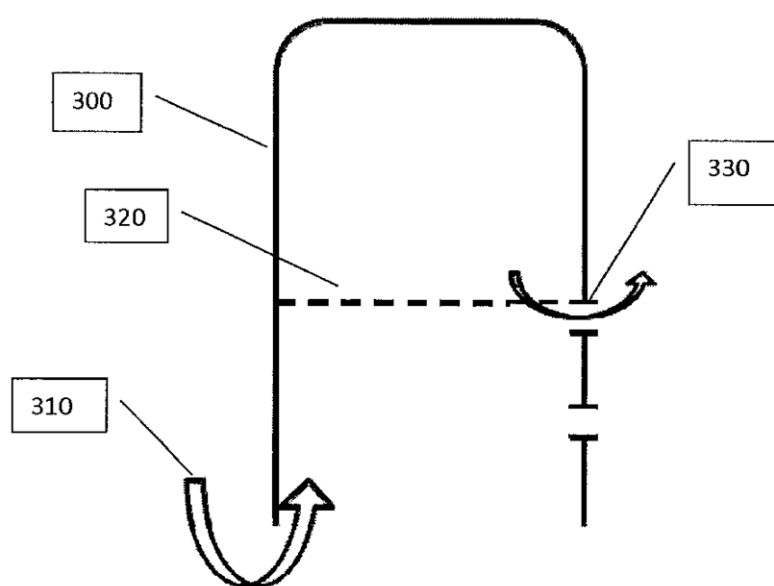


FIG. 3

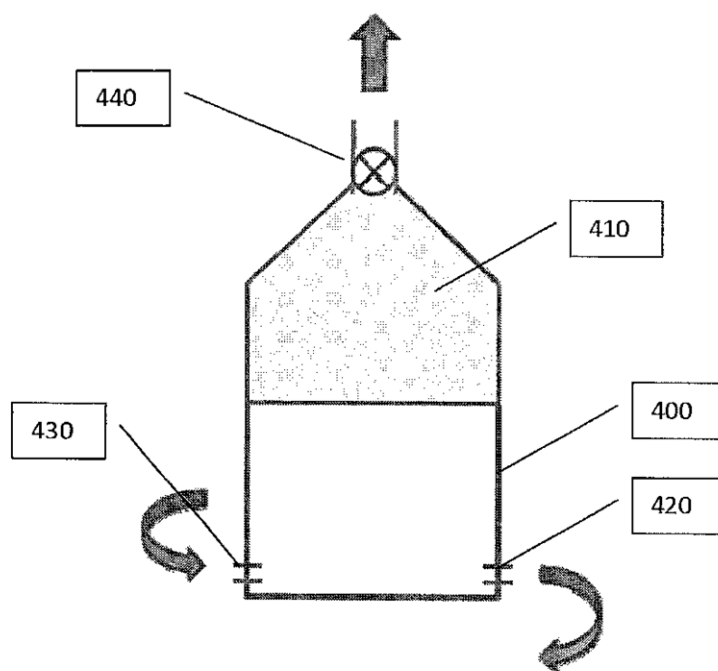


FIG. 4

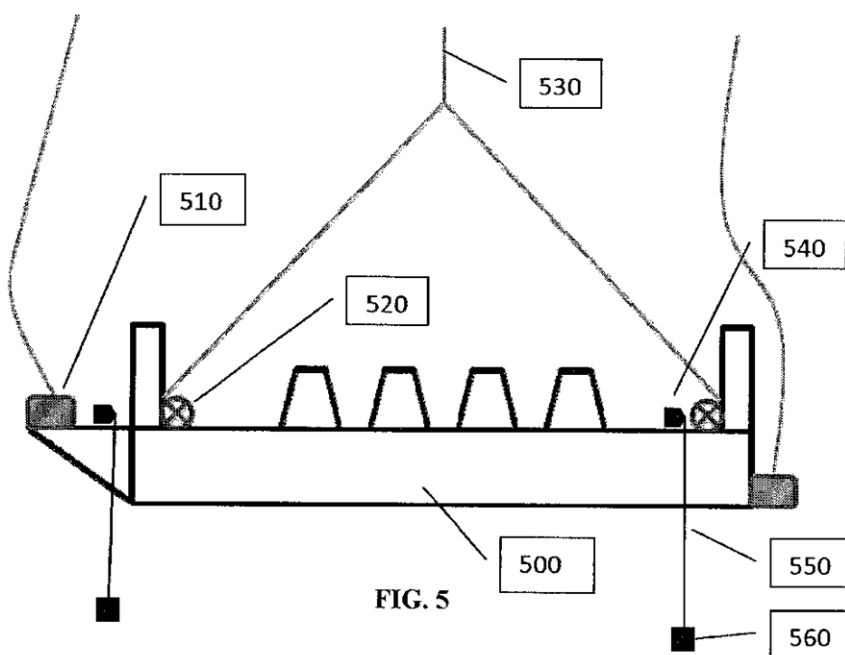


FIG. 5

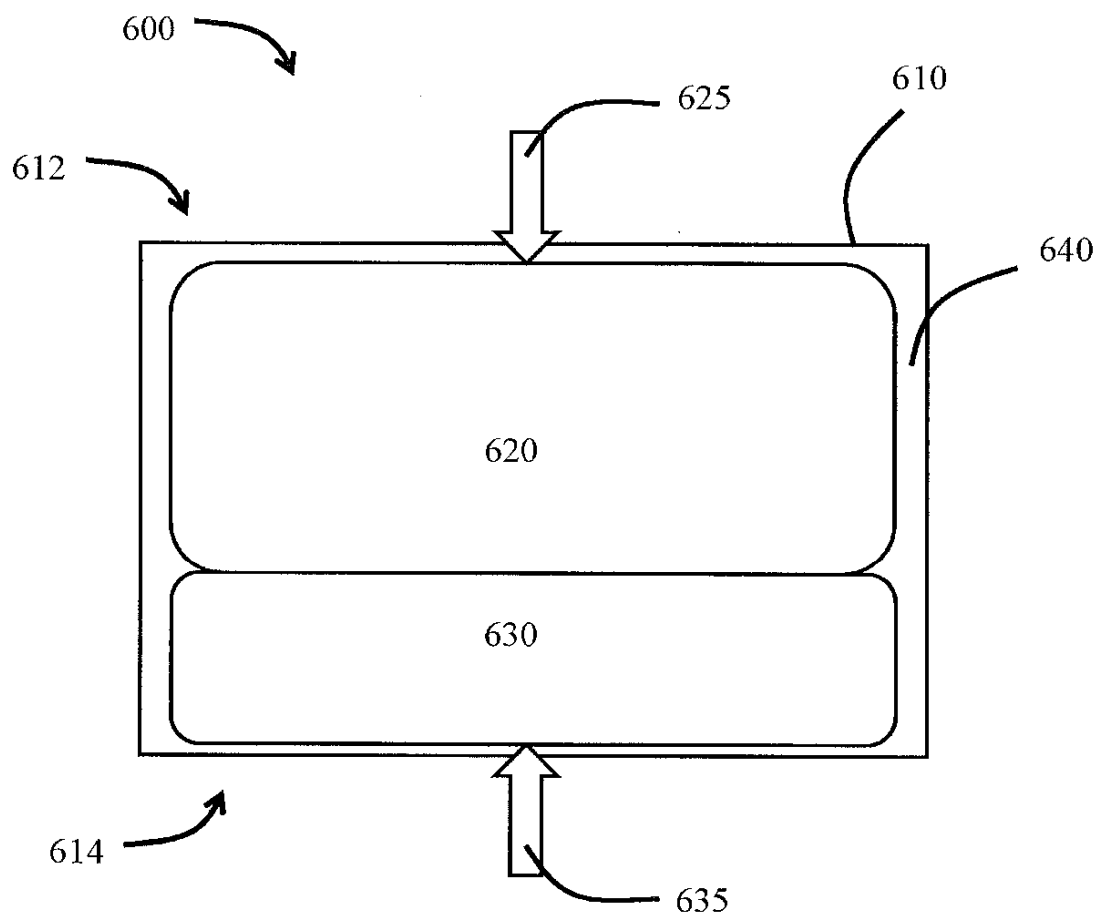


FIG. 6