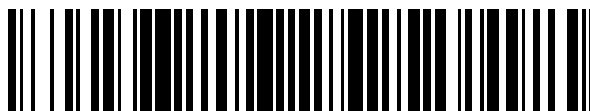


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 274**

51 Int. Cl.:

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 1/04 (2006.01)

B63B 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2010 PCT/US2010/054404**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2011 WO11056695**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2010 E 10828921 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2496469**

54 Título: **Estructura flotante en alta mar de perforación, producción, almacenamiento y descarga**

30 Prioridad:

08.11.2009 US 259201 P

18.11.2009 US 262533 P

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

26.11.2018

73 Titular/es:

**JURONG SHIPYARD PTE. LTD. (100.0%)
29 Tanjong Kling Road
Singapore 628054, SG**

72 Inventor/es:

VANDENWORM, NICOLAAS, J.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 274 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

Estructura flotante en alta mar de perforación, producción, almacenamiento y descarga

Antecedentes de la invención

1. Campo de las invenciones

5 La presente invención se refiere, en general, a embarcaciones, plataformas, cajones de dique, boyas, plataformas tipo spar, u otras estructuras flotantes en alta mar utilizadas para el almacenamiento petroquímico y la carga de buques cisterna. En particular, la presente invención se refiere a diseños de sistemas de casco y descarga para estructuras de almacenamiento y descarga flotante (FSO), producción, almacenamiento y descarga flotante (FPSO) o perforación, producción, almacenamiento y descarga flotante (FDPSO), una estructura de producción/proceso flotante (FPS), o una estructura de perforación flotante (FDS).

2. Antecedentes de la técnica

15 Las estructuras flotantes en alta mar para la producción, almacenamiento y descarga de petróleo y gas se conocen en la técnica. Las estructuras de producción en alta mar, que pueden ser embarcaciones, plataformas, cajones de dique, boyas, plataformas tipo spar, incluyen cada una normalmente, por ejemplo, un casco flotante que soporta una superestructura. El casco incluye una compartimentación interior para almacenar productos de hidrocarburos, y la superestructura proporciona equipos de perforación y producción, cuartos de habitación de la tripulación y similares.

20 Una estructura flotante está sujeta a las fuerzas de entorno del viento, las olas, el hielo, las mareas y las corrientes. Estas fuerzas de entorno dan como resultado aceleraciones, desplazamientos y movimientos oscilatorios de la estructura. La respuesta de una estructura flotante a tales fuerzas de entorno se ve afectada no solo por el diseño de su casco y su superestructura, sino también por su sistema de amarre y cualquier extremidad. En consecuencia, una estructura flotante tiene varios requisitos de diseño: flotabilidad de reserva adecuada para soportar de manera segura el peso de la superestructura y de la carga útil, estabilidad en todas las condiciones y buenas características de buen comportamiento en el mar. Con respecto al requisito de buen comportamiento en el mar, la capacidad de reducir el empuje vertical es muy deseable. Los movimientos de empuje pueden crear una tensión alterna en los sistemas de amarre y fuerzas de compresión en los elevadores de producción, lo que puede provocar fatiga y fallo. Los movimientos de empuje grandes aumentan la carrera del elevador y requieren sistemas de compensación de empuje y tensado del elevador más complejos y costosos.

25 Las características de buen comportamiento en el mar de una estructura flotante están influenciadas por una serie de factores, que incluyen la superficie de flotación, el perfil del casco, y el período natural del movimiento de la estructura flotante. Es muy deseable que el período natural de la estructura flotante sea significativamente mayor o significativamente menor que los períodos de las olas del mar en el que se localiza la estructura, con el fin de desacoplar sustancialmente el movimiento de la estructura del movimiento de las olas.

30 El diseño de la embarcación implica equilibrar los factores que compiten para llegar a una solución óptima para un conjunto dado de factores. Las preocupaciones de coste, capacidad de construcción, capacidad de supervivencia, utilidad e instalación son algunas de las consideraciones en el diseño de la embarcación. Los parámetros de diseño de la estructura flotante incluyen el calado, la superficie del plano de flotación, la tasa de cambio del calado, la localización del centro de gravedad ("CG"), la localización del centro de flotabilidad ("CB"), la altura metacéntrica ("GM"), la superficie de la vela y la masa total. La masa total incluye la masa agregada, es decir, la masa del agua alrededor del casco de la estructura flotante que se ve obligada a moverse a medida que se mueve la estructura flotante. Las extremidades conectadas a la estructura del casco para aumentar la masa agregada son una manera rentable de afinar la respuesta de la estructura y las características de rendimiento cuando se someten a las fuerzas de entorno.

35 Varias reglas generales de arquitectura naval se aplican al diseño de una embarcación de alta mar. La superficie del plano de flotación es directamente proporcional a la fuerza de empuje inducida. Una estructura que es simétrica alrededor de un eje vertical está en general menos sujeta a las fuerzas de guiñada. A medida que aumenta el tamaño del perfil del casco vertical en la zona de las olas, también aumentan las fuerzas del oleaje lateral inducidas por las olas. Una estructura flotante puede modelarse como un resorte con un período natural del movimiento en las direcciones de empuje y del oleaje. El período natural del movimiento en una dirección específica es inversamente proporcional a la rigidez de la estructura en esa dirección. A medida que aumenta la masa total (incluida la masa agregada) de la estructura, los períodos naturales del movimiento de la estructura se hacen más largos.

40 Un método para proporcionar estabilidad es amarrar la estructura con tendones verticales bajo tensión, tales como en las plataformas de patas de tensión. Dichas plataformas son ventajosas, debido a que tienen el beneficio adicional de tener el empuje sustancialmente restringido. Sin embargo, las plataformas de patas de tensión son estructuras costosas y, en consecuencia, no son factibles de usar en todas las situaciones.

55 La autoestabilidad (es decir, la estabilidad no depende del sistema de amarre) puede lograrse creando una gran superficie del plano de flotación. A medida que la estructura se inclina y se balancea, el centro de flotabilidad del

casco sumergido se desplaza para proporcionar un momento de enderezamiento. Aunque el centro de gravedad puede estar por encima del centro de flotabilidad, la estructura puede permanecer estable bajo ángulos de escora relativamente grandes. Sin embargo, las características de buen comportamiento en el mar del empuje de una gran superficie del plano de flotación en la zona de olas son en general indeseables.

5 Se proporciona una autoestabilidad inherente cuando el centro de gravedad está localizado por debajo del centro de flotabilidad. El peso combinado de la superestructura, el casco, la carga útil, el lastre y otros elementos puede estar dispuesto para bajar el centro de flotabilidad, pero una disposición de este tipo puede ser difícil de lograr. Un método para bajar el centro de gravedad es la adición de lastre fijo debajo del centro de flotación para contrarrestar el peso de la superestructura y la carga útil. El lastre fijo estructural, tal como arrabio, mineral ferruginoso y hormigón, se
10 coloca dentro de la estructura del casco o se une a la misma. La ventaja de una disposición de este tipo de lastre es que la estabilidad puede lograrse sin un efecto adverso en el rendimiento del buen comportamiento en el mar debido a una gran superficie del plano de flotación.

Las estructuras autoestables tienen la ventaja de una estabilidad independiente de la función del sistema de amarre. Si bien las características de buen comportamiento en el mar del empuje de las estructuras flotantes autoestabilizadoras son en general inferiores a las de las plataformas basadas en tendones, las estructuras autoestabilizadoras pueden ser sin embargo preferibles en muchas situaciones debido a los costes más altos de las estructuras basadas en tendones.

Las estructuras flotantes de la técnica anterior se han desarrollado con una variedad de diseños para las características de flotabilidad, estabilidad y buen comportamiento en el mar. En la patente de Estados Unidos N.º 6.431.107, expedida el 13 de agosto de 2002 de Byle y titulada "Tendon-Based Floating Structure" ("Byle"), que se
20 incorpora en el presente documento como referencia, se proporciona un análisis adecuado de las consideraciones e ilustraciones de diseño de estructuras flotantes de varias estructuras flotantes a modo de ejemplo.

Byle desvela diversos diseños de boya spar como ejemplos de estructuras flotantes inherentemente estables en las que el centro de gravedad ("CG") está dispuesto por debajo del centro de flotación ("CB"). Los cascos de boyas spar son alargados, en general, se extienden a más de seiscientos pies (183 metros) por debajo de la superficie del agua cuando se instalan. La dimensión longitudinal del casco debe ser lo suficientemente grande como para proporcionar una masa de tal manera que el período natural de empuje sea largo, reduciendo de este modo el empuje inducido por las olas. Sin embargo, debido al gran tamaño del casco spar, aumentan los costes de fabricación, transporte e
25 instalación. Es deseable proporcionar una estructura con una superestructura integrada que pueda fabricarse en el muelle para reducir los costes, pero que todavía sea inherentemente estable debido a un CG localizado por debajo del CB.

La patente de Estados Unidos N.º 6.761.508, expedida a Haun el 13 de julio de 2004 y titulada "Satellite Separator Platform (SSP)" ("Haun") desvela una plataforma de alta mar que emplea una columna central retráctil. La columna central se eleva por encima del nivel de quilla para permitir que la plataforma se arrastre a través de aguas poco profundas en ruta a un emplazamiento de instalación de aguas profundas. En el emplazamiento de instalación, la columna central se baja para extenderse por debajo del nivel de quilla para mejorar la estabilidad de la embarcación al bajar el CG. La columna central también proporciona amortiguación de cabeceo para la estructura. Sin embargo, la columna central agrega complejidad y coste a la construcción de la plataforma.

Otros diseños de casco de sistema en mar abierto se conocen en la técnica. Por ejemplo, la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2009/0126616, publicada el 21 de mayo de 2009 con el nombre de Srinivasan ("Srinivasan"), que se identifica como la técnica anterior más cercana, muestra una estructura de casco octagonal con esquinas afiladas y lados de pendiente muy pronunciada para cortar y romper hielo para operaciones árticas de una embarcación. A diferencia de la mayoría de las estructuras de alta mar convencionales, que están diseñadas para movimientos reducidos, la estructura de Srinivasan está diseñada para inducir movimientos de empuje, balanceo, inclinación y oleaje para realizar el corte del hielo.

La patente de Estados Unidos N.º 6.945.736, expedida a Smedal et al., el 20 de septiembre de 2005 y titulada "De alta mar Platform for Drilling After or Production of Hydrocarbons" ("Smedal"), desvela una plataforma de perforación y producción con un casco cilíndrico. La estructura de Smedal tiene un CG localizado por encima del CB y, por lo tanto, se basa en una gran superficie del plano de flotación para su estabilidad, con una característica de buen comportamiento en el mar de empuje disminuido concomitante. Aunque, la estructura de Smedal tiene un rebaje circunferencial formado alrededor del casco cerca de la quilla para la amortiguación del cabeceo y balanceo, la localización y el perfil de un rebaje de este tipo tienen poco efecto en el empuje de amortiguación.

Se cree que ninguna de las estructuras de alta mar de la técnica anterior se caracterizan por todos los siguientes atributos ventajosos: simetría del casco alrededor de un eje vertical; el CG localizado por debajo del CB para una estabilidad inherente sin el requisito de columnas retráctiles complejas o similares, características excepcionales de amortiguación de empuje sin el requisito de amarre con tendones verticales, y la capacidad de integración en el muelle de la superestructura y un tránsito de "lado derecho hacia arriba" al emplazamiento de instalación, que incluye la capacidad de tránsito a través de aguas poco profundas. Una estructura flotante de alta mar que posea todas estas características es deseable.

Además, existe una necesidad de mejora en los sistemas de descarga para transferir productos del petróleo a partir de una producción en alta mar y/o una estructura de almacenamiento para un barco cisterna. De acuerdo con la técnica anterior, como parte de un sistema de descarga, una boya de amarre de pata de anclaje (CALM) pequeña está anclada normalmente cerca de una estructura de almacenamiento. La boya CALM proporciona la capacidad para que un petrolero navegue libremente alrededor de la boya durante el proceso de transferencia del producto.

Por ejemplo, la patente de Estados Unidos N.º 5.065.687, concedida a Hampton el 19 de noviembre de 1991 y titulada "Mooring System", proporciona un ejemplo de una boya en un sistema de descarga. La boya está anclada al lecho marino con el fin de proporcionar una distancia de navegación mínima desde la estructura de almacenamiento cercana. Uno o más cabos o bridas de amarre submarinas sujetan la boya CALM a la estructura de almacenamiento y llevan una manguera de transferencia de producto entre las mismas. Un petrolero se conecta a la boya CALM de tal manera que una manguera se extiende desde el petrolero hasta la boya CALM para recibir el producto desde la estructura de almacenamiento a través de la boya CALM.

Sería ventajoso para una producción en alta mar y/o una estructura de almacenamiento proporcionar la capacidad para recibir un petrolero u otra embarcación y tener que atracar la embarcación directamente a la misma con la capacidad para que la embarcación navegue libremente alrededor de la estructura de alta mar, mientras se hace cargo del producto. Una disposición de este tipo evita la necesidad de una boya separada y proporciona mayor seguridad y menores costes de instalación, operación y mantenimiento.

3. Identificación de los objetos de la invención.

Un objeto principal de la invención es proporcionar una estructura de alta mar flotante caracterizada por todos los siguientes atributos ventajosos: simetría del casco alrededor de un eje vertical; centro de gravedad localizado por debajo del centro de flotabilidad para lograr una estabilidad inherente sin el requisito de columnas retráctiles complejas o similares, características excepcionales de amortiguación de empuje sin el requisito de amarre con tendones verticales, y un diseño que contemple una integración en el muelle de la superestructura y el tránsito de "lado derecho hacia arriba" al emplazamiento de instalación, que incluye la capacidad de tránsito a través de aguas poco profundas.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar a partir de una única estructura flotante rentable.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que realiza las actividades de una plataforma semisumergible, una plataforma de patas de tensión, una plataforma tipo spar, y una embarcación flotante de producción, almacenamiento y descarga en una estructura multifuncional.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que proporcione una mejor resistencia al cabeceo, balanceo y empuje.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato de alta mar para almacenar y descargar petróleo y gas que elimine el requisito de una boya separada para el amarre de una embarcación cisterna de transporte durante la transferencia de producto.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato de alta mar para almacenar y descargar petróleo y gas que elimine el requisito de una torreta.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que use un paquete de perforación modular que puede retirarse y usarse en otro lugar cuando se hayan perforado los pozos de producción.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método simplificado y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que contemple el ajuste fino de la respuesta general del sistema para satisfacer los requisitos de funcionamiento específicos y las condiciones de entorno regionales.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que contemple la descarga individual o en tándem.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que proporcione una gran capacidad de almacenamiento.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que adopte los elevadores marinos de perforación y las soluciones de árboles secos.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que puede construirse sin la necesidad de un dique seco, permitiendo de este modo la construcción en prácticamente cualquier astillero de fabricación.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un aparato para la perforación, la producción, el almacenamiento y la descarga en alta mar que sea fácilmente escalable.

Sumario de la invención

5 Los objetos descritos anteriormente y otras ventajas y características de la invención se incorporan, en una realización preferida, en una estructura flotante tal como se define en la reivindicación 1.

Varias realizaciones pueden ser como se definen en las reivindicaciones dependientes.

Por ejemplo, la estructura flotante (o una estructura de alta mar) tiene un casco que incluye una pared lateral ahusada hacia dentro superior y una pared lateral ahusada hacia fuera inferior. La forma de planta del casco puede tener una sección transversal circular o poligonal.

10 Las paredes laterales ahusadas superior e inferior funcionan conjuntamente para producir una cantidad significativa de amortiguación de radiación que resulta en casi nada de amplificación de empuje para cualquier periodo de las olas. Pueden proporcionarse unas extremidades en forma de aleta opcionales cerca del nivel de quilla para crear una masa adicional para reducir y afinar adicionalmente el empuje.

15 El centro de gravedad de la embarcación de alta mar de acuerdo con diversas realizaciones puede estar localizado por debajo de su centro de flotabilidad con el fin de proporcionar una estabilidad inherente. La adición de lastre a las partes más bajas y más exteriores del casco se usa para bajar el CG para diversas configuraciones de superestructura y cargas útiles a transportar por el casco. Puede usarse una suspensión espesa de hematita u otro material pesado y agua, proporcionando las ventajas del lastre estructural de alta densidad con la facilidad y flexibilidad de su eliminación por bombeo, si fuera necesario. El lastre crea grandes momentos de enderezamiento y
20 aumenta el período natural de la estructura por encima del periodo de las olas más comunes, limitando de este modo la aceleración inducida por la ola en todos los grados de libertad.

La altura h del casco está limitada a una dimensión que permite que la estructura se monte en tierra o en un muelle usando métodos de construcción naval convencionales y a continuación se remolque en posición vertical a una localización en alta mar.

25 La estructura de alta mar proporciona una o más conexiones de estacha móviles que permiten a una embarcación cisterna amarrar directamente a la estructura de alta mar durante la descarga en lugar de amarrar en una boya separada a cierta distancia de la estructura de almacenamiento de alta mar. La conexión de estacha móvil incluye una pista o carril arqueado. Un carro se desplaza sobre el carril y proporciona un cáncamo de amarre móvil o punto fuerte al que una estacha de amarre se conecta y amarra una embarcación cisterna.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Una mejor comprensión de la invención puede obtenerse cuando la descripción detallada de las realizaciones a modo de ejemplo expuestas a continuación se considera junto con los dibujos adjuntos en los que:

35 La figura 1 es una vista en perspectiva de una estructura flotante de almacenamiento de alta mar amarrada al lecho marino y que transporta elevadores de producción de acuerdo con una realización preferida de la invención, mostrada con una superestructura transportada por la estructura de almacenamiento para soportar operaciones de perforación y con una embarcación cisterna amarrada a la misma a través de un sistema de estacha móvil para transferir productos de hidrocarburos;

40 La figura 2 es un dibujo en sección transversal axial del perfil del casco de la estructura de almacenamiento de alta mar flotante de acuerdo con una realización preferida de la invención, que muestra una parte de pared vertical superior, una sección de pared ahusada hacia el interior superior, una sección de pared ahusada hacia el exterior inferior, y una sección de pared vertical inferior;

45 La figura 3 es una vista del casco de la estructura de almacenamiento de alta mar de la figura 1 en una sección transversal vertical a lo largo de su eje longitudinal, que muestra una piscina lunar opcional, unas aletas montadas en o cerca del nivel de la quilla para un ajuste fino de la respuesta dinámica de la estructura controlando la masa agregada, y una compartimentación interior que incluye tanques inferiores en forma de anillo lastrados con una suspensión de hematita, de acuerdo con una realización preferida de la invención;

La figura 4 es una sección transversal radial del casco de la figura 3 tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3, que muestra una vista en planta de las aletas de masa agregada y la compartimentación interior del casco;

50 La figura 5 es una vista en planta simplificada de la estructura de almacenamiento de la figura 1 con la superestructura de perforación de la estructura de almacenamiento eliminada para desvelar detalles ampliados de un sistema de estacha y descarga móvil, que muestra (en líneas transparentes) el barco cisterna de la figura 1 navegando libremente alrededor de la estructura de almacenamiento;

55 La figura 6 es un alzado de la estructura de almacenamiento y de la embarcación cisterna de la figura 5, que muestra las líneas de amarre de anclaje de catenaria, unos elevadores de producción opcionales que se extienden verticalmente a la quilla central de la estructura y que se reciben dentro de un porche de desembarque de elevador, y unos elevadores de catenaria opcionales dispuestos radialmente alrededor de la estructura del casco.

La figura 7 es una vista en planta ampliada y detallada de la estructura de almacenamiento de alta mar de la figura 5, que muestra un sistema de estacha y descarga móvil de acuerdo con una realización preferida de la invención;

La figura 8 es un dibujo en alzado detallado de la estructura de almacenamiento de alta mar de la figura 7;

La figura 9 es una vista en planta detallada de una de las conexiones de estacha móvil ilustradas en la figura 7;

La figura 10 es una vista detallada en alzado lateral en sección transversal parcial como se ve a lo largo de la línea 10-10 de la figura 9 de la conexión de estacha móvil de la figura 9;

La figura 11 es una vista detallada en alzado delantero en sección transversal parcial tomada a lo largo de la línea 11-11 de la figura 10 de la conexión de estacha móvil de la figura 9; y

La figura 12 es una vista en planta simplificada de la estructura de almacenamiento de alta mar de la figura 1 de acuerdo con una realización alternativa de la invención, que muestra una forma de planta de casco hexagonal y una conexión de estacha móvil de 360 grados.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención.

La figura 1 ilustra una estructura de alta mar flotante 10 para la producción y/o el almacenamiento de hidrocarburos a partir de pozos submarinos de acuerdo con una realización preferida de la invención. La estructura de alta mar 10 incluye un casco flotante 12, que puede transportar una superestructura 13 sobre la misma. La superestructura 13 puede incluir una colección diversa de equipos y estructuras, tales como viviendas para una tripulación, almacenamiento de equipos y una gran cantidad de otras estructuras, sistemas y equipos, en función del tipo de operación de alta mar que se realice. Por ejemplo, una superestructura 13 para perforar un pozo incluye una torre de perforación 15 para perforar, hacer funcionar tuberías y revestimientos, y operaciones relacionadas.

El casco 12 está amarrado al fondo del mar por un número de líneas de anclaje 16. Los elevadores de catenaria 90 pueden extenderse radialmente entre la estructura 10 y los pozos submarinos. Alternativa o adicionalmente, los elevadores verticales 91 pueden extenderse entre el fondo marino y el casco 12. A nivel de quilla, puede proporcionarse una estructura central multifuncional 86 para soportar lateralmente y/o verticalmente uno o más elevadores de catenaria o verticales 90, 91. La estructura central multifuncional 86 puede integrarse con el casco 12 durante la construcción del casco, o puede integrarse en el pozo central de la piscina lunar 26 (figura 3) y desplegarse después de que la estructura 10 esté localizada en el emplazamiento de instalación. La longitud axial de la estructura central multifuncional 86 depende de la aplicación. El extremo inferior del estructura central multifuncional 86 se ensancha idealmente hacia fuera para usarlo como un porche de desembarque de elevador. La estructura central multifuncional 86 puede usarse en combinación con la piscina lunar de pozo central 26, pero no se requiere un pozo central. La estructura central multifuncional 86 puede modificarse con un efecto mínimo en el diseño del casco 12 y permite flexibilidad en la disposición de las partes superiores.

Una embarcación cisterna *T* está amarrada a la estructura flotante 10 en un conjunto de conexión de estacha móvil 40 a través de una estacha 18. El conjunto de conexión de estacha móvil 40 incluye un carril arqueado que transporta un carro sobre el mismo proporcionando de este modo un punto fuerte móvil al que se conecta la estacha 18. El conjunto de conexión de estacha móvil 40 permite que la embarcación *T* navegue libremente alrededor de al menos una parte circunferencial de la estructura de alta mar 10. Una manguera de transferencia de producto 20 conecta la estructura de alta mar 10 a la embarcación cisterna *T* para transferir productos de hidrocarburos.

En una realización preferida, el casco 12 de la estructura de alta mar 10 tiene una cubierta principal circular 12a, una parte lateral cilíndrica superior 12b que se extiende hacia abajo desde la cubierta 12a, una sección lateral troncocónica superior 12c que se extiende hacia abajo desde la parte cilíndrica superior 12b y que se ahúsa hacia dentro, una sección lateral troncocónica inferior 12d que se extiende hacia abajo y que se ensancha hacia fuera, una sección lateral cilíndrica inferior 12e que se extiende hacia abajo desde la sección troncocónica inferior 12d y una quilla circular plana 12f. Preferentemente, la sección lateral troncocónica superior 12c tiene una altura vertical sustancialmente mayor que la sección troncocónica inferior 12d, y la sección cilíndrica superior 12b tiene una altura vertical ligeramente mayor que la sección cilíndrica inferior 12e.

La cubierta principal circular 12a, la parte lateral cilíndrica superior 12b, la sección lateral troncocónica superior 12c, la sección lateral troncocónica inferior 12d, la sección lateral cilíndrica inferior 12e, y la quilla circular 12f son todas coaxiales con un eje vertical común 100 (figura 2). En consecuencia, el casco 12 se caracteriza por una sección transversal circular cuando se toma perpendicular al eje 100 en cualquier elevación.

Debido a su forma en planta circular, la respuesta dinámica del casco 12 es independiente de la dirección de la ola (al descuidar cualquier asimetría en el sistema de amarre, los elevadores, y las extremidades bajo el agua). Además, la forma ahusada del casco 12 es estructuralmente eficiente, ofreciendo una gran carga útil y volumen de almacenamiento por tonelada de acero en comparación con las estructuras marinas tradicionales en forma de barco. El casco 12 tiene preferentemente paredes redondas que son circulares en sección transversal radial, pero tal forma puede aproximarse usando un gran número de placas de metal planas en lugar de doblar las placas con una curvatura deseada.

Aunque se prefiere una forma en planta de casco circular, pueden usarse formas en planta de casco poligonales de acuerdo con unas realizaciones alternativas, como se describe a continuación con respecto a la figura 12. Se

prefiere, pero no es necesario, que la estructura 10 sea simétrica o casi simétrica respecto al eje vertical 100 para minimizar las fuerzas de guiñada inducidas por la ola.

La figura 2 es una vista simplificada del perfil vertical del casco 12 de acuerdo con una realización preferida de la invención. Dicho perfil se aplica a formas en planta tanto circulares como poligonales. El diseño específico de las paredes de casco con pendiente superior e inferior 12c, 12d genera una cantidad significativa de amortiguación de radiación que resulta en casi ninguna amplificación de empuje para cualquier período de ola, como se describe a continuación.

La sección lateral troncocónica superior 12c está localizada en la zona de ola. En el proyecto de diseño, la línea de flotación está localizada en la sección troncocónica superior 12c justo debajo de la intersección con la sección lateral cilíndrica superior 12b. La sección ahusada hacia dentro superior 12c se inclina preferentemente en un ángulo α con respecto al eje vertical 100 de la embarcación entre 10 y 15 grados. El ensanchamiento interior antes de alcanzar la línea de flotación modera significativamente el empuje hacia abajo, debido a que un movimiento hacia abajo del casco 12 aumenta la superficie del plano de flotación. En otras palabras, la superficie de casco normal al eje vertical 100 que rompe la superficie del agua aumentará con el movimiento del casco hacia abajo, y tal superficie aumentada estará sujeta a la resistencia opuesta de la interfaz aire/agua. Se ha descubierto que 10-15 grados de ensanchamiento proporcionan una cantidad deseable de amortiguación del empuje hacia abajo sin sacrificar demasiado volumen de almacenamiento de la embarcación.

Del mismo modo, la superficie ahusada inferior 12d amortigua el empuje hacia arriba. La sección de pared con pendiente inferior 12d está localizada por debajo de la zona de las olas (aproximadamente 30 metros por debajo de la línea de flotación). Debido a que toda la superficie de pared con pendiente hacia abajo inferior 12d está por debajo de la superficie del agua, se desea una superficie mayor (normal al eje vertical 100) para lograr una amortiguación hacia arriba. Por consiguiente, el diámetro D_1 de la sección de casco inferior es preferentemente mayor que el diámetro D_2 de la sección de casco superior. La sección de pared inferior con pendiente hacia fuera 12d se inclina preferentemente un ángulo γ con respecto al eje vertical 100 de la embarcación entre 55 y 65 grados. La sección inferior se ensancha hacia fuera un ángulo mayor o igual a 55 grados para proporcionar una mayor inercia para los movimientos de balanceo y cabeceo. El aumento de la masa contribuye a los períodos naturales para el cabeceo y el balanceo por encima de la energía de ola esperada. El límite superior de 65 grados se basa en evitar cambios bruscos en la estabilidad durante el lastrado inicial en la instalación. Es decir, la superficie de pared 12d podría ser perpendicular al eje vertical 100 y lograr una cantidad deseada de amortiguación de empuje hacia arriba, pero un perfil de casco de este tipo daría lugar a un cambio indeseable en la estabilidad durante el lastrado inicial en la instalación.

Como se ilustra en la figura 2, el centro de gravedad de la embarcación en alta mar 10 se localiza por debajo de su centro de flotación para proporcionar una estabilidad inherente. La adición de lastre al casco 12, como se describe a continuación con respecto a las figuras 3 y 4, se usa para bajar el CG. Idealmente, se agrega suficiente lastre para bajar el CG por debajo del CB para cualquier configuración de superestructura 13 (figura 1) y de carga útil a transportar por el casco 12.

La forma del casco de la estructura 10 se caracteriza por un relativamente alto metacentro. Pero, debido a que el CG es bajo, la altura metacéntrica se mejora aún más, dando como resultado grandes momentos de enderezamiento. Además, la localización periférica del lastre fijo (que se trata a continuación con respecto a las figuras 3 y 4), aumenta aún más los momentos de enderezamiento. En consecuencia, la estructura de alta mar 10 resiste agresivamente el balanceo y el cabeceo y se dice que es "rígida". Las embarcaciones rígidas se caracterizan normalmente por aceleraciones erráticas y bruscas, ya que los grandes momentos de enderezamiento contrarrestan el cabeceo y el balanceo. Sin embargo, la inercia asociada con la alta masa total de la estructura 10, mejorada específicamente por el lastre fijo, mitiga tales aceleraciones. En particular, la masa del lastre fijo aumenta el período natural de la estructura 10 por encima del período de las olas más comunes, limitando de este modo la aceleración inducida por las olas en todos los grados de libertad.

Las figuras 3 y 4 muestran una posible disposición de compartimentos de lastre y de almacenamiento dentro del casco 12. Uno o más compartimentos 80 que forman conjuntamente una forma de anillo (que tiene una sección cuadrada o rectangular) está localizado en una parte más baja y más exterior del casco 12. Los compartimentos 80 están, en una realización preferida, reservados para el lastre fijo para bajar el CG de la estructura de alta mar 10. Puede usarse un lastre pesado, como el hormigón cargado con un agregado pesado de hematita, barita, limonita, magnetita, chatarra de acero, partículas metálicas, virutas, otros desechos o similares. Sin embargo, más preferentemente, se usa una suspensión de hematita y agua, por ejemplo, una parte de hematita con tres partes de agua. La suspensión espesa de hematita y agua proporciona ventajas de lastre estructural de alta densidad con la facilidad y flexibilidad de su eliminación por bombeo, si fuera necesario.

El casco 12 incluye otros compartimentos en forma de anillo para su uso como vacíos, lastrado, o almacenamiento de hidrocarburos. Un tanque anular interior 81 rodea la piscina lunar opcional 26 e incluye uno o más mamparos radiales 94 para soporte estructural y o compartimentación o amortiguación. Dos compartimentos anulares exteriores que tienen unas paredes exteriores que se adaptan a la forma de las paredes exteriores del casco 12 rodean el compartimiento 81. Los compartimentos 82 y 83 incluyen unos mamparos radiales 96 para soporte

estructural y compartimentación, permitiendo de este modo un ajuste de compensación fino ajustando los niveles del tanque.

Las figuras 3 y 4 muestran también el detalle de las extremidades en forma de aletas opcionales 84 usadas para crear masa añadida y para reducir el empuje y de otro modo estabilizar la estructura de alta mar 10. La una o más aletas 84 están unidas a una parte inferior y exterior de la sección lateral cilíndrica inferior 12e del casco 12. Como se muestra, las aletas 84 comprenden cuatro secciones de aleta separadas entre sí por huecos 86. Los huecos 86 alojan unos elevadores de producción de catenaria 90 y unas líneas de anclaje 16 en el exterior del casco 12 sin contacto con las aletas 84.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, se muestra una aleta 84 para reducir el empuje en la sección transversal. En una realización preferida, la aleta 84 tiene la forma de un triángulo rectángulo en una sección transversal vertical, donde el ángulo recto está localizado adyacente a la pared lateral exterior más baja de la sección cilíndrica inferior 12e del casco 12, de tal manera que un borde inferior 84e de la forma del triángulo es coplanario con la superficie de quilla 12f, y la hipotenusa 84f de la forma del triángulo se extiende desde un extremo distal del borde inferior 84e de la forma del triángulo hacia arriba y hacia adentro para unirse a la pared lateral exterior de la sección cilíndrica inferior 12e.

El número, el tamaño y la orientación de las aletas 84 pueden variarse para una eficacia óptima en eliminar el empuje. Por ejemplo, el borde inferior 84e puede extenderse radialmente hacia fuera una distancia que es aproximadamente la mitad de la altura vertical de la sección cilíndrica inferior 12e, con la hipotenusa 84f unida a la sección cilíndrica inferior 12e aproximadamente un cuarto de la altura vertical de la sección cilíndrica inferior 12e desde el nivel de la quilla. Como alternativa, con el radio R de la sección cilíndrica inferior 12e definido como $D_1/2$, entonces el borde inferior 84e de la aleta 84 puede extenderse radialmente hacia el exterior una distancia adicional r , donde $0,05R \geq r \geq 0,20R$, preferentemente aproximadamente $0,10R \geq r \geq 0,15R$, y más preferentemente $r \approx 0,125R$. Aunque se muestran cuatro aletas 84 de una configuración específica que definen una cobertura radial dada en las figuras 3 y 4, puede usarse un número diferente de aletas que definen más o menos una cobertura radial para variar la cantidad de masa agregada según se requiera. La masa agregada puede o no ser deseable en función de los requisitos de una estructura flotante específica. Sin embargo, la masa agregada es en general el método menos costoso para aumentar la masa de una estructura flotante con el fin de influir en el período natural del movimiento.

En una realización preferida, la estructura de alta mar 10 tiene un diámetro D_1 de 121 m, D_2 de 97,6 m, y D_3 de 81 m, una altura de 79,7 m, un calado de 59,4 m, un desplazamiento de 452863 toneladas métricas, y una capacidad de almacenamiento de 1,6 Mbbls. Dicha estructura se caracteriza por un período natural de levantamiento de 23 s y un período natural de balanceo de 32 s. Sin embargo, la estructura de alta mar 10 puede diseñarse y dimensionarse para cumplir con los requisitos de una aplicación específica. Por ejemplo, las dimensiones anteriores pueden escalarse usando la conocida técnica de escalado de Froude. Por ejemplo, una estructura de alta mar escalada hacia abajo puede tener un diámetro D_2 de 61 m, un calado de 37 m, un desplazamiento de 110562 toneladas métricas, un período natural de empuje de 18 s y un período natural de balanceo de 25 s.

Se desea que la altura h del casco 12 se limite a una dimensión que permita que la estructura de alta mar 10 se monte en tierra o en un muelle usando métodos de construcción naval convencionales y se remolque en posición vertical a una localización en alta mar. Una vez instalada, las líneas de anclaje 16 (figura 1) se sujetan a los anclajes en el fondo marino, amarrando de este modo la estructura de alta mar 10 en una localización deseada.

La estructura de alta mar 10 de la figura 1 se muestra en una vista en planta en las figuras 5 y 7 y en alzado lateral en las figuras 6 y 8. En una aplicación típica, el petróleo crudo se produce a partir de un pozo submarino (no ilustrado), se transfiere y se almacena temporalmente en el casco 12, y a continuación se descarga a un petrolero T para su posterior transporte a las instalaciones en tierra. El petrolero T está amarrado temporalmente a la estructura de alta mar 10 durante la operación de descarga mediante una estacha 18, que normalmente es una cuerda sintética o de cable. Una manguera 20 se extiende entre el casco 12 y el petrolero T para transferir los fluidos del pozo desde la estructura de alta mar 10 al petrolero T .

Un procedimiento para amarrar el petrolero T a la estructura de alta mar 10 se describe a continuación con mayor detalle. Para descargar una carga fluida que se ha almacenado en la estructura de alta mar 10, el petrolero T de transporte se acerca a la estructura de alta mar. Haciendo referencia a las figuras 5-8, se almacena un cabo mensajero en los carretes 70a y/o 70b. Un primer extremo de un cabo mensajero se dispara con un cañón pirotécnico desde la estructura de alta mar 10 hasta el petrolero T y se recibe por el personal del petrolero. El otro extremo del cabo mensajero se une a un extremo 18c de la estacha 18 del lado del petrolero. El personal del petrolero puede tirar del extremo 18c de la estacha 18 del lado del petrolero hacia el petrolero T , donde se une a un cáncamo, punta u otro punto fuerte en el petrolero T . El personal del petrolero dispara un extremo de un cabo mensajero al personal de la estructura en alta mar 10, que engancha ese extremo del cabo mensajero a un extremo 20a de la manguera 20 del lado del petrolero. El personal del petrolero tira, a continuación, de la manguera 20 hacia el petrolero y la conecta a un puerto de fluido en el sistema de transferencia de carga. Normalmente, la carga se descargará desde la estructura de alta mar 10 al petrolero T , pero también puede hacerse lo contrario, donde la carga del petrolero T se transfiere a la estructura de alta mar para su almacenamiento.

Durante las operaciones de descarga, el petrolero *T* navegará alrededor de la estructura de alta mar 10 de acuerdo con los caprichos del entorno circundante. Como se describe con mayor detalle a continuación, la navegación se adapta a la de la estructura de alta mar 10 a través de la conexión de estacha móvil 40, lo que permite un movimiento considerable del petrolero alrededor de la estructura 10 sin interrumpir la operación de descarga.

5 Después de terminar la operación de descarga, el extremo de manguera 20a se desconecta del petrolero *T*, y se usa un carrete de manguera 20b para recoger la manguera 20 en la estiba en la estructura de alta mar 10. Una segunda manguera y un carrete de manguera 72 se proporcionan idealmente en el la estructura de alta mar 10 para su uso junto con la segunda conexión de estacha móvil 60 en el lado opuesto de la estructura de alta mar 10. El extremo 18c de la estacha 18 del lado del petrolero se desconecta a continuación, lo que permite que parta el petrolero *T*. El
10 cabo mensajero se usa para tirar del extremo 18c de la estacha 18 del lado del petrolero hacia la estructura de alta mar.

La localización y orientación del petrolero *T* se ven afectadas por la dirección y fuerza del viento, la acción de las olas y la fuerza y la dirección de la corriente. Debido a que su proa está amarrada a la estructura de alta mar 10 mientras que su popa oscila libremente, el petrolero *T* navega alrededor de la estructura de alta mar 10. Como se muestra en la figura 5, las fuerzas debidas al viento, las olas y la corriente cambian, el petrolero *T* puede moverse a la posición indicada por la línea transparente A o a la posición indicada por la línea transparente B. Unos remolcadores o un sistema de anclaje temporal adicional, ninguno de los cuales se muestra, puede usarse para mantener el petrolero *T* a una distancia mínima y segura de la estructura de alta mar 10 en caso de un cambio en las fuerzas netas que de otra manera harían que el petrolero *T* se mueva hacia la estructura de alta mar 10.
15

20 Como se ve mejor en la figura 7, la conexión de estacha móvil 40 incluye preferentemente una pista o carril arqueado 42. Un carro se desplaza en el carril 42 y proporciona un cáncamo de amarre móvil o punto fuerte en el que se conecta la estacha 18, permitiendo de este modo la navegación del petrolero *T*. En una realización, un canal tubular 42 se extiende en un arco de 90 grados alrededor del casco 12, permitiendo de este modo la navegación sin restricciones en un arco aproximado de 270 grados entre las líneas 51 y 53. El canal tubular 42 tiene unos extremos opuestos 42f, 42g para proporcionar unos topes al carro 46. El canal tubular 42 tiene un radio de curvatura que
25 supera y es paralelo al radio de curvatura de la pared cilíndrica superior exterior 12b del casco 12. Los separadores 44 separan el canal tubular lejos del lado 12b del casco 12. La manguera 20, la línea de anclaje 16 y los elevadores 90 (figura 1) pueden pasar a través de un espacio definido entre la pared de casco exterior 12b y el canal tubular 42.

30 Para una mayor flexibilidad en adaptarse a la dirección del viento, la estructura de alta mar 10 tiene preferentemente una segunda conexión de estacha móvil 60 colocada opuesta a la conexión de estacha móvil 40. El petrolero *T* puede amarrarse o bien a la conexión de estacha móvil 40 o a la conexión de estacha móvil 60, en función de qué se adapta mejor al petrolero *T* a sotavento de la estructura de alta mar 10. La conexión de estacha móvil 60 es esencialmente idéntica en diseño y construcción a la estacha móvil 40 con su propio canal tubular ranurado y un carro atrapado que se desliza libremente y que tiene un grillete que sobresale a través de la ranura en el canal tubular. Debido a que cada conexión de estacha móvil 40 y 60 es capaz de adaptarse al movimiento del petrolero *T*
35 dentro de aproximadamente un arco de 270 grados, se proporciona un alto grado de flexibilidad para la operación de descarga con 360 grados de capacidad de navegación. Sin embargo, puede proporcionarse un número diferente de conexiones de estacha móvil que cubran diversos arcos. Por ejemplo, una única conexión de estacha que cubre 360 grados está dentro del alcance de la invención.

40 Las figuras 9-11 ilustran una conexión de estacha móvil 40 en detalle de acuerdo con la presente invención. La conexión de estacha móvil 40 incluye preferentemente un canal tubular 42 casi completamente cerrado que tiene una sección transversal rectangular y una ranura longitudinal 42a en la pared lateral fuera de borda 42b. Los separadores 44 montan el canal tubular 42 horizontalmente a la pared vertical superior 12b del casco 12. Un carro 46 está capturado y puede moverse en el canal tubular 42. Un grillete o cáncamo de carro 48 se une al carro 46 y
45 proporciona un punto de conexión fuerte para la estacha 18. Como el aparejo a bordo es bien conocido en la técnica, los detalles de la conexión de estacha no se proporcionan en el presente documento. La pared 42b, que tiene una ranura 42a, es una pared exterior vertical relativamente alta, y una superficie exterior de una pared interior opuesta 42c tiene la misma altura. Se colocan unos separadores 44, por ejemplo, mediante soldadura, a la superficie exterior de la pared interior 42c. Un par de paredes opuestas, relativamente cortas, horizontales 42d y 42e
50 se extienden entre las paredes verticales 42b y 42c para completar el recinto del canal tubular 42, excepto que la pared vertical 42b tiene la ranura longitudinal horizontal 42a que se extiende casi por toda la longitud del canal tubular 42. El carro 46 incluye una placa base 46a, que tiene cuatro aberturas rectangulares formadas a través de la misma para recibir cuatro ruedas 47. El carro 46 puede moverse hacia delante y hacia atrás dentro del canal tubular encerrado 42 entre los extremos 42f y 42g.

55 La acción del viento, las olas y la corriente pueden aplicar una gran cantidad de fuerza sobre el petrolero *T*, en particular durante una tormenta o un chubasco, que a su vez aplica una gran cantidad de fuerza sobre el carro 46 y el canal tubular 42. La ranura 42a debilita el canal 42, y si se aplica suficiente fuerza, la pared 42b puede doblarse, posiblemente abriendo la ranura 42a lo suficientemente ancha para que el carro 46 pueda arrancarse de su pista. Por lo tanto, el canal tubular 42 está diseñado y construido preferentemente para soportar tales fuerzas. Las esquinas interiores dentro del canal tubular 42 están idealmente reforzadas.
60

5 El canal tubular 42 descrito e ilustrado en las figuras 9-11 es solo una disposición para proporcionar una conexión de estacha móvil 40. Cualquier tipo de carril, canal o pista puede usarse en la conexión de estacha móvil, provista de un carro o cualquier tipo de dispositivo rodante, móvil o deslizante que pueda moverse longitudinalmente, pero que queda atrapado por el carril, el canal o la pista. Por ejemplo, una viga en I, que tiene pestañas opuestas unidas a un alma central, puede usarse como un carril en lugar del canal tubular, con un carro u otro dispositivo rodante o deslizante capturado y móvil en la viga en I. Las siguientes patentes se incorporan como referencia por todo lo que enseñan y, en particular, por lo que enseñan sobre cómo diseñar y construir una conexión móvil: las patentes de Estados Unidos números: 5.595.121, titulada "Amusement Ride and Self-propelled Vehicle Therefor" y expedida a Elliott et al.; 6.857.373, titulada "Variably Curved Track-Mounted Amusement Ride" y expedida a Checketts et al.; 10 3.941.060, titulada "Monorail System" y expedida a Morsbach; 4.984.523, titulada "Self-propelled Trolley and Supporting Track Structure" y expedida a Define et al.; y 7.004.076, titulada "Material Handling System Enclosed Track Arrangement" y expedida a Traubenkraut et al.

15 La figura 12 ilustra una estructura de alta mar 10' que tiene un casco 12' de una forma en planta poligonal. Uno o más canales o carriles arqueados 42 con un radio de curvatura apropiado están montados en el casco poligonal 12' con unos separadores adecuados 44 con el fin de proporcionar una conexión de estacha móvil 40. La figura 12 ilustra un casco hexagonal, pero cualquier número de lados puede usarse según sea apropiado.

20 El resumen de la divulgación se escribe únicamente para proporcionar a la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos y al público en general un camino por el que determinar rápidamente, a partir de una somera lectura, la naturaleza y la esencia de la divulgación técnica, y que representa únicamente una realización preferida y no es indicativa de la naturaleza de la invención en su conjunto.

Aunque se han ilustrado en detalle algunas realizaciones de la invención, la invención no está limitada a las realizaciones mostradas; a los expertos en la materia se les pueden ocurrir modificaciones y adaptaciones de la realización anterior. Tales modificaciones y adaptaciones están dentro del alcance de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones.

25

REIVINDICACIONES

1. Una estructura flotante (10) que tiene un eje vertical central, estando dicha estructura dispuesta y diseñada para la perforación, producción, almacenamiento y descarga de petróleo, que comprende:

un casco (12) que tiene

5 una parte cilíndrica superior (12b),

incluyendo dicho casco una parte troncocónica superior (12c) conectada directamente a la parte inferior de dicha parte cilíndrica superior (12b) y que tiene unas paredes inclinadas hacia abajo y hacia dentro, inclinándose dichas paredes inclinadas hacia abajo y hacia dentro en un ángulo de entre 10 y 15 grados con respecto a dicho eje vertical central, siendo dicho ángulo lo suficientemente grande como para proporcionar amortiguación al empuje hacia abajo de dicha estructura en respuesta a las oscilaciones oceánicas, pero lo suficientemente pequeño como para proporcionar un gran volumen de almacenamiento de dicha parte troncocónica superior,

10 incluyendo dicho casco una parte troncocónica inferior (12d) dispuesta debajo de dicha parte troncocónica superior (12c) y que tiene unas paredes inclinadas hacia abajo y hacia fuera, inclinándose hacia fuera dichas paredes inclinadas hacia fuera en un ángulo mayor o igual que 55 grados pero menor que 65 grados con respecto a dicho eje vertical central, con el fin de proporcionar una gran inercia a dicha estructura para los movimientos de empuje y cabeceo, proporcionando de este modo períodos naturales de empuje, cabeceo y balanceo sobre la energía de las olas esperada del océano, pero lo suficientemente pequeña como para evitar cambios bruscos en la estabilidad durante el lastrado durante la instalación, e

15 incluyendo dicho casco una parte cilíndrica inferior (12e) conectada directamente a la parte inferior de dicha parte troncocónica inferior (12d),

20 en el que la parte inferior de dicha parte cilíndrica inferior (12e) define una quilla (12f) de dicho casco (12), y la parte superior de dicha parte cilíndrica superior (12b) define una cubierta principal (12a) de dicha estructura (10), estando dicha estructura caracterizada por un centro de gravedad bajo (CG) que proporciona una estabilidad inherente con dicho centro de gravedad bajo (CG) que mejora una altura metacéntrica de dicha estructura que da como resultado un gran movimiento de enderezamiento,

25 teniendo dicha estructura un lastre en uno o más compartimentos en forma de anillo (80) que están localizados en las partes más exteriores de dicha parte cilíndrica inferior (12e), aumentando además de este modo dichos movimientos de enderezamiento.

2. La estructura (10) de la reivindicación 1, en la que:

30 dicho casco (12) tiene una forma de planta poligonal o una forma de planta circular.

3. La estructura (10) de la reivindicación 1 o 2, en la que:

la altura (h) de dicho casco (12), definida desde dicha quilla (12f) hasta dicha cubierta principal (12a), es menor que el diámetro más grande (D_1) de dicho casco.

4. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que:

35 la altura (h) de dicho casco (12), definida desde dicha quilla (12f) hasta dicha cubierta principal (12a), es menor que el diámetro más pequeño (D_3) de dicho casco.

5. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que:

dicha parte cilíndrica superior (12b) define un diámetro de casco superior (D_2); dicha parte cilíndrica inferior (12e) define un diámetro de casco inferior (D_1);

40 una intersección de dichas partes troncocónicas superior e inferior (12c, 12d) define un diámetro de cuello de casco (D_3);

dicho diámetro de cuello de casco (D_3) está entre el 75 y el 90 por ciento y preferentemente entre el 80 y el 85 por ciento de dicho diámetro de casco superior (D_2); y

45 dicho diámetro de casco inferior (D_1) está entre el 115 y el 130 por ciento y preferentemente entre el 120 y el 125 por ciento de dicho diámetro de casco superior (D_2).

6. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que:

dicha parte troncocónica inferior (12d) está conectada directamente a la parte inferior de dicha parte troncocónica superior (12c), y dicha parte inferior de dicha parte troncocónica superior (12c) define un diámetro de cuello de casco D_3 .

50 7. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

una piscina lunar central (26) formada en dicho casco (12) que se extiende desde dicha quilla (12f) hasta dicha cubierta principal (12a).

8. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

una aleta (84) fijada a dicho casco (12) cerca de dicha quilla (12f), extendiéndose dicha aleta radialmente hacia fuera desde dicho casco (12).

9. La estructura (10) de la reivindicación 8, en la que:

5 dicha aleta comprende al menos unas secciones de aleta discretas primera y segunda con un intervalo de aproximadamente la circunferencia del casco; y dichas secciones de aleta discretas primera y segunda están separadas para definir un espacio entre las mismas.

10. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

10 una primera conexión de estacha móvil (40) que incluye un primer carril arqueado (42) montado en una pared exterior superior del casco (12) y un primer carro (46) capturado y dispuesto de manera móvil sobre dicho primer carril arqueado (42), definiendo dicho primer carro (46) un primer punto fuerte móvil (48) para amarrar una embarcación (7) al mismo.

11. La estructura (10) de la reivindicación 10, en la que dicho primer carril arqueado (42) es circular y está dispuesto 360 grados alrededor de dicho casco (12).

15 12. La estructura de la reivindicación 10 u 11, que comprende además:

una segunda conexión de estacha móvil (60) que incluye un segundo carril arqueado montado en una pared exterior superior del casco (12) opuesto a dicho primer carril arqueado y un segundo carro capturado y dispuesto de manera móvil en dicho segundo carril, definiendo dicho segundo carro un segundo punto fuerte móvil para amarrar una embarcación al mismo.

20 13. La estructura de la reivindicación 12, en la que:

dicho primer carril arqueado (42) define un primer punto central localizado en dicho eje vertical (100);
dicho segundo carril arqueado define un segundo punto central localizado en dicho eje vertical;
dicho primer carril arqueado define un primer arco que se extiende aproximadamente 90 grados alrededor de dicho primer punto central;
25 dicho segundo carril arqueado define un segundo arco que se extiende aproximadamente 90 grados alrededor de dicho segundo punto central y aproximadamente 180 grados opuesto a dicho primer carril arqueado; por lo que
cada una de dichas conexiones de estacha móvil primera y segunda (40, 60) permite que una embarcación amarrada a las mismas navegue aproximadamente 270 grados alrededor de dicha estructura.

30 14. La estructura (10) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

en la que dicho lastre está formado por una suspensión no curable que incluye un material pesado.

15. La estructura (10) de la reivindicación 14, en la que dicho material pesado incluye al menos uno de un grupo que consiste en hematita, barita, limonita y magnetita, y consistiendo preferentemente dicha suspensión en aproximadamente tres partes de agua y una parte de hematita.

35

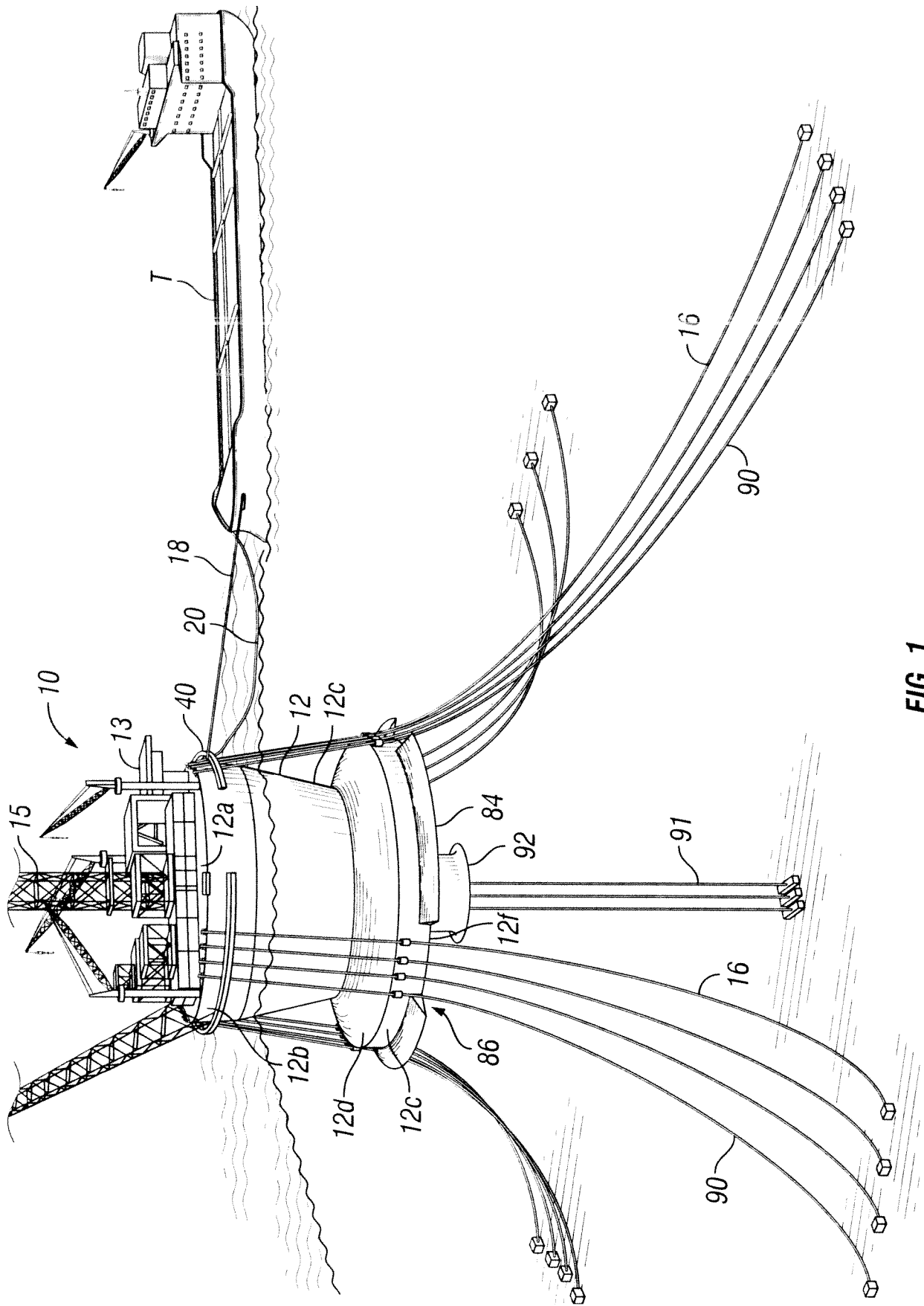


FIG. 1

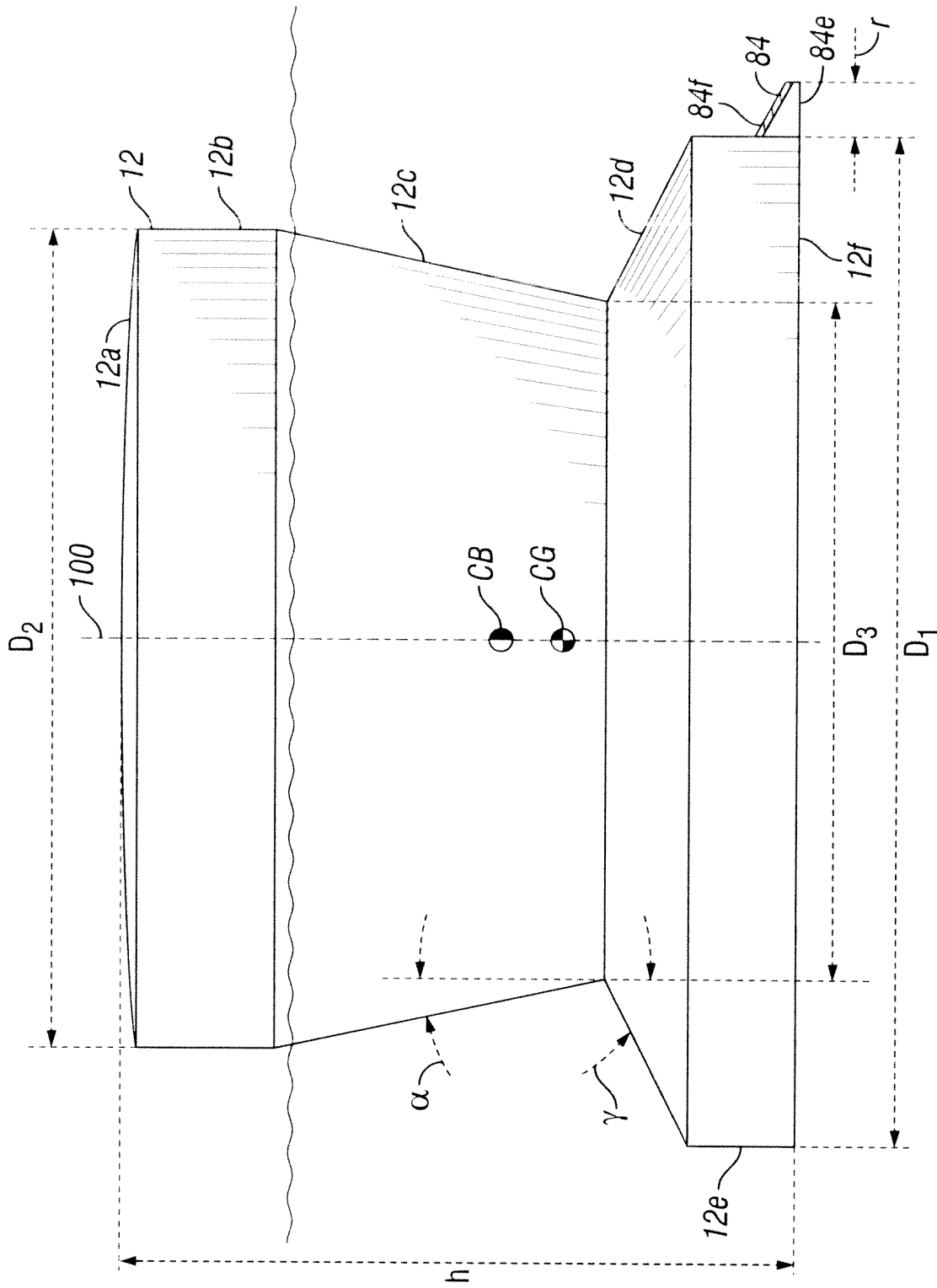


FIG. 2

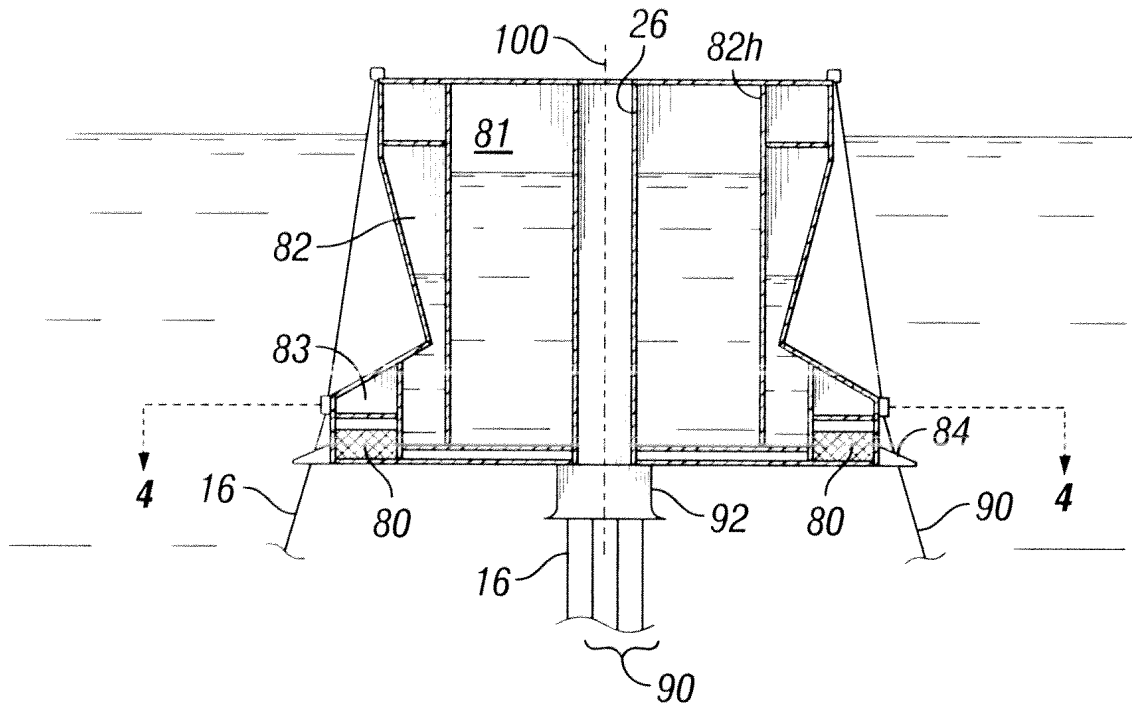


FIG. 3

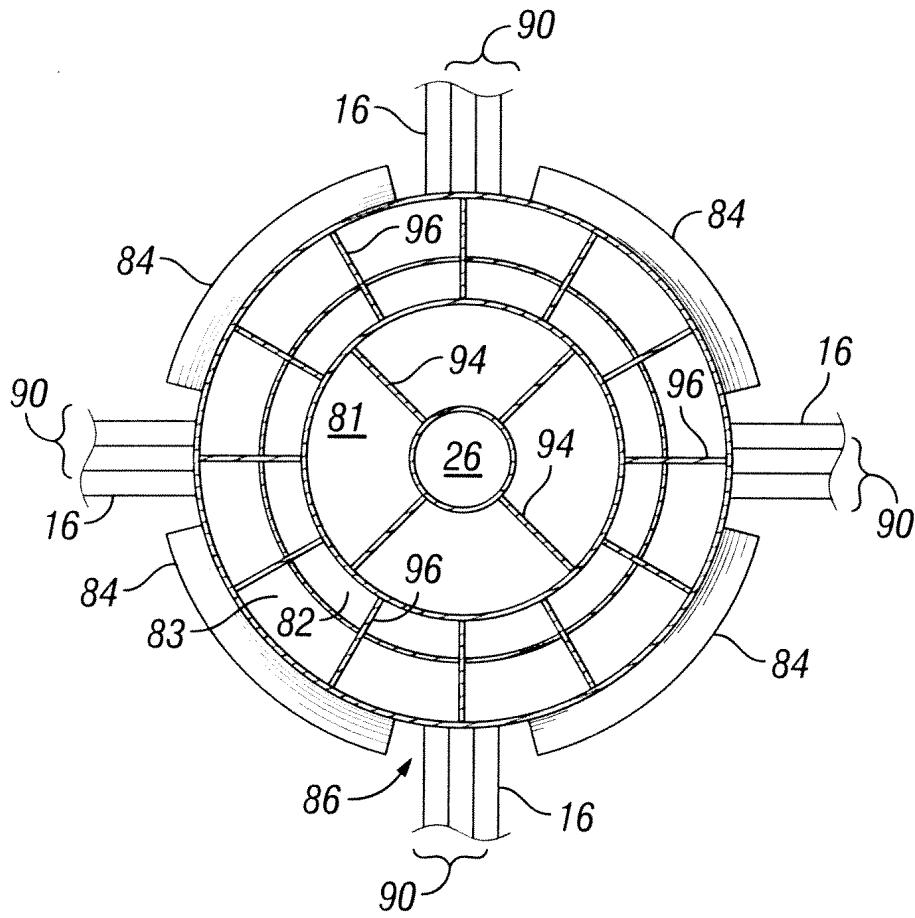


FIG. 4

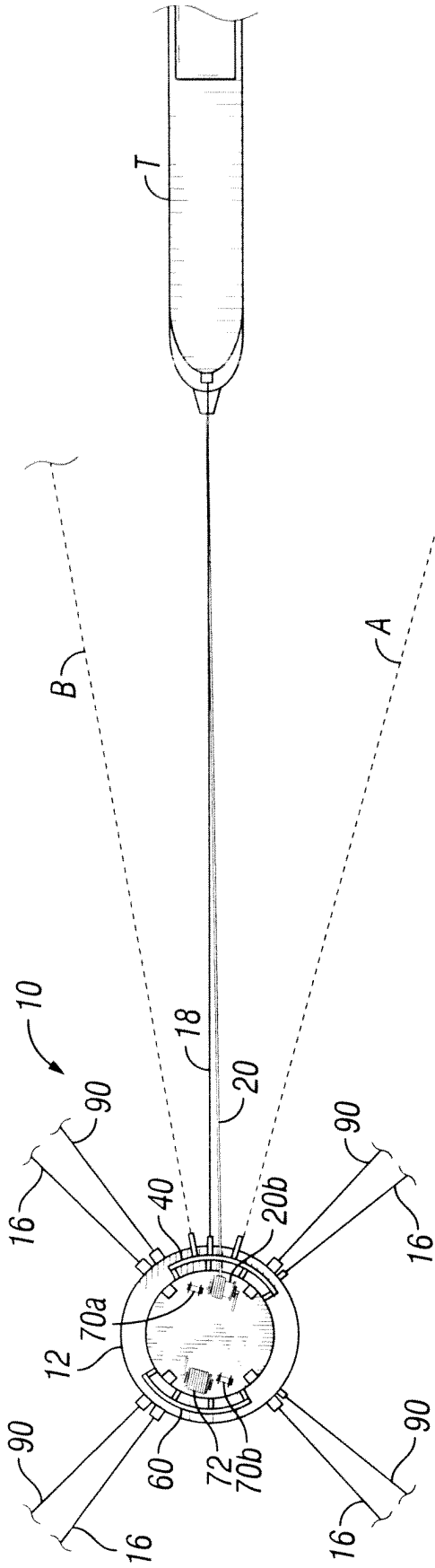


FIG. 5

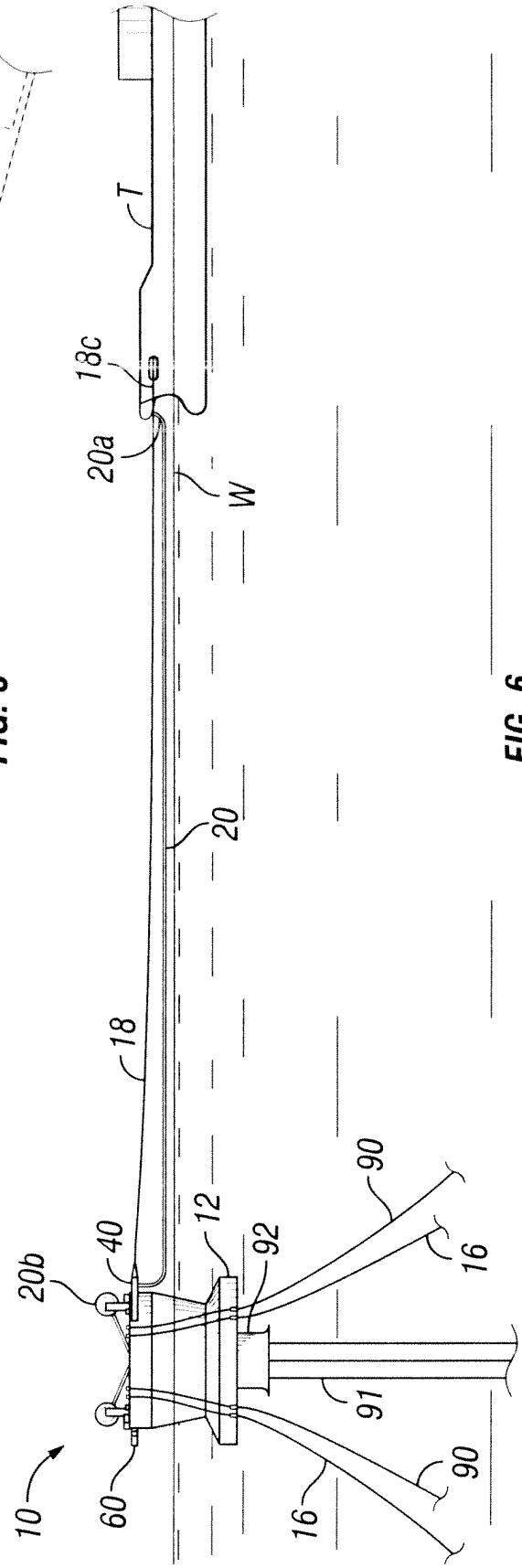


FIG. 6

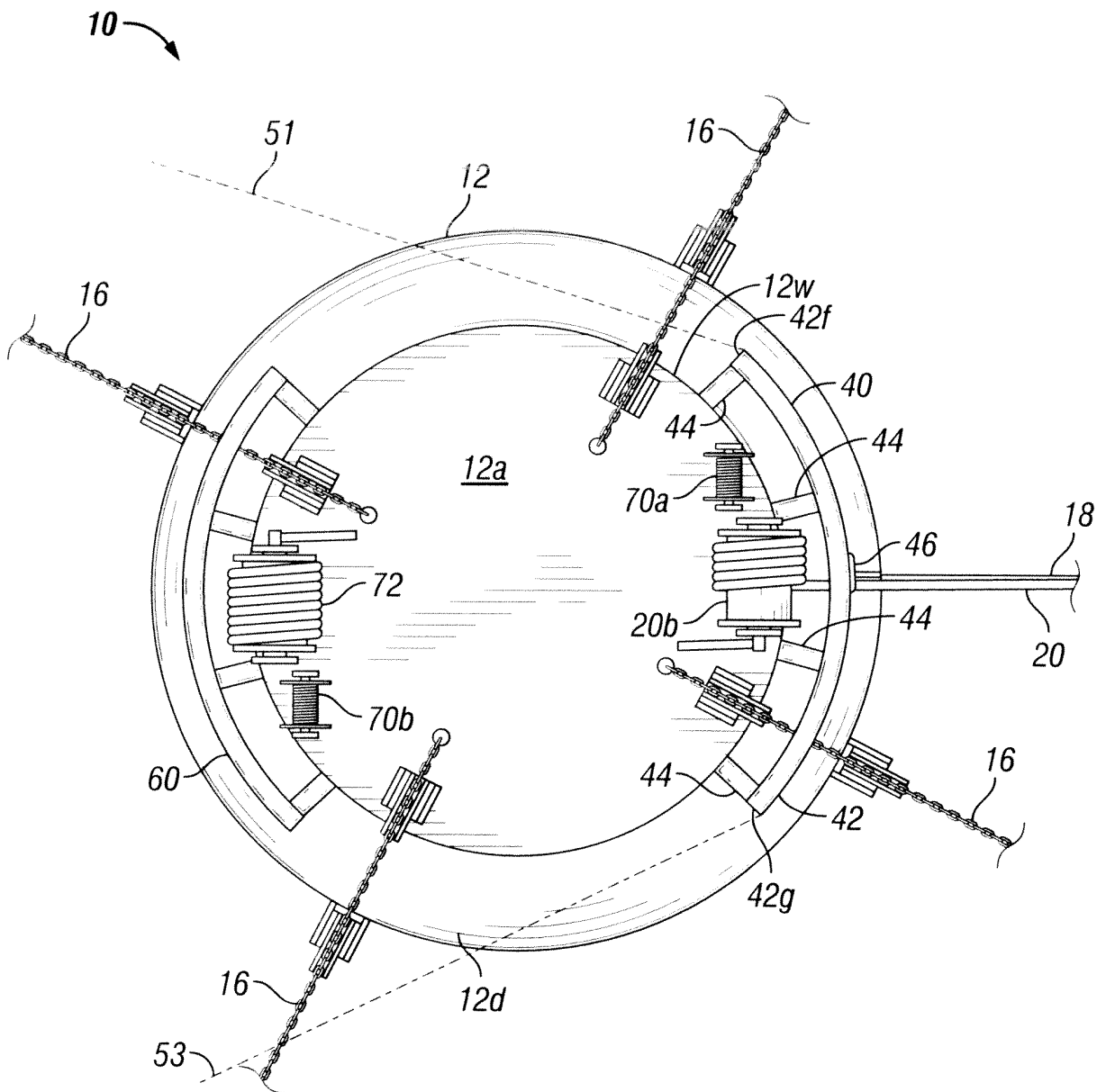


FIG. 7

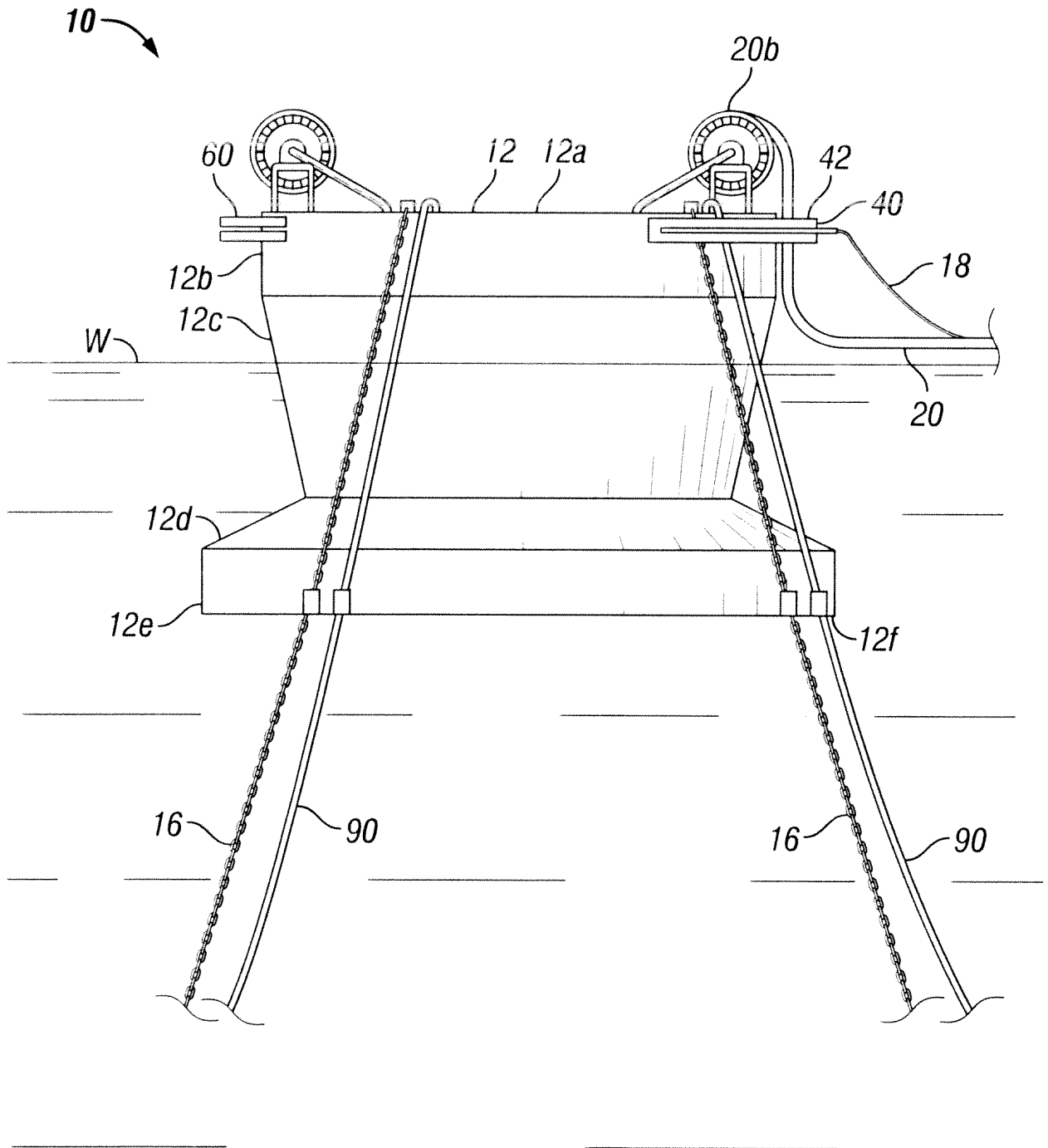
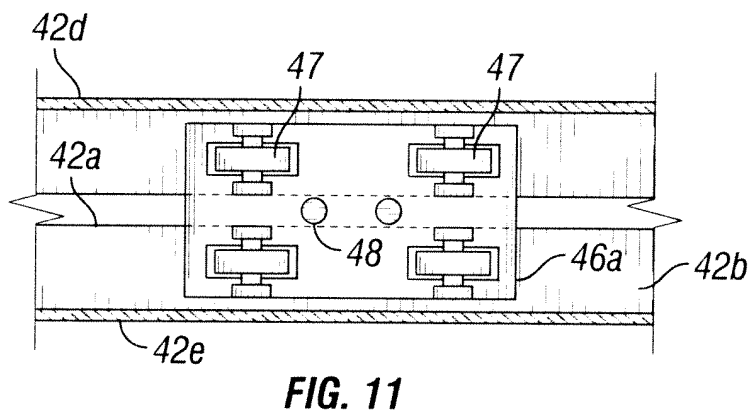
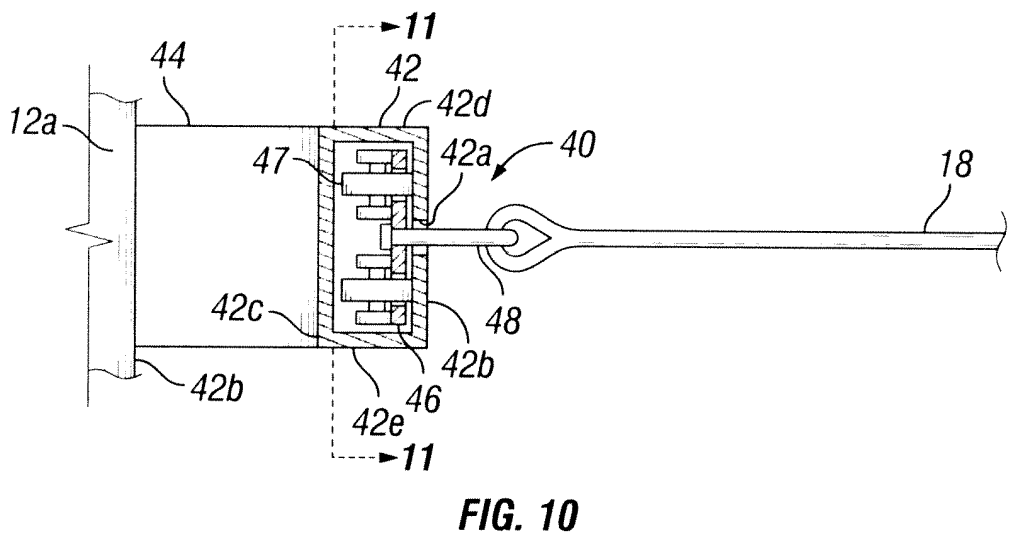
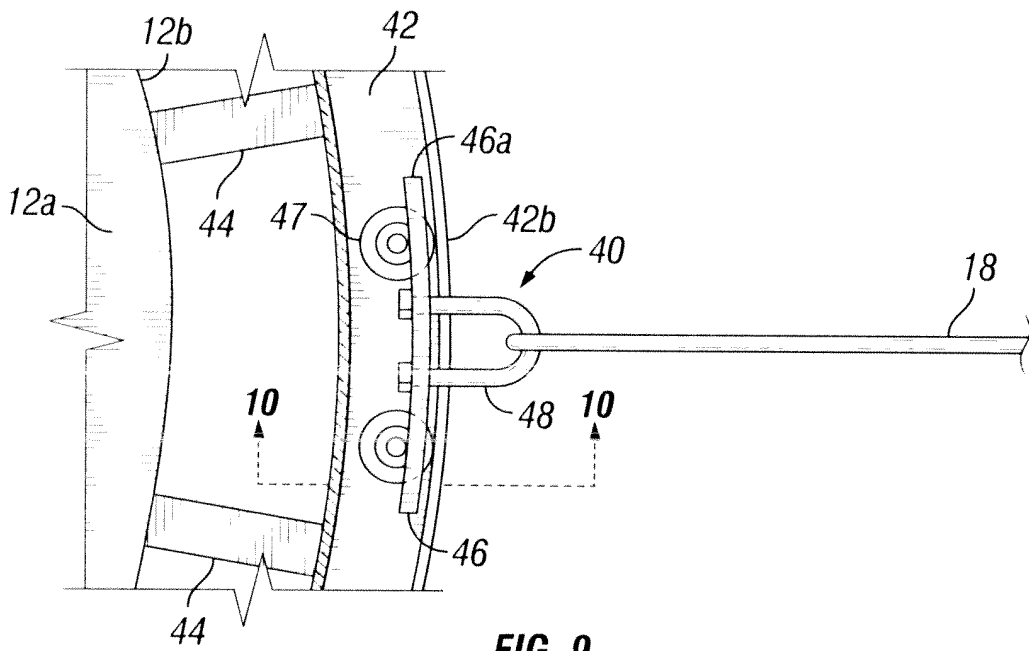


FIG. 8



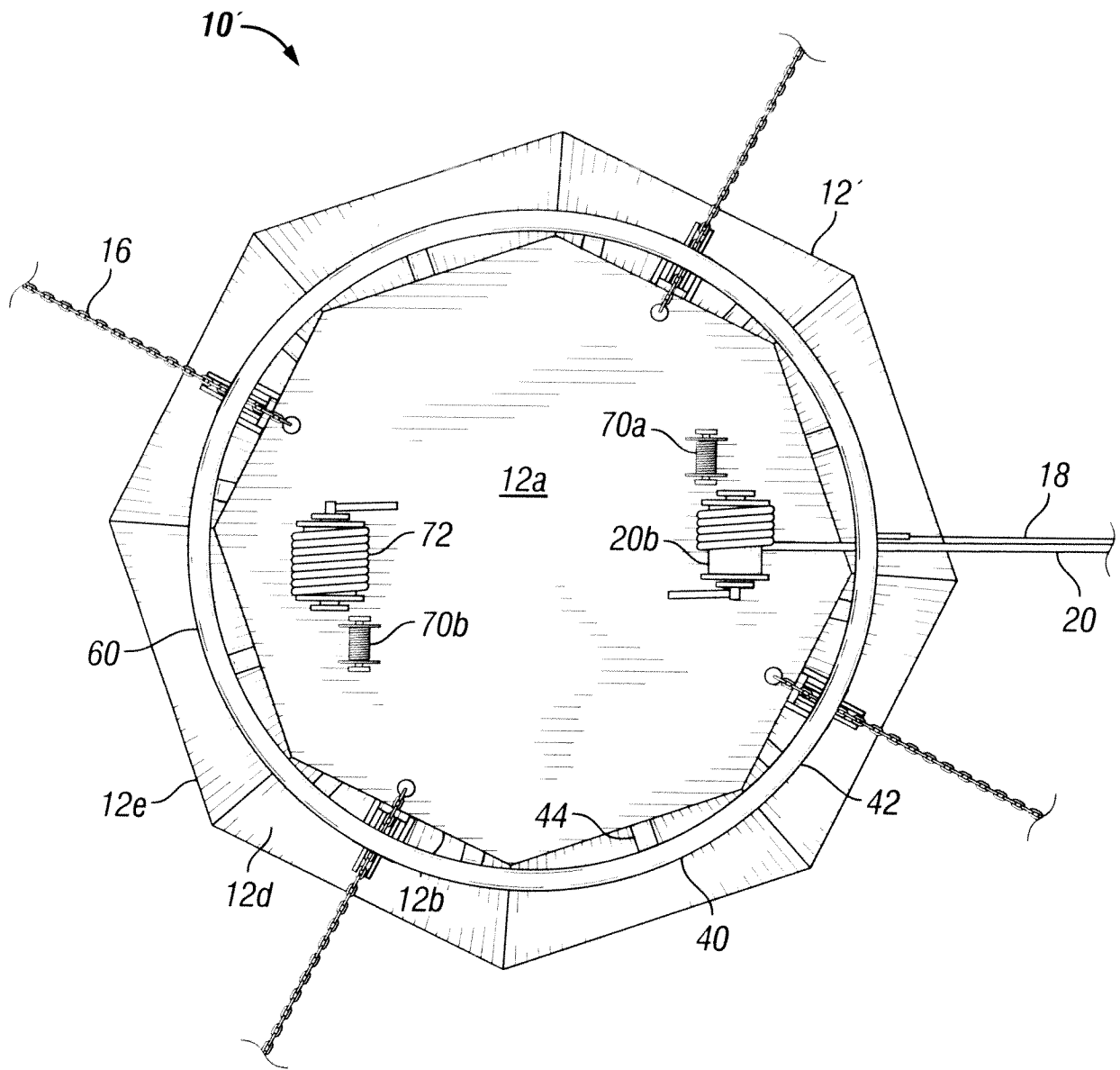


FIG. 12