

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 388**

51 Int. Cl.:

B63B 77/10 (2010.01)

B63B 7/04 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2015 PCT/US2015/014750**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15120227**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2015 E 15746432 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2023 EP 3102822**

54 Título: **Método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante**

30 Prioridad:

06.02.2014 US 201461936596 P

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

31.10.2023

73 Titular/es:

**UNIVERSITY OF MAINE SYSTEM BOARD OF TRUSTEES (100.0%)
107 Maine Avenue
Bangor, ME 04401, US**

72 Inventor/es:

**DAGHER, HABIB J. y
VISELLI, ANTHONY M.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 952 388 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

Método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta aplicación reclama el beneficio de EE. UU Solicitud provisional N° 61/936.596 presentada el 6 2014 de febrero.

Antecedentes de la Invención

10

Esta invención se refiere en general a las plataformas de turbinas eólicas. En particular, esta invención se refiere a un método mejorado de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante y un método mejorado para amarrar dicha plataforma de turbina eólica flotante.

15

Las turbinas eólicas para convertir la energía eólica en potencia eléctrica son conocidas y proporcionan una fuente de energía alternativa para las compañías eléctricas. En tierra, grandes grupos de turbinas eólicas, a menudo numerando entre cientos de turbinas eólicas, pueden colocarse juntas en una zona geográfica. Estos grandes grupos de turbinas eólicas pueden generar niveles de ruido indeseablemente altos y pueden considerarse estéticamente desagradables. Es posible que no haya un flujo óptimo de aire disponible para estas turbinas eólicas de base terrestre debido a obstáculos como colinas, bosques y edificios.

20

Los grupos de turbinas eólicas también pueden estar ubicados en alta mar, pero cerca de la costa en lugares donde las profundidades del agua permiten que las turbinas eólicas se adhieran fijamente a una base en el lecho marino. Sobre el océano, es poco probable que el flujo de aire a las turbinas eólicas se vea perturbado por la presencia de varios obstáculos (es decir, como colinas, bosques y edificios), lo que resulta en velocidades medias de viento más altas y más potencia. Los cimientos necesarios para conectar turbinas eólicas al lecho marino en estos lugares cercanos a la costa son relativamente caros, y solo se pueden lograr a profundidades relativamente poco profundas, como una profundidad de hasta unos 25 metros.

25

30

El Laboratorio Nacional de Energías Renovables de EE. UU. ha determinado que los vientos de la costa estadounidense en aguas con profundidades de 30 metros o más tienen una capacidad energética de unos 3.200 TWh/año. Esto equivale a aproximadamente el 90 por ciento del uso total de energía de los EE. UU. De aproximadamente 3,500 TWh / año La mayor parte del recurso eólico marino reside entre 37 y 93 kilómetros en alta mar, donde el agua tiene más de 60 metros de profundidad. Es probable que las cimentaciones fijas para turbinas eólicas en aguas tan profundas no sean económicamente factibles. Esta limitación ha llevado al desarrollo de plataformas flotantes para turbinas eólicas.

35

Las plataformas de turbinas eólicas flotantes conocidas están formadas de acero y se basan en la tecnología desarrollada por la industria del petróleo y el gas en alta mar. Otros ejemplos de plataforma de turbina eólica flotante se describen en el número de aplicación PCT PCT/US2011/059335, presentado el 4 de noviembre de 2011 (publicado como publicación PCT No. WO2012061710 A2 el 10 de mayo de 2012), EE. UU Solicitud de patente No. 13/863.074, presentada el 15 de abril de 2013 (publicada como U.S. Publicación de Solicitud de Patente N° 2013/0233231 A1 el 12 de septiembre de 2013), y Solicitud PCT N° PCT/US2014/057236, presentado el 24 de septiembre de 2014 (publicado como publicación PCT No WO2012061710 A2 del 10 de mayo de 2012).

40

45

Sin embargo, sigue existiendo la necesidad de proporcionar mejores métodos de ensamblaje y amarre de una plataforma de turbina eólica flotante.

Breve descripción de la invención

50

Esta invención se refiere a un método mejorado de ensamblaje de una plataforma de turbina de viento flotante según lo recitado por las reivindicaciones anexas.

Otras ventajas de la invención se harán evidentes para los expertos en el arte de la siguiente descripción detallada, cuando se lea en vista de los dibujos que lo acompañan.

55

Breve Descripción de los Dibujos

La Fig. 1 es una vista de elevación de una plataforma de turbina eólica flotante ejemplar.

60

La Fig. 1A es una vista de elevación ampliada de la porción de una realización alternativa de la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en la Fig. 1, mostrando una turbina eólica de eje vertical.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva explosionada de la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en la Fig. 1 y 2.

La Fig. 4A es una vista en perspectiva de una porción del ensamble de base ilustrada en la Fig. 1-3.

65

La Fig. 4B es una vista en perspectiva de una parte del ensamble de base ilustrada en la Fig. 4A mostrando las paredes laterales de las vigas inferiores y la piedra angular.

La Fig. 4C es una vista en perspectiva de una porción del ensamble de la base ilustrada en la Fig. 4A y 4B que muestran

las paredes superiores de las vigas inferiores y la piedra angular.

La Fig. 5A es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 4C se muestra flotando junto a un muelle y mostrando el centro y las columnas exteriores parcialmente formadas.

5 La Fig. 5B es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 5A que muestra el centro y las columnas exteriores completamente formadas.

La Fig. 5C es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 5B mostrando las vigas superiores instaladas y definiendo la base de la plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 6A es una vista en perspectiva de la cimentación ilustrada en la Fig. 5C mostrando la torre completamente formada.

10 La Fig. 6B es una vista en perspectiva de la cimentación ilustrada en la Fig. 6A que muestra la góndola ensamblada en ella.

La Fig. 6C es una vista en perspectiva de la cimentación ilustrada en la Fig. 6B que muestra el buje montado en el mismo.

La Fig. 6D es una vista en perspectiva de la plataforma de turbina eólica flotante completamente ensamblada, incluyendo la cimentación y la torre ilustradas en la Fig. 6C.

15 La Fig. 7A es una vista en perspectiva que muestra el ensamble de base formado en un dique seco de acuerdo con el método reclamado de montar una plataforma de turbina de viento flotante y que muestra el centro y las columnas exteriores parcialmente formadas.

La Fig. 7B es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 7A que muestra el centro y las columnas exteriores completamente formadas.

20 La Fig. 7C es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrado en la Fig. 7B que muestra los miembros superiores instalados y define la base de la plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 8A es una vista en perspectiva de un dique seco que se muestra durante un primer paso del método reclamado de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 8B es una vista en perspectiva del dique seco ilustrado en la Fig. 8A que muestra un segundo paso del método reclamado para montar una plataforma de turbina eólica flotante.

25 La Fig. 8C es una vista en perspectiva del dique seco ilustrado en las Figs. 8A y 8B que muestran el ensamble de base formado durante un tercer paso del método reclamado para el ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 8D es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 8C mostrando el centro y las columnas exteriores completamente formadas.

30 La Fig. 8E es una vista en perspectiva del ensamble de base ilustrada en la Fig. 8D que muestra los miembros superiores instalados y define la base de la plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 9A es una vista en elevación de un método ejemplar de ensamblaje de una plataforma eólica flotante.

La Fig. 9B es una vista de elevación del ensamble de base ilustrada en la Fig. 9A durante un segundo paso de este método ejemplar de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante.

35 La Fig. 9C es una vista en elevación del ensamble de base ilustrada en las Figs. 9A y 9B durante un tercer paso del método ejemplar de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante.

La Fig. 10 es una vista de elevación de la plataforma de turbina eólica flotante que se muestra ensamblada en un área de ensamblaje de acuerdo con la invención como se reclama.

La Fig. 11 es una vista en elevación de una parte de la plataforma eólica flotante ilustrada en las Figs. 1 - 3.

40 La Fig. 12A es una vista de elevación de una primera realización de un ancla utilizado para amarrar la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en las Figs. 1-3.

La Fig. 12 B es una vista de elevación de un ancla utilizado para amarrar la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en las Figs. 1-3.

45 La Fig. 12C es una vista de elevación de otro anclaje utilizado para amarrar la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en las figuras. 1-3.

La Fig. 12D es una vista de elevación de otro anclaje utilizado para amarrar la plataforma de turbina eólica flotante ilustrada en las Figs. 1-3.

La Fig. 13 es una vista de planta de un cuerpo de agua que muestra un parque de turbinas eólicas.

La Fig. 14 es una vista en planta de un cuerpo de agua que muestra un segundo ejemplo de un parque de turbinas eólicas.

50 Descripción Detallada de la Invención

La presente invención se describirá ahora con referencia ocasional a ejemplos o realizaciones que no se reclaman.

55 El término "realización" no se refiere necesariamente al objeto reivindicado y la invención como tal se define en las reivindicaciones anexas.

Refiriéndose a los dibujos, particularmente a la Fig. 1, se muestra una primera realización de un sistema de soporte de turbina eólica flotante o plataforma 10 anclada a un lecho de un cuerpo de agua. En la realización ilustrada, se muestra la plataforma de soporte de turbina eólica flotante 10 anclada al lecho marino S. Se entenderá que el lecho puede ser el lecho de cualquier cuerpo de agua en el que se ponga en funcionamiento la plataforma de soporte de turbina eólica flotante 10. La plataforma de turbina eólica flotante ilustrada 10 incluye una cimentación 12 que soporta una torre 14, descrita a continuación en detalle. La torre 14 soporta una turbina eólica 16. La cimentación es semisumergible, y está estructurada y configurada para flotar, semisumergida, en un cuerpo de agua. En consecuencia, una porción de la cimentación 12 estará por encima del agua cuando la cimentación 12 esté flotando en el agua. Como se muestra, una parte de la cimentación 12 está por debajo de la línea de flotación WL. Como se utiliza en la presente, la línea de flotación se define como la línea aproximada donde la superficie del agua se encuentra con la plataforma de turbina eólica flotante

10. Las líneas de amarre 18 se pueden unir a la plataforma de turbina eólica flotante 10 y además se pueden unir a anclajes, como los anclajes 20 en el lecho marino S para limitar el movimiento de la plataforma de turbina eólica flotante 10 en el cuerpo de agua.

5 Como se describirá con mayor detalle a continuación, y mejor se muestra en la Fig. 2, la cimentación ilustrada 12 está formada por tres vigas inferiores 22 que se extienden radialmente hacia afuera desde una piedra angular 24 y proporcionan flotabilidad. Una columna interior o central 26 está ensamblada en la piedra angular 24, y tres columnas exteriores 28 están ensambladas en o cerca de los extremos distales de las vigas inferiores 22. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 se extienden hacia arriba y perpendicularmente a las vigas inferiores 22 y también proporcionan flotabilidad. Además, la columna central 26 soporta la torre 14. Las vigas de soporte radial o los miembros superiores 30 están conectados a la columna central 26 y a cada una de las columnas exteriores 28. La torre 14 está ensamblada en la columna central 26. Si se desea, las vías de acceso o pasarelas 32 pueden adjuntarse a cada miembro superior 30. Cada pasarela 32 puede estar conectada por una pasarela de conexión ensamblada alrededor de toda o una parte de una base de la torre 14.

15 En las realizaciones ilustradas en la presente, la turbina eólica 16 es una turbina eólica de eje horizontal. Alternativamente, la turbina eólica puede ser una turbina eólica de eje vertical, como se muestra en 16' en la Fig. 1A. El tamaño de la turbina eólica 16 variará en función de las condiciones del viento en el lugar donde está anclada la plataforma de turbina eólica flotante 10 y la potencia de salida deseada. Por ejemplo, la turbina 16 puede tener una potencia de aproximadamente 5 MW. Alternativamente, la turbina eólica 16 puede tener una potencia dentro del rango de aproximadamente 10 MW.

20 La turbina eólica 16 incluye un buje giratorio 34. Al menos una pala del rotor 36 está acoplada y se extiende hacia afuera desde el buje 34. El buje 34 está acoplado rotativamente a un generador eléctrico (no se muestra). El generador eléctrico puede acoplarse a través de un transformador (no se muestra) y un cable de alimentación subacuático 21, como se muestra en la Fig. 1, a una red eléctrica (no se muestra). En la realización ilustrada, el rotor tiene tres palas del rotor 36. En otras realizaciones, el rotor puede tener más o menos de tres palas del rotor 36. Una góndola 37 está unida a la turbina eólica 16 frente al buje 34.

25 Como se muestra en la Fig. 3 la piedra angular 24 incluye una pared superior 24a, una pared inferior 24c y tres patas radialmente extendidas hacia el exterior 38. Cada pata 38 incluye una pared de extremo 38a que define una cara de conexión sustancialmente vertical a la que se unirán las vigas inferiores 22, y paredes laterales opuestas 38c.

30 En la realización ilustrada, la piedra angular 24 incluye tres patas 38. Alternativamente, la piedra angular 24 puede incluir cuatro o más patas para la fijación de cuatro o más vigas inferiores 22.

35 La piedra angular ilustrada 24 está formada de hormigón reforzado pretensado, y puede incluir una cavidad central interna (no se muestra). Cada pata 38 también puede incluir una cavidad interna de pata (no se muestra). Cualquier proceso deseado se puede utilizar para fabricar la piedra angular 24, como un proceso de hormigón hilado o con formas de hormigón convencionales. Alternativamente, también se pueden utilizar otros procesos como los utilizados en la industria del hormigón prefabricado. El hormigón de la piedra angular 24 puede ser reforzado con cualquier material de refuerzo convencional, como cable de acero de alta resistencia y barras de refuerzo de acero de alta resistencia o REBAR. Alternativamente, la piedra angular 24 puede estar formada a partir de FRP, acero o combinaciones de hormigón reforzado pre-estresado, FRP y acero.

40 Como también se muestra en la Fig. 3, cada viga inferior 22 incluye una pared superior 22a, una pared inferior 22c, paredes laterales opuestas 22d, una primera pared de extremo 22e, que se conectará a la pared de extremo 38a de la pata 38 de la piedra angular 24, y una pared semicilíndrica de segundo extremo 22f. Al igual que la piedra angular 24, las vigas inferiores ilustradas 22 están formadas de hormigón reforzado pre-estresado como se describió anteriormente. Alternativamente, las vigas inferiores 22 pueden estar formadas de FRP, acero o combinaciones de hormigón reforzado pre-estresado, FRP y acero.

45 Si se desea, se pueden formar una o más primeras cámaras de lastre (no se muestra) en cada viga inferior 22. Además, se pueden formar una o más segundas cámaras de lastre (no se muestran) en cada columna exterior 28.

50 Refiriéndose de nuevo a la Fig. 3, la columna central 26 incluye una pared lateral cilíndrica 56 que tiene una superficie exterior 56a, un primer extremo axial 56b, un segundo extremo axial 56c, y define un espacio interior hueco (no se muestra). Del mismo modo, las columnas exteriores 28 incluyen una pared lateral cilíndrica 60 que tiene una superficie exterior 60a, un primer extremo axial 60b, un segundo extremo axial 60c, y definen un espacio interior hueco (no se muestra). Al igual que la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22, la columna central ilustrada 26 y las columnas exteriores 28 están formadas de hormigón reforzado pre-tensado como se describió anteriormente. Alternativamente, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden estar formadas de FRP, acero o combinaciones de hormigón reforzado pre-estresado, FRP y acero. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden formarse en secciones, como se describe en detalle a continuación.

55 La plataforma de turbina eólica flotante ilustrada 10 incluye tres vigas inferiores 22 y tres columnas exteriores 28. Sin embargo, se entenderá que la plataforma de turbina eólica flotante mejorada 10 puede construirse con cuatro o más vigas

inferiores 22 y columnas exteriores 28.

Consulte la Fig. 3, los miembros superiores 30 están configurados como miembros sustancialmente cargados axialmente y se extienden sustancialmente horizontalmente entre los extremos superiores de la columna central 26 y cada columna exterior 28. En la realización ilustrada, los miembros superiores 30 están formados de acero tubular con un diámetro exterior de aproximadamente 1,2 m (4 pies). Alternativamente, los miembros superiores 30 pueden estar formados de FRP, hormigón reforzado pre-estresado, o combinaciones de hormigón reforzado pre-estresado, FRP y acero. Cada miembro superior 30 incluye soportes de montaje de 30a en cada extremo. Los soportes de montaje están configurados para ser fijados, por ejemplo, mediante sujetadores roscados, a los miembros de fijación 30b, como placas de acero, en la columna central 26 y en cada columna exterior 28.

Los miembros superiores 30 están diseñados y configurados sustancialmente para no resistir el momento de flexión de la base de la torre 14, y no llevan una carga de flexión. Más bien, los miembros superiores 30 reciben y aplican fuerzas de tracción y compresión entre la columna central 26 y las columnas exteriores 28.

Los miembros superiores ilustrados 30, formados de acero de aproximadamente 1,2192 m (4 pies) de diámetro, son más ligeros y delgados que vigas similares formadas de hormigón armado. El uso de miembros superiores 30 relativamente más ligeros y delgados; es decir, miembros axialmente cargados, en la parte superior de la plataforma de turbina eólica flotante 10 permite la distribución de más peso relativo en la parte inferior de la estructura de plataforma de plataforma de turbina eólica flotante 10 donde más se necesita. La reducción de peso puede ser significativa. Por ejemplo, un miembro de hormigón que pesa alrededor de 362.874 kg (800.000 libras) puede ser reemplazado por una viga de acero que pesa alrededor de 31.7515 kg (70.000 libras), lo que también proporciona un ahorro ventajoso en materiales y costos de construcción.

En la realización ilustrada, la torre 14 es tubular que tiene una pared exterior que define un espacio interior hueco 14b, y puede tener cualquier diámetro exterior y altura adecuados. En la realización ilustrada, el diámetro exterior de la torre 14 se estrecha desde un primer diámetro en su base hasta un segundo diámetro más pequeño en su extremo superior. La torre ilustrada 14 está formada por material compuesto de polímero reforzado con fibra (FRP). Ejemplos no limitantes de otros materiales compuestos adecuados incluyen vidrio y carbono FRP. La torre también puede estar formada de un material laminado compuesto. Alternativamente, la torre 14 puede estar formada de hormigón o acero de la misma manera que los componentes de la cimentación 12, descritos en detalle anteriormente. La torre 14 puede estar formada en cualquier número de secciones 14c.

Ventajosamente, la torre 14 formada de material compuesto como se describió anteriormente tendrá una masa reducida por encima de una línea de flotación WL en relación con una torre de acero convencional. Debido a que la torre compuesta FRP 14 tiene masa reducida, la masa de la cimentación 12, incluyendo cualquier lastre, requerido debajo de la línea de agua WL para mantener la estabilidad de la plataforma de turbina eólica flotante 10 también puede reducirse. Esto reducirá el costo total del dispositivo de generación de viento.

Refiriéndose ahora a las Figs. 4A a 6D, se muestra una primera realización de un método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante, como la plataforma de turbina eólica flotante 10. Como se describirá en detalle, la primera realización del método incluye la formación o el ensamblaje de la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 para definir un ensamble de base 72 en un dique seco poco profundo, y formando o montando la torre 14 y la turbina eólica 16 en el ensamble de base ensamblado 72.

En un primer paso del método, como se muestra mejor en las Figs. 4A a 4C, se forma un muelle seco, ataguía o dique seco 70. En la realización ilustrada en las Figs. 4A a 4C, el dique seco 70 es un dique seco poco profundo. Como se utiliza en la presente, un dique seco poco profundo es un dique seco construido en un cuerpo de agua que tiene una profundidad de unos 3.048 m (diez pies). Alternativamente, el dique seco poco profundo 70 puede construirse en un cuerpo de agua que tenga la profundidad deseada. La profundidad de la masa de agua en la que se construirá el dique seco poco profundo 70 será una función del calado mínimo requerido para hacer flotar el ensamble de base completado 72 después de que el dique seco 70 se inunde. El dique seco ilustrado 70 tiene cuatro paredes, al menos una de las cuales (pared 71 en las figuras) está posicionada y configurada para ser abierta, como con una puerta (no se muestra) al cuerpo de agua.

La pared inferior 24c de la piedra angular 24 y las paredes inferiores 22c de las vigas inferiores 22 se forman entonces dentro del dique seco 70. Las paredes inferiores 24c y 22c pueden estar formadas de hormigón armado que se funde en su lugar mediante encofrado convencional (no se muestra). Las paredes laterales 38c de las patas 38 de la piedra angular 24 y las paredes laterales 22d de la viga inferior 22 pueden entonces ser formadas, seguidas por la pared superior 24a de la piedra angular 24 y las paredes superiores 22a de la viga inferior 22; cada uno se formó de la misma manera que las paredes inferiores 24c y 22c.

Una vez formada y curada, la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 pueden ser ensambladas y postensadas longitudinalmente para definir el ensamble de base 72. La piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 pueden ser postensadas por cualquier método de postensado deseado, aplicando así una fuerza de compresión entre la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22. Por ejemplo, el ensamble de base 72 puede estar postensado al menos en la dirección longitudinal de cada viga inferior 22.

Alternativamente, la piedra angular 24 y cada viga inferior 22 pueden formarse de hormigón armado en un paso de fabricación fuera del dique seco 70 y trasladarse al dique seco 70. Una vez movida dentro del dique seco 70, la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 se pueden montar y postensar como se ha descrito anteriormente. Se entenderá que el dique seco 70 puede ser de cualquier tamaño deseado, de tal manera que dos o más ensambles de base 72 pueden ser formados simultáneamente.

Una vez que la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 están ensambladas y postensadas, el dique seco 70 puede inundarse y el ensamble de base 72 puede flotar a un área de ensamblaje que tiene un muelle o muelle 74 y agua que tiene una profundidad de unos 9.144 m (30 pies). Alternativamente, el área de ensamble y el muelle 74 pueden estar ubicados en el agua que tenga la profundidad deseada. La profundidad del agua en la que se ubicará el área de ensamble y el muelle 74 será una función del calado mínimo requerido para hacer flotar la plataforma de turbina eólica flotante 10 terminada.

Con el ensamble de base 72 flotando en el área de ensamble adyacente al muelle 74, como se muestra mejor en las Figs. 5A a 5C, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden ser formadas. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden estar formadas por cualquier método convencional de formación de hormigón armado, como por deslizamiento o por salto. Una vez formada, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden ser postensadas como se ha descrito anteriormente.

Alternativamente, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden formarse en las secciones 27 y 29, respectivamente, como se muestra en la Fig. 5A, de hormigón armado en un paso de fabricación fuera del dique seco 70 y trasladado al dique seco 70. Una vez desplazadas dentro del dique seco 70, las secciones 29 de la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden ensamblarse, por ejemplo, con una grúa (no se muestra) y postensadas como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden estar postensadas a lo largo de sus ejes longitudinales en los extremos distales de las vigas inferiores 22. Si se desea, se puede aplicar adhesivo entre las secciones 27 de la columna central 26 y entre las secciones 29 de cada columna exterior antes de que la columna central 26 y las columnas exteriores 28 estén postensadas juntas.

Además, como se muestra en la Fig. 5C, después de completar y postensar la columna central 26 y las columnas exteriores 28, los miembros superiores 30 pueden estar unidos entre los extremos superiores de la columna central 26 y cada columna exterior 28, como se describió anteriormente, definiendo así la cimentación 12.

Refiriéndose ahora a las Figs. 6A a 6D, se puede formar la torre 14 y la turbina eólica 16 instaladas en la torre 14. La torre 14 puede estar formada a partir de secciones 14c de cualquier material deseado como se describió anteriormente, y se trasladarse a la cimentación 12 en el muelle 74. Una vez trasladada a la cimentación 12 en el muelle 74, se pueden montar las secciones de la torre 14, como por ejemplo con una grúa (no se muestra). Si lo desea, la torre 14 puede tensarse como se ha descrito anteriormente.

Una vez ensamblada la torre 14, la góndola 37 (como se muestra en la Fig. 6B) el buje 34 (como se muestra en la Fig. 6C), y las palas del rotor 36 (como se muestra en la Fig. 6D) se pueden ensamblar e instalar en la torre 14, por ejemplo, con una grúa (no se muestra).

La plataforma de turbina eólica flotante completada 10; es decir, la cimentación 12 con la torre ensamblada 14 y la turbina eólica 16, puede entonces ser remolcada a la ubicación deseada, tal como a un área de retención temporal, o a un parque eólico donde la plataforma de turbina eólica 10 será puesta en operación. En el área de espera temporal, la plataforma de turbina eólica 10 puede amarrarse temporalmente mediante cualquier método de amarre convencional. En el parque eólico donde se pondrá en operación, la plataforma de turbina eólica 10 puede amarrarse mediante cualquiera de los métodos de amarre descritos a continuación.

Mientras se remolca, o al llegar a su ubicación temporal o permanente, el agua de lastre puede ser bombeada a las cámaras de lastre (como las cámaras de lastre 23 que se muestran en la Fig. 4B) que pueden formarse en uno o más de la piedra angular 24 y en cada viga inferior 22. El agua de lastre, u otras formas de lastre, se puede añadir a la cimentación 12 para mover la plataforma de turbina eólica flotante 10 a un calado de operación deseado.

Una segunda realización (no se muestra) del método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante 10 es sustancialmente la misma que la primera realización del método, e incluye la formación y/o ensamblaje de la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 en el dique seco 70. En la segunda realización del método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante 10, el dique seco 70 es un dique seco profundo. Como se utiliza en la presente, un dique seco profundo es un dique seco construido en agua que tiene una profundidad de unos 30 pies, o que tiene cualquier profundidad más profunda que el calado mínimo requerido para flotar la plataforma flotante de turbina eólica completada 10. Los pasos restantes del método de ensamblaje de la plataforma de turbina eólica flotante 10 de acuerdo con la segunda realización del método son los mismos que se describen e ilustran en la primera realización del método.

Una tercera realización de un método de ensamblaje de la plataforma de turbina eólica flotante 10 se muestra en las Figs. 4A a 4C, de 7A a 7C y de 6A a 6D. Como se describirá en detalle, la tercera realización del método incluye formar o

ensamblar toda la cimentación 12 en el dique seco profundo 70, descrito anteriormente, y posteriormente conformando o ensamblando la torre 14 y la turbina eólica 16 en la cimentación ensamblada 12 en el dique seco profundo 70.

El primer paso de la tercera realización del método es el mismo que se ilustra en las Figs. 4A a 4C y descrito anteriormente.

Una vez que la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 están ensambladas y postensadas, el dique seco 70 no se inunda. Más bien, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 se forman dentro del dique seco 70, como se muestra en las Figs. 7A a 7C. Como se describe en detalle anteriormente, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden estar formadas por cualquier método convencional de formación de hormigón armado, como por deslizamiento o por salto. Una vez formada, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden ser postensadas como se ha descrito anteriormente.

Alternativamente, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden formarse en las secciones 27 y 29, respectivamente, como se muestra en la Fig. 7A, de hormigón armado en un paso de fabricación fuera del dique seco 70 y trasladado al dique seco 70. Una vez desplazadas dentro del dique seco 70, las secciones 29 de la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden ensamblarse, por ejemplo, con una grúa (no se muestra) y postensadas como se ha descrito anteriormente.

Además, como se muestra en la Fig. 7C después de completar y postensar la columna central 26 y las columnas exteriores 28, los miembros superiores 30 pueden fijarse entre los extremos superiores de la columna central 26 y cada columna exterior 28, como se ha descrito anteriormente.

La torre 14 puede estar formada y la turbina eólica 16 instalada en la torre 14, como se muestra en las Figs. 6A a 6D y descrito anteriormente, pero dentro del dique seco 70. Una vez ensamblada la torre 14, la góndola 37 (como se muestra en la Fig. 6B) el buje 34 (como se muestra en la Fig. 6C), y las palas del rotor 36 (como se muestra en la Fig. 6D) se pueden ensamblar e instalar en la torre 14, por ejemplo, con una grúa (no se muestra).

El dique seco 70 puede entonces ser inundado y la plataforma de turbina eólica flotante 10 completada, flotar y ser remolcada a la ubicación deseada, como se describió anteriormente.

Una cuarta realización de un método de ensamblaje de la plataforma de turbina eólica flotante 10 se muestra en las Figs. 8A a 8E. Como se describirá en detalle, la cuarta realización del método incluye la formación o profundización de módulos o secciones de la piedra angular 24, las vigas inferiores 22, la columna central 26 y las columnas exteriores 28, luego ensamblarlas en el dique seco profundo 70. Posteriormente, la torre 14 y la turbina eólica 16 se forman o ensamblan sobre la cimentación ensamblada 12 en el dique seco profundo 70 por cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

En un primer paso de la cuarta realización del método, como se muestra mejor en las Figs. 8A a 8E, se forma el dique seco profundo 70.

Las secciones 124 que definen las patas de la piedra angular 24 luego se mueven a un interior del dique seco 70 como se muestra mejor en las Figs. 8A y 8B. Las secciones 122 que definen las porciones de las vigas inferiores 22 se mueven a continuación a un interior del dique seco 70, como se muestra mejor en la Fig. 8C. Una vez que las secciones 124 de la piedra angular 24 y las secciones 122 de las vigas inferiores 22 están colocadas dentro del dique seco 70, la piedra angular 24 y cada viga inferior 22 pueden ser postensadas a lo largo de los ejes longitudinales de cada viga inferior 22 para definir el ensamble de base 72, como se ha descrito anteriormente. Si se desea, se puede aplicar adhesivo entre las secciones 122 de las vigas inferiores 22 y entre las secciones 124 de la piedra angular 24 antes de que las vigas inferiores 22 y la piedra angular 24 se postensen juntas.

Aunque la piedra angular se ilustra como ensamblada antes de las vigas inferiores 22, se entenderá que el ensamble de base 72 puede ensamblarse en cualquier orden deseado, incluido el ensamblaje de las vigas inferiores 22 antes de ensamblar la piedra angular 24. Además, la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 pueden formarse en cualquier número deseado de secciones 124 y 122, respectivamente, como cuatro secciones, tres secciones, dos secciones o incluso una sección. La piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 también pueden formarse en más de cuatro secciones.

Las secciones 126 y 128 que definen las porciones de la columna central 26 y las columnas exteriores 28, respectivamente, se mueven a un interior del dique seco 70 y se ensamblan en las vigas inferiores 22, como se muestra mejor en la Fig. 8D. Una vez que las secciones 126 y 128 están colocadas en las vigas inferiores 22, pueden ser postensadas longitudinalmente, como se ha descrito anteriormente. Los miembros superiores 30 se conectan entonces a la columna central 26 y cada una de las columnas exteriores 28 para definir la cimentación 12, como se describe anteriormente y se muestra en la Fig. 8E. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 se pueden ensamblar en el orden deseado. Además, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden formarse en cualquier número deseado de secciones 126 y 128, respectivamente, como cuatro secciones, tres secciones, dos secciones o incluso una sección. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 también pueden formarse en más de cuatro secciones.

Una vez finalizada la cimentación 12, se pueden montar las secciones de torre 14c y se instala la turbina eólica 16; es decir, la góndola 37, el buje 34 y las palas del rotor 36, en la torre 14 para definir la plataforma de turbina eólica flotante

10, como se muestra en las Figs. 6A a 6D y descrito anteriormente, pero dentro del dique seco 70. Se entenderá que cada una de las secciones 122, 124, 126, 128, los miembros superiores 30, las secciones de torre 37, la góndola 34, el buje 34 y las palas del rotor 36 se pueden mover e instalar dentro del dique seco 70 por cualquier medio deseado, como con una grúa (no se muestra).

5

El dique seco 70 puede entonces ser inundado y la plataforma de turbina eólica flotante 10 completada, flotar y ser remolcada a la ubicación deseada, como se describió anteriormente.

10

Una quinta realización de un método de ensamblaje de la plataforma de turbina eólica flotante 10 se muestra en las Figs. 9A a 9C. Como se muestra, uno o más de los ensamblajes de base 72 se pueden formar en un área de ensamble 80 cerca de una masa de agua. En la realización ilustrada, el área de ensamble 80 incluye una rampa R que se extiende en el cuerpo de agua. En esta realización no se requiere un dique seco. Por ejemplo, el ensamble de base 72 puede montarse a partir de secciones prefabricadas, como las secciones 122 y 124 descritas anteriormente. Una vez ensambladas las secciones 124 de la piedra angular 24 y las secciones 122 de las vigas inferiores 22, pueden ser postensadas longitudinalmente para definir el ensamble de base 72, como se describió anteriormente. Alternativamente, la piedra angular 24 y las vigas inferiores 22 pueden estar fundidas en su lugar.

15

20

Una vez montado el ensamble de base 72, puede deslizarse por la rampa R y entrar en el agua, donde puede flotar hasta un muelle 74, como se muestra en las Figs. 5C y 6D. En el muelle 74, se pueden formar la columna central 26 y las columnas exteriores 28. El ensamble de base 72 puede deslizarse por la rampa R utilizando cualquier método y estructura convencional, como los métodos y estructuras utilizados en la industria de la construcción naval. La columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden estar formadas por cualquier método convencional de formación de hormigón armado, como por deslizamiento o por salto. Como alternativa, la columna central 26 y las columnas exteriores 28 pueden montarse a partir de las secciones prefabricadas 126 y 128 como se ha descrito anteriormente. Los miembros superiores 30 se pueden unir entre los extremos superiores de la columna central 26 y cada columna exterior 28. Como se muestra en las Figs. 6A a 6D, se puede formar la torre 14 y la turbina eólica 16 instalado en la torre 14. La torre 14 puede estar formada por secciones 14c de cualquier material deseado como se describe anteriormente. Las secciones 14c de la torre 14 y los componentes de la turbina eólica 16 pueden montarse como se ha descrito anteriormente.

25

30

Una sexta realización de un método de ensamblaje de la plataforma de turbina eólica flotante 10 se muestra en la Fig. 10. Como se muestra, toda la plataforma de turbina eólica flotante 10 puede formarse en el área de ensamble 80 cerca de un cuerpo de agua. Se entenderá que el área de ensamble 80 puede ser lo suficientemente grande como para que se pueda formar en ella más de una plataforma flotante de turbina eólica 10. La plataforma de turbina eólica flotante 10 puede estar formada por cualquiera de los métodos descritos en la presente, o combinaciones de los mismos.

35

Una vez ensamblada la plataforma de turbina eólica flotante 10, ésta puede deslizarse por la rampa R y entrar en el agua, donde puede flotar y remolcarse hasta la ubicación deseada, como un área de retención temporal, o a un parque eólico donde se pondrá en operación la plataforma de turbina eólica 10. Al igual que el ensamble de base 72 descrito anteriormente, la plataforma de turbina eólica flotante ensamblada 10 puede deslizarse por la rampa R utilizando cualquier método y estructura convencional, como los métodos y estructuras utilizados en la industria de la construcción naval.

40

45

Como se muestra en la Fig. 1, las líneas de amarre 18 se pueden unir a la plataforma de turbina eólica flotante 10 y además se unen a los anclajes, tales como los anclajes 20 en el lecho marino S para limitar el movimiento de la plataforma de turbina eólica flotante 10 en el cuerpo de agua. La plataforma de turbina eólica flotante 10 puede acoplarse al fondo marino S mediante tres o más líneas de amarre unidas a cada una de las columnas exteriores 28 por debajo de la línea de flotación WL.

50

Refiriéndose ahora a las Figs. 11- 12D, se muestran varias realizaciones de métodos de amarre de la plataforma de turbina eólica flotante 10. En una primera realización de un método de amarre, como se muestra en la Fig. 11, las líneas de amarre 200 están formadas por cuerda sintética, como cuerda de nylon o poliéster. Alternativamente, al menos una porción de las líneas de amarre 200 están formadas por cuerda sintética. Además, las líneas de amarre 200 pueden estar formadas a partir de otros materiales como polipropileno, polietileno (incluido el polietileno de peso molecular ultra alto) y materiales de aramida. Las líneas de amarre 200 ilustradas en la Fig. 11 son líneas de amarre tensas en donde las líneas de amarre 200 están conectadas al lecho marino S y a la plataforma de turbina eólica flotante 10, luego pretensadas o tiradas hasta que estén tensas y luego aseguradas para permanecer tensas. Las líneas de amarre 200 pueden ser pretensadas por cualquier medio deseado, como un cabrestante.

55

60

Refiriéndose de nuevo a la Fig. 11, la plataforma de turbina eólica flotante 10 se muestra amarrada por líneas de amarre sintéticas tensas 200 en agua que tienen una profundidad D de aproximadamente 400 m (1312 pies). Las líneas de amarre 200 están unidas a los anclajes 20 a una distancia H de entre 260 - 290 m (850 - 950 pies), medidas horizontalmente desde una línea vertical CL que corre a través de un centro de la plataforma de turbina eólica flotante 10.

65

El material y la longitud de las líneas de amarre y la distancia horizontal de los anclajes desde la línea central CL de la plataforma de turbina eólica flotante 10 pueden determinarse por la profundidad del agua, la carga prevista, las condiciones de las olas, el contorno del fondo marino y otros factores ambientales.

- Por ejemplo, en el agua que tiene una profundidad D de aproximadamente 150 m (492 pies), las líneas de amarre 200 se pueden unir a los anclajes 20 a una distancia horizontal H de aproximadamente 167 - 198 m (550 - 650 pies) de la línea vertical CL. En el agua que tiene una profundidad D de aproximadamente 105 m (344 pies), las líneas de amarre 200 se pueden unir a los anclajes 20 a una distancia horizontal H de aproximadamente 213 - 243 m (700 - 800 pies) de la línea vertical CL. En el agua que tiene una profundidad D de aproximadamente 60 m (196 pies), las líneas de amarre 200 se pueden unir a los anclajes 20 a una distancia horizontal H de aproximadamente 198 - 228 m (650 - 750 pies) de la línea vertical CL. Y en el agua que tiene una profundidad D de aproximadamente 30 m (98 pies), las líneas de amarre 200 se pueden unir a los anclajes 20 a una distancia horizontal H de aproximadamente 137 - 167 m (450 - 550 pies) de la línea vertical CL.
- Preferiblemente, las líneas de amarre sintéticas tensas 200 pueden estar dispuestas de tal manera que una relación de la distancia horizontal H a la profundidad D del agua esté dentro del rango de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 15:1.
- En una segunda realización del método de amarre, se pueden formar líneas de amarre catenarias (no mostradas) a partir de una cadena, como la cadena de acero, conectada al lecho marino S y a la plataforma de turbina eólica flotante 10.
- En una tercera realización del método de amarre, las líneas de amarre (no mostradas) pueden formarse a partir de uno o más segmentos de cadena conectados a uno o más segmentos de cable metálico y unidos al lecho marino S y a la plataforma de turbina eólica flotante 10.
- En una cuarta realización del método de amarre, las líneas de amarre (no mostradas) pueden formarse a partir de uno o más segmentos de cadena conectados a uno o más segmentos de la cuerda sintética descrita anteriormente, y unidos al lecho marino S y a la plataforma de turbina eólica flotante 10.
- En una quinta realización del método de amarre, las líneas de amarre (no se muestran) pueden formarse a partir de uno o más segmentos de cadena conectados a uno o más segmentos de la cuerda sintética descrita anteriormente, y a uno o más segmentos de cuerda metálica, y acoplado al fondo marino S y a la plataforma de turbina eólica flotante 10. Los segmentos de cadena, cuerda sintética y cuerda de alambre pueden ser unidos en cualquier orden deseado por cualquier medio convencional de fijación.
- En una sexta realización del método de amarre, las líneas de amarre (no se muestran) pueden formarse a partir de un segmento de la cuerda sintética descrita anteriormente, colocado entre dos secciones de cadena.
- En una séptima realización del método de amarre, las líneas de amarre (no se muestran) pueden formarse a partir de un segmento de la cuerda sintética descrita anteriormente, colocado entre dos secciones de cadena, con un dispositivo de flotabilidad de elevación (no se muestra) colocado cerca de un extremo inferior de la cuerda sintética.
- Cualquier tipo de ancla 20 puede ser utilizado para fijar las líneas de amarre al fondo marino S, como cualquiera de los cuatro tipos de anclas que se muestran en las Figs. 12A - 12D. Por ejemplo, un ancla perforada 202 se muestra en la Fig. 12A Este tipo de ancla se utiliza típicamente para anclar una línea de amarre tensa 200, y se utiliza típicamente en material rocoso (representado esquemáticamente por los óvalos 201) o en lugares donde la roca subyace a un material granular o cohesivo, tal como una mezcla de partículas de arcilla, limo, arena, material orgánico y el agua. Una vez que el ancla perforada 202 se perfora en el fondo marino S, la lechada G se coloca alrededor del ancla perforada 202. Se puede utilizar cualquier lechada convencional G adecuada. En la realización ilustrada, la línea de amarre 200 está unida al extremo distal expuesto (extremo superior al ver la Fig. 12A) del ancla perforada 202 por un miembro de conexión (no se muestra).
- Un primer anclaje impulsado 204 se muestra en la Fig. 12B Este tipo de anclaje también se utiliza típicamente para anclar una línea de amarre tensa 200, pero se utiliza típicamente en lugares donde el lecho marino S consiste en material granular o cohesivo. En la realización ilustrada, la línea de amarre 200 está unida al extremo distal expuesto (extremo superior al visualizar la Fig. 12B) del ancla accionada 204 por un miembro de conexión (no se muestra).
- Una segunda ancla impulsada 206 se muestra en la Fig. 12C. Este tipo de ancla se utiliza típicamente para anclar una línea de amarre catenaria 212, y se utiliza típicamente en lugares donde el lecho marino S consiste en material granular o cohesivo. Un elemento de conexión de la línea de amarre 210 está ubicado en el ancla impulsada 206 intermedia de los extremos distales de la misma. Como se muestra en la Fig. 12C, la línea de amarre que conecta el miembro 210 está más posicionado bajo tierra, debajo de la superficie del lecho marino S.
- En la Fig. 12D se muestra un ancla de base de gravedad 208. Este tipo de ancla también se utiliza típicamente para anclar una línea de amarre catenaria 212. El anclaje de base de gravedad 208 puede ser desplegado en todo tipo de suelos, y es particularmente adecuado para su uso en lugares donde el lecho marino S consiste en material granular o cohesivo. En la realización ilustrada, la línea de amarre 200 está unida a una parte inferior del anclaje de base de gravedad 208, lo más cerca posible del lecho marino S.
- En una primera realización de un parque eólico 220, como se muestra en la Fig. 13, una pluralidad de plataformas flotantes de turbinas eólicas 10 pueden amarrarse muy cerca una de la otra. Cada línea de amarre 200 puede estar unida a un

5 ancla discreta 20. En la realización ilustrada, cada línea de amarre 200 está alineada co-linealmente con una línea de amarre 200 de una plataforma de turbina eólica flotante adyacente 10. Alternativamente, las plataformas flotantes adyacentes de la turbina eólica 10 pueden colocarse a cualquier distancia adecuada. La distancia en la que pueden espaciarse las plataformas flotantes adyacentes de las turbinas eólicas 10 puede determinarse por el tamaño de la torre 14 y la turbina eólica 16, y la profundidad del agua, la carga prevista, las condiciones de las olas, el contorno del fondo marino y otros factores ambientales.

10 En una segunda realización de un parque de turbinas eólicas 230, como se muestra en la Fig. 14, una pluralidad de plataformas de turbinas eólicas flotantes 10 puede amarrarse en una configuración hexagonal en la que los extremos distales de las líneas de amarre 200 de dos o tres plataformas de turbinas eólicas flotantes diferentes 10 pueden conectarse al fondo marino (no se muestra en la Fig. 14) en la misma ubicación. Aunque están unidas al fondo marino en un lugar, las dos o tres líneas de amarre 200 pueden estar unidas a un ancla común 20, o pueden estar unidas a dos o tres anclajes 20 separados, pero co-ubicados. Alternativamente, la pluralidad de plataformas de turbinas eólicas flotantes 10 puede amarrarse en configuraciones que tienen otras formas poligonales en donde los extremos distales de las líneas de amarre 200 de dos o más plataformas de turbinas eólicas flotantes diferentes 10 pueden estar unidos al fondo marino en la misma ubicación. Tales otras formas poligonales pueden ser determinadas por el entorno en el que la pluralidad de las plataformas de turbinas eólicas flotantes 10 está amarrada, como la profundidad del agua, la carga prevista, las condiciones de las olas, el contorno del fondo marino y otros factores ambientales.

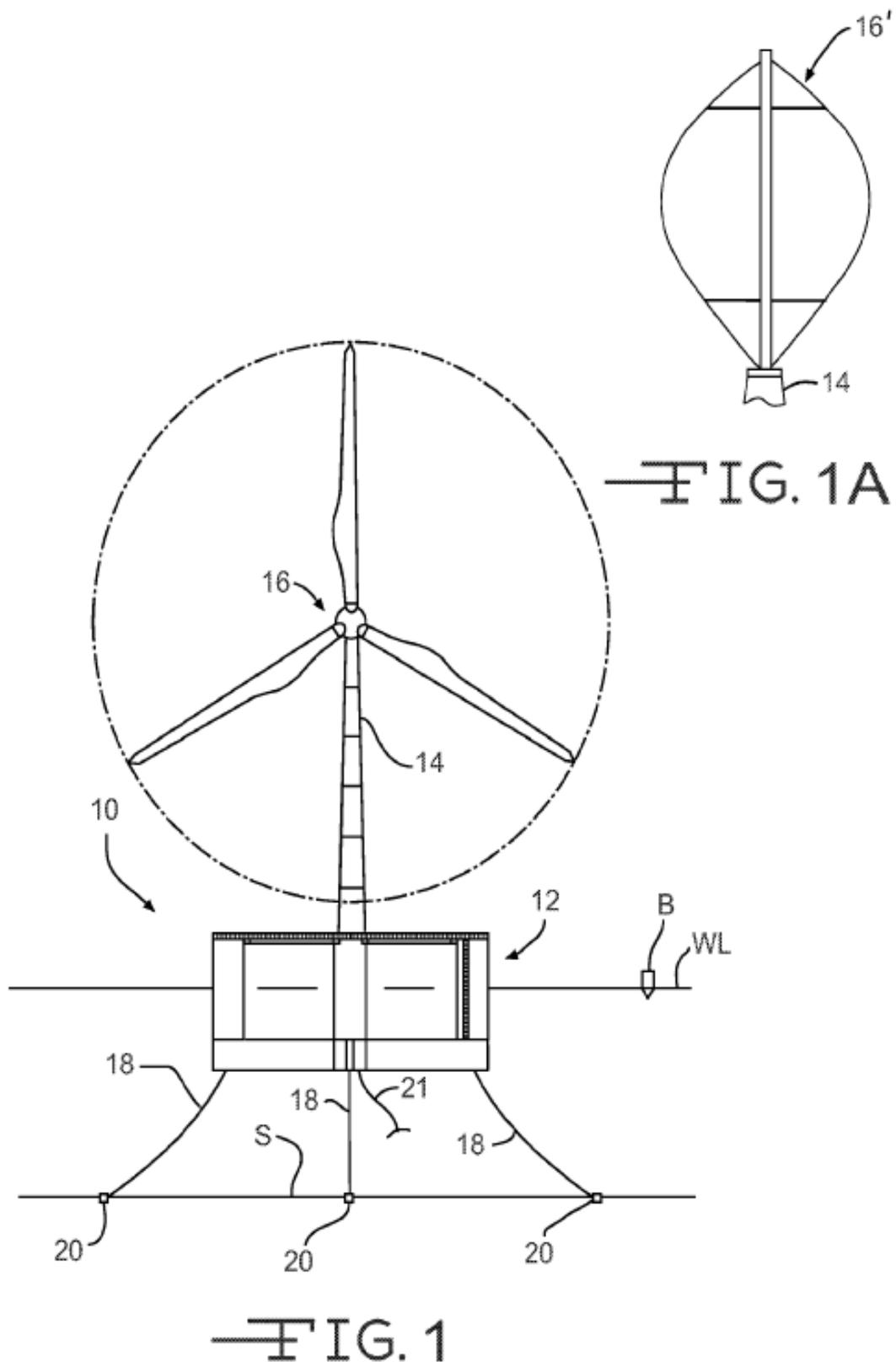
20 Las plataformas de turbinas eólicas flotantes 10 ilustradas en las Figs. 13 y 14 se muestran amarradas con una o más plataformas de turbinas eólicas flotantes 10 para definir varias realizaciones de un parque de turbinas eólicas. Sin embargo, se entenderá que una única plataforma de turbina eólica flotante 10 puede amarrarse, por uno de los métodos descritos en la presente, de manera individual y en cualquier ubicación deseada en un cuerpo de agua.

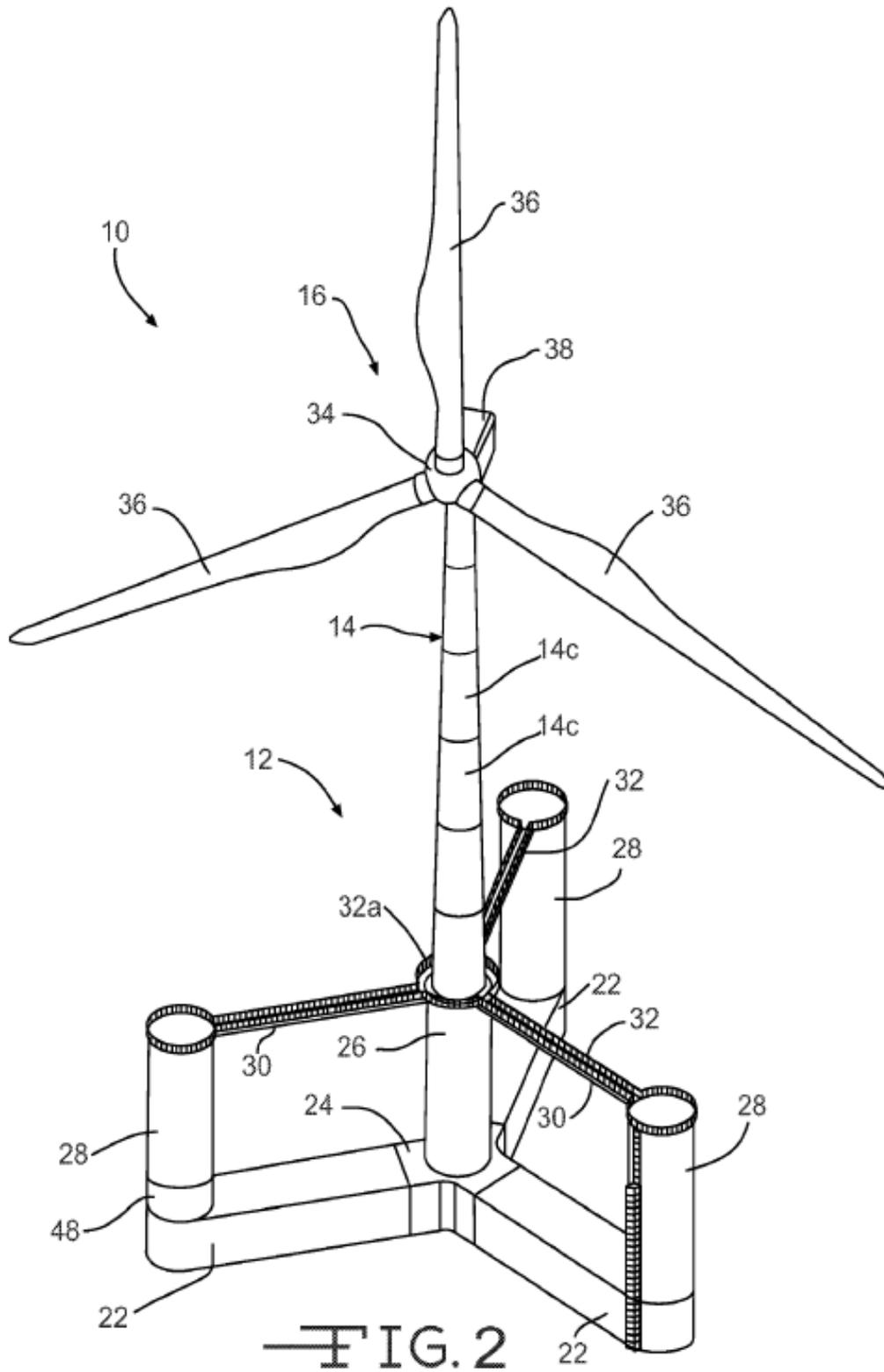
25 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

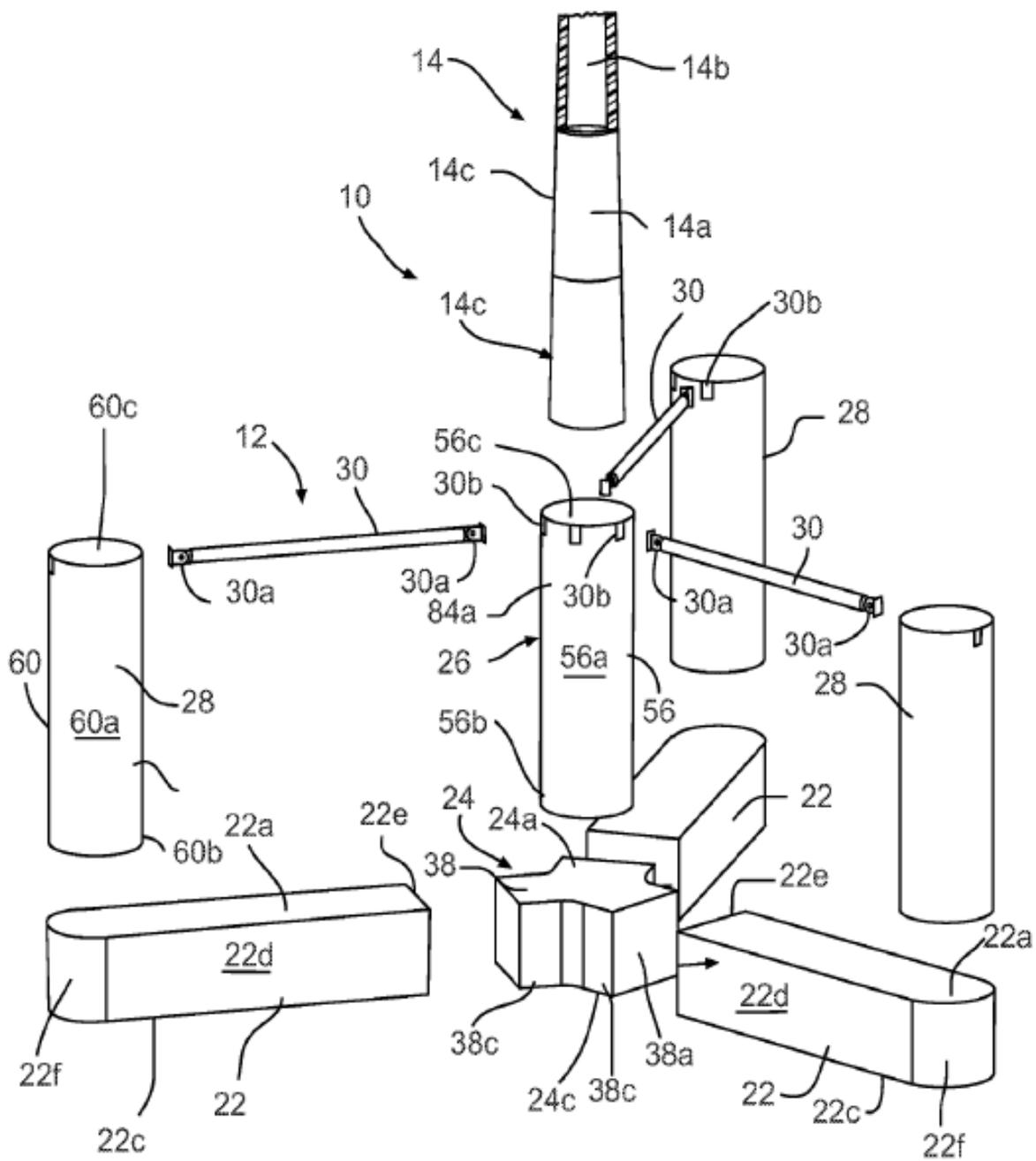
REIVINDICACIONES

1. Un método de ensamblaje de una plataforma de turbina eólica flotante (10) que comprende:
- 5 formar un ensamble de base (72) de la plataforma eólica flotante (10) en una de una ataguía y un dique seco (70) construidos en agua que tiene una primera profundidad, el ensamble de base (72) incluye:
- 10 una piedra angular (24) y una pluralidad de vigas inferiores flotantes (22) que se extienden radialmente hacia fuera de la piedra angular, en donde los ejes longitudinales de cada una de las vigas inferiores (22) son coplanares; una columna central (26) dispuesta sobre la piedra angular; y una pluralidad de columnas exteriores (28) dispuestas en un extremo de cada viga inferior (22);
- 15 en donde la piedra angular (24) se forma a partir de al menos una sección, y las vigas inferiores (22), la columna central (26) y las columnas exteriores (28) se forman cada una de al menos dos secciones; el método se **caracteriza por** los siguientes pasos:
- mover secciones de piedra angular (124) que definen las patas de la piedra angular (24) a un interior de un dique seco (70);
- 20 mover secciones de vigas (122) que definen porciones de las vigas inferiores (22) hacia el interior del dique seco (70);
- ensamblaje de las secciones de piedra angular (124) para definir la piedra angular (24);
- ensamblaje de las secciones de la viga (122) en la piedra angular (24) para definir las vigas inferiores (22);
- post-tensado de la piedra angular (24) y cada viga inferior (22) a lo largo de su eje longitudinal para definir un ensamble de base (72);
- 25 mover las secciones de la columna central (126) y las secciones de la columna exterior (128) que definen porciones de la columna central (26) y una pluralidad de las columnas exteriores (28), respectivamente, al interior del dique seco (70);
- ensamblaje de las secciones de la columna central (126) en la piedra angular (24) para definir la columna central (26);
- ensamblaje de las secciones de la columna exterior (128) en el extremo de cada viga inferior (22) para definir las columnas exteriores (28);
- 30 post-tensado de la columna central (26) a la piedra angular (24) a lo largo de su eje longitudinal;
- después de tensar cada columna exterior (28) en la viga inferior (22) sobre la que se ha montado a lo largo de su eje longitudinal;
- conectar una viga de soporte radial que define un miembro superior (30) entre la columna central (26) y cada una de las columnas exteriores (28) para definir una cimentación (12);
- 35 ensamblaje de las secciones de torre (26) en la columna central (14) para definir una torre; y
- ensamblaje de una turbina eólica (16) en la torre (14) para definir una plataforma flotante completa de la turbina eólica (10).
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, incluyendo además el paso de aplicar adhesivo entre las secciones de viga (122) de las vigas inferiores (22) y entre las secciones de piedra angular (124) de la piedra angular (24) antes de que
- 40 las vigas inferiores (22) y la piedra angular (24) se postensionen juntas.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el paso de ensamblar las secciones de viga (122) juntas para definir las vigas inferiores (22) ocurre antes de ensamblar las vigas inferiores ensambladas (22) a la piedra angular (24).
- 45 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la piedra angular (24) está formada a partir de dos o más secciones piedra angular (124).
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada viga inferior (22) se forma a partir de dos o más secciones de viga (122).
- 50 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, incluyendo además el paso de aplicar adhesivo entre las secciones centrales de la columna (126) de la columna central (26) y entre las secciones exteriores de columna (128) de las columnas exteriores (28) antes de que la columna central (26) y las columnas exteriores (28) sean postensadas.
- 55 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el paso de ensamblar las secciones de columna central (126) juntas para definir la columna central (26) ocurre antes de ensamblar las secciones de columna exterior (128) juntas para definir las columnas exteriores (28).
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la columna central (26) está formada a partir de dos o más secciones de columna central (126).
- 60 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada columna exterior (28) está formada a partir de dos o más secciones de columna exterior (128).
- 65 10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, incluyendo además la inundación del dique seco (70) y hacer flotar la plataforma de turbina eólica flotante completada (10) a una ubicación deseada.

- 5 11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dique seco (70) está construido en agua que tiene una primera profundidad mayor que un calado del ensamble de base (72) cuando flota, y en donde la ubicación deseada donde se flota la plataforma de turbina eólica flotante (10) completa tiene una segunda profundidad mayor que un calado de la plataforma de turbina eólica flotante (10) cuando flota.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la columna central (26) y las columnas exteriores (28) están formadas por una de formación de deslizamiento y salto.
- 10 13. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una o más cámaras de lastre se forman en una o más de la piedra angular (24), las vigas inferiores (22) y la columna exterior (28).
- 15 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la piedra angular (24), las vigas inferiores (22), la columna central (26) y las columnas exteriores (28) están formadas por hormigón armado, los miembros superiores (30) están formados por acero, y la torre (14) está formada por material compuesto.







—FIG. 3

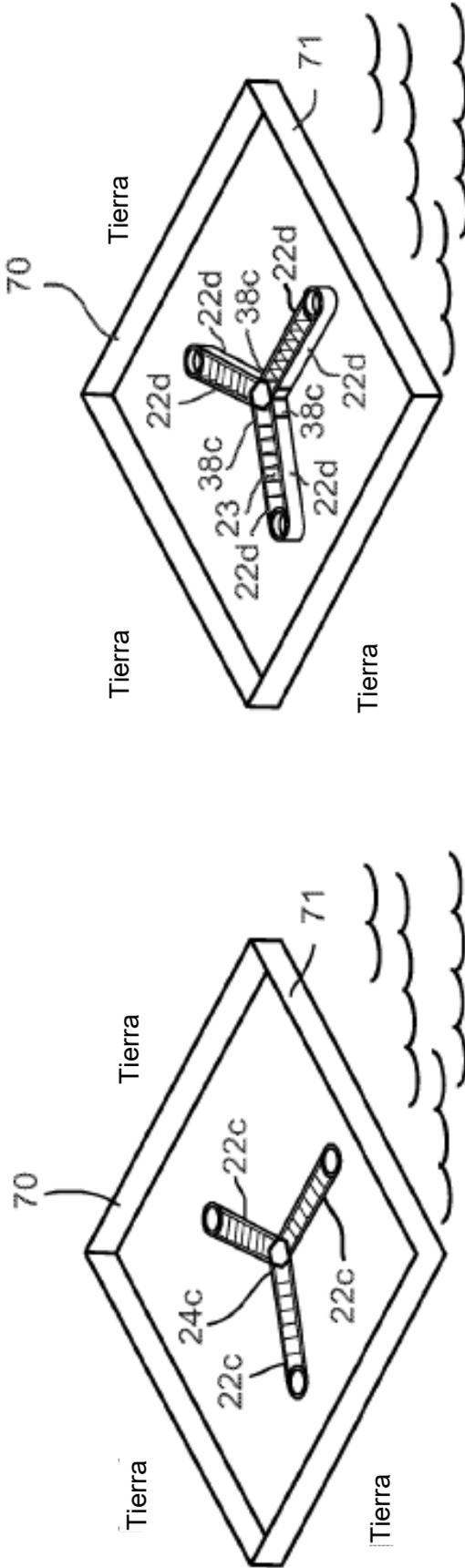


FIG. 4B

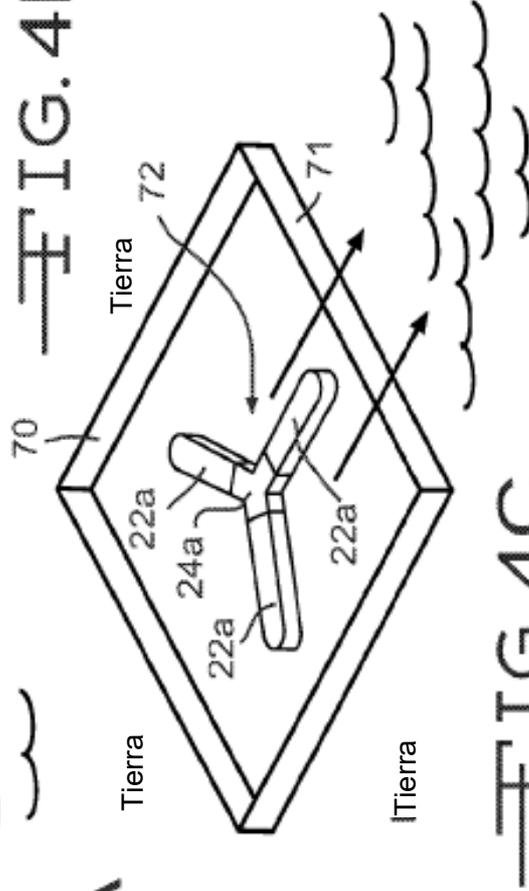


FIG. 4C

FIG. 4A

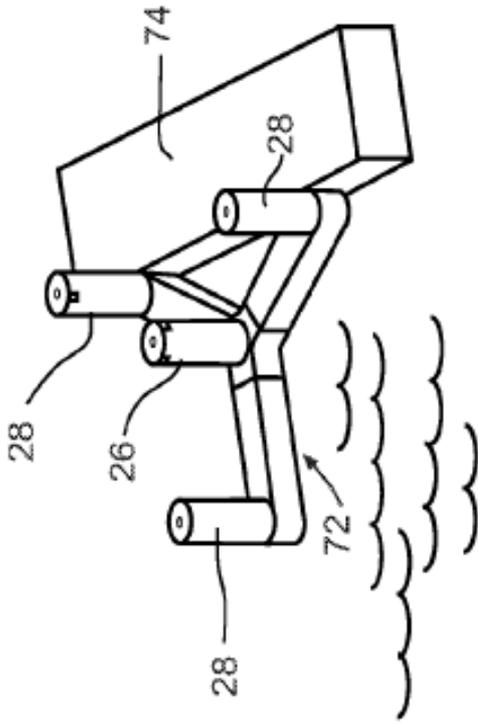


FIG. 5B

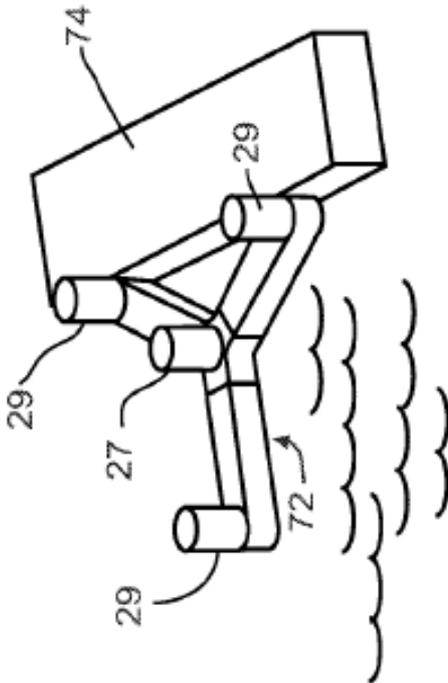


FIG. 5A

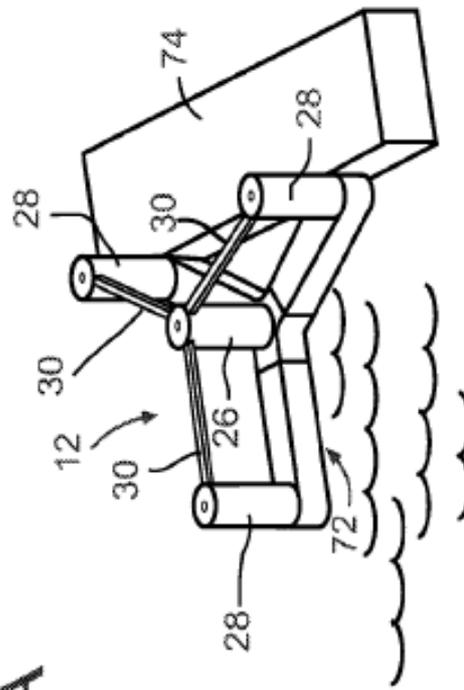


FIG. 5C

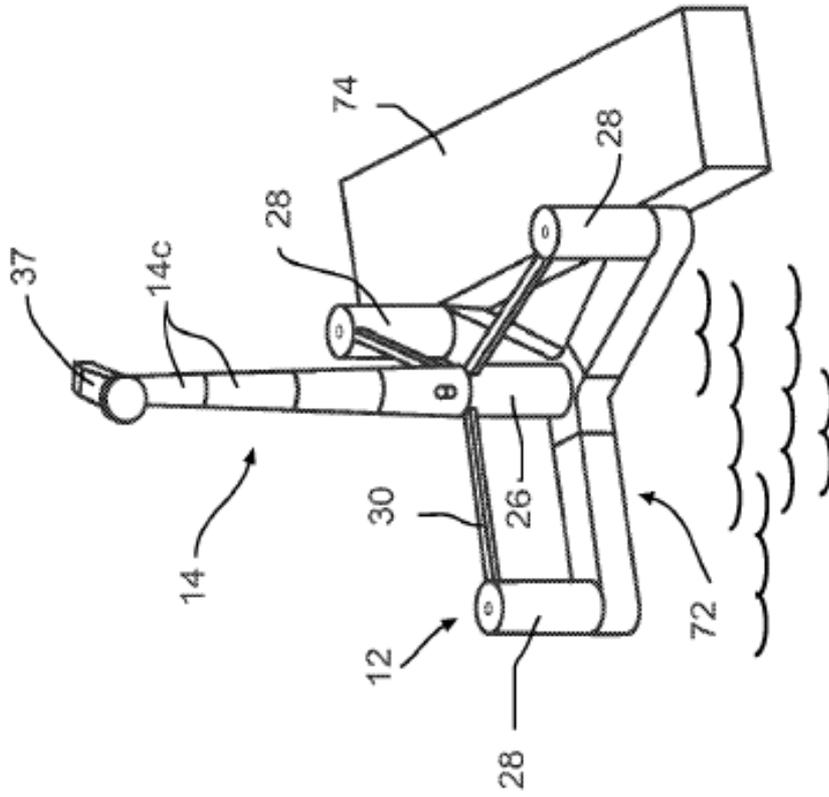


FIG. 6B

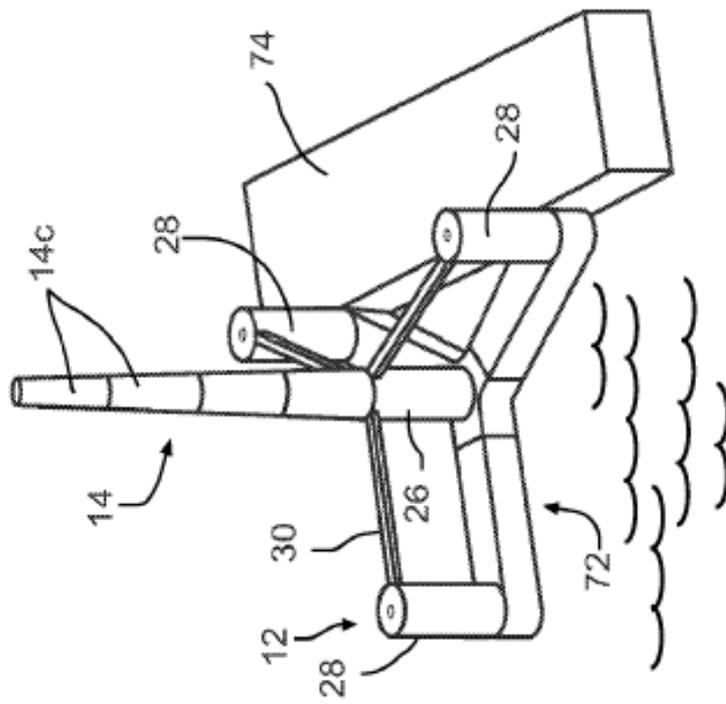
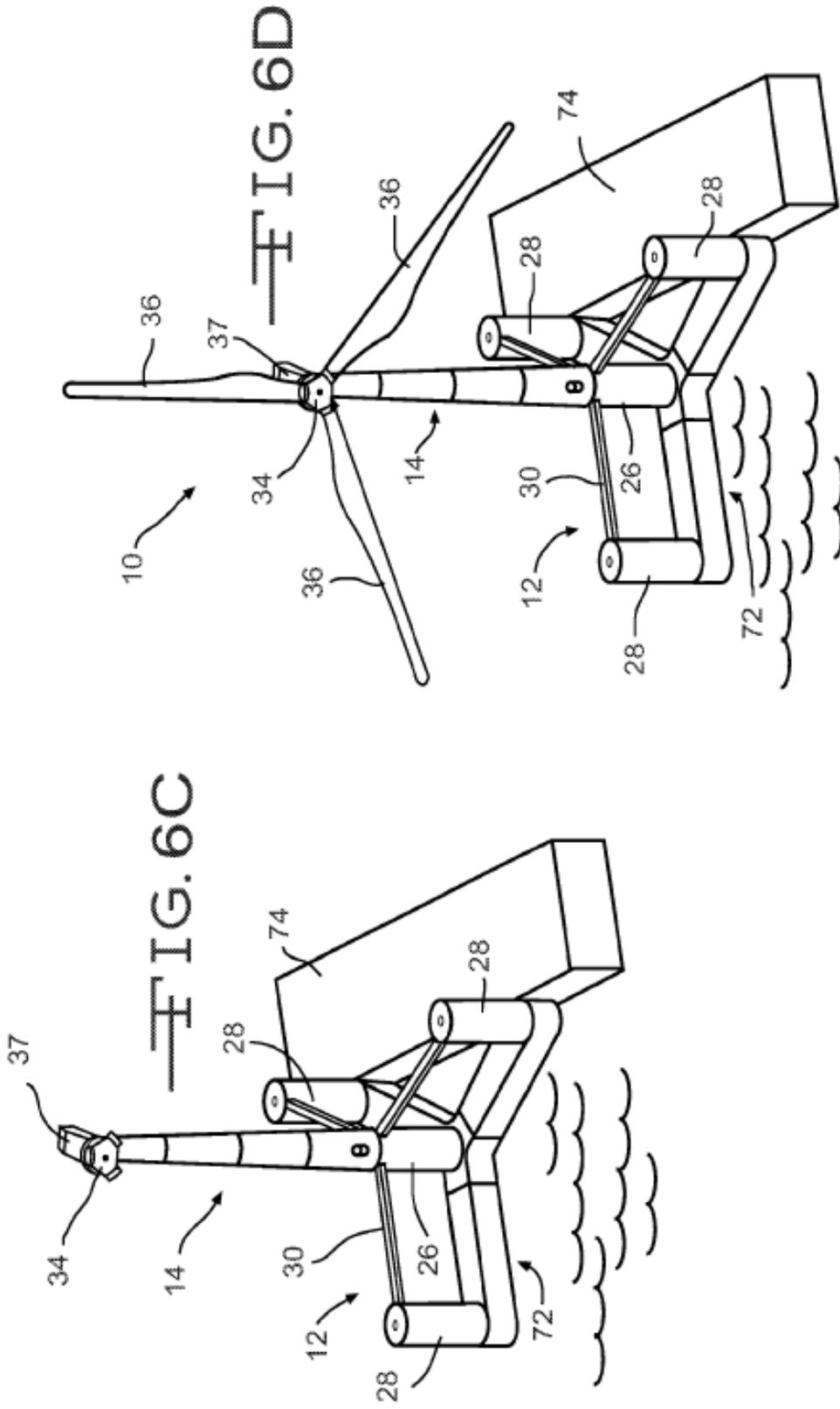
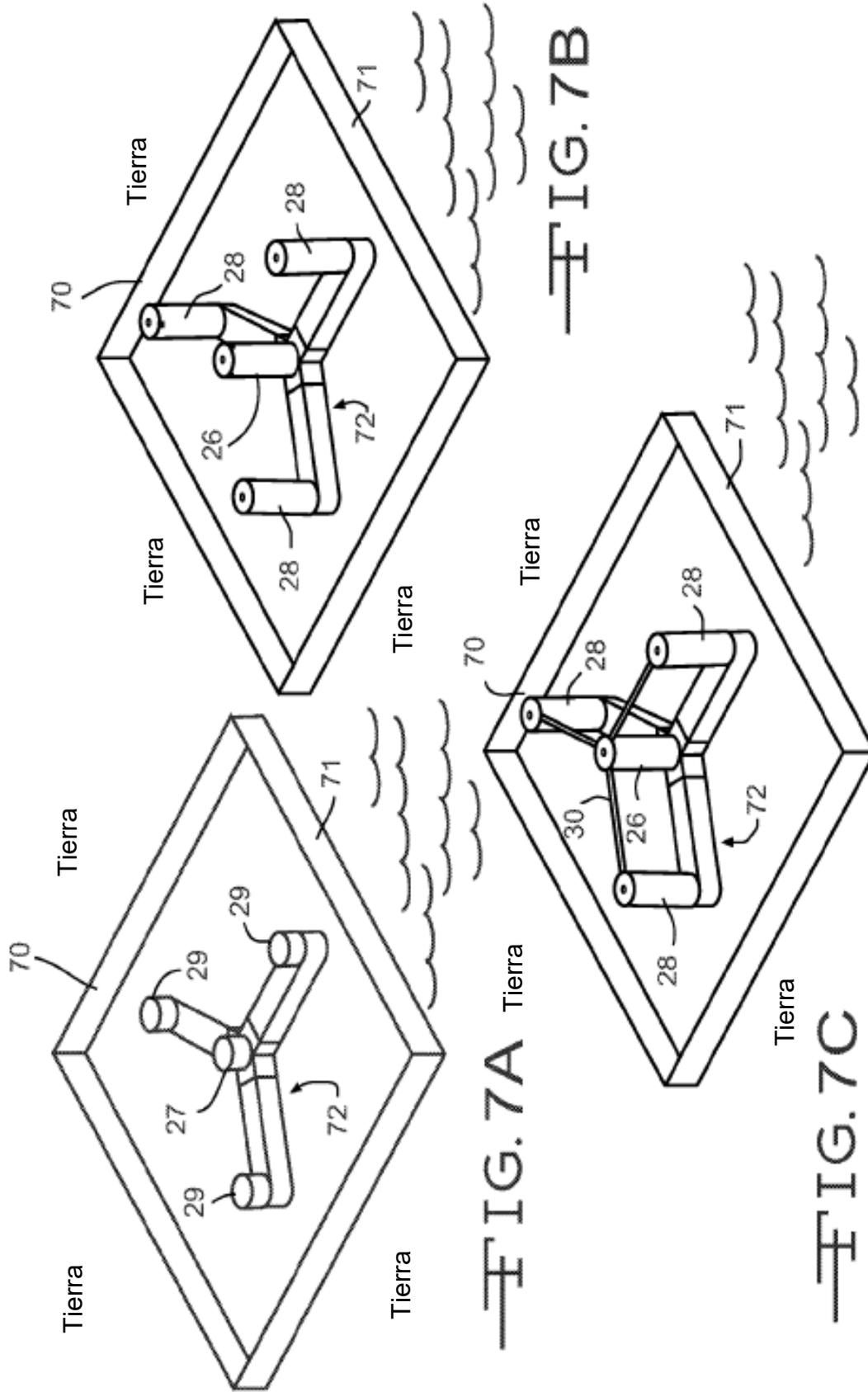


FIG. 6A





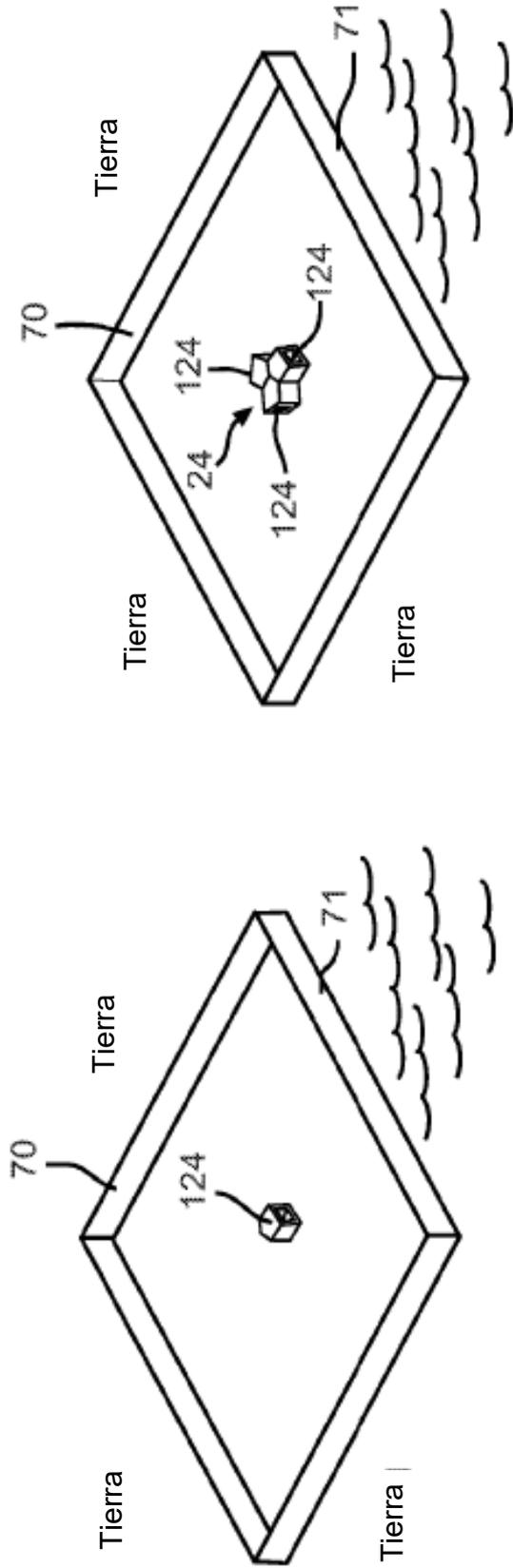


FIG. 8B

FIG. 8A

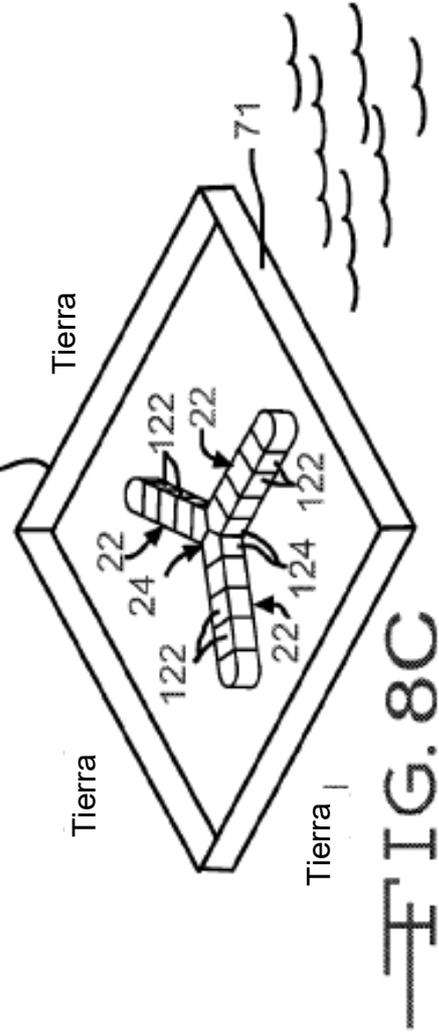
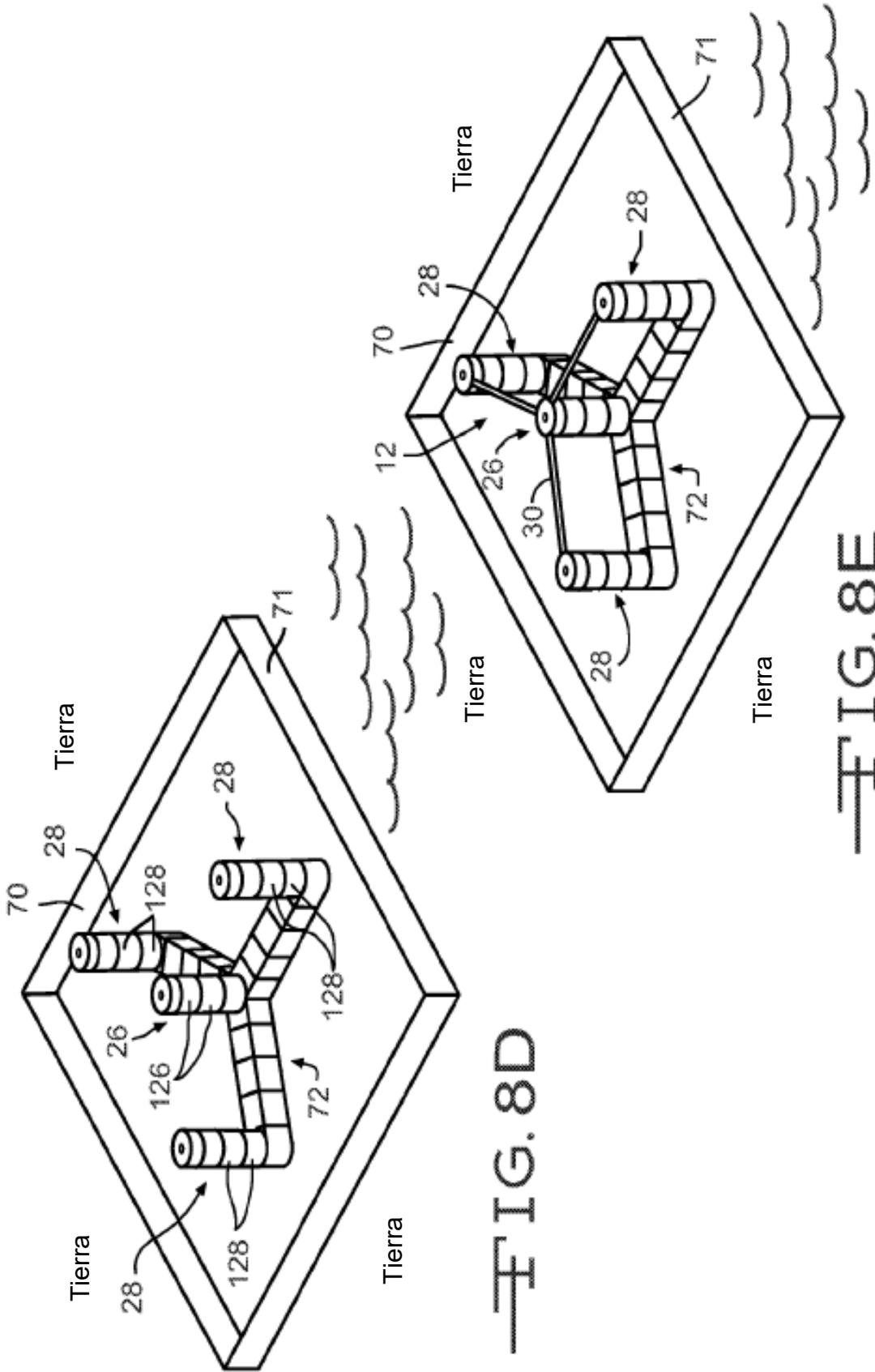


FIG. 8C



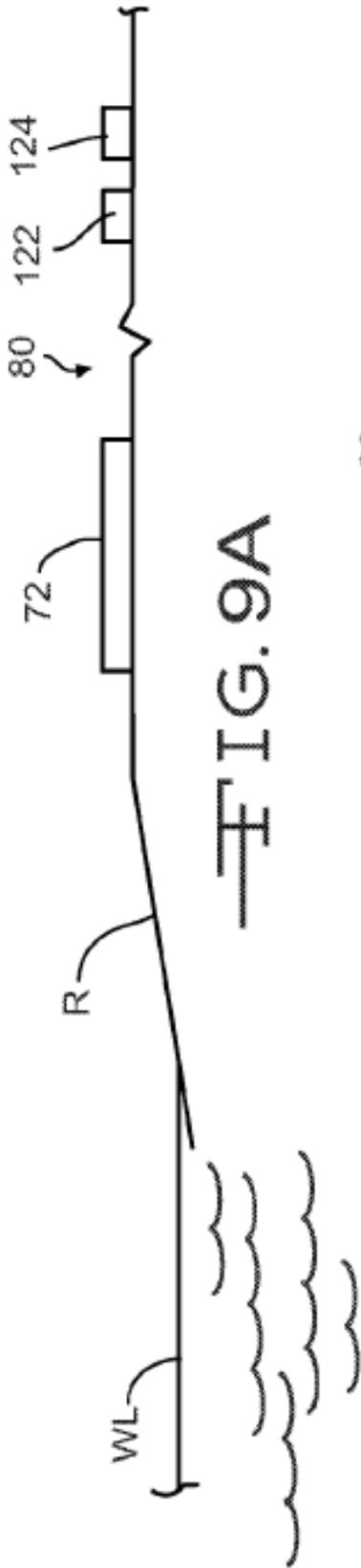


FIG. 9A

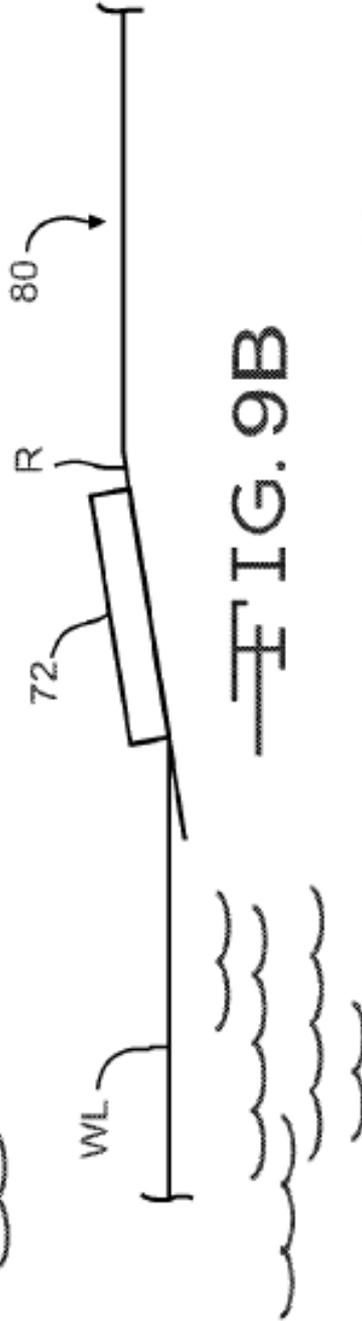


FIG. 9B

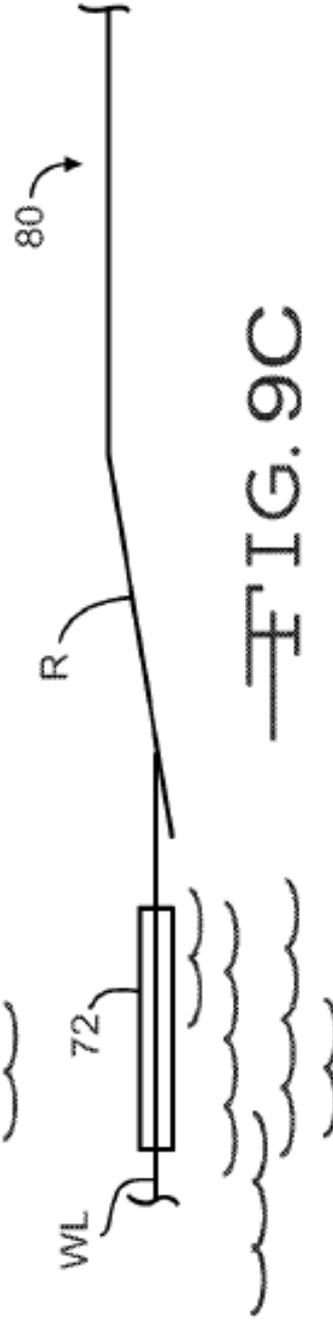


FIG. 9C

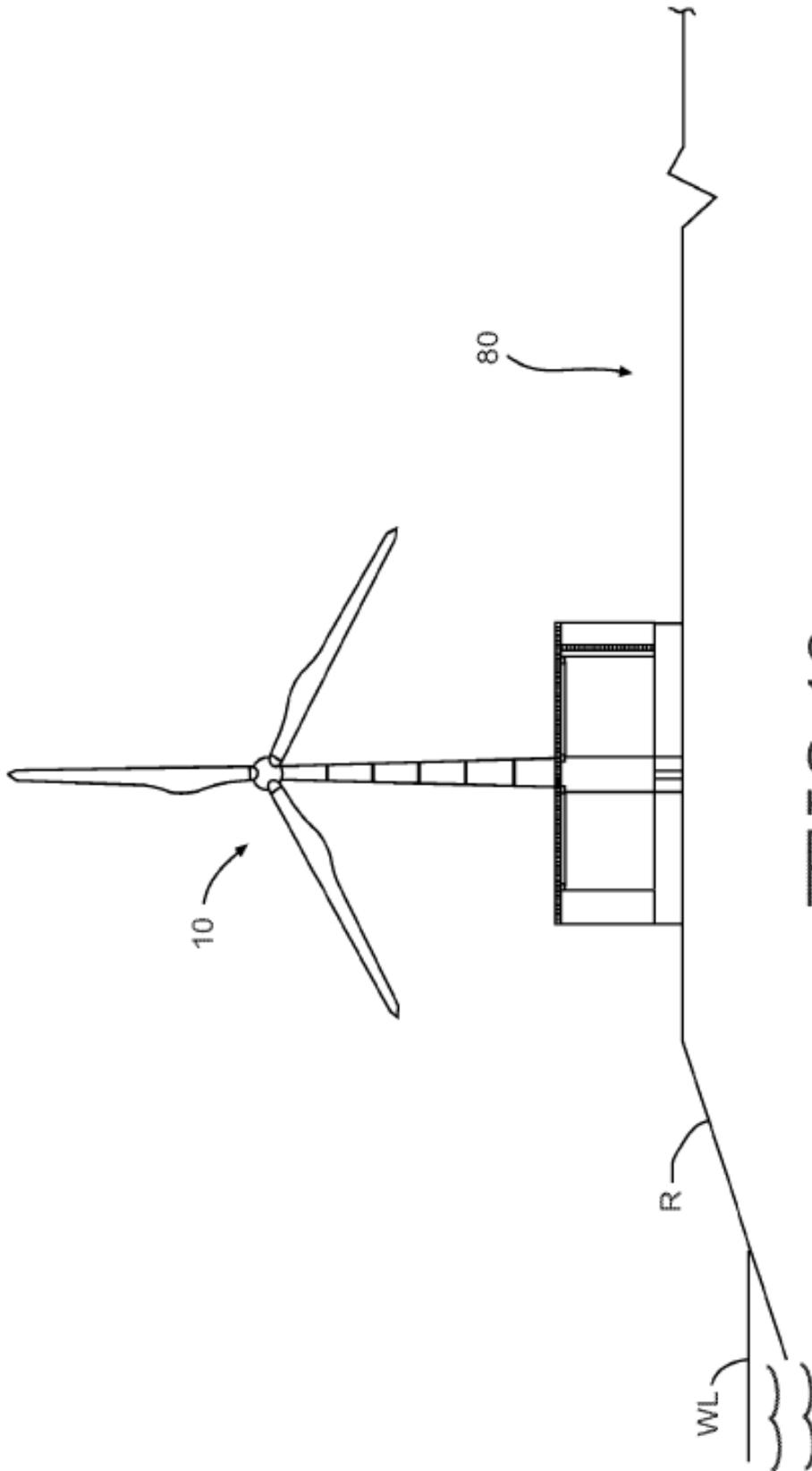


FIG. 10

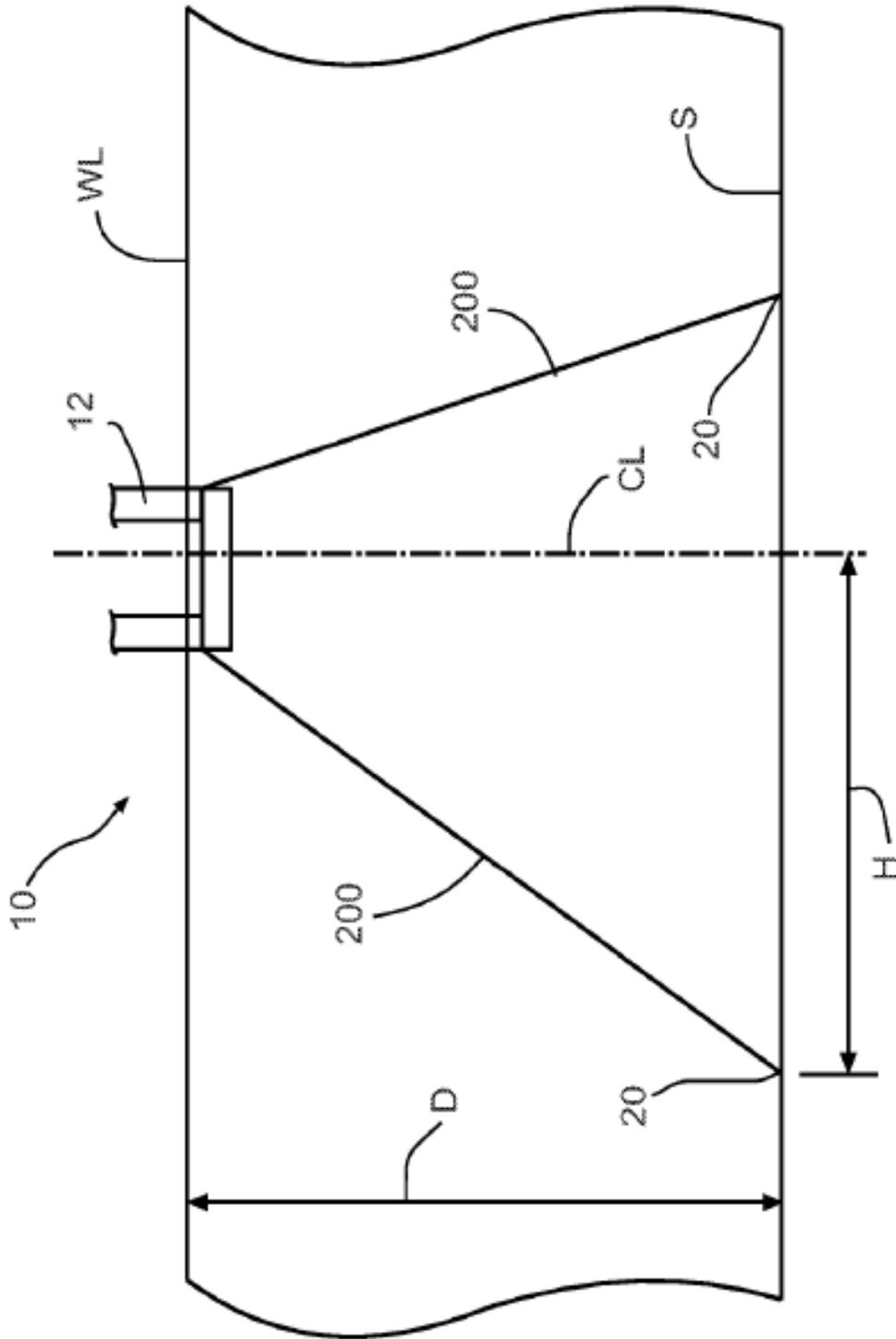


FIG. 11

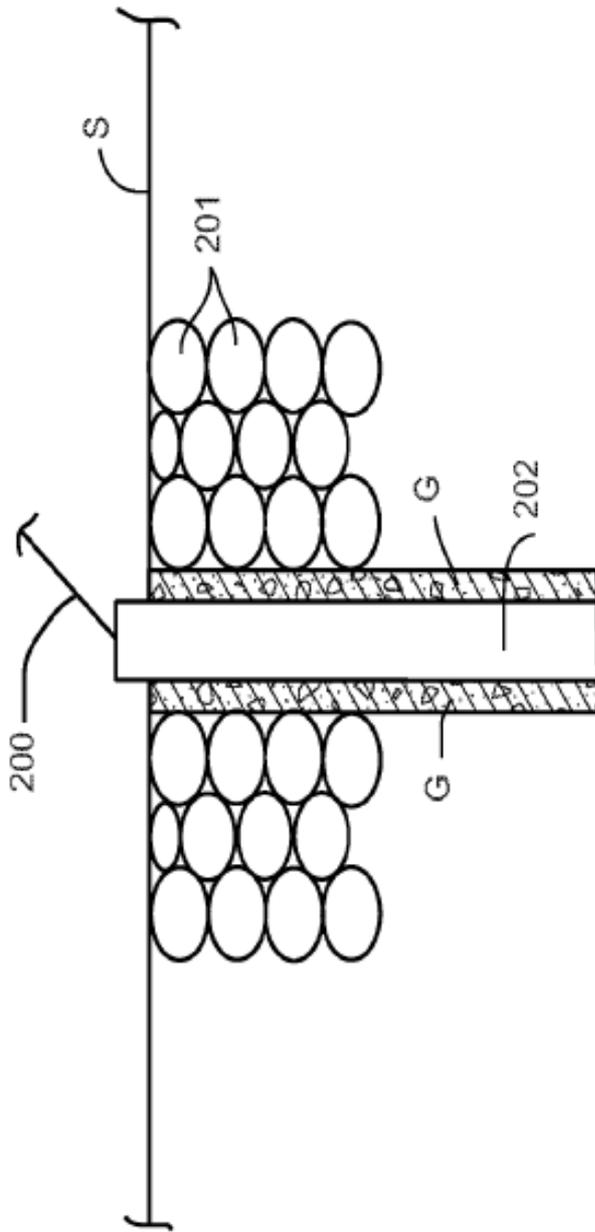


FIG. 12A

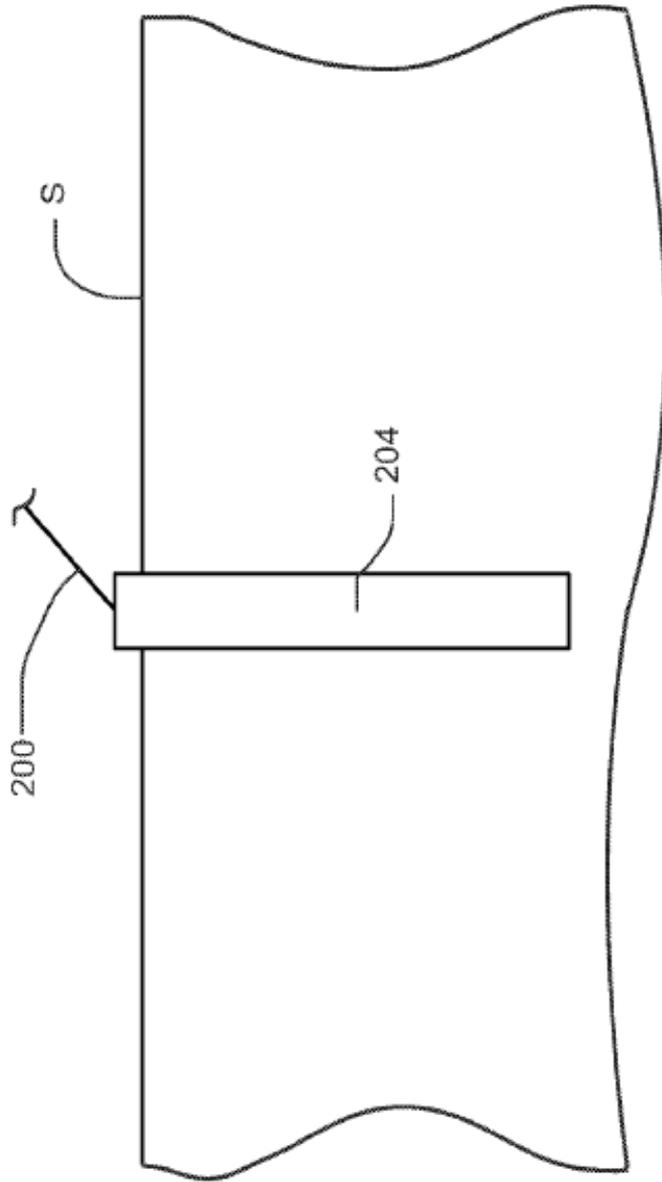
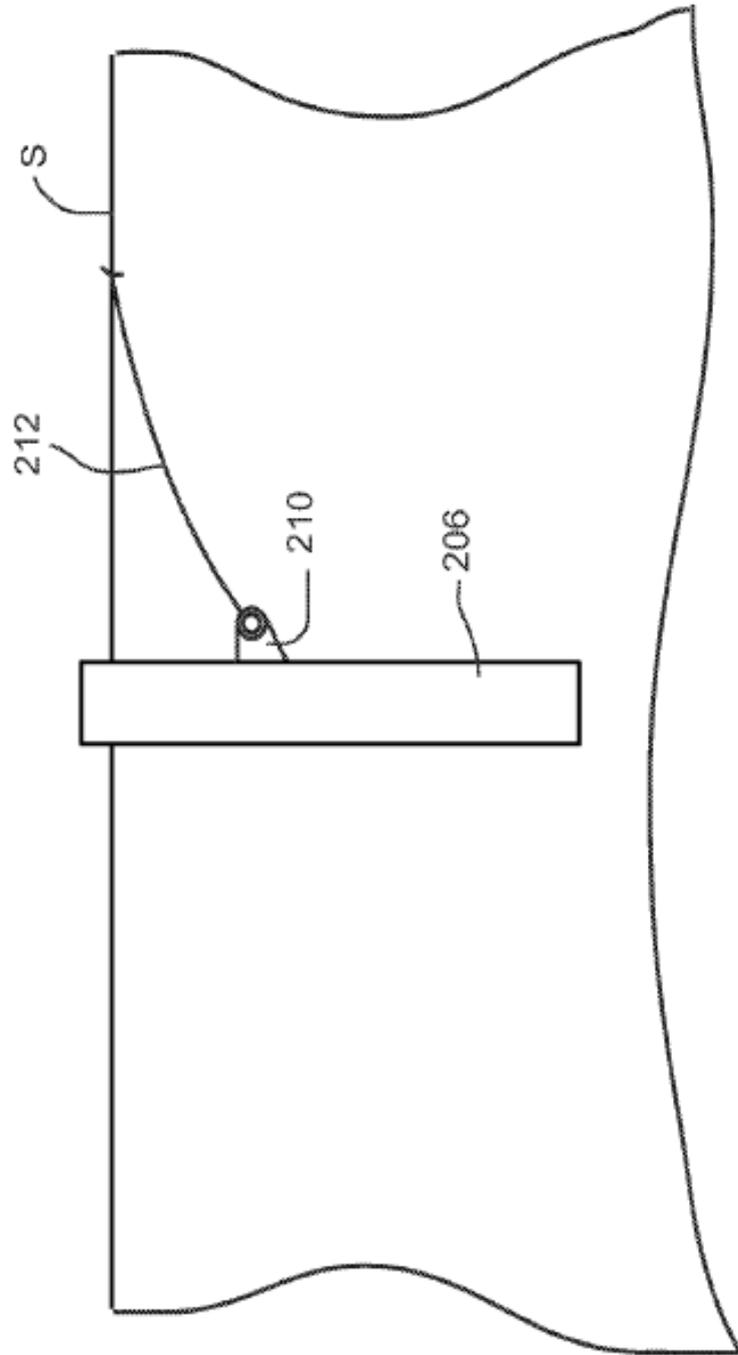


FIG. 12B



—FIG. 12C

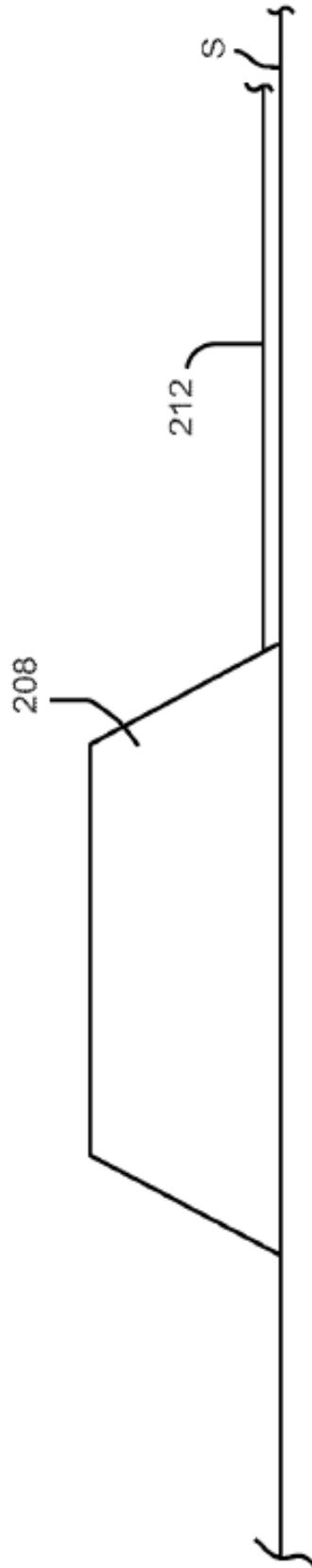


FIG. 12D

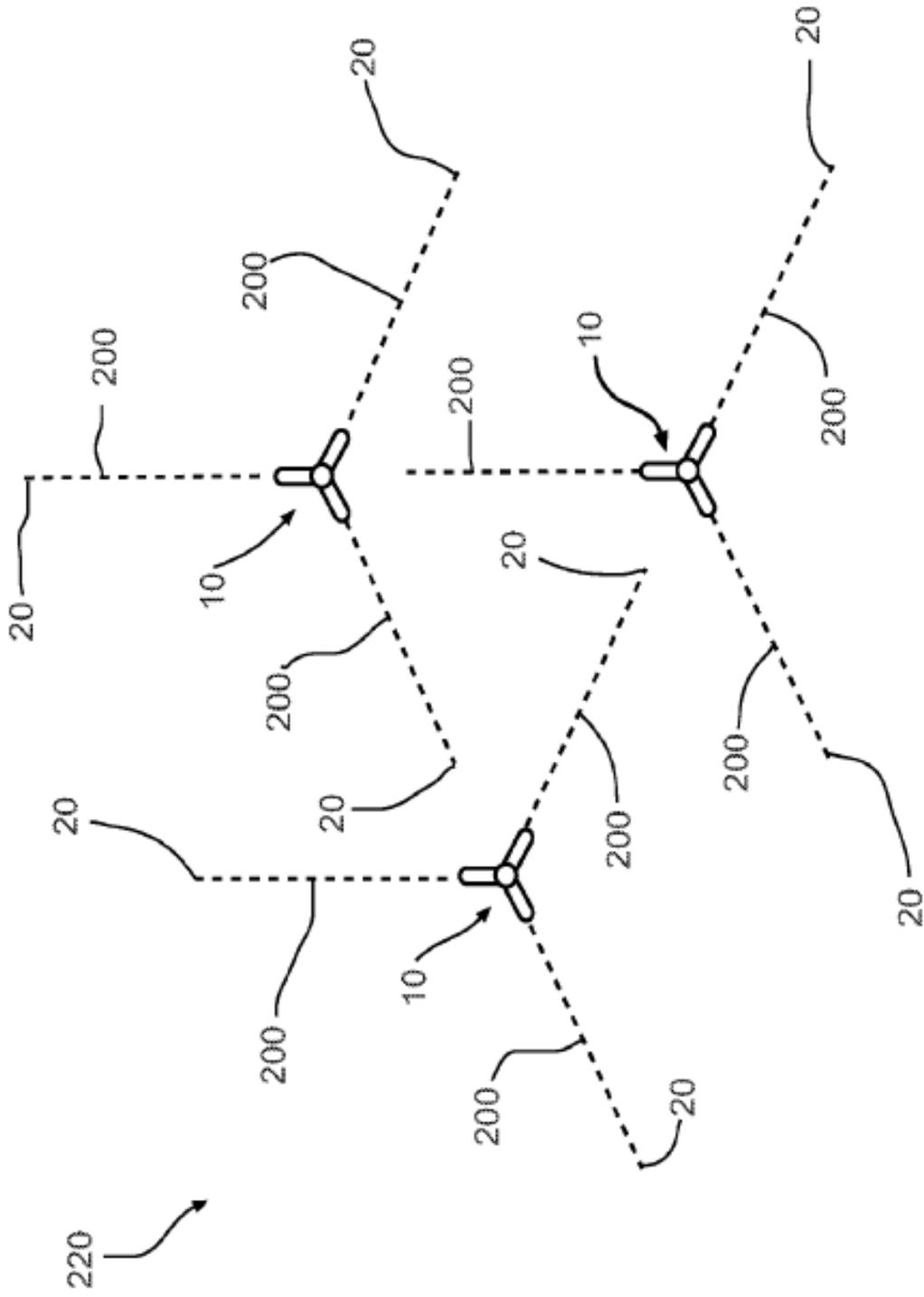


FIG.13

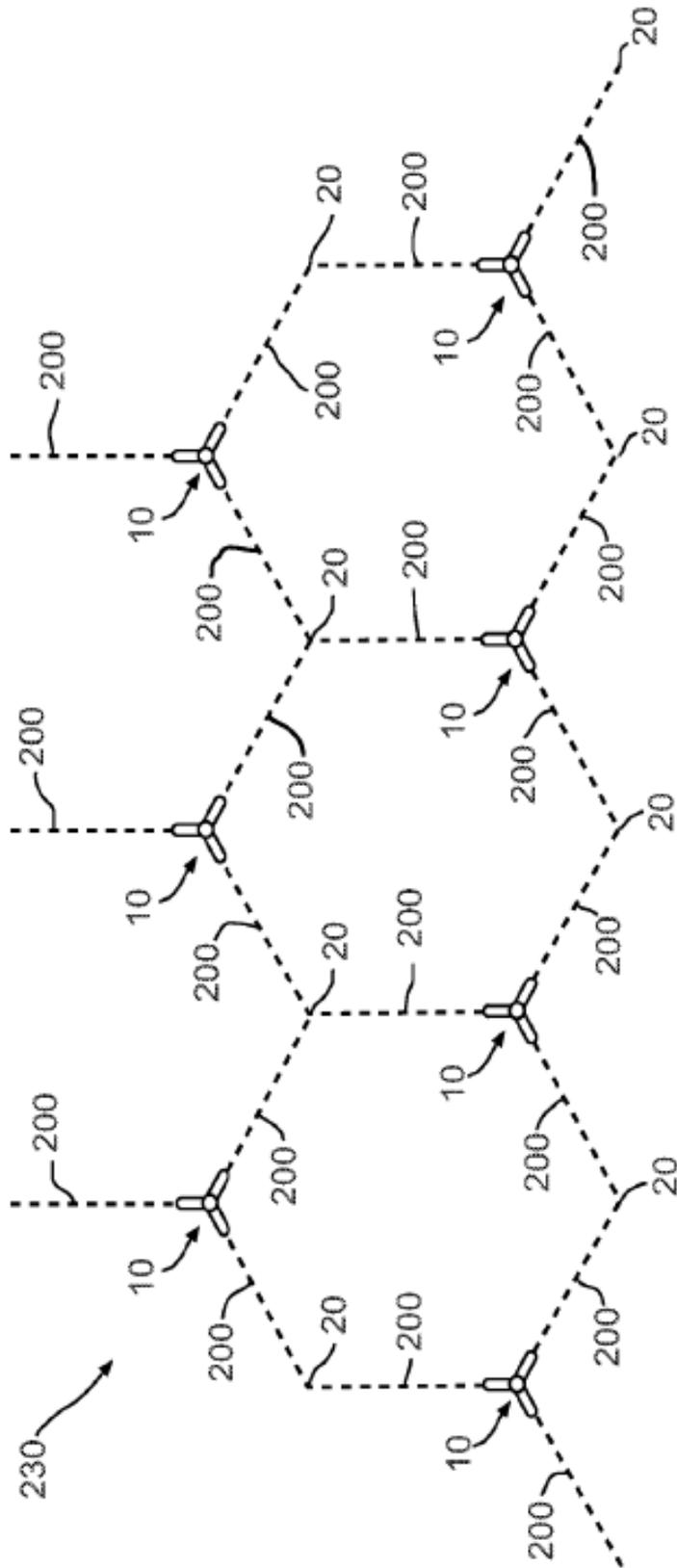


FIG. 14