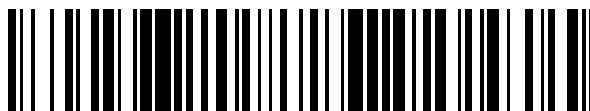


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 503 065**

51 Int. Cl.:

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/02 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010** **E 10768355 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014** **EP 2504571**

54 Título: **Sistema y procedimiento de módulo de turbina eólica flotante de eje vertical**

30 Prioridad:

21.10.2009 US 253562 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2014

73 Titular/es:

TECHNIP FRANCE (100.0%)
6-8, Allée de l'Arche Faubourg de l'Arche, ZAC
Danton
92400 Courbevoix, FR

72 Inventor/es:

HARRIS, PETER GRAHAM y
O'SULLIVAN, JAMES

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 503 065 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

Sistema y procedimiento de módulo de turbina eólica flotante de eje vertical

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente descripción se refiere sustancialmente a un sistema y a un procedimiento para turbinas eólicas marinas. Más específicamente, la presente descripción se refiere a un sistema y a un procedimiento para un módulo de turbina eólica flotante.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA.

15 El uso de turbinas eólicas marinas se está convirtiendo en una forma cada vez factible y conveniente de generación de energía. Una afirmación actual en la implementación de turbinas eólicas es "cuanto más grande, mejor" - cuanto mayor sea el motor de la turbina, más energía se genera. De este modo, las estructuras masivas se realizan, y se han venido realizando, con los gastos intrínsecos. Las turbinas eólicas horizontales convencionales son estructuras de 50 metros (m) a 100 m de altura y pesan 500 toneladas métricas o más y, en el futuro, se pueden realizar más grandes.

20 Normalmente, las turbinas eólicas instaladas en alta mar implican la utilización de grúas para levantar la torre, la turbina y las palas en su posición, tal como se muestra en el documento DE 10332383 B4. Las barcas y los servicios de grúas en alta mar pueden resultar costosos. Si se considera el despliegue de una pluralidad de unidades de turbina, una pluralidad de elementos de sustentación y de elementos de grúa, se puede elevar considerablemente el coste de una instalación en alta mar cuando se compara con una instalación en tierra y, por lo tanto, ello afecta a la viabilidad comercial global de la instalación de turbinas eólicas marinas.

25 Además, se deben instalar turbinas eólicas de eje horizontal convencionales en los sitios que se encuentren a grandes distancias entre sí puesto que el efecto de repulsión de los torbellinos que proceden de las palas en rotación interfiere con la siguiente turbina a sotavento, afectando de este modo al rendimiento y a la potencia de salida. En un entorno marino, dicha separación entre las turbinas implica un gran número de estructuras separadas significativamente, necesarias para construir el parque eólico en general, lo que supone un coste considerable. De este modo, un gran número de turbinas requiere una pluralidad de estructuras, amarres, cables de interconexión, etc., representando todos ellos un gasto considerable.

30 Las estructuras individuales separadas suponen otros retos menos directos. Puede resultar difícil acceder a la estructura de la turbina y, puesto que las estructuras se encuentran separadas, se puede tardar a realizar el mantenimiento y las reparaciones en un parque eólico. Una pluralidad de llegadas y salidas para cada una de las estructuras separadas aumenta el peligro para el personal. Además, cualquier turbina u otro equipo averiado que permanezca sin reparar supone una pérdida directa de ingresos.

35 Una solución propuesta para instalaciones de turbinas eólicas fijas y separadas comprende unir las turbinas eólicas a estructuras flotantes. Por ejemplo, el documento EP 1366290B1 da a conocer una central energética eólica marina flotante que presenta un sistema de amarre de punto único (10) fijado a un fondo marino, un elemento flotante en forma de por lo menos un triángulo (23a), encontrándose el elemento flotante flotando sobre una superficie de mar y amarrado en un vértice del triángulo al sistema de amarre de punto único (10), y una unidad energética eólica (30) en el elemento flotante (10).

40 A título de ejemplo, la patente US n.º 2001/0002757 da a conocer grupos generadores de molinos de viento, comprendiendo cada uno un molino de viento y un generador impulsado por el molino de viento, que se instalan en un cuerpo flotante que flota en el agua. El cuerpo flotante se realiza como un armazón triangular. Cada lado del triángulo del cuerpo flotante se realiza mediante una viga hueca que presenta una sección transversal rectangular. Los grupos generadores de molinos de viento se disponen en el cuerpo flotante en las esquinas correspondientes del triángulo. La distancia entre los centros de los molinos de viento, adyacentes entre sí, se fija en un valor inferior a cuatro veces, preferentemente inferior a dos veces, el diámetro de los rotores de los molinos de viento. Al ajustar la distancia entre los centros de los molinos de viento a un valor inferior a cuatro veces el diámetro del rotor, se puede reducir el coste de construcción del cuerpo flotante sin ninguna disminución adicional de la eficiencia en la generación de energía de los grupos generadores de molinos de vientos, con lo que se puede reducir el coste de la central energética.

45 Uno de los retos consiste en orientar los molinos de viento hacia una dirección óptima con respecto al viento, incluso cuando el viento cambia de dirección. Algunos sistemas, tales como los mencionados anteriormente, permiten el giro de la central eólica alrededor de un único punto de amarre o permiten que los rotores individuales de los molinos de viento giren alrededor de su propia torre hacia una orientación óptima. El punto de amarre único puede ser una

estructura que se amarra (a menudo con una pluralidad de líneas) como una especie de eje sobre el que gira la parte flotante con las turbinas eólicas.

Sin embargo, los ejemplos anteriores de publicaciones previas no se refieren a un sistema de energía eólica que presenta una pluralidad de puntos de amarre que se pueden preferir para una mejor sujeción y estabilidad del sistema, y todavía permiten que el sistema se oriente hacia direcciones distintas del viento para optimizar la energía eólica.

El documento DE 32 24 976 da a conocer un sistema de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 1.

Sigue existiendo la necesidad de un sistema y un procedimiento mejorados para un sistema de energía eólica con un sistema de amarre de varios puntos.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

La presente descripción proporciona un sistema de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, con uno o más módulos flotantes que presentan por lo menos dos turbinas eólicas verticales montadas en los mismos. Un sistema de amarre de varios puntos acopla el módulo flotante al lecho marino, presentando el sistema de amarre por lo menos dos puntos de amarre con por lo menos dos estachas de amarre dispuestas en ubicaciones alrededor del módulo flotante con las turbinas eólicas. Se acopla un sistema de rotación al módulo flotante y se adapta para girar el módulo flotante con respecto a la dirección del viento, mientras que el sistema de amarre de varios puntos se acopla entre el lecho marino y el módulo flotante. El sistema de rotación puede comprender un par giroscópico inducido procedente de turbinas eólicas de giro contrario y un diferencial del par giroscópico inducido de ajuste automático a partir de las direcciones variables del viento. Otros sistemas de rotación pueden comprender cabrestantes y conjuntos de traslación que se pueden activar para tensar o aflojar las estachas de amarre en el sistema de amarre de varios puntos acoplado al módulo flotante de un modo catenario.

La presente descripción proporciona un sistema de energía eólica, que comprende: un módulo flotante apto para flotar por lo menos parcialmente en el agua; por lo menos dos turbinas eólicas verticales montadas en el módulo flotante; un sistema de amarre de varios puntos acoplado entre el lecho marino y el módulo flotante que presenta por lo menos dos puntos de amarre con estachas de amarre, disponiéndose las estachas en ubicaciones alrededor del módulo flotante que presenta las turbinas eólicas verticales; y un sistema de rotación acoplado al módulo flotante y apto para girar el módulo flotante con respecto a la dirección del viento, mientras que el sistema de amarre de varios puntos se acopla entre el lecho marino y el módulo flotante.

La presente descripción proporciona además un procedimiento de optimización de la energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15 desde una plataforma flotante que presenta por lo menos dos turbinas eólicas verticales montadas sobre la plataforma con un sistema de amarre de varios puntos que presenta estachas de amarre que fijan la plataforma flotante en una ubicación con respecto al lecho marino. El procedimiento puede comprender: tensar por lo menos una estacha de amarre del sistema de amarre de varios puntos; y girar la orientación de la plataforma flotante de un primer estado a un segundo estado tensando, mientras el sistema de amarre de varios puntos se acopla entre el fondo marino y la plataforma flotante.

BREVE DESCRIPCION DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra un ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica de la presente descripción.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra el ejemplo de la forma de realización de un sistema de energía eólica de la figura 1 desde un ángulo inverso.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes de un ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica.

La figura 4 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra otro ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de amarre de varios puntos como parte de un sistema de energía eólica.

La figura 6 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional del sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 7 es un diagrama esquemático de una vista lateral de un ejemplo de sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 8 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado neutro de orientación con una forma de realización de un sistema de rotación que presenta un par giroscópico inducido procedente de las turbinas eólicas.

La figura 8A es un diagrama esquemático de una vista lateral de una estacha de amarre en el primer estado de orientación.

La figura 9 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de energía eólica girado hacia una segunda orientación con el sistema de rotación de la figura 8 presentando un diferencial del par giroscópico inducido procedente de las turbinas eólicas.

La figura 9A es un diagrama esquemático de una vista lateral de una estacha de amarre en el segundo estado de orientación.

La figura 10 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación.

La figura 11 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un segundo estado de orientación.

La figura 12 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de reajuste de la orientación.

La figura 13 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un tercer estado de orientación.

La figura 14 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 15 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional del sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 16 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 17 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica.

La figura 18 es un diagrama esquemático de una vista lateral de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica con un sistema de rotación que presenta uno o más cabrestantes.

La figura 19 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con el sistema de rotación presentando por lo menos un cabrestante.

La figura 20 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica girado hacia un segundo estado de orientación con el sistema de rotación de la figura 19 presentando por lo menos un cabrestante.

La figura 21 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con una forma de realización adicional de un sistema de rotación que presenta por lo menos un cabrestante.

La figura 22 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con una forma de realización adicional de un sistema de rotación que presenta por lo menos un conjunto de traslación en una primera posición.

La figura 23 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica girado hacia un segundo estado de orientación con el sistema de rotación de la figura 22 presentando el conjunto de traslación en una segunda posición.

La figura 24 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación para una primera dirección del viento.

La figura 25 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes del sistema de energía eólica en un segundo estado de orientación para una segunda dirección del viento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las figuras descritas anteriormente y la descripción de las estructuras y funciones específicas que se realizará a continuación no pretenden limitar el alcance de lo que el presente solicitante ha inventado o el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Al contrario, se proporcionan las figuras y la descripción escrita para dar a conocer a cualquier experto en la materia cómo preparar y utilizar las invenciones para las que se solicita la protección de patente. Los expertos en la materia podrán apreciar que no se describen o muestran todas las características de una forma de realización comercial de las invenciones en aras de la claridad y de la comprensión. Los expertos en la materia podrán apreciar asimismo que el desarrollo de una forma de realización comercial real que incorpore aspectos de las presentes invenciones requerirá numerosas decisiones específicas en la implementación para alcanzar el objetivo último del desarrollador para la forma de realización comercial. Dichas decisiones específicas relacionadas con la implementación pueden comprender, y probablemente no se limiten a las mismas, el cumplimiento de las relacionadas con el sistema, las relacionadas con el negocio, las relacionadas con el gobierno y otras limitaciones, que pueden variar en función de la aplicación específica, la ubicación y cambiar con el tiempo. Aunque los esfuerzos de un desarrollador pueden ser complejos y lentos en un sentido absoluto, dichos esfuerzos constituirían, sin embargo, una tarea rutinaria para los expertos ordinarios en la materia, gozando de la ventaja de la presente descripción. Se debe comprender que las invenciones descritas y que se dan a conocer en la presente memoria son susceptibles de numerosas y diversas modificaciones y formas alternativas. La utilización de un término en singular, tal como, pero sin limitado al mismo, "un", no pretende limitar el número de elementos. Asimismo, la utilización de términos relativos tales como, pero sin limitarse a los mismos, "parte superior", "parte inferior", "izquierda", "derecha", "superior", "inferior", "abajo", "arriba", "lateral", y similares se utilizan en la presente descripción escrita en aras de la claridad haciendo referencia específica a las figuras y no pretenden limitar el alcance de la presente invención o de las reivindicaciones adjuntas. Cuando proceda, se han etiquetado los elementos con sufijos alfabéticos ("A", "B", etc.) para indicar diversos aspectos similares del sistema o dispositivo.

Cuando se hace referencia a dichos elementos de un modo general, se puede utilizar el número sin la letra. Además, dichas indicaciones no limitan el número de elementos que se pueden utilizar para dicha función.

La presente descripción proporciona un sistema de energía eólica con uno o más módulos flotantes que presentan una pluralidad de turbinas eólicas verticales montadas en los mismos. Un sistema de amarre de varios puntos acopla el módulo flotante al lecho marino, presentando el sistema de amarre por lo menos dos puntos de amarre con por lo menos dos estachas dispuestas en ubicaciones alrededor del módulo flotante con las turbinas eólicas. Se acopla un sistema de rotación al módulo flotante y se adapta para girar el módulo flotante con respecto a la dirección del viento, mientras que el sistema de amarre de varios puntos se acopla entre el lecho marino y el módulo flotante. El sistema de rotación puede comprender un par giroscópico inducido procedente de turbinas eólicas de giro contrario y un diferencial del par giroscópico inducido de ajuste automático a partir de las direcciones variables del viento. Otros sistemas de rotación pueden comprender cabrestantes y conjuntos de traslación que se pueden activar para tensar o aflojar las estachas de amarre en el sistema de amarre de varios puntos acoplado al módulo flotante de un modo catenario.

La figura 1 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra un ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica de la presente descripción. La figura 2 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra el ejemplo de la forma de realización de un sistema de energía eólica de la figura 1 desde una dirección inversa. Las figuras se describirán en conjunto. El sistema de energía eólica 2 comprende sustancialmente por menos un módulo flotante 4. El módulo flotante comprende, sustancialmente, una pluralidad de estructuras flotantes conectadas por elementos de bastidor. Las formas de realización particulares que se muestran en el presente documento son sustancialmente disposiciones de bastidor abierto en las que las olas y el viento pueden pasar a través de la estructura de bastidor. Otras formas de realización no representadas, pero consideradas, pueden comprender módulos flotantes cerrados en los que se encuentran cerrados, o sustancialmente cerrados, al viento o a las olas una o más partes. En por lo menos algunas formas de realización, el módulo flotante 4 comprende mástiles flotantes. Sustancialmente, un mástil flotante es una estructura flotante que presenta la dimensión transversal inferior a la dimensión longitudinal y se dispone en el mar en una orientación vertical para soportar una estructura por encima del mástil. Los mástiles pueden constituir una parte de la capacidad de flotación del módulo flotante. En una o más formas de realización de la presente descripción, se pueden utilizar los mástiles, tales como los mástiles 6A, 6B, 6C, 6D y (a los que se hace referencia de un modo general como "mástil 6") para soportar las turbinas eólicas y se denominarán de este modo en la presente documento mástil de turbina. Se pueden acoplar uno o más elementos de bastidor 8 entre mástiles de turbina adyacentes. En por lo menos algunas disposiciones, el armazón puede alinear una pluralidad de mástiles de turbina en una fila 10. Se pueden acoplar otros mástiles de turbina 14A, 14B, 14C (de un modo general "mástil 14"), junto con elementos de bastidor similares para formar una segunda fila 12. Uno o más elementos de bastidor transversal 16 pueden acoplar las filas 10 y 12 entre sí para formar una estructura de tipo reticular. Los mástiles de turbina de una fila se pueden encontrar desplazados con respecto a la alineación de una fila adyacente de los mástiles de turbina, por lo que las turbinas montadas en los mismos pueden recibir la cantidad máxima de viento cuando la dirección se alinea en perpendicular a las filas. Se pueden montar una o más turbinas eólicas 18 en los mástiles de turbina 6, 14. En general, la turbina eólica 18 comprende un generador 20 que convierte la energía de rotación de la turbina eólica en energía eléctrica. La turbina eólica 18 comprende un eje de rotación 22 alrededor del que se dispone y gira un eje central 24. Se extiende una pluralidad de elementos de soporte 26 desde el eje central 24 radialmente hacia el exterior y se acoplan a una pluralidad de palas de turbina 28. Las palas de turbina se encuentran diseñadas y configuradas para convertir la fuerza del viento en una energía de rotación alrededor del eje central 24.

La presente descripción se prevé turbinas eólicas sustancialmente verticales y, por lo tanto, se ilustra de este modo. Las turbinas eólicas verticales crean sustancialmente un vórtice axial alineado con el eje central y presentan menos turbulencias en una dirección radial desde el eje de rotación 22. Por lo tanto, se pueden disponer las turbinas eólicas verticales más próximas entre sí que una turbina eólica horizontal convencional. Por ejemplo, y sin limitación alguna, normalmente se conoce que las turbinas eólicas horizontales requieren aproximadamente una separación de cinco diámetros entre las turbinas eólicas para maximizar la energía eólica sin interferencias de turbulencia del viento adyacente. Es decir, el diámetro de las palas que giran alrededor del eje horizontal se multiplica por cinco y dicho resultado es la separación normal entre las torres adyacentes de las turbinas eólicas horizontales. Aunque utilizando la ingeniería se puede realizar dicha separación en el módulo flotante 4, se considera comercialmente que una separación permisible inferior de las turbinas eólicas verticales 18 permite construir más eficientemente el módulo flotante 4. Por ejemplo, y sin limitación alguna, las turbinas eólicas flotantes 18 se pueden separar una distancia S de $1D$ a $5D$, siendo D es el diámetro de rotación de las palas de turbina eólica alrededor del eje de rotación 22. Más preferentemente, una separación S puede ser aproximadamente de $2D$ a $3D$. Dichas separaciones en la presente memoria comprenden incrementos entre las mismas, tales como 2,1, 2,2, 2,3, etc., y otros incrementos de 2,11, 2,12, etc. Por ejemplo, y sin limitación, una turbina eólica vertical de 20 m de diámetro se puede separar con respecto a otra turbina eólica adyacente una distancia comprendida entre 40 m a 60 m. En cambio, una turbina eólica horizontal convencional con un diámetro de rotación de 100 m generalmente se encontrará separada 500 m con respecto a la turbina eólica siguiente. Además, el mástil de las turbinas puede presentar distintas alturas por encima del nivel del agua. Por ejemplo, los mástiles de turbina 6 de la fila 10 pueden presentar una altura inferior a la de los mástiles de turbina 14 de la fila 12. La diferencia de altura se indica con la letra "H" en la figura 2. El

desplazamiento puede ayudar a proporcionar más viento a las filas de turbinas eólicas ubicadas detrás de la fila delantera de turbinas eólicas.

Además, el módulo flotante puede comprender una o más placas de alteada 54. El movimiento vertical de la barcaza debido al movimiento de las olas se denomina "alteada". Se pueden acoplar una o más placas de alteada en una ubicación por debajo de la superficie del agua con uno o más mástiles para cambiar del período de resonancia del movimiento del módulo flotante con respecto a un período de movimiento de las olas para estabilizar mejor el módulo y resistir la alteada. En por lo menos una forma de realización, se puede acoplar una placa de alteada por debajo o entre los uno o más mástiles. En otras formas de realización, se puede acoplar una placa de alteada separada a cada uno de los uno o más mástiles o grupos de uno o más mástiles, o a los elementos de bastidor. Los dibujos de la presente memoria representan diversos ejemplos no limitativos.

Un aspecto del sistema de energía eólica es que, se pueden combinar turbinas eólicas verticales más pequeñas disponibles comercialmente para obtener una capacidad conjunta superior por módulo flotante. Por ejemplo, una turbina eólica vertical que produce 0,6 megavatios ("MW") se puede combinar con otras turbinas eólicas del módulo flotante, por lo que la capacidad del módulo flotante, tal como el representado en la figura 1, de siete turbinas eólicas 18, podría ser de 4,2 megavatios. Además, tal como se ilustra en la presente memoria, una pluralidad de módulos flotantes con sus turbinas eólicas correspondientes puede crear en conjunto un sistema de energía eólica más grande (al que a veces se hace referencia como "parque eólico"). Se entiende explícitamente que los signos y capacidad de las turbinas eólicas individuales es únicamente ilustrativa y no limitativa, y pueden variar así como el número de turbinas eólicas en cualquier módulo flotante dado. Por lo tanto, las cifras anteriores se proporcionan únicamente a título de ejemplo, tal como podrán reconocer los expertos ordinarios en la materia.

El sistema de energía eólica comprende además un sistema de amarre de varios puntos 39. Los detalles del sistema de amarre de varios puntos se describirán a continuación. Sin embargo, en general, el sistema de amarre de varios puntos comprende una pluralidad puntos de amarre dispuestos alrededor del módulo flotante, y comprende estachas y anclajes unidos a un lecho marino para su estabilidad. Una de las características únicas de la presente invención es la capacidad del sistema de energía eólica para adaptarse a un cambio de dirección del viento a pesar de la orientación fija habitual de un sistema de amarre de varios puntos en una estructura flotante.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes de un ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 puede comprender una pluralidad de módulos flotantes 4A, 4B, 4C con sus turbinas eólicas 18 acopladas a los mismos. El módulo 4 flotante se puede amarrar mediante un sistema de amarre de varios puntos 39. El sistema de amarre de varios puntos 39 se puede acoplar entre el lecho marino 40 y una o más estructuras del módulo flotante 4, tales como los mástiles de turbina 6, 14, o los elementos de bastidor 8, 16. En general, el sistema de amarre de varios puntos 39 comprende un punto de amarre 34 en una parte del módulo flotante, tal como la periferia del módulo flotante, una estacha 36 acoplada al punto de amarre 34 y que se extiende hacia abajo hasta un anclaje 38 acoplado al lecho marino 40. El término "punto de amarre" se utiliza en un sentido amplio y puede comprender cualquier estructura o sistema de fijación que pueda acoplar la estacha de amarre con la estructura flotante. El término "estacha" se utiliza en un sentido amplio y puede comprender cualquier medio de acoplamiento extendido, tales como un cable de alambre, estachas de cable, cadenas, correas, etc. El término "anclaje" se utiliza en un sentido amplio y puede comprender cualquier medio estacionario de sujeción de la línea en una posición fija y acoplado sustancialmente al lecho marino o a una estructura intermedia acoplada al lecho marino. El anclaje se puede disponer encima del lecho marino o introducir por lo menos parcialmente en el lecho marino. El sistema de amarre de varios puntos 39 comprende, por lo menos, dos de dichos conjuntos de puntos de amarre, estachas y anclajes. Por ejemplo, en las formas de realización ilustradas para el módulo flotante 4A, se muestran cuatro puntos de amarre, es decir, los puntos de amarre 34A, 34B, 34C y 34D, acoplándose cada uno a las estachas de amarre 36A, 36B, 36C y 36D. Las estachas de amarre se acoplan a continuación a los anclajes 38A, 38B, 38C, y 38D para amarrar el módulo flotante en su posición en el lecho marino. Tal como se muestra en otras formas de realización, puede variar el número de puntos de amarre, siendo el mínimo dos puntos de amarre. Las formas de realización específicas mostradas en la presente memoria comprenden dos, tres y cuatro puntos de amarre, aunque se puede utilizar un número superior. El sistema de amarre de varios puntos limita el movimiento relativo y la orientación de los módulos flotantes y puede proporcionar una cierta estabilidad a los módulos en comparación con los sistemas de amarre de punto único tal como se ha indicado en las antecedentes anteriormente.

Además, el módulo flotante 4A comprende un ejemplo de placa de alteada 54 que abarca una zona proyectada debajo del módulo flotante acoplada a los mástiles 6. El módulo flotante 4B comprende un ejemplo de placa de alteada 54 debajo de los mástiles que abarca una zona proyectada debajo del módulo flotante que se acopla mediante unos soportes intermedios 56 para extender la placa de alteada a una mayor profundidad en el agua circundante. El módulo flotante 4A comprende un ejemplo de placa de alteada 54 dividida en partes 54A, 54B que abarcan una zona proyectada debajo del módulo flotante.

Los módulos flotantes 4A, 4B, 4C pueden formar un sistema de energía eólica que presente una salida acumulada de la pluralidad de módulos flotantes. Se pueden utilizar más o menos módulos flotantes en el sistema de energía eólica. Además, se puede variar el tamaño, la forma y el número de turbinas eólicas entre los módulos así como en

un único módulo, tal como puede resultar apropiado en ciertas circunstancias. Por lo tanto, las descripciones anteriores no son limitativas y se proporcionan únicamente a título de ejemplo.

La figura 4 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra otro ejemplo de forma de realización de un sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende el módulo flotante 4 y un par de turbinas eólicas verticales, 18A, 18B acopladas a un par de mástiles de turbina 6A, 6B. Puede variar el número de pares de turbinas eólicas (y, probablemente, el número de mástiles de turbina de las turbinas eólicas, aunque un mástil de turbina suficientemente grande puede soportar una pluralidad de turbinas eólicas), en función del tamaño del módulo y de la capacidad de soporte del módulo. Además, el número de turbinas eólicas puede ser un número impar en por lo menos algunas formas de realización. Los elementos de bastidor 8, 16 forman una rejilla de soporte estructural entre los mástiles de turbina separados 6A, 6B. Una pluralidad de mástiles estabilizadores 30 se encuentran separados en ubicaciones distintas alrededor del módulo flotante 4. Los mástiles estabilizadores proporcionan una cierta flotabilidad al módulo flotante y se disponen sustancialmente alrededor de una periferia exterior del módulo flotante para maximizar la fuerza estabilizadora a una distancia del centro de gravedad 50 del módulo flotante 4. Se puede disponer asimismo una cubierta de trabajo 32 con el módulo flotante 4.

El módulo flotante 4A comprende un ejemplo de placa de alzada 54 dividida en partes 54A, 54B que abarcan una zona proyectada debajo del módulo flotante. Las partes de la placa de alzada 54A, 54B se pueden soportar mediante soportes intermedios 56.

Tal como se ha indicado anteriormente, en una instalación normal de turbinas eólicas separadas, un buque de reparaciones se aproxima a cada turbina eólica por separado. Con el módulo de flotación y la cubierta de trabajo ventajosos, el personal de mantenimiento y otras personas pueden acceder con mayor facilidad a las turbinas eólicas instaladas en un módulo flotante simple. Además, la cubierta de trabajo puede comprender una plataforma para helicópteros e incluso las dependencias del personal, según se pretenda para las instalaciones particulares.

La forma de realización representada en la figura 4 ilustra asimismo una forma de realización de un sistema de rotación 43 constituido por una disposición de giro contrario entre por lo menos un par de turbinas eólicas. Específicamente, la turbina eólica 18A puede girar en una dirección, tal como en el sentido contrario a las agujas del reloj ("CCW"), mientras que la turbina eólica 18B puede girar en el sentido de las agujas del reloj ("CW"). Los expertos ordinarios en la materia pueden construir y diseñar turbinas eólicas para que giren en sentidos opuestos, en función del montaje de las palas, del diseño de los engranajes, etc. A continuación se describirán los efectos del sistema de rotación y del funcionamiento haciendo referencia a las figuras 8 y 9 de la disposición de giro contrario para la forma de realización del sistema de rotación.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de amarre de varios puntos como parte de un sistema de energía eólica. El ejemplo de sistema de energía eólica 2 comprende un módulo de 4 flotante con uno o más mástiles de turbina 6, una estructura reticular de elementos de bastidor 8, 16, acoplada a una pluralidad de mástiles estabilizadores 30 alrededor de una periferia del módulo flotante 4. Se pueden realizar otros tipos de disposiciones del módulo flotante. Por ejemplo, puede variar la estructura cerrada y abierta del módulo flotante, el número de mástiles estabilizadoras y la ubicación, comprendiendo la periferia, el centro, o ambos, el tamaño y el número de mástiles de turbina, e incluso la ubicación de las turbinas eólicas en los módulos flotantes, por ejemplo uno o más elementos de bastidor o mástiles estabilizadores, según se considere apropiado para la instalación particular. Puede variar asimismo el número de puntos de amarre y la ubicación de los puntos de amarre proporcionándose algunos ejemplos de ilustraciones adicionales en otras figuras de la presente memoria. En por lo menos una forma de realización, el sistema de amarre de varios puntos se puede acoplar a los mástiles de turbina 6. Por ejemplo, un primer punto de amarre 34A se puede disponer en un primer mástil de turbina 6A que se acopla a una estacha 36A, se monta en un anclaje (no representado) en el lecho marino. Un segundo punto de amarre 34B puede acoplarse a un segundo mástil de turbina 6B y acoplarse a una estacha 36B que se monta asimismo en un anclaje en el lecho marino (no representado).

La figura 6 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional del sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 con un par de turbinas eólicas (no representadas) que se pueden montar en los mástiles de turbina 6A, 6B. Tal como se describe en la figura 5, la cantidad, la ubicación y el número de turbinas eólicas pueden variar en función del módulo. En por lo menos una forma de realización se prevé que las turbinas eólicas de igual tamaño se encuentren separadas en lados distales del módulo flotante igualmente desde el centro de gravedad 50. Resultan posibles otras disposiciones, entre ellas el desplazamiento de una turbina más próxima al centro de gravedad 50 que la otra, lo que puede ajustar el equilibrio y el funcionamiento del módulo flotante. El módulo flotante puede comprender además unos elementos de bastidor 8 que acoplan la pluralidad de mástiles estabilizadores 30, tales como los módulos estabilizadores 30A, 30D, con otros mástiles entre sí a lo largo de una fila. Los elementos de bastidor transversales 16 pueden acoplar una fila de estachas con otra fila de estachas. Se puede disponer otra fila de mástiles estabilizadores distal con respecto a la primera fila de mástiles estabilizadores. Por ejemplo, se pueden acoplar los mástiles estabilizadores 30B, 30C en una fila con otros mástiles estabilizadores, con los mástiles de turbina y las turbinas eólicas dispuestos entre los mismos, de tal modo que el módulo flotante 4 forme una plataforma estable. El sistema de amarre de varios puntos 39 puede comprender, en esta forma realización, cuatro

puntos de amarre. Por ejemplo, se puede acoplar un primer punto de amarre 34A con un primer mástil estabilizador 30A, se puede acoplar un segundo punto de amarre 34B con el segundo mástil estabilizador 30B, un punto de amarre 34C acoplarse con un mástil estabilizador 30C y un punto de amarre 34D acoplarse con un mástil estabilizador 30D. La estacha amarre 36A se puede acoplar con el punto de amarre tanto directamente como mediante las estachas de los cables de conexión intermedios que se dividen entre los puntos de amarre. Por ejemplo, la primera estacha del cable de conexión 42A se puede acoplar entre el punto de amarre 34A y la estacha 36A. Una segunda estacha del cable de conexión 42B se puede entre el punto de amarre 34B y la estacha 36A para formar una configuración en "Y". De un modo similar, la puntos de amarre tercero y cuarto 34C, 34D se pueden acoplar a la segunda estacha de amarre 36B con las estachas de los cables de conexión 42C, 42D.

La figura 7 es un diagrama esquemático de una vista lateral de un ejemplo de sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende sustancialmente el módulo flotante 4 acoplado a los mástiles de turbina 6 y los mástiles estabilizadores 30. El sistema de energía eólica 2 está diseñado para flotar en el agua 52 por lo menos parcialmente debajo del nivel de agua para permitir que las turbinas eólicas 18A, 18B giren suficientemente sin interferencias del agua. El módulo flotante 4 comprende unos ejemplos de placas de alçada 54A, 54B acopladas debajo del agua con los mástiles 6A, 6B, respectivamente, del módulo flotante.

El sistema de amarre de varios puntos 39 comprende por lo menos dos puntos de amarre 34A, 34B que se acoplan a su vez con las líneas de amarre 36A, 36B y se extienden hacia abajo hasta el lecho marino 40 para acoplarse a los anclajes 38A, 38B. Las estachas 36 que se extienden desde el punto de amarre se fijan de un modo catenario. Tal como podrán apreciar los expertos ordinarios en la materia, una estacha catenaria se extiende hacia el exterior desde la estructura a la que se fija de tal modo que la estacha presenta una extensión curvada. Dicha forma catenaria de la estacha se diferencia de una estacha tensa que se monta a menudo directamente debajo de la estructura y se sujeta tensándola, de tal modo que no se curva en un estado sin perturbaciones.

La figura 8 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado neutro de orientación con una forma de realización de un sistema de rotación que presenta un par giroscópico inducido procedente de las turbinas eólicas. La figura 8A es un diagrama esquemático de una vista lateral de una estacha de amarre en el primer estado de orientación. La figura 9 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de energía eólica girado hacia una segunda orientación con el sistema de rotación de la figura 8 presentando un diferencial del par giroscópico inducido procedente de las turbinas eólicas. La figura 9A es un diagrama esquemático de una vista lateral de una estacha de amarre en el segundo estado de orientación. Las figuras se describirán en conjunto. El sistema de energía eólica 2 comprende la plataforma flotante 4 con un par de turbinas eólicas, 6A, 6B acopladas a un par de turbinas eólicas 18A, 18B. Se acopla un sistema de rotación 43 con el módulo flotante y, en por lo menos una forma de realización, comprende un diseño de giro contrario de las turbinas eólicas y los efectos de los mismos en el módulo flotante, tal como se describe en la figura 4. Por ejemplo, la turbina eólica 18A puede girar en el sentido contrario a las agujas del reloj, y la turbina eólica 18B puede girar en el sentido de las agujas del reloj. Las estachas de amarre 36A, 36B fijan el módulo flotante 4 en una posición fija con respecto al lecho marino 40 según la tolerancia proporcionada por la suspensión catenaria de las estachas de amarre, representada en la figura 8A. Un centro de gravedad 50 es un centro de masas del sistema de energía eólica 2.

En su funcionamiento, cuando la dirección del viento es perpendicular a una línea entre el eje de rotación de la turbinas eólicas 18A, 18B, cada turbina eólica, 18A, 18B recibe una carga máxima de viento disponible. La rotación de las turbinas eólicas correspondientes en una disposición de giro contrario produce un par giroscópico equilibrado. El par giroscópico depende de la velocidad de la rotación y del momento de inercia rotacional, que a su vez pueden depender de factores tales como la carga sobre las palas, el ángulo, la forma y peso de la pala, y la distancia de la pala con respecto al eje de rotación. Se pueden aplicar asimismo otros factores. En general, cuando las turbinas son simétricas en forma y tamaño, una distancia igual desde el centro de gravedad 50 producirá un par giroscópico equilibrado de giro contrario que mantendrá el sistema de energía eólica en un primer estado. El primer estado puede ser un estado neutro cuando se encuentra equilibrado.

Cuando el viento cambia de la dirección W1 a una dirección tal como la W2 que no es perpendicular a la línea entre el centro de rotación de la turbina eólica, el viento con la dirección W2 se encuentra con la turbina eólica 18A antes de encontrarse con la turbina eólica 18B. Si la dirección del viento es suficientemente inclinada, de tal modo que la turbina eólica 18A altera y reduce la velocidad del viento hacia la turbina eólica 18B, es probable que la segunda turbina eólica funcione con una velocidad inferior a la turbina eólica 18A. La menor diferencia de velocidad causada por la diferencia en la dirección del viento provoca una diferencia en el par giroscópico entre la turbina eólica 18A que funciona a velocidad máxima y la turbina eólica 18B que funciona a una velocidad inferior. Dicho diferencial del par giroscópico provoca un desequilibrio en el sistema alrededor del centro de gravedad 50.

El desequilibrio es autoajutable, limitado principalmente por la tensión catenaria en las estachas 36A, 36B. Con la suspensión catenaria, las estachas permiten una cierta tolerancia con respecto al diferencial par giroscópico autoajutable. De este modo, en la dirección del viento W2, representada en la figura 9, una rotación de la turbina eólica más rápida 18A provoca un par de torsión superior que la turbina eólica de giro contrario 18B. El desequilibrio del par giroscópico gira la orientación de la plataforma flotante 4 del primer estado de orientación en un estado del

par equilibrado a un segundo estado de orientación al intentar de reequilibrar el par de torsión en el sistema. Por lo menos una de las estachas de amarre 36 se aprieta a medida que se reduce la holgura en la suspensión catenaria y la plataforma flotante 4 gira hacia el segundo estado. En por lo menos una forma de realización, la(s) estacha(s) de amarre tensada(s) 36 limita(n) la cantidad de la orientación rotacional del segundo estado, tal como se representa en la figura 9 y en la figura 9A. Si el viento cambia de nuevo a la dirección W1, la suspensión catenaria de las estachas 36A, 36B ayuda a desviar el sistema 2 de vuelta al primer estado, tal como se representa en la figura 8 y en la figura 8A. Además, si el viento cambia a la dirección W1, la turbina eólica 6B podrá desarrollar un par giroscópico superior en comparación con la turbina eólica 18A, puesto que el viento puede incidir en la turbina eólica 18B en primer lugar en la orientación representada en la figura 9 y provocar que la turbina eólica 18A gire más rápidamente. Dicho diferencial de par giroscópico puede ayudar a reequilibrar el sistema de nuevo al primer estado en la dirección del viento W1.

Aunque se representa un par de turbinas eólicas, se debe comprender que se podrían utilizar otras cantidades de turbinas eólicas. En general, se prevé que las turbinas eólicas que funcionan en una dirección se podrían disponer en un lado de la centro de gravedad 50 con respecto a las estachas de amarre y disponer las turbinas que funcionan en la dirección contraria en el lado opuesto del centro de gravedad 50. Se pueden prever otras disposiciones utilizando el diferencial del par giroscópico creado por los estados de desequilibrio de las turbinas eólicas de giro contrario. Además, aunque se representan dos estachas de amarre, se debe comprender que se pueden utilizar otros números de estachas de amarre con los mismos conceptos o unos similares.

La figura 10 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación. La figura 11 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un segundo estado de orientación. La figura 12 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de reajuste de la orientación. La figura 13 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un tercer estado de orientación. Las figuras se describirán en conjunto. Tal como se ha descrito anteriormente, por ejemplo en las figuras 8 a 9A, la suspensión catenaria de las estachas de amarre 36 en un primer estado de orientación del módulo flotante limita la cantidad de cambio a una segunda orientación cuando se tensan las estachas de amarre. En función de la secuencia del cambio en la dirección del viento, el sistema 2 puede estar "ajustado" en una orientación particular, cuando las estachas de amarre están muy tensas y no pueden autoajustarse adecuadamente por sí mismas hacia una orientación distinta. En por lo menos una forma realización, el sistema 2 con su sistema de rotación 43 comprende la capacidad de "reajustar" la orientación para permitir más autoajustes adicionales de la orientación.

En la forma de realización representada en las figuras 10 a 13, el sistema 2 comprende un módulo flotante 4 con por lo menos dos mástiles de turbina 6A, 6B y por lo menos dos turbinas eólicas 18A, 18B. Se puede amarrar el módulo flotante con estachas de amarre 36A, 36B al lecho marino 40 que presenta anclajes 38A, 38B. En forma la realización representada, el sistema de rotación puede comprender el diseño de giro contrario de las turbinas eólicas 18A, 18B que se pueden autoajustar según la orientación del módulo flotante, tal como se ha descrito anteriormente. El sistema de rotación 43 puede comprender asimismo uno o más cabrestantes 44 acoplados al módulo flotante, que funcionan junto con las estachas de amarre. El cabrestante 44 puede girar y cambiar la longitud de las estachas de amarre 36A, 36B acopladas al mismo y forzar activamente un cambio en la orientación del módulo flotante. En esta y en otras formas de realización de la presente memoria, las estachas de amarre 36A y 36B pueden ser estachas de amarre separadas o la misma estacha de amarre en la que las "estachas de amarre" 36A, 36B serían partes de la estacha de amarre. Se puede activar el cabrestante 44 con una o más fuentes de energía para girar, de tal modo que se pueden tensar o aflojar las estachas 36A, 36B. Al tensar y aflojar selectivamente las distintas estachas de amarre, se puede alterar y "reajustar" la orientación del módulo flotante 4, tal como se describe adicionalmente en la presente memoria.

Más específicamente, en la figura 10, el módulo flotante 4 se encuentra en un primer estado de orientación y amarrado con la estacha de amarre 36A a al anclaje 38A en una parte del módulo flotante y amarrado con la estacha de amarre 36B al anclaje 38B en otra parte. Generalmente, pero no necesariamente, las estachas de amarre 36A, 36B pueden presentar la misma longitud cuando el módulo flotante se encuentra en una posición neutra de reposo.

Cuando la dirección del viento es W1, la turbina eólica 18A pueden girar más rápidamente que la turbina eólica 18B y autoajustar la orientación del módulo flotante, de tal modo que la turbina eólica 18B puede girar más rápidamente, tal como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, el autoajuste se encuentra limitado, tal como se representa en la figura 11, por la longitud de las estachas de amarre 36A, 36B a medida que se van tensando. Si la dirección del viento cambia a W2, el sesgo del autoajuste de la turbina eólica que gira más rápidamente 18A ya se encuentra limitado por las estachas de amarre tensadas 36A, 36B, y la turbina 18B puede no ser capaz de utilizar tan eficientemente el viento en la dirección W2 de la orientación representada en la figura 11. De este modo, el sistema 2 se ajusta en una orientación menos ventajosa.

Se puede utilizar el cabrestante 44 para reajustar la orientación, por ejemplo, al primer estado de orientación, tal como se representa en la figura 12. El cabrestante 44 puede girar y, por lo tanto, tirar de una estacha de amarre, al mismo tiempo que afloja la otra estacha de amarre. Cuando el cabrestante gira en una dirección, el cabrestante

disminuye la longitud de la estacha de amarre 36A que se extiende desde el módulo flotante hacia el anclaje 38A para aproximar el módulo flotante al anclaje. Al mismo tiempo, el cabrestante 44 puede aumentar la longitud de la estacha de amarre 36B que se extiende desde el módulo flotante hacia el anclaje 38B. Si las estachas de amarre 36A, 36B comprenden una única estacha de amarre, se puede tirar de una estacha de amarre y extender la otra estacha de amarre enrollando la estacha de amarre alrededor del carrete del cabrestante 44. Si las estachas de amarre 36A, 36B son estachas de amarre separadas, se puede enrollar una cierta longitud adicional de estacha de amarre para cada estacha 36A, 36B en direcciones relativas entre sí alrededor del carrete del cabrestante. La rotación del cabrestante provoca que aumente la longitud de una estacha y disminuya la longitud de la otra estacha. De este modo, el cabrestante 44 reajusta la orientación del módulo flotante, aproximando el módulo flotante a uno de los anclajes.

La dirección del viento W2 forma ahora un ángulo con el módulo flotante de tal modo que la turbina eólica 18B puede aumentar su rotación. Cuando la estructura flotante empieza a girar, puesto que el módulo flotante intenta autoajustarse a una orientación más ventajosa, el cabrestante puede girar en una dirección opuesta que ahora aumenta la longitud de la estacha de amarre 36A y disminuye la longitud de la estacha de amarre 36B. De este modo, el sistema 2 se le permite autoajustarse a la dirección del viento W2, tal como se representa en la figura 13. Se pueden ajustar las longitudes relativas de las estachas de amarre para obtener diversas orientaciones.

Se prevén otras formas de realización. Por ejemplo, el sistema de rotación puede utilizar una pluralidad de cabrestantes acoplados a una pluralidad de estachas de amarre para cambiar la longitud de la estacha de amarre correspondiente con cada cabrestante. Además, el sistema de rotación puede comprender uno o más conjuntos de traslación, que se describirán a continuación haciendo referencia a la figura 22, en lugar de, o además, de los cabrestantes.

La figura 14 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende sustancialmente el módulo flotante para disponer de por lo menos dos mástiles de turbina 6 acoplados a la pluralidad de turbinas eólicas 18. El módulo flotante 4 puede comprender además una pluralidad de mástiles estabilizadores 30. El sistema de amarre de varios puntos 39 comprende por lo menos dos puntos de amarre con las estachas de amarre correspondientes. Por ejemplo, se puede acoplar un primer mástil estabilizador 30A con una estacha de amarre 36A, se puede acoplar un segundo mástil estabilizador 30B con una segunda estacha de amarre 36B, y se puede acoplar un mástil de turbina 6 con una estacha de amarre 36C. Se puede acoplar un sistema de rotación con el módulo flotante para orientar el módulo de una primera orientación a una segunda orientación. Por ejemplo, se pueden aplicar los diversos sistemas de rotación de representados en otras figuras a las formas de realización representadas en las figuras 14 a 17, y otras formas de realización de un sistema de energía eólica en un módulo flotante.

La figura 15 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional del sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 es otra variación del sistema de energía eólica representado en la figura 14 con mástiles estabilizadores y elementos de bastidor adicionales. De un modo similar a la figura 14, el sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 que presenta por lo menos dos mástiles de turbina 6, montados en por lo menos dos turbinas eólicas verticales 18 con una pluralidad de mástiles estabilizadores 30 y los elementos de bastidor dispuestos entre los mismos. La forma de realización puede formar una o más filas de diversos elementos que se acoplan junto con otros elementos de bastidor. El sistema de amarre de varios puntos 39 puede comprender asimismo por lo menos dos estachas de amarre acopladas al módulo flotante 4. Por ejemplo, se puede acoplar un primer mástil estabilizador 30A con una estacha de amarre 36A, se puede acoplar un segundo mástil estabilizador 30B con una segunda estacha de amarre 36B, y se puede acoplar un mástil de turbina 6 con una estacha de amarre 36C.

La figura 16 es un diagrama esquemático de una vista superior de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 con una estructura de bastidor que presenta por lo menos dos mástiles de turbina 6 destinados a soportar por lo menos dos turbinas 18 acopladas al mismo y una pluralidad de mástiles estabilizadores 30. Esta forma de realización presenta unas estachas de amarre adicionales con respecto a las formas de realización mostradas, por ejemplo, en la figura 5 y en la figura 14. Por ejemplo, se puede acoplar una primera estacha de amarre 36A con un primer mástil estabilizador 30A y una segunda estacha de amarre 36B con un segundo mástil estabilizador 30B. Se puede acoplar una tercera estacha de amarre 36C con un tercer mástil estabilizador 30C. Se puede acoplar una cuarta estacha de amarre 36D con un cuarto mástil estabilizador 30D. La pluralidad de acoplamientos constituye un sistema de amarre de varios puntos 39. Además, aunque los puntos de amarre se representan acoplados a los mástiles estabilizadores 30, se debe comprender que se pueden acoplar las estachas de amarre a los elementos de bastidor, los mástiles de turbina, o a una combinación de los mismos en lugar de, o además de, dicho acoplamiento.

La figura 17 es un diagrama esquemático de una vista superior de una forma de realización adicional de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica. El sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 con por lo menos dos mástiles de turbina 6 y por lo menos dos turbinas eólicas 18 acopladas a los mismos. El módulo flotante 4 comprende además un sistema de amarre de varios puntos 39 que presenta por lo

menos dos estachas de amarre 36 montadas en el módulo flotante 4. Por ejemplo, las estachas de amarre 36 se pueden montar en las esquinas del módulo flotante 4, en las ubicaciones en las que se encuentran los mástiles estabilizadores 30.

La figura 18 es un diagrama esquemático de una vista lateral de un sistema de amarre de varios puntos del sistema de energía eólica con un sistema de rotación que presenta uno o más cabrestantes. El sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 con por lo menos dos mástiles de turbina 6, tales como los mástiles de turbina 6A, 6B, con por lo menos dos turbinas eólicas 18, tales como las turbinas eólicas 18A, 18B, montadas en los mismos y una pluralidad de mástiles estabilizadores, tales como los mástiles 30B, 30C. El sistema de amarre de varios puntos 39 comprende uno o más puntos de amarre 34, tales como los puntos de amarre 34A, 34B, acoplados a una o más estachas de amarre 36, tales como las estachas de amarre 36A, 36B, que se montan en uno o más anclajes 38, tales como los anclajes 38A, 38B.

Una forma de realización alternativa de un sistema de rotación 43 se representa asimismo en la figura 18. El sistema de rotación 43 se puede acoplar funcionalmente con el módulo flotante 4 para realizar la orientación del módulo. El sistema de rotación 43 puede comprender uno o más cabrestantes 44, tales como cabrestantes 44A, 44B (a los que se hace referencia de un modo general en la presente memoria como "cabrestante 44") que funcionan junto con las estachas de amarre. El cabrestante 44 se puede acoplar a la línea del cabrestante 36. Al tensar y aflojar selectivamente las distintas estachas de amarre, se puede alterar la orientación del módulo flotante 4, tal como se describe adicionalmente en la presente memoria. De este modo, se puede alterar la orientación del módulo flotante 4 incluso con un sistema de amarre de varios puntos acoplado al módulo.

La figura 19 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con una forma de realización adicional de un sistema de rotación que presenta por lo menos un cabrestante. La figura 20 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica girado hacia un segundo estado de orientación con el sistema de rotación de la figura 19 presentando por lo menos un cabrestante. Las figuras se describirán en conjunto. El sistema de energía eólica 2 comprende un módulo flotante 4 que presenta por lo menos dos turbinas eólicas verticales (no representadas) acopladas al mismo. El módulo flotante 4 se puede acoplar a un sistema de amarre de varios puntos 39 que presenta por lo menos dos puntos de amarre 34 acoplados a por lo menos dos estachas de amarre 36. El sistema de rotación 43 comprende uno o más cabrestantes 44 que se pueden acoplar a una o más estachas de amarre 36. El cabrestante 44 se puede acoplar en una ubicación conveniente del punto de amarre 34 para tirar o soltar la estacha de amarre con respecto al cabrestante. Por ejemplo, y sin limitación, se puede acoplar una estacha de amarre 36A a un punto de amarre 34A y 44A acoplarse a un cabrestante. Se puede acoplar una estacha de amarre 36B a un punto de amarre 34B y acoplarse a un cabrestante 44B. Se puede acoplar una estacha de amarre 36C con un punto de amarre 34C y un cabrestante 44C. Se puede acoplar la estacha de amarre 36B con un punto de amarre 34D y un cabrestante 44D. Los puntos de amarre pueden permitir acoplar las líneas de cabrestante mediante los mismos y acoplarse por deslizamiento a los puntos de amarre, mientras que las estachas de amarre se pueden acoplar con los cabrestantes para tirar o soltar los mismos.

Tal como se representa en la figura 19, el módulo flotante 4 se puede encontrar en un primer estado de orientación que puede ser favorable a una dirección del viento en particular en ese instante. Sin embargo, si el viento cambia de dirección, una o más de las turbinas eólicas acopladas al módulo flotante 4 puede perder su eficiencia de salida máxima por la turbulencia del viento procedente de otras turbinas eólicas adyacentes o por otros factores. Para ajustar la orientación del módulo flotante, se pueden hacer funcionar uno o más cabrestantes para tensar o aflojar las estachas de amarre 36. En función del grado de orientación pretendido, la suspensión catenaria de una estacha particular, y otros factores, se pueden tomar decisiones sobre cuáles y cuántos cabrestantes es necesario activar para tirar o aflojar la estacha de amarre apropiada. Por ejemplo, en el ejemplo no limitativo representado en la figura 20, el cabrestante 44A puede tensar la estacha de amarre 36A tirando de la estacha de amarre y recogiendo una parte de la estacha de amarre en el carrete del cabrestante. En cambio, el cabrestante 44B puede permitir una mayor holgura de la estacha de amarre 36B soltando una parte de la estacha de amarre 36B enrollada en el carrete del cabrestante 44B. De un modo similar, el cabrestante 44C puede tirar de la estacha de amarre 36C y de este modo tensar la estacha 36C, mientras que por el contrario el cabrestante 44D puede aflojar la estacha 36D soltando una parte de la estacha. Los esfuerzos de cooperación resultantes de los uno o más cabrestantes y estachas de amarre forman el sistema de rotación 43 y cambian la orientación del módulo flotante 4 de la figura 20 con respecto a la orientación del módulo flotante de la figura 19. Aunque se prevé poder alcanzar diversas orientaciones mediante distintos sistemas de rotación funcionado o activados con diversos grados, generalmente la estructura puede moverse $\pm 45^\circ$ a partir de un estado óptimo neutro predeterminado y aprovechar al máximo las direcciones variables del viento. Además, es probable que una variación de $\pm 20^\circ$ sea suficiente para abarcar una cantidad significativa de ventajas de la variación de la orientación del módulo flotante 4.

La figura 21 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con una forma de realización adicional de un sistema de rotación que presenta por lo menos un cabrestante. La figura 21 ilustra una variación del sistema de rotación 43 de las formas de realización representadas en las figuras 19 y 20. Se puede acoplar un cabrestante 44A tanto a la estacha de amarre 36A como a la estacha de amarre 36D. Alternativamente, las estachas de amarre 36A, 36D pueden formar una sola estacha de amarre

acoplada al cabrestante 44A y extenderse hacia el exterior desde el módulo flotante en ambas direcciones. De un modo similar, se puede acoplar el cabrestante 44B tanto a la estacha de amarre 36B como a la estacha de amarre 36C, o a una única estacha que comprende ambas estachas de amarre 36B, 36C. Se puede variar la orientación del módulo flotante 4 activando uno o más de los cabestantes 44A, 44B. Puesto que los cabestantes se acoplan a ambas estachas (o a la estacha única), la rotación del cabrestante tensa una estacha y afloja la otra estacha. Se puede girar el cabrestante 44A que afloja una de las estachas de amarre 36A, 36D al mismo tiempo que se tensa la otra estacha de amarre. De un modo similar, se puede girar el cabrestante 44B para aflojar y tensar las estachas de amarre 36B, 36C al mismo tiempo que se tensa la otra estacha de amarre. En algunos modos de funcionamiento, se pueden girar los cabestantes 44A, 44D de tal modo que los lados opuestos de sus estachas de amarre correspondientes se aflojen y se tensen. Por ejemplo, se puede girar el cabrestante 44A para tensar la estacha de amarre 36A y aflojar la estacha de amarre 36D. Se puede girar el cabrestante 44B para aflojar la estacha de amarre 36B y tensar la estacha de amarre 36C. En conjunto, aflojando y tensando se puede reorientar el módulo flotante 4 hacia la orientación de ejemplo representada en la figura 20.

La figura 22 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación con una forma de realización adicional de un sistema de rotación que presenta por lo menos un conjunto de traslación en una primera posición. La figura 23 es un diagrama esquemático de una vista superior del sistema de energía eólica girado hacia un segundo estado de orientación con el sistema de rotación de la figura 22 presentando el conjunto de traslación en una segunda posición. Las figuras se describirán en conjunto. El sistema de energía eólica 2 comprende una plataforma flotante 4 con por lo menos dos turbinas eólicas (no representadas) acopladas a la misma. El módulo flotante 4 se puede amarrar a un lecho marino con un sistema de amarre 39 que presenta por lo menos dos puntos de amarre 34 alrededor de la plataforma flotante 4 con las turbinas eólicas. Por ejemplo, se pueden acoplar por lo menos dos puntos de amarre 34A, 34B, 34C y 34D a por lo menos dos estachas de amarre 36A, 36B, 36C y 36D, respectivamente.

El ejemplo de forma realización del sistema de rotación 43 puede comprender por lo menos un conjunto de traslación 46 acoplado a por lo menos dos estachas de amarre acopladas a por lo menos dos puntos de amarre. Por ejemplo, se puede acoplar la estacha de amarre 36A, acoplada al punto de amarre 34A, a un primer conjunto de traslación 46A en un punto de acoplamiento 48A del conjunto. De un modo similar, se puede acoplar la estacha de amarre 36D, acoplada al punto de amarre 34D, al primer conjunto de traslación 46A en un punto de acoplamiento 48D del conjunto. Se puede acoplar la estacha de amarre 36B, acoplada al punto de amarre 34B, al segundo conjunto de traslación 46B en un punto de acoplamiento 48B. Se puede acoplar la estacha de amarre 36C, acoplada al punto de amarre 34C, al segundo conjunto de traslación 46B en el punto de acoplamiento 48C. Aunque las estachas de amarre 36A, 36D que se acoplan al primer conjunto de traslación 46A se describen como estachas separadas, debe comprenderse que las estachas pueden ser una estacha continua a través de los puntos de amarre 34A, 34D y acoplarse al conjunto de traslación 46A. Del mismo modo, las estachas 36B, 36C pueden ser en realidad una única estacha que pasa por los puntos de amarre 34B, 34C y se acopla al segundo conjunto de traslación 46B. Por ejemplo, y sin limitación, el conjunto de traslación 46 puede ser un vehículo sobre raíles unido a una fuerza motriz, tal como un motor, para hacer avanzar y retroceder el conjunto a lo largo de un carril. A título de ejemplo adicional, el conjunto de traslación 46 puede ser un accionador lineal, tal como un cilindro hidráulico o un accionador de tornillo, con una fuerza motriz acoplada al mismo para hacer avanzar y retroceder el conjunto de traslación. Se prevén otros ejemplos de conjuntos de traslación.

El sistema de energía eólica 2 se representa en un primer estado de orientación en la figura 22. Dicho primer estado puede aprovechar una dirección del viento particular que proporcione la máxima eficiencia de las turbinas eólicas acopladas al módulo flotante 4 durante la mayor cantidad de tiempo o de algún otro modo adecuadas para que la dirección del viento en particular. El conjunto de traslación puede ser fijo para mantener dicha orientación. Sin embargo, si cambia la dirección del viento, la nueva dirección del viento puede producir una de energía salida inferior desde el sistema de energía eólica 2 debido a la turbulencia procedente de las turbinas eólicas de las distintas filas o de otras ubicaciones del módulo flotante 4, y a otros factores que afecten a la turbulencia del viento. Para aumentar la eficiencia o cambiar de algún otro modo el rendimiento del sistema de energía eólica 2, el sistema de rotación 43 puede cambiar la orientación del módulo flotante 4. Por ejemplo, si se comparan las ilustraciones de la figura 22 y la figura 23, el primer conjunto de traslación 46A se traslada hacia la derecha para cambiar la tensión de las estachas conectadas a los dos puntos de amarre 34A, 34D. Específicamente, la parte de la estacha de amarre 36A tensa y la parte de la estacha de amarre 36D afloja. De un modo similar, el segundo conjunto de traslación 46B se traslada hacia la izquierda. El desplazamiento en dicha dirección permite aflojar la estacha de amarre 36B mientras que al mismo tiempo se tensa la estacha 36C. Las distintas tensiones en las estachas de amarre en la suspensión catenaria descritas anteriormente provocan efectivamente una reorientación del módulo flotante 4 hacia un segundo estado de orientación en la figura 23 en comparación con un primer estado de orientación de la figura 22. De este modo, el sistema de rotación 43 con el conjunto de traslación 46 gira el módulo flotante hacia una nueva orientación.

La figura 24 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes del sistema de energía eólica en un primer estado de orientación para una primera dirección del viento. La figura 25 es un diagrama esquemático de una vista en perspectiva superior que ilustra una pluralidad de módulos flotantes del sistema de energía eólica en un segundo estado de orientación para una segunda dirección del viento.

Las figuras se describirán en conjunto. El sistema de energía eólica 2 comprende una pluralidad de módulos flotantes 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, y 4F que presentan una pluralidad turbinas eólicas (no representadas) acopladas a los mismos. Se puede acoplar un sistema de amarre de varios puntos, tal como se ha descrito anteriormente con los módulos flotantes para fijar los módulos flotantes en una ubicación fija. El sistema de amarre de varios puntos comprende por lo menos dos puntos de amarre dispuestos alrededor de los módulos flotantes, que presentan por lo menos dos estachas de amarre acopladas a los mismos. En por lo menos un sistema, se pueden disponer y alinear los módulos flotantes para que se enfrenten a una dirección del viento W1 a fin de ayudar a maximizar la eficiencia con respecto al viento del sistema de energía eólica. Se puede determinar la dirección óptima del viento mediante modelos informáticos y estudios empíricos. Cuando la dirección del viento cambia a una dirección distinta W2, se pueden girar los módulos flotantes hacia una orientación distinta para ayudar a mejorar la eficiencia de cada uno de los módulos flotantes con respecto a la dirección del viento distinta. El sistema de amarre de varios puntos limita el desplazamiento máximo y diferencia el sistema de energía eólica de un único punto de amarre. Sin embargo, las ventajas de un sistema de amarre de varios puntos comprenden, entre otras, una estabilidad y un control significativos con respecto al desplazamiento.

Se pueden prever otras formas de realización adicionales que utilizan uno o más aspectos de las invenciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, se pueden utilizar distintos números de turbinas eólicas y mástiles de turbina, distintos números de pares de turbinas eólicas con conjuntos de giro contrario, se pueden montar turbinas eólicas en posiciones distintas a las mostradas, tales como, y sin limitarse a las mismas, entre los mástiles de turbina o los mástiles estabilizadores, y se pueden utilizar distintos tamaños de turbinas eólicas en distintas posiciones en un módulo flotante dado. Resultan posibles otras variaciones.

Además, se pueden incorporar diversos procedimientos y formas de realización de la turbina eólica que se da a conocer en la presente memoria combinados entre sí para obtener variaciones de los métodos y las formas de realización descritas. El análisis de los elementos singulares puede comprender elementos plurales y viceversa. Las referencias a por lo menos un elemento seguido por una referencia al elemento pueden comprender uno o más elementos. Asimismo, se podrían utilizar diversos aspectos de las formas de realización se combinados entre sí para alcanzar los objetivos comprendidos que se dan a conocer. A menos que el contexto requiera lo contrario, la palabra "comprender", o variaciones tales de la misma como "comprende" o "que comprende", se debe entender que implican la incorporación de por lo menos un elemento o etapa o grupo de elementos o etapas o equivalentes de los mismos, pero no la exclusión de cualquier otra cantidad numérica superior o cualquier otro elemento o etapa, o grupo de elementos o etapas o equivalentes de los mismos. Se puede utilizar el dispositivo o sistema en diversas direcciones y orientaciones. El término "acoplado", "acoplamiento", "acoplador", y los términos similares se utilizan en un sentido amplio en la presente memoria y pueden comprender cualquier procedimiento o dispositivo destinado a fijar, atar, unir, sujetar, adjuntar, juntar, introducir en el mismo, formar sobre el mismo o en el mismo, comunicar o relacionar de algún otro modo, por ejemplo, mecánicamente, magnéticamente, eléctricamente, químicamente, funcionalmente, directa o indirectamente con elementos intermedios, una o más piezas de elementos entre sí y puede comprender, además, sin limitación alguna, formar totalmente un elemento funcional con otro de un modo unitario. El acoplamiento se puede producir en cualquier dirección, entre ellas, rotacionalmente.

El orden de las etapas puede ser cualquiera de diversas secuencias excepto cuando se indique específicamente de otro modo. Las diversas etapas descritas en la presente memoria se pueden combinar con otras etapas, incorporarse con las etapas indicadas y/o dividirse en una pluralidad de etapas. Del mismo modo, los elementos se han descrito funcionalmente y pueden ser incorporados como componentes separados o se pueden combinar en componentes que desempeñan una pluralidad de funciones.

Se han descrito las presentes invenciones en el contexto de las formas de realización preferidas y otras, y no se ha descrito cada forma de realización de la presente invención. Las modificaciones y alteraciones obvias de las formas de realización descritas se encuentran disponibles para los expertos ordinarios en la materia. Las formas de realización descritas y no descritas no pretenden limitar o restringir en modo alguno el alcance o la aplicabilidad de la presente invención concebida por el presente solicitante, sino todo lo contrario, según la legislación sobre de patentes, el presente solicitante pretende proteger completamente todas dichas modificaciones y mejoras que quedan comprendidas dentro del alcance o límites de equivalentes de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de energía eólica (2), que comprende:

- 5 un módulo (4) flotante apto para flotar por lo menos parcialmente en agua;
por lo menos un par de turbinas eólicas verticales (18) montado en el módulo flotante (4),
un sistema de amarre de varios puntos (39) acoplado entre un lecho marino (40) y el módulo flotante (4) que
presenta por lo menos dos puntos de amarre (34), presentando cada uno una estacha de amarre (36) en
10 acoplamiento catenario entre el módulo flotante (4) y el lecho marino (40), disponiéndose las estachas (36) en
ubicaciones alrededor del módulo flotante (4) que presenta las turbinas eólicas verticales (18)
caracterizado por una primera turbina eólica (18) del par que presenta una rotación en el sentido de las agujas del
reloj y una segunda turbina eólica (18) del par que presenta una rotación en el sentido contrario al de las agujas del
reloj como una disposición de giro contrario de la primera turbina eólica (18), pudiendo la primera turbina eólica (18)
funcionar a una velocidad distinta a la segunda turbina eólica (18) para crear un diferencial del par giroscópico en el
15 sistema alrededor de un centro de gravedad del sistema, permitiéndose a dicho diferencial del par giroscópico girar
el módulo flotante hacia una nueva orientación.

2. Sistema (2) según la reivindicación 1, que comprende además un sistema de rotación (43) acoplado al módulo
flotante (4) y apto para girar el módulo flotante (4) con respecto a la dirección del viento, mientras que el sistema de
20 amarre de varios puntos (39) se acopla entre el lecho marino (40) y el módulo flotante (4).

3. Sistema (2) según la reivindicación 2, en el que el sistema de rotación (43) comprende la disposición de giro
contrario.

25 4. Sistema (2) según la reivindicación 2, en el que el sistema de rotación (43) comprende por lo menos un conjunto
de traslación (46) acoplado a por lo menos dos estachas de amarre (36) dispuestas en una pluralidad de puntos de
amarre, siendo el conjunto de traslación (46) apto para cambiar simultáneamente una tensión en las por lo menos
dos estachas de amarre (36).

30 5. Sistema (2) según la reivindicación 2, en el que el sistema de rotación (43) comprende por lo menos un
cabrestante (44) acoplado a por lo menos una estacha de amarre (36), siendo el cabrestante (44) apto para tirar o
soltar una cierta longitud de la estacha de amarre (36) acoplada al punto de amarre (34).

35 6. Sistema (2) según la reivindicación 1, en el que una pluralidad de pares se acopla al módulo flotante (4) y en el
que las turbinas eólicas (18) se encuentran separadas separados según la dirección de rotación en dos grupos,
encontrándose los grupos en lados opuestos del módulo flotante (4).

7. Sistema (2) según la reivindicación 1, en el que las turbinas eólicas verticales (18) se acoplan en filas sobre el
módulo flotante (4) con por lo menos una fila de turbinas eólicas (18) desplazada en la alineación de una fila
adyacente de turbinas eólicas (18).

40 8. Sistema (2) según la reivindicación 1, en el que las turbinas eólicas verticales (18) se acoplan en filas sobre el
módulo flotante (4) con por lo menos una fila de turbinas eólicas (18) escalonada a una altura distinta de una fila
adyacente de turbinas eólicas (18).

45 9. Sistema según la reivindicación 2, en el que por lo menos algunas de las estachas de amarre (36) se acoplan
entre el módulo flotante (4) y el lecho marino (40) en suspensión catenaria debajo del módulo flotante (4), y en el que
la suspensión catenaria desvía el módulo flotante (4) a un estado neutro de orientación después de que el sistema
de rotación (43) ha girado el módulo flotante desde el estado neutro.

50 10. Procedimiento de optimización de la energía eólica desde una plataforma flotante (4) que presenta por lo menos
dos turbinas eólicas verticales (18) montadas sobre la plataforma con un sistema de amarre de varios puntos (39)
que presenta estachas de amarre que fijan la plataforma flotante (4) en una ubicación con respecto al lecho marino
(40), **caracterizado por**

55 permitir que un par de turbinas eólicas (18) gire en sentido contrario en direcciones opuestas entre sí, presentando
una primera turbina eólica (18) del par una rotación en el sentido de las agujas del reloj y presentando una segunda
turbina eólica (18) del par una rotación en el sentido contrario al de las agujas del reloj, y permitiendo que la primera
turbina eólica (18) funcione a una velocidad distinta a la de la segunda turbina eólica (18) para crear un diferencial
del par giroscópico en el sistema alrededor de un centro de gravedad del sistema;

60 y
girar la orientación de la plataforma flotante (4) de un primer (39) estado de orientación a un segundo estado de
orientación, al mismo tiempo que el sistema de amarre de varios puntos (39) se acopla entre el lecho marino (40) y
la plataforma flotante (4), comprendiendo además permitir que el diferencial del par giroscópico gire el módulo
flotante (4) hacia una nueva orientación.

65 11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además

tensar por lo menos una estacha de amarre (36) del sistema de amarre de varios puntos (39); y girar la orientación de la plataforma flotante (4) de un primer estado de orientación a un segundo estado de orientación tensando por lo menos una estacha de amarre (36).

5 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que tensar por lo menos una estacha de amarre (36) comprende elevar la estacha con un cabrestante.

10 13. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además tensar una parte de por lo menos una estacha de amarre (36) al mismo tiempo que se afloja otra parte de la estacha de amarre (36)

14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que apretar la parte de por lo menos una estacha de amarre (36) comprende trasladar una conexión de la estacha de amarre (36) a una ubicación distinta en el módulo flotante.

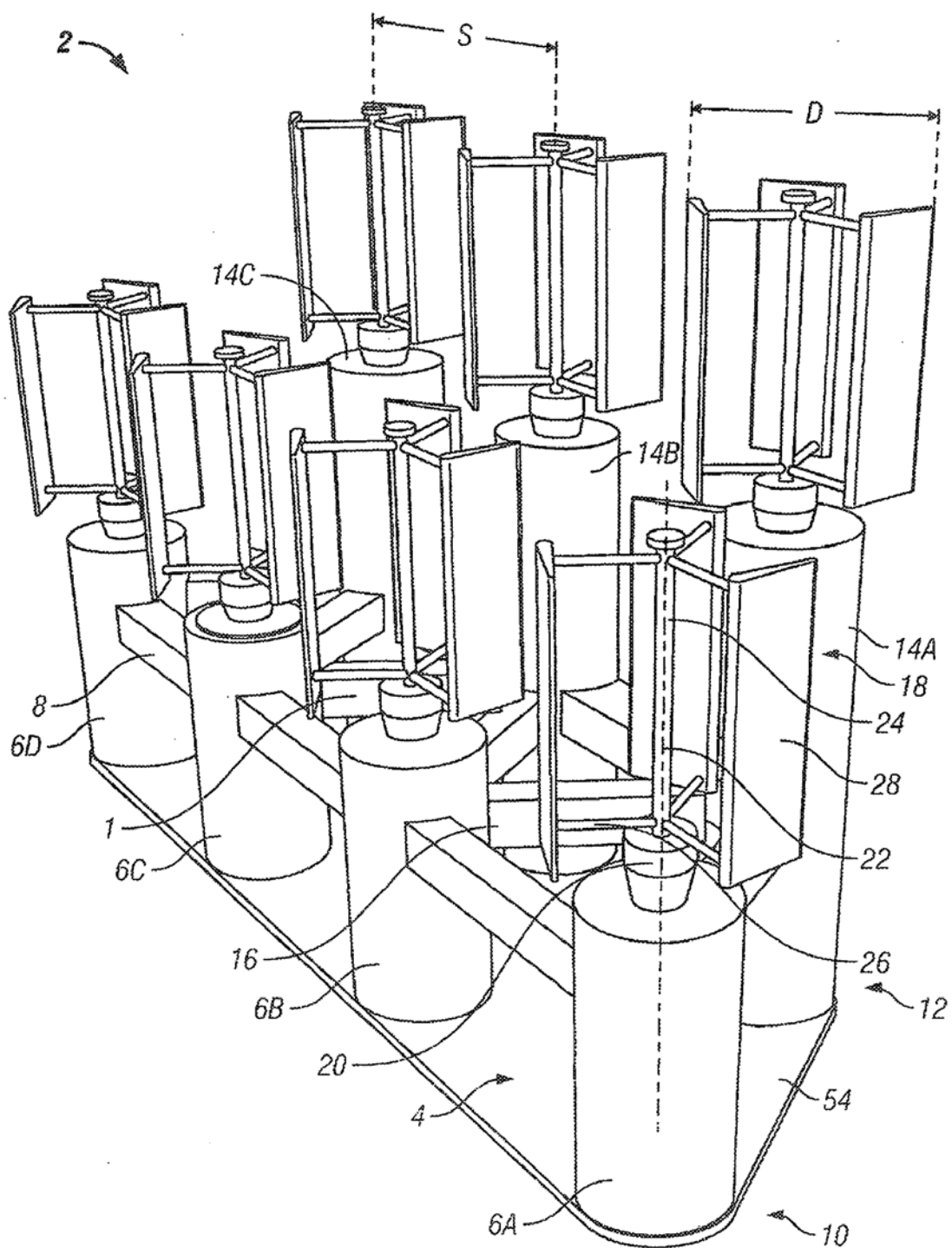
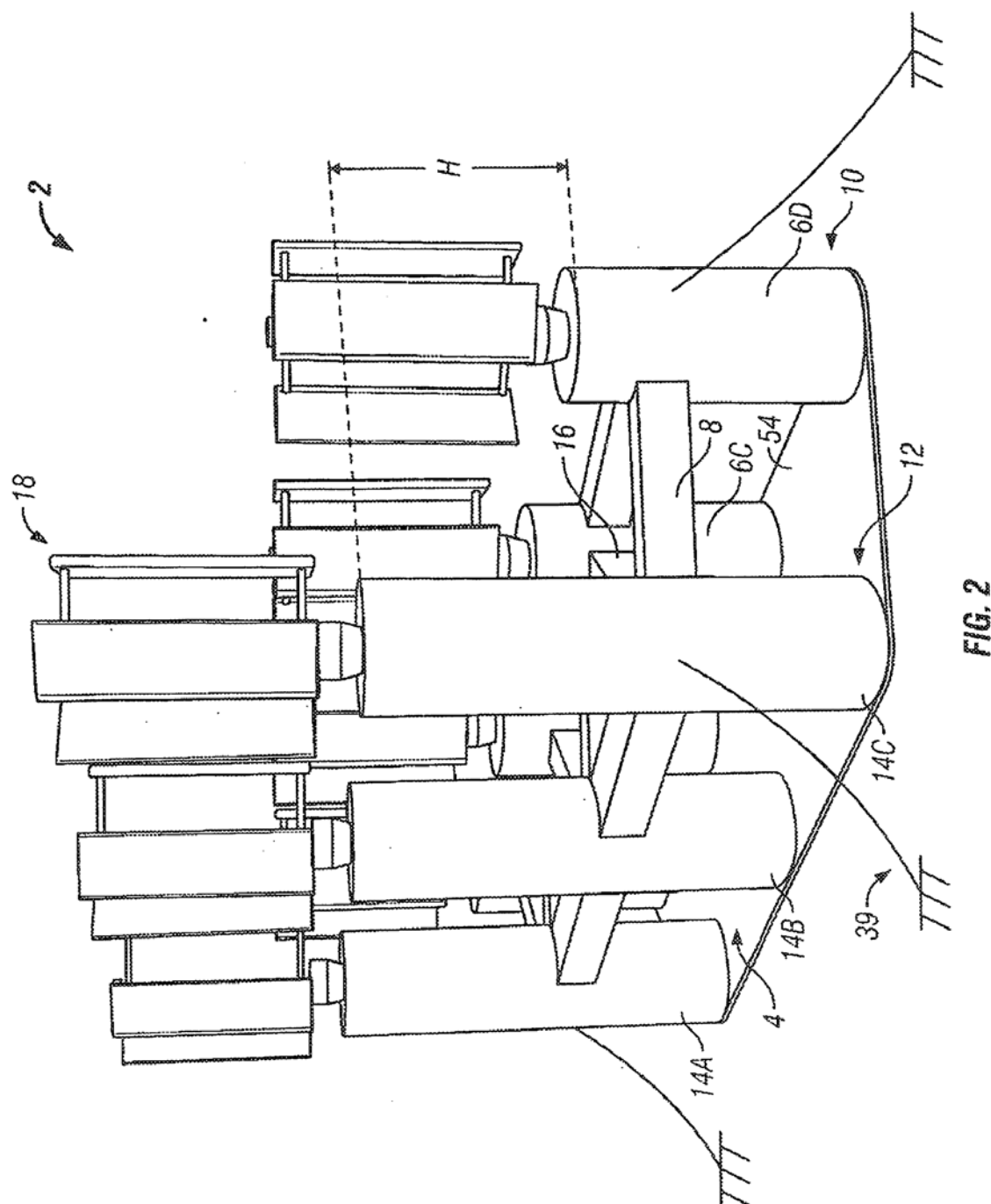


FIG. 1



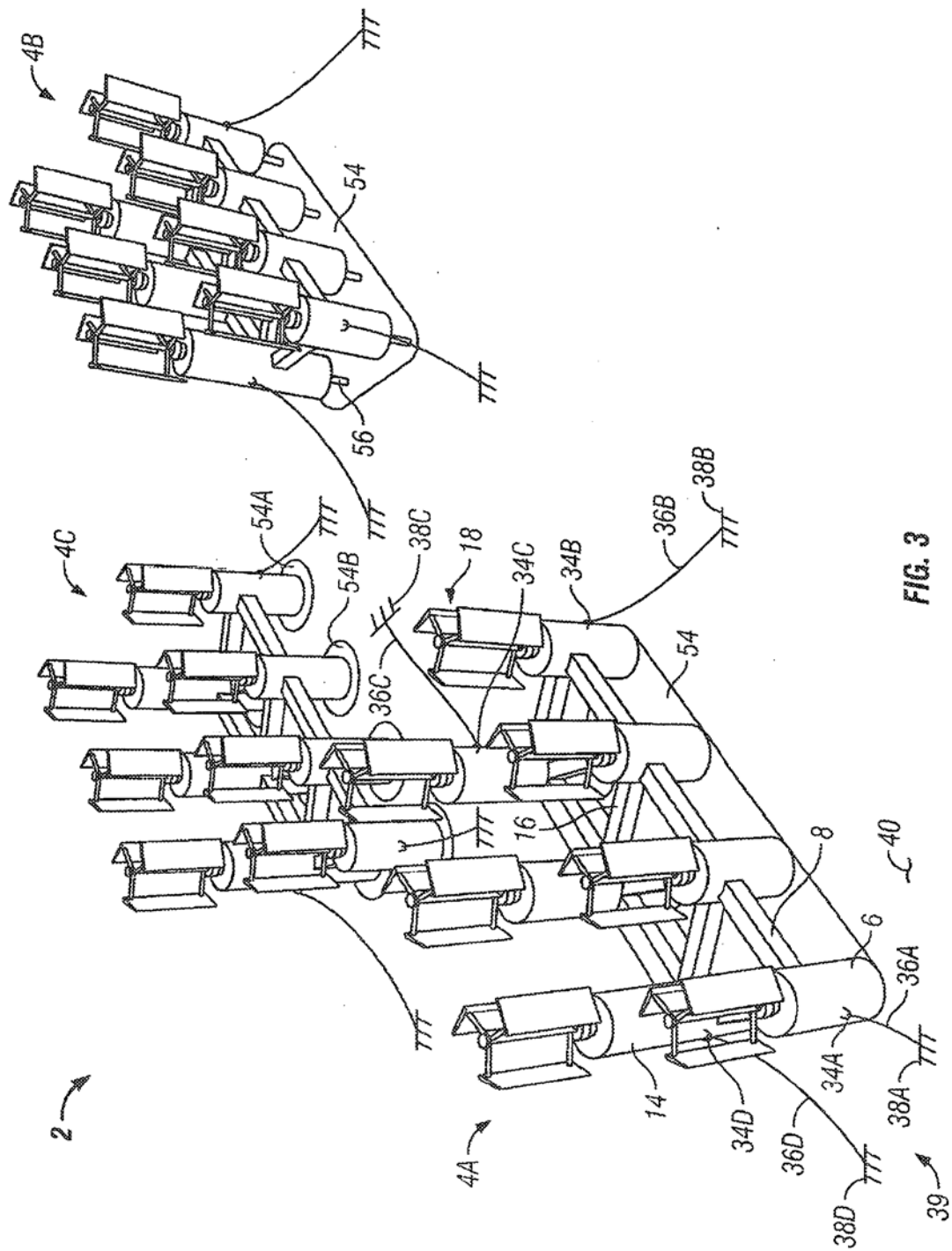


FIG. 3

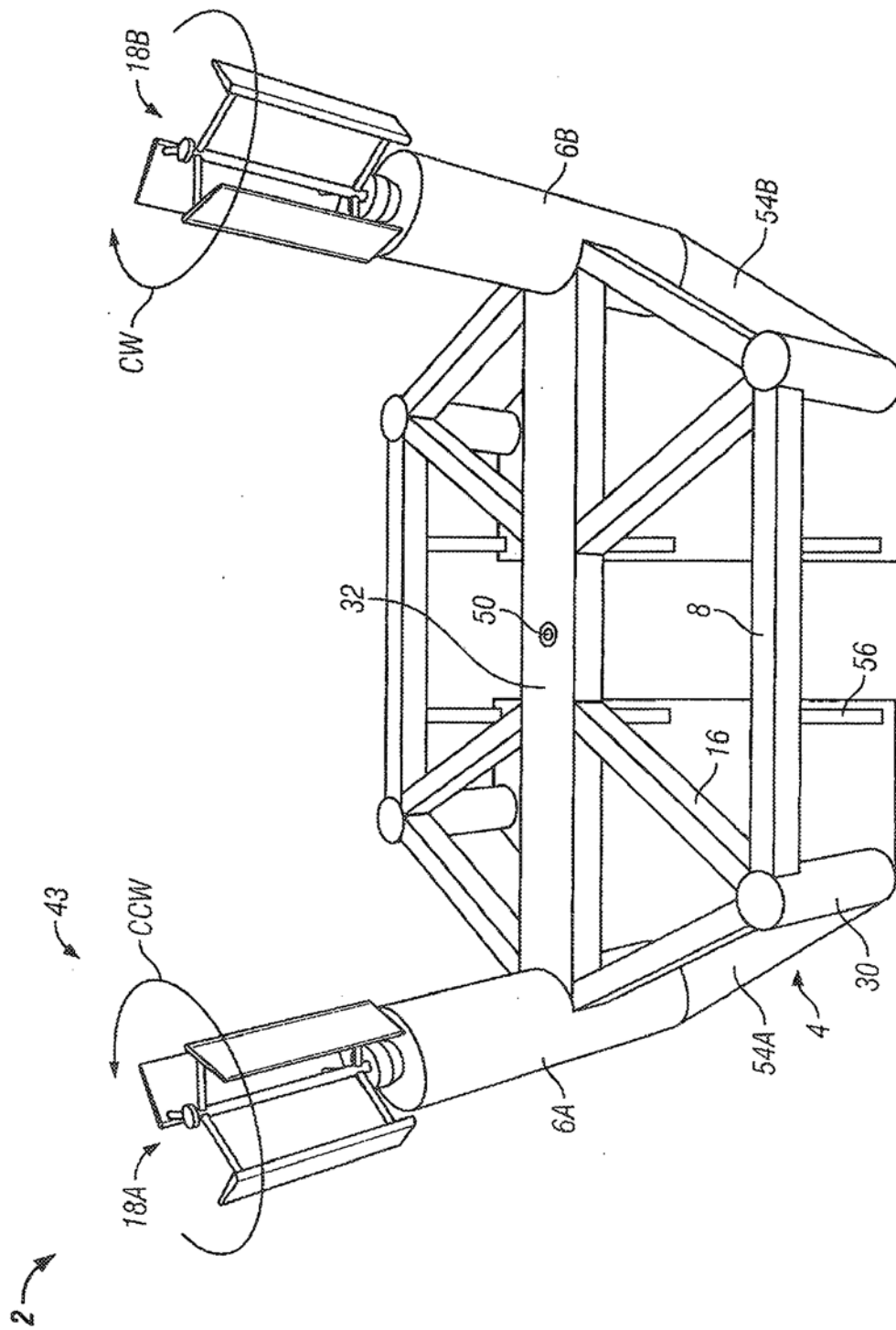


FIG. 4

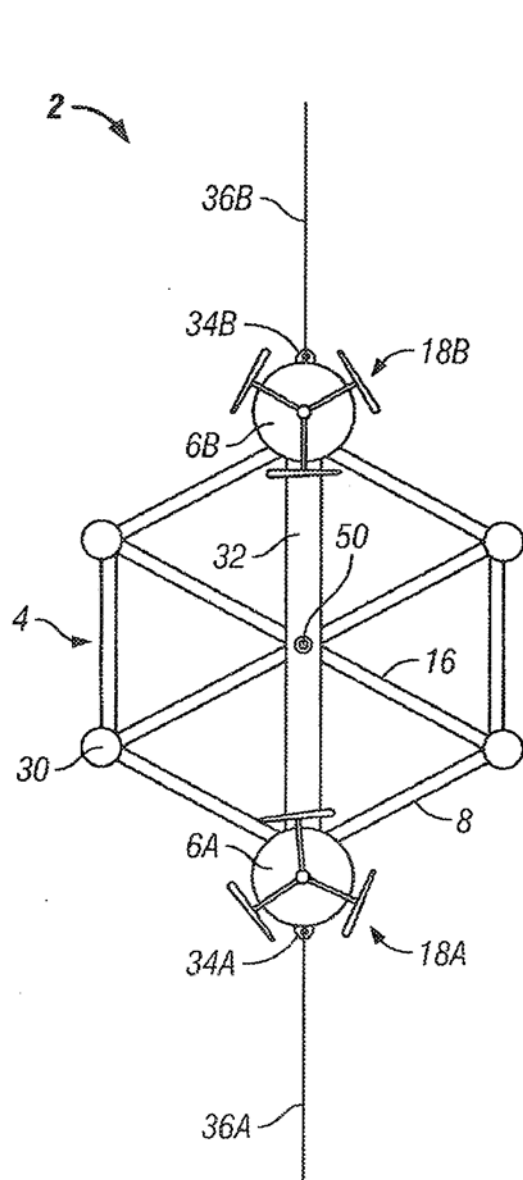


FIG. 5

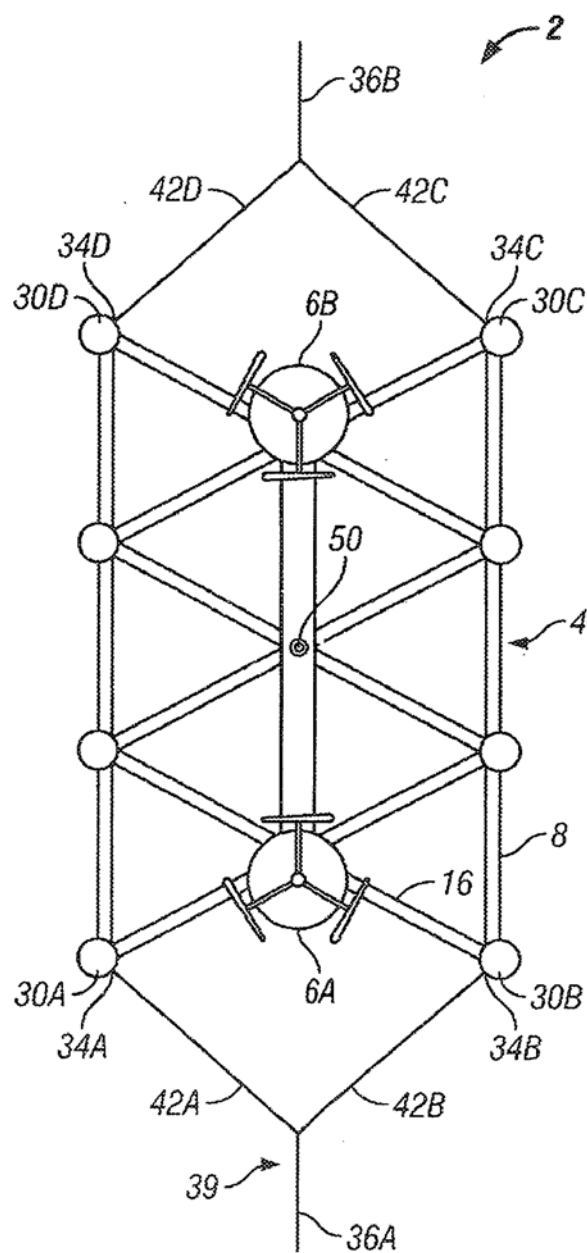


FIG. 6

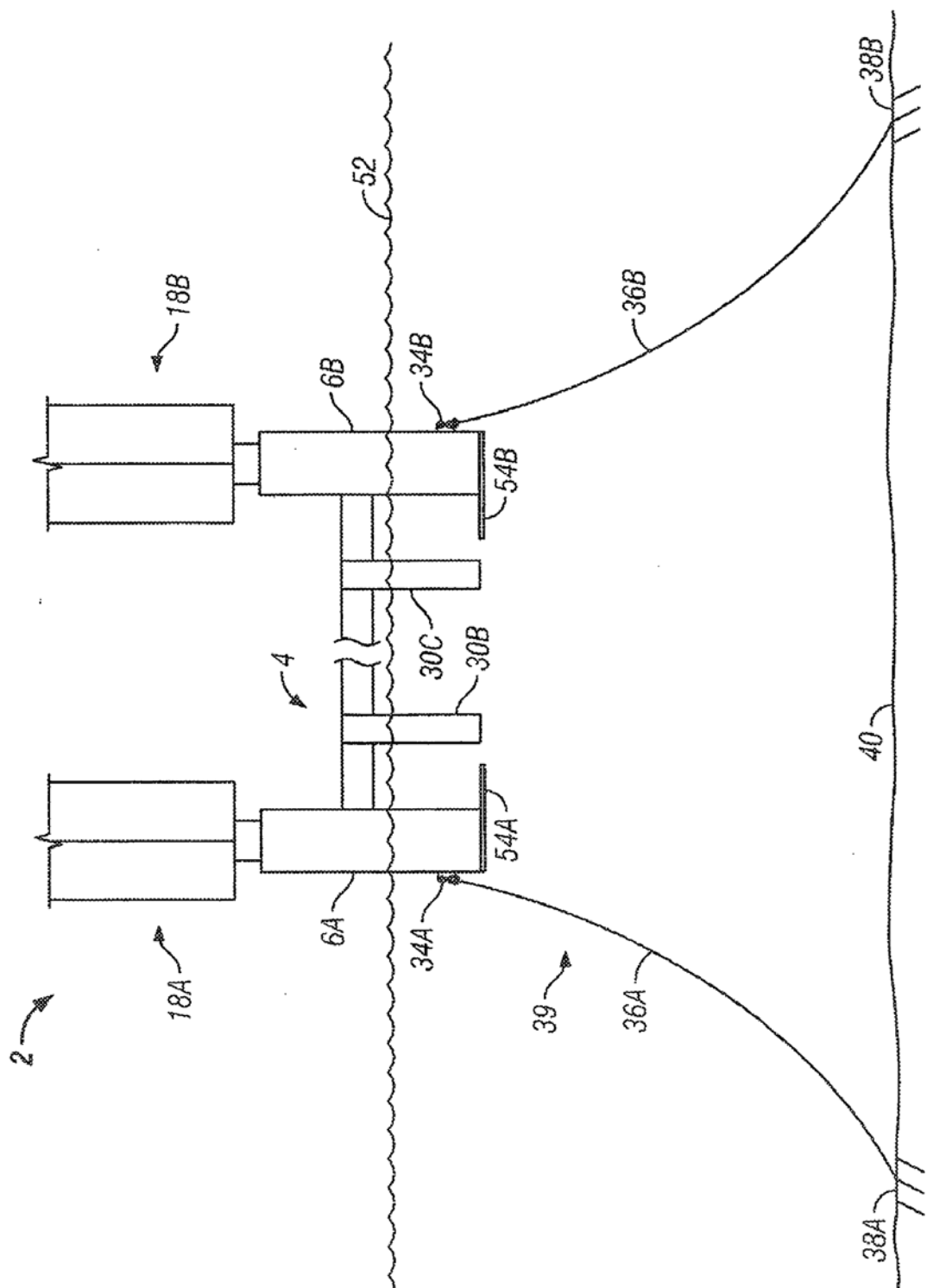


FIG. 7

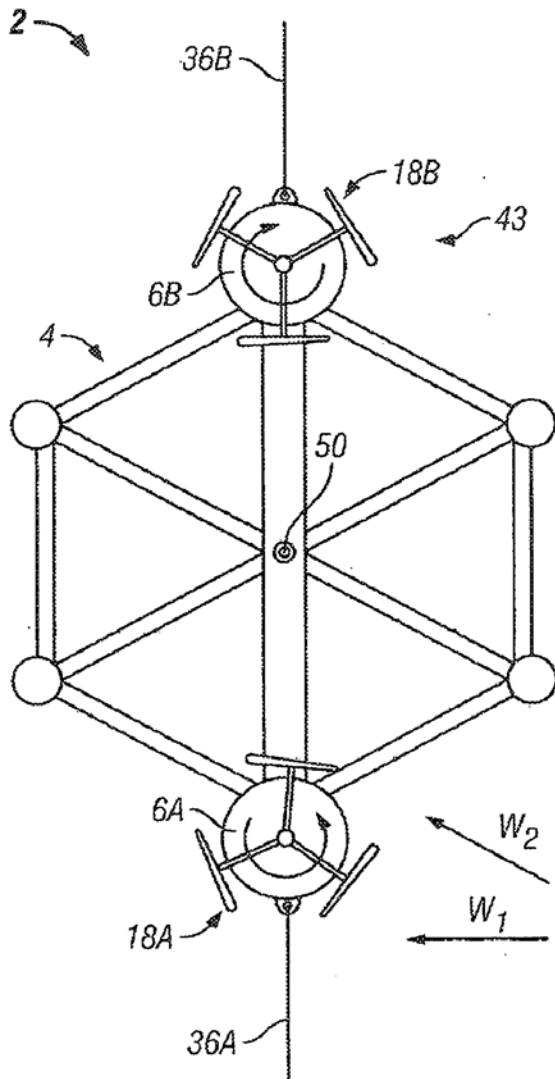


FIG. 8

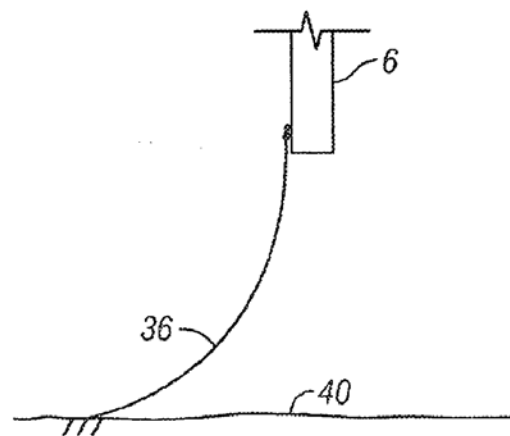


FIG. 8A

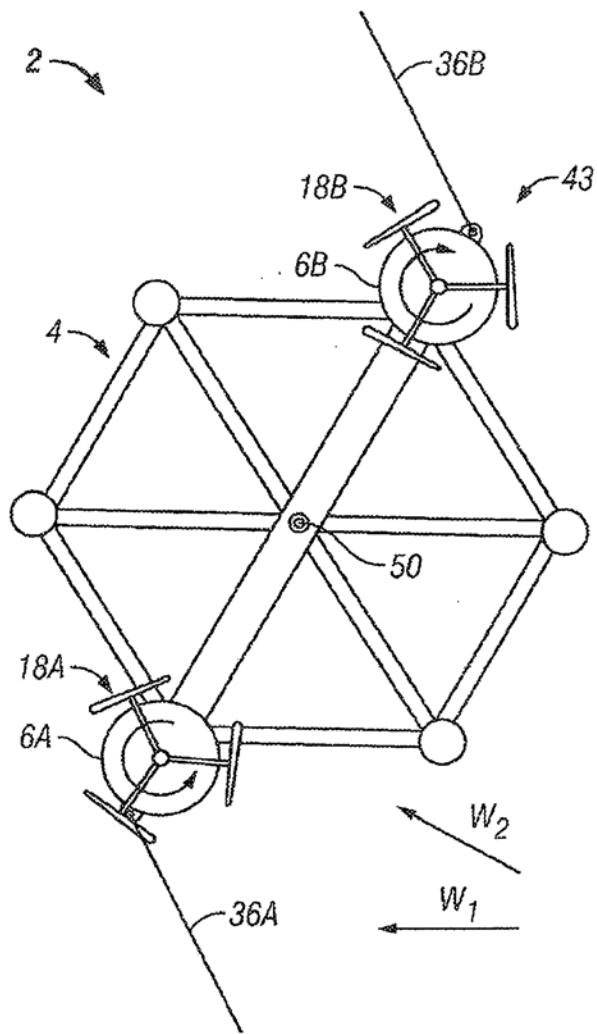


FIG. 9

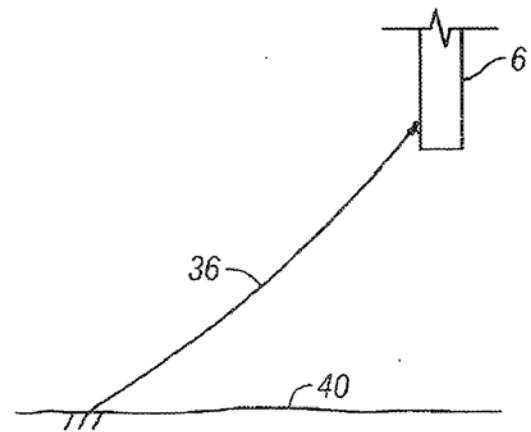
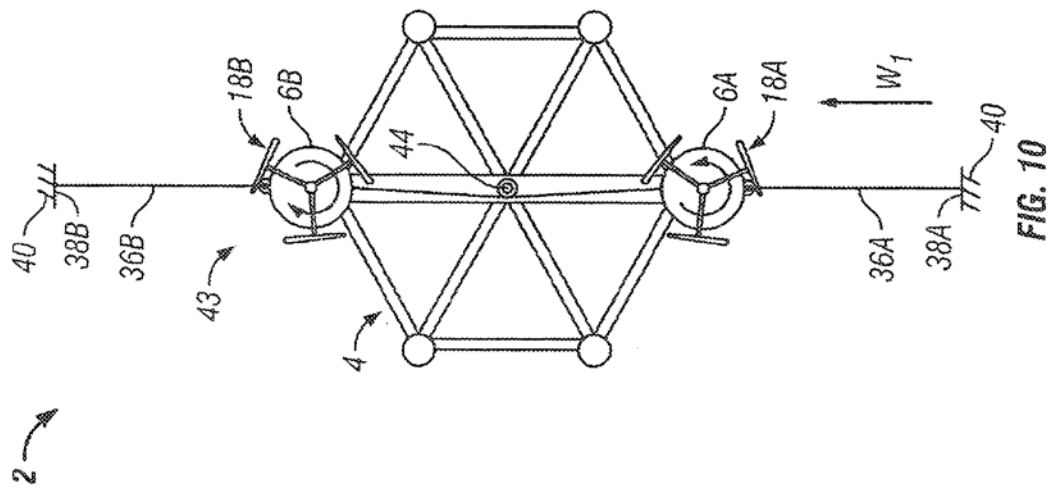
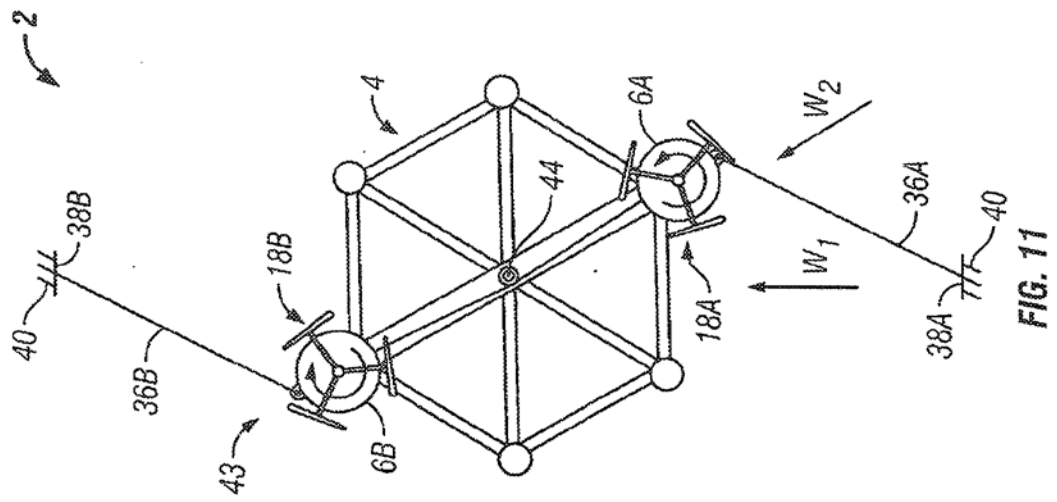
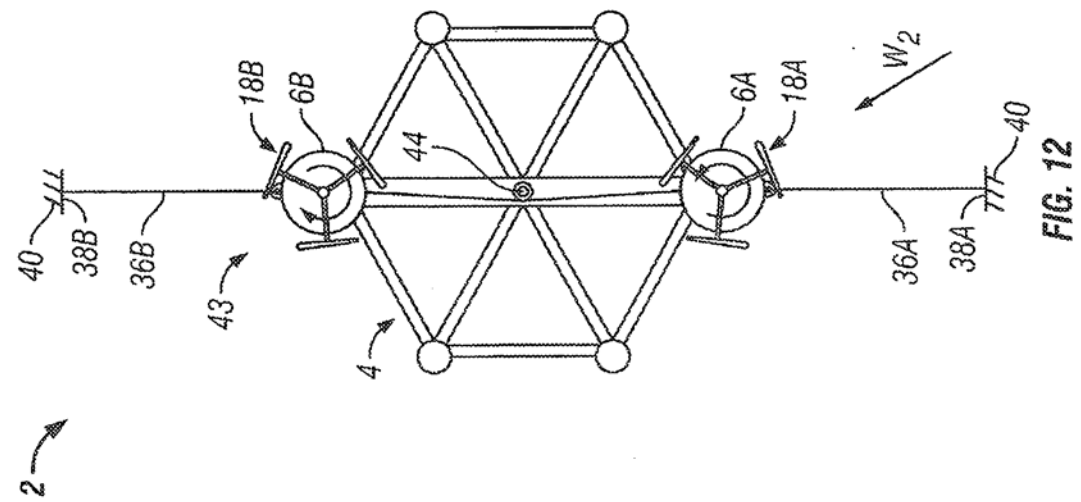
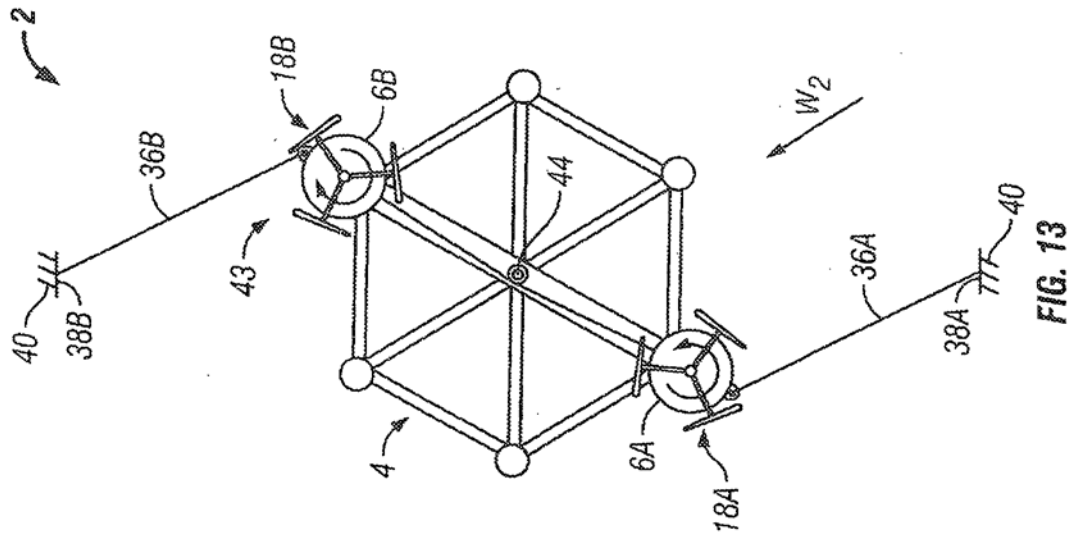


FIG. 9A





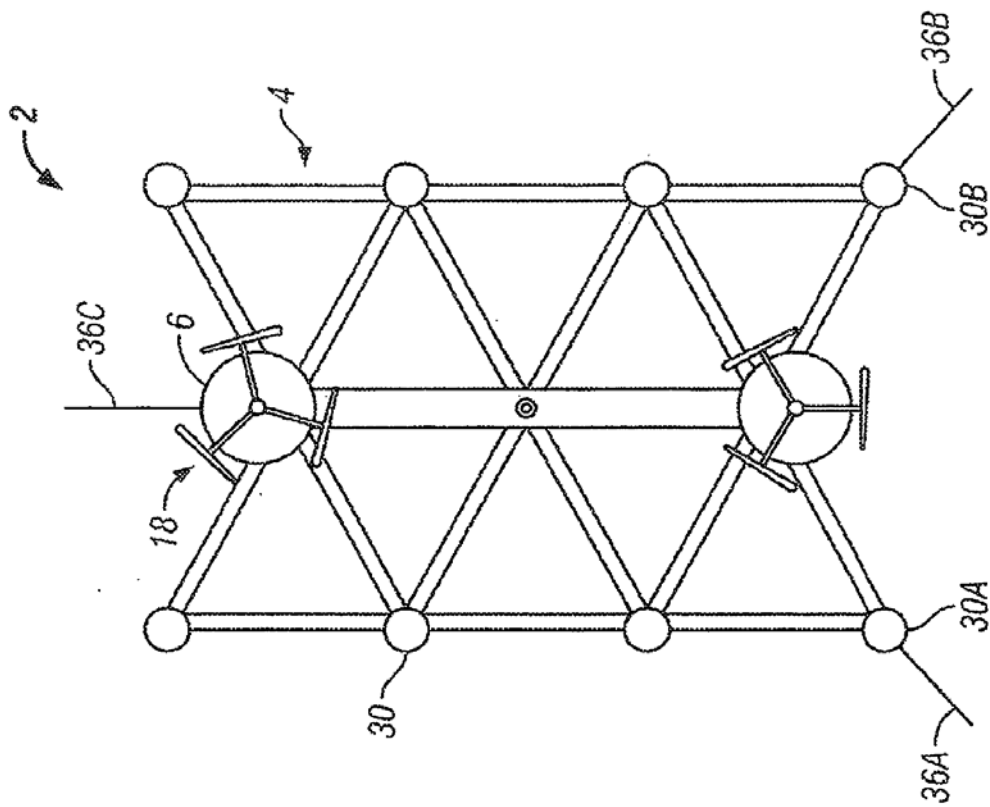


FIG. 15

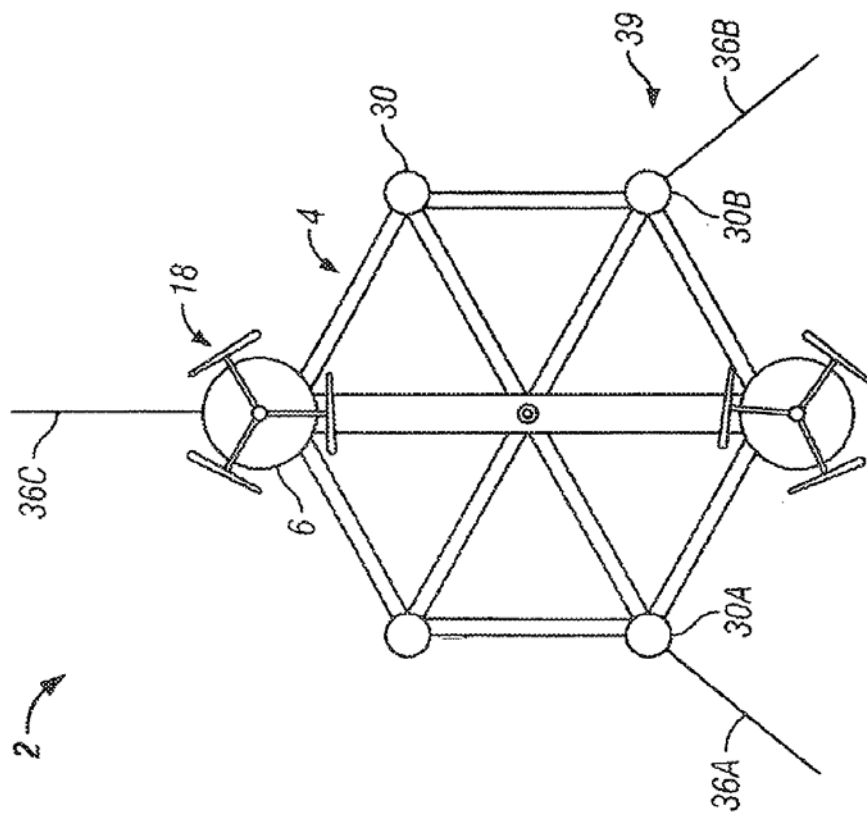
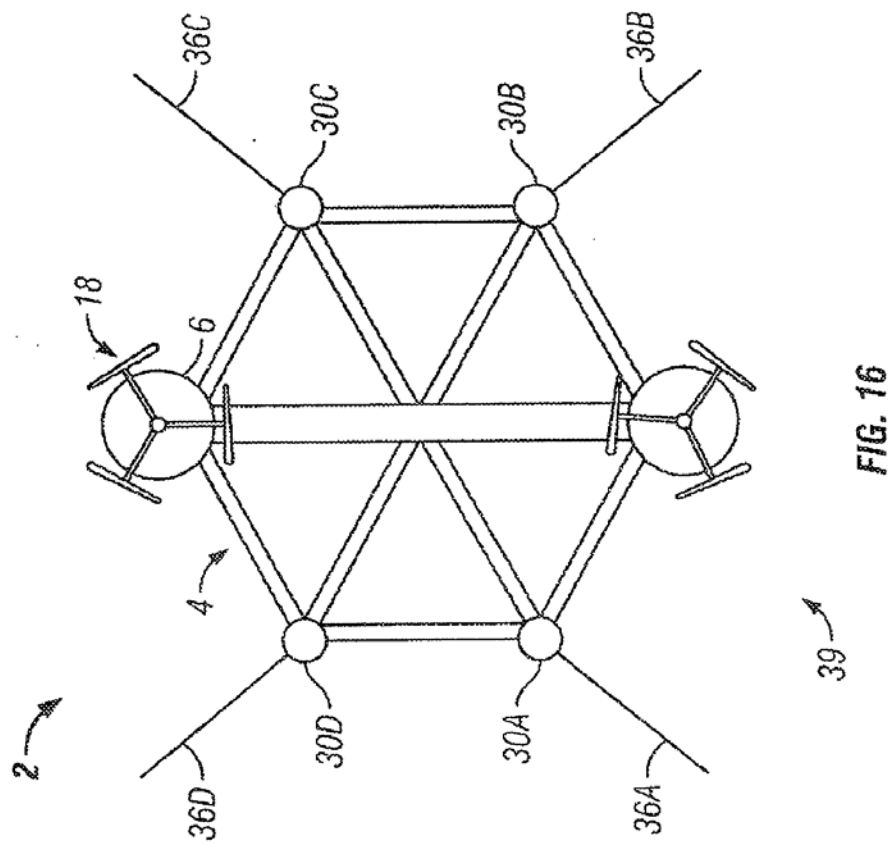
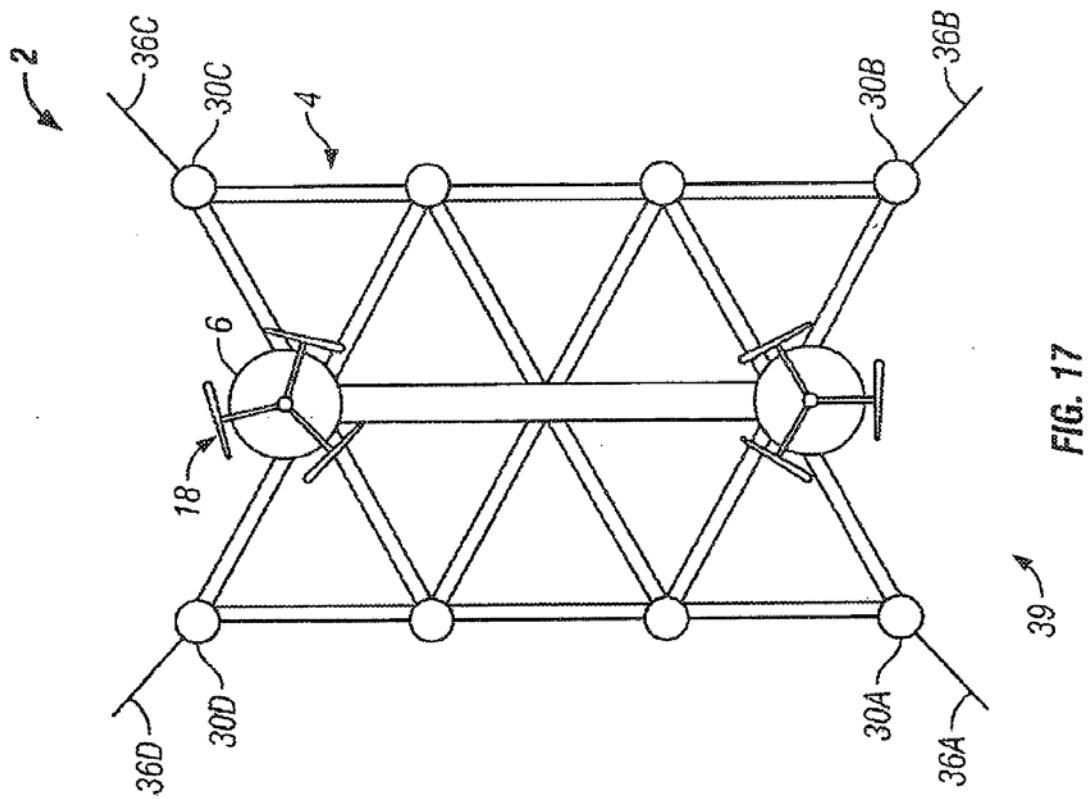


FIG. 14



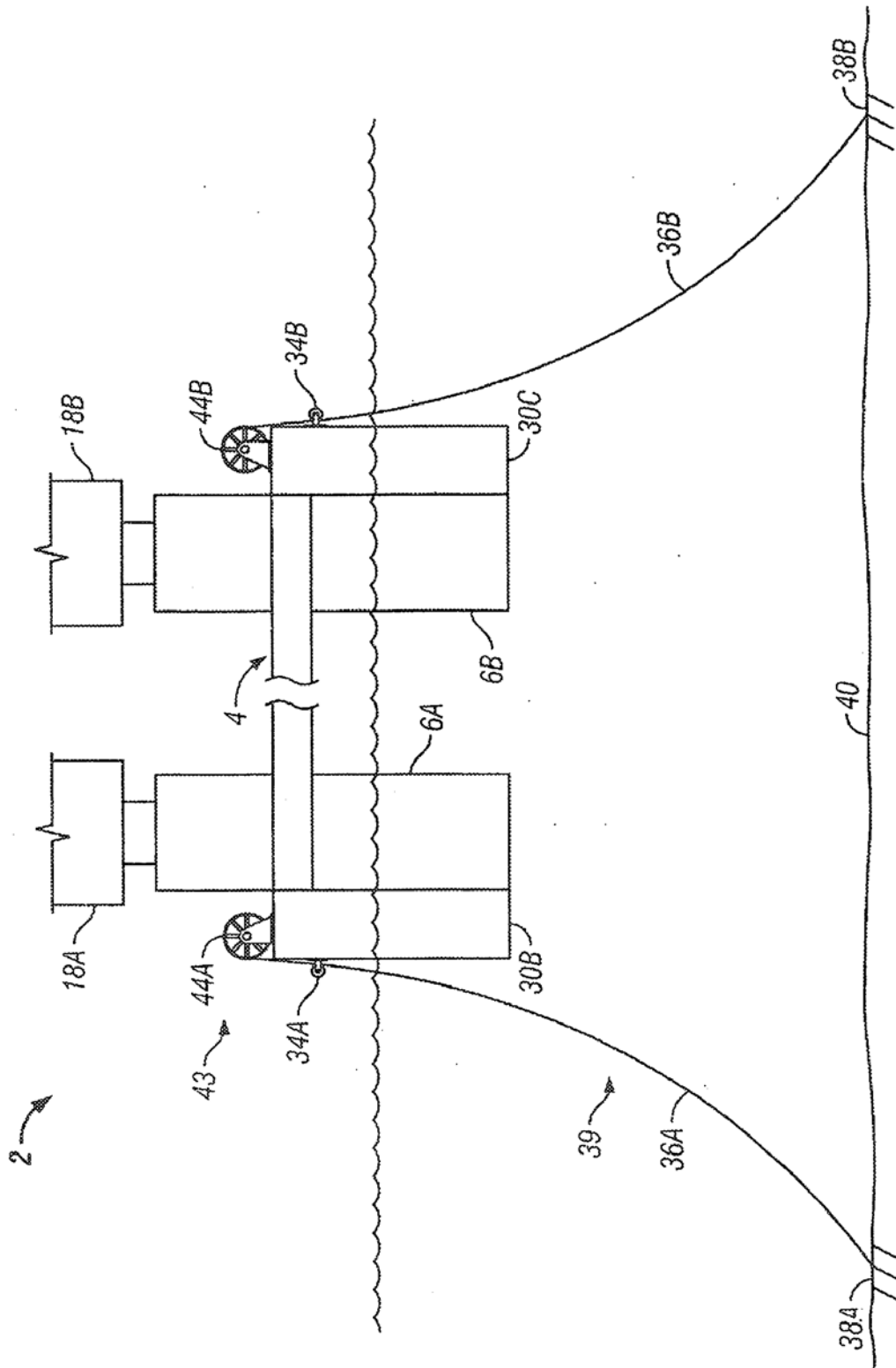
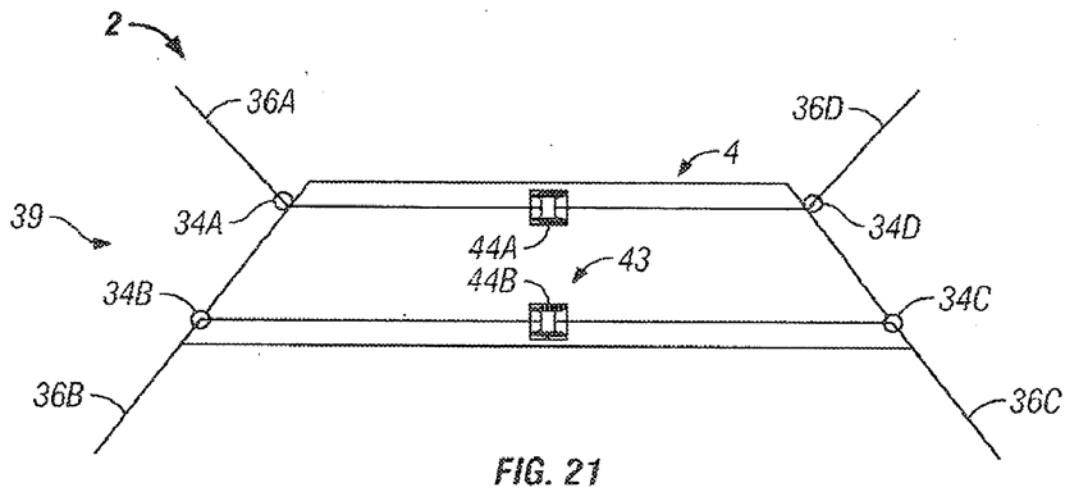
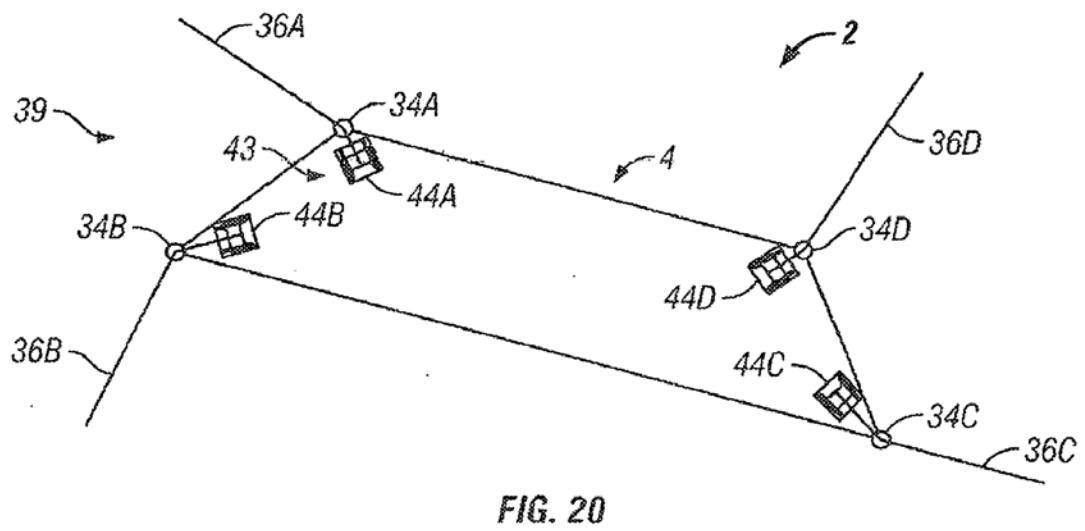
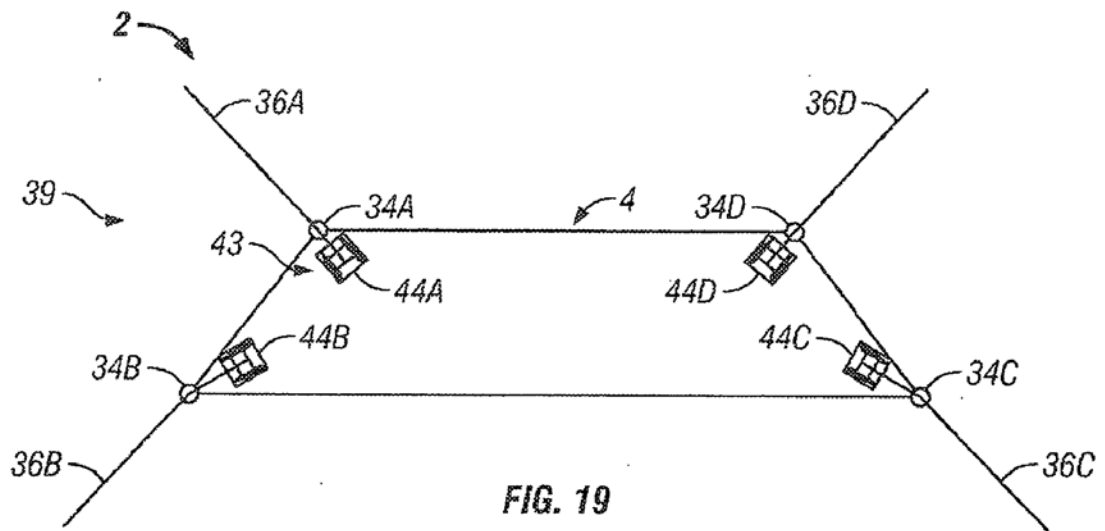


FIG. 18



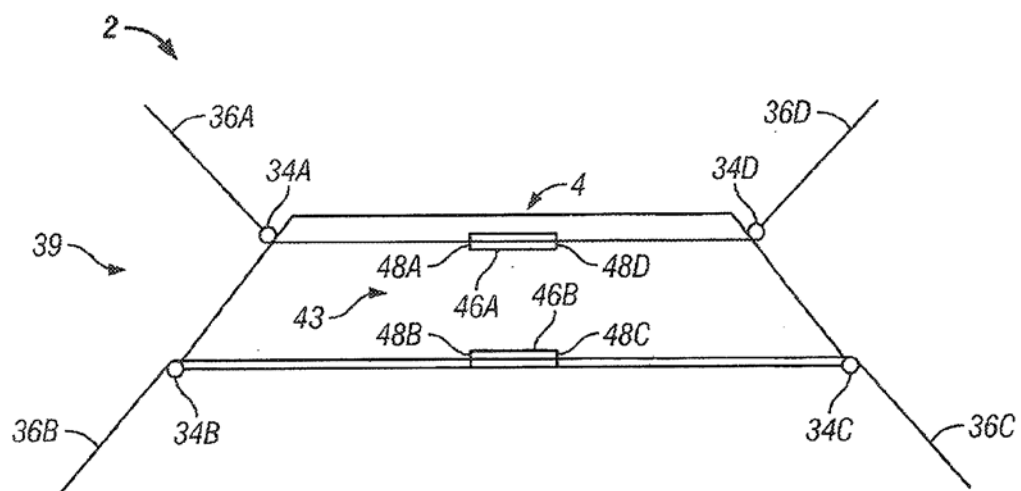


FIG. 22

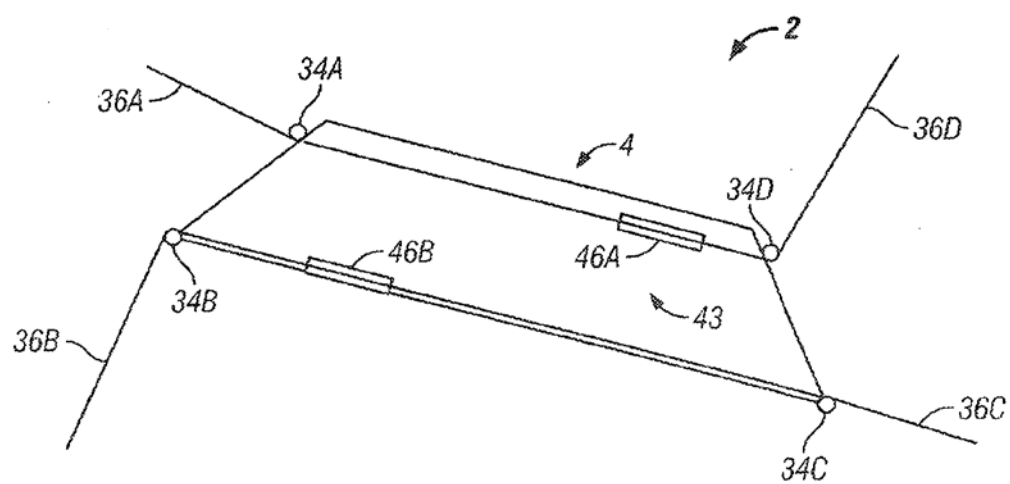


FIG. 23

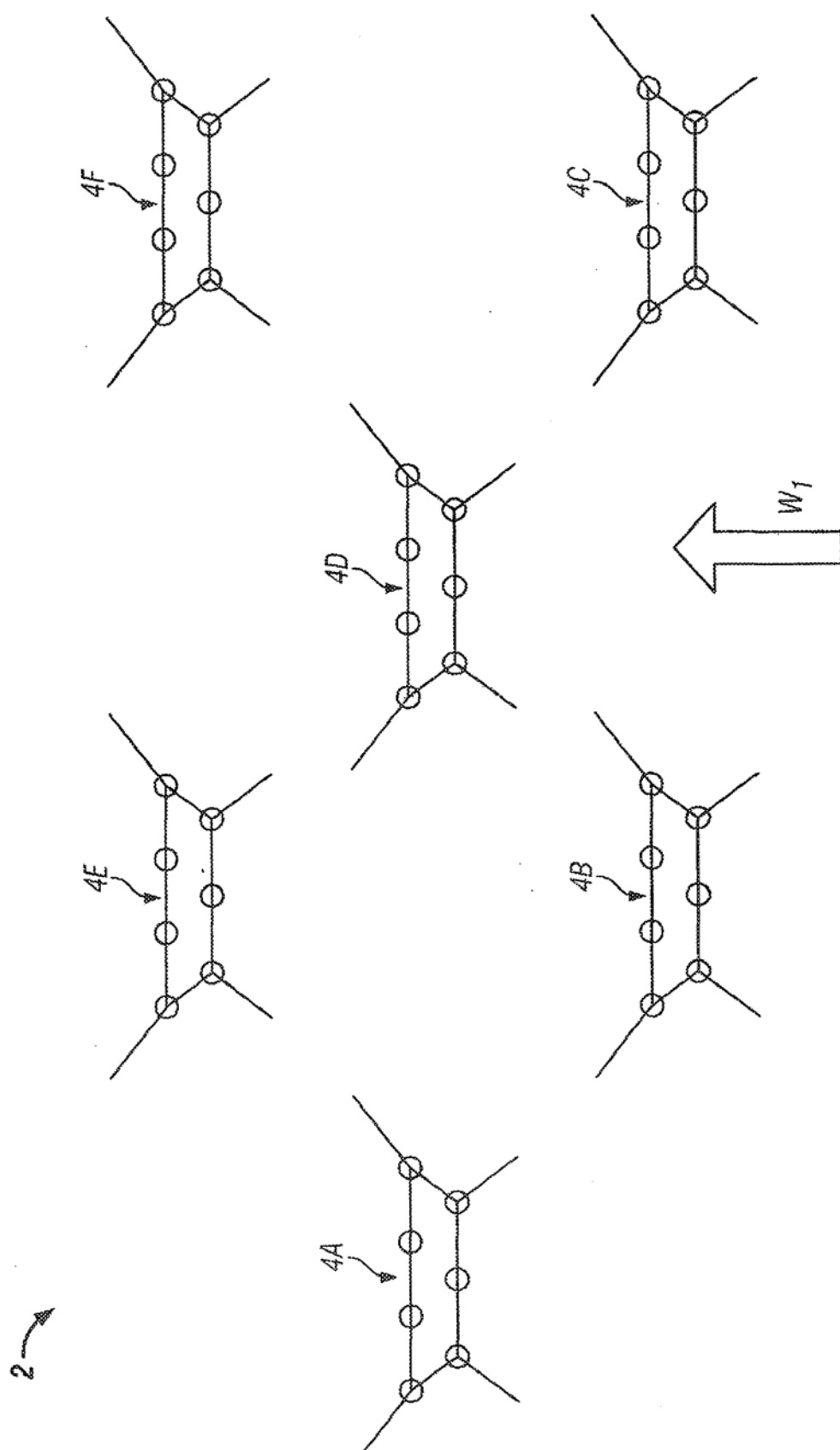


FIG. 24

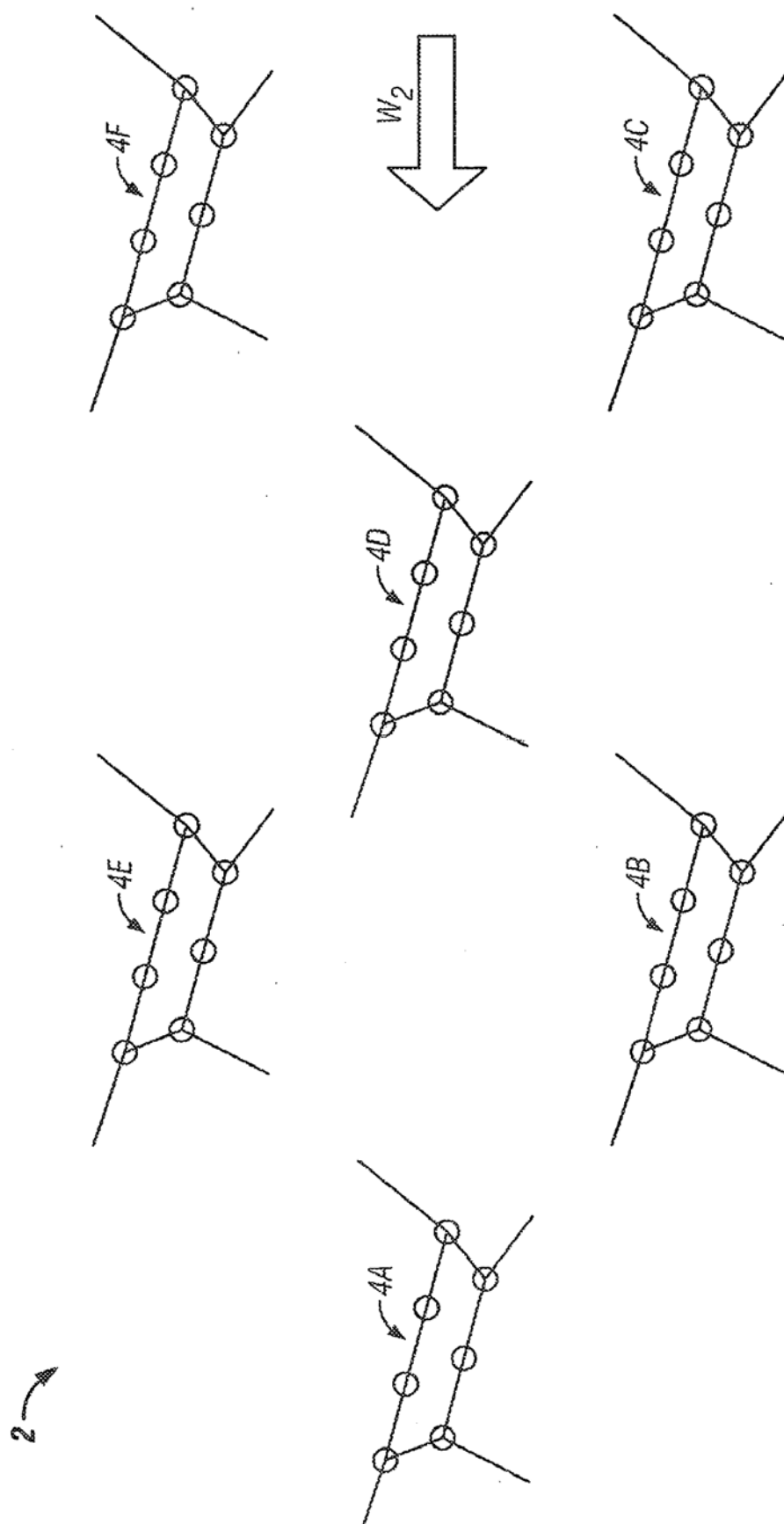


FIG. 25

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patente citados en la descripción

10

- DE 10332383 B4 [0003]
- EP 1366290 B1 [0006]
- US 20010002757 A [0007]
- DE 3224976 [0010]