

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 135**

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)

B63B 1/04 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

B63B 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2011 PCT/JP2011/006177**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12060108**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2011 E 11837762 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 2636896**

54 Título: **Turbina eólica flotante que comprende medios de supresión de guiñada**

30 Prioridad:

05.11.2010 JP 2010248511

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2019

73 Titular/es:

**NATIONAL INSTITUTE OF MARITIME, PORT AND
AVIATION TECHNOLOGY (100.0%)
6-38-1, Shinkawa, Mitaka-shi
Tokyo 181-0004, JP**

72 Inventor/es:

INOUE, SHUNJI

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 733 135 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

Turbina eólica flotante que comprende medios de supresión de guiñada

5 [Campo técnico]

La presente invención se refiere a una turbina eólica marina flotante capaz de suprimir eficazmente la guiñada (movimiento de giro/oscilación) de una góndola en la que se aloja un árbol de rotación de un rotor y la guiñada de un cuerpo flotante.

10

[Antecedentes de la técnica]

En las turbinas eólicas convencionales, para cambiar una orientación de una turbina eólica de acuerdo con el cambio en la dirección del viento, se utiliza un aparato de control activo que se combina con un sensor de la dirección del viento. Por ejemplo, se emplea una configuración en la que un aparato de potencia hace girar una turbina eólica de acuerdo con el resultado de la medición del sensor de la dirección del viento, y la turbina eólica se mantiene en una posición adecuada para la dirección del viento. Para simplificar un sistema de toda la turbina eólica, el aparato de control activo se omite en algunos casos. Cuando el aparato de control activo debe ser omitido, un árbol de rotación de un rotor de la turbina eólica está soportado sobre un plano horizontal de modo que el árbol de rotación puede girar libremente, y la orientación de la turbina eólica se cambia por un efecto de veleta para seguir el cambio en la dirección del viento.

15

20

En la turbina eólica, el rotor recibe el viento y gira, generando así energía eléctrica. Si el momento en una dirección vertical se aplica a un eje de rotación del rotor, el momento giroscópico se genera en una dirección transversal en ángulo recto respecto a la dirección del momento y al eje de rotación del rotor mediante el llamado efecto giroscópico. Por ejemplo, en una turbina eólica marina flotante proporcionada en un cuerpo flotante que flota en el agua, el momento en la dirección vertical se genera debido a la influencia de las ondas. Por tanto, el momento giroscópico se genera en una dirección horizontal cruzada en ángulo recto respecto al eje de rotación del rotor por el efecto giroscópico.

25

30

En una turbina eólica marina flotante que incluye el aparato de control activo, una góndola es sostenida por un cuerpo flotante en una posición que coincide con la dirección del viento. Por lo tanto, el movimiento de rotación del cuerpo flotante que gira alrededor de un eje central del cuerpo flotante se genera por un momento giroscópico provocado por el efecto giroscópico generado en la góndola en la que se aloja el árbol de rotación del rotor de la turbina eólica. En el presente documento, ya que el movimiento de las ondas es un movimiento repetitivo, el cuerpo flotante se mueve repetitivamente (guiñada) junto con la góndola.

35

En una turbina eólica marina flotante en la que se omite el aparato de control activo, un árbol de rotación de un rotor de una turbina eólica está soportado de tal manera que el árbol de rotación puede girar libremente con respecto a un cuerpo flotante. Por tanto, la guiñada de una góndola es generada por un momento giroscópico causado por un efecto giroscópico generado en la góndola.

40

El presente inventor descubrió que el momento causado por este efecto giroscópico fue la causa de una influencia adversa ejercida sobre la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica marina y la resistencia de sus dispositivos.

45

Para evitar la vibración generada en un aparato de turbina eólica, se propone emplear varias configuraciones (documentos de patente 1 a 3).

50

El documento de patente 1 describe un aparato de turbina eólica. El aparato de turbina eólica incluye, como un aparato de control activo de una góndola, una fuente de accionamiento giratoria que gira una plataforma apoyada en un extremo superior de una torre y medios de fijación en una dirección de giro. En este aparato de turbina eólica, para suprimir la vibración generada en la torre o similar por la resonancia de unas palas y la velocidad del viento de resonancia, el documento de patente 1 describe una configuración en la que se proporciona un aparato de supresión de vibraciones.

55

En una turbina eólica, para atenuar la acción de la vibración en la dirección del borde de las palas de un rotor, el documento de patente 2 describe una configuración en la que los medios de atenuación de la acción de oscilación están dispuestos en una góndola.

60

En un dispositivo de turbina eólica, para evitar que la vibración se transmita a un bastidor de la góndola a través de una caja de engranajes que aumenta la velocidad y para evitar que la vibración se transmita desde el bastidor de la góndola a la caja de engranajes que aumenta la velocidad, el documento de patente 3 describe una configuración en la que se proporciona un amortiguador de aislamiento de vibraciones entre la caja de engranajes que aumenta la velocidad y el bastidor de la góndola.

65

[DOCUMENTO DE LA TÉCNICA ANTERIOR]

[DOCUMENTO DE PATENTE]

- 5 [Documento de patente 1] Publicación de patente japonesa n.º 2003-176774
 [Documento de patente 2] Traducción japonesa de solicitud internacional PCT, publicación n.º 2002-517660
 [Documento de patente 3] Traducción japonesa de solicitud internacional PCT, publicación n.º 2008-546948

10 El documento JP 2010/216273 A divulga un generador de energía eólica marino de tipo flotante, el cual está
 amarrado en fondeo en alta mar. Este documento aborda el problema de la inclinación y la rotación plana del cuerpo
 flotante. También este documento pretende reducir el tamaño de la estructura. Este documento enseña un
 dispositivo flotante con cuerpo flotante y cuerpos flotantes periféricos externos, que se disponen en el cuerpo flotante
 como el centro y flotan en el océano mientras están conectados entre sí con elementos rígidos. El generador de
 15 turbina eólica se coloca sobre el cuerpo flotante. En cada uno de los cuerpos flotantes periféricos, hay una porción
 de refuerzo de fuerza de restauración. El sistema de refuerzo de fuerza de restauración aumenta el momento de
 inercia al proyectarse hacia fuera, lo que a su vez aumenta la estabilidad y suprime la inclinación del cuerpo flotante.

20 En otras palabras, su objetivo es suprimir un giro lento de una góndola causado por un cambio en una dirección del
 viento o en una dirección de las olas. Una parte de refuerzo es una estructura de proyección. Estas partes de
 refuerzo están presentes en los cuerpos flotantes periféricos, que están conectadas al cuerpo flotante central a
 través de vigas transversales de conexión centrales.

25 El documento JP 2009/248792 A enseña una estructura flotante marina de tipo larguero para la generación de
 energía eólica. Un mástil está instalado en una superficie superior de la estructura flotante de tipo larguero y unas
 palas y una góndola están instaladas en el mástil para formar el generador de energía eólica. La pala gira a medida
 que aumenta la carga del viento, lo que lleva a la generación de energía. El generador de energía de tipo larguero
 incluye un cuerpo flotante inferior hueco formado al unir los cuerpos de tapa superior e inferior a unos bloques de
 hormigón prefabricados cilíndricos colocados continuamente entre los cuerpos de tapa mediante material de acero
 PC. Un tanque de lastre está conectado al cuerpo flotante inferior a través de los tubos de acero de conexión. El
 30 tanque de lastre se llena con lastre para mejorar la estabilidad del cuerpo flotante de tipo larguero. El cuerpo flotante
 de tipo larguero se amarra utilizando cadenas de amarre.

[Sumario de la invención]

[PROBLEMA A RESOLVER POR LA INVENCION]

35 Una turbina eólica convencional de este tipo tiene un problema de vibración generado por la propia rotación del rotor
 y similares, pero no hay turbinas eólicas convencionales que centren la atención en la oscilación de una góndola
 generada por el momento giroscópico causado por el efecto giroscópico. Por tanto, los medios de supresión del
 movimiento de vibración utilizados en los aparatos de turbinas eólicas descritos en estos documentos de patente no
 40 pueden evitar la guiñada de la góndola y el cuerpo flotante generado por el momento giroscópico debido al efecto
 giroscópico cuando la turbina de eólica marina flotante recibe la influencia de las olas.

45 Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar una turbina eólica marina flotante capaz de prevenir
 la guiñada de la góndola y el cuerpo flotante generado por el momento giroscópico causado por el efecto
 giroscópico, y capaz de suprimir la influencia adversa en la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica y
 la resistencia de sus dispositivos.

[MEDIOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA]

50 Un primer aspecto de la invención proporciona una turbina eólica marina flotante que comprende un amortiguador
 hidrodinámico y se define en la reivindicación 1.

55 Según la estructura que utiliza este amortiguador hidrodinámico, la resistencia a la guiñada varía por la resistencia al
 agua del amortiguador hidrodinámico submarino de acuerdo con la velocidad de giro de la góndola o del cuerpo
 flotante, y es posible suprimir la guiñada.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, en la turbina eólica marina flotante del primer aspecto, la
 góndola se proporciona en un lado de barlovento en comparación con el rotor.

60 De acuerdo con este aspecto, la góndola se puede girar con respecto a la superficie del agua mediante el llamado
 efecto de veleta, y se puede hacer que una orientación del árbol de rotación se ajuste a la dirección del viento.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, en la turbina eólica marina flotante del segundo aspecto, se le da
 un ángulo de conicidad al rotor.

65 De acuerdo con este aspecto, es posible mejorar aún más el llamado efecto de veleta.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, en la turbina eólica marina flotante del primer aspecto, la góndola está soportada por el cuerpo de la estructura de manera que se forma un ángulo predeterminado entre un plano horizontal y el árbol de rotación del rotor en un estado donde no se recibe el viento, de modo que el árbol de rotación del rotor en un estado donde se recibe el viento se convierte en paralelo a una dirección del viento.

De acuerdo con este aspecto, el ángulo predeterminado se puede establecer teniendo en cuenta un hecho que la turbina eólica se inclina cuando el rotor recibe el viento. Por lo tanto, cuando se genera electricidad, el árbol de rotación del rotor se puede hacer paralelo a la dirección del viento. En el presente documento, "un estado donde el rotor recibe viento y la turbina eólica se inclina" significa un estado donde la turbina eólica está inclinada al recibir el viento de una velocidad del viento típica que se asume en un lugar donde está instalada la turbina eólica. Ejemplos de la velocidad del viento típica son una velocidad promedio anual del viento y una velocidad del viento a la cual la eficiencia de generación de energía se vuelve máxima.

[EFECTO DE LA INVENCION]

De acuerdo con la turbina eólica marina flotante de la presente invención, ya que los medios de supresión de guiñada pueden suprimir la orientación causada por un efecto giroscópico, es posible suprimir la influencia adversa de la guiñada sobre la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica causada y la resistencia de sus dispositivos.

Si la góndola se proporciona en el lado de barlovento en comparación con el rotor o si se le da un ángulo de conicidad al rotor, la góndola puede girarse por el llamado efecto de veleta, el árbol de rotación se puede hacer para adaptarse a la dirección del viento y la cara frontal del rotor puede estar en contradicción con la dirección del viento. Por lo tanto, es posible mejorar la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica. Además, es posible suprimir la guiñada y reducir una carga de los medios de supresión de guiñada.

Si se utiliza el amortiguador hidráulico o el amortiguador de fricción como los medios de control de oscilación, la resistencia de los medios de control de oscilación se puede variar de acuerdo con una velocidad de giro de la góndola. Por lo tanto, es posible suprimir la guiñada rápida de la góndola causada por un efecto giroscópico sin suprimir la orientación lenta de la góndola causada por un efecto de veleta.

Si se utiliza el amortiguador hidrodinámico que suprime la guiñada por interferencia con el fluido circundante, la resistencia puede variar de acuerdo con la velocidad de giro de la góndola, la guiñada generada en la góndola o el cuerpo flotante debido al efecto giroscópico se puede suprimir, se puede suprimir el cabeceo del cuerpo flotante y se puede mejorar la eficiencia de la generación de energía y la resistencia de los dispositivos.

La turbina eólica marina flotante de la invención incluye el aparato de supresión de guiñada. Por lo tanto, es posible mejorar la eficiencia de la generación de energía y la resistencia de los dispositivos al suprimir la guiñada de la góndola causada por el efecto giroscópico. También es posible suprimir el cabeceo del cuerpo flotante por reacción del efecto giroscópico.

Si el cuerpo flotante está amarrado por un método de amarre que suprime el movimiento de rotación del cuerpo flotante alrededor de su eje central, es posible suprimir efectivamente la guiñada de la góndola y el cabeceo del cuerpo flotante causado por un efecto giroscópico, y es posible mejorar la eficiencia de generación de energía y la resistencia de los dispositivos.

Si se proporciona un ángulo predeterminado entre un plano horizontal y el árbol de rotación del rotor en un estado en el que el rotor no recibe viento, una dirección de vista lateral del árbol de rotación del rotor y una dirección de vista lateral del viento pueden ser sustancialmente paralelas entre sí y pueden hacerse para que se ajusten sustancialmente entre sí cuando se genera electricidad. Por lo tanto, un plano de rotación del rotor se puede hacer perpendicular a la dirección del viento sustancialmente en ángulo recto, y es posible mejorar la eficiencia de generación de energía.

[BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS]

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante de acuerdo con una primera realización;

La figura 2 es una vista lateral de porciones esenciales que muestran una estructura de un aparato de supresión de guiñada de una turbina eólica según la primera realización;

La figura 3 muestra una relación entre el cambio en la dirección del viento en el océano y el ángulo de desviación de un cuerpo flotante en el agua causado por la influencia de las olas, en la que (a) es un gráfico que muestra el cambio en la dirección del viento y (b) es un gráfico que muestra el cambio en un ángulo de desviación;

La figura 4A es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de un amortiguador hidráulico;

La figura 4B es una vista frontal esquemática que muestra una configuración del amortiguador hidráulico;

La figura 4C es una vista en sección tomada a lo largo de una línea A-A en la figura 4B;

- La figura 5A es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de un amortiguador de fricción;
- La figura 5B es una vista frontal esquemática que muestra una configuración del amortiguador de fricción;
- 5 La figura 6A es una vista en planta que muestra una configuración de un aparato de amarre del cuerpo flotante según la primera realización;
- La figura 6B es una vista lateral que muestra una configuración del aparato de amarre del cuerpo flotante según la primera realización;
- La figura 7 es un diagrama que muestra una configuración de un par de cables de amarre en la primera realización;
- 10 La figura 8A es una vista en planta que muestra una configuración de un método de amarre por tensión convencional;
- La figura 8B es una vista lateral que muestra una configuración del método de amarre por tensión convencional;
- La figura 9 es una vista lateral de porciones esenciales que muestran una estructura de un aparato de supresión de guiñada de una turbina eólica según una segunda realización;
- 15 La figura 10A es una vista lateral esquemática que muestra una configuración en un estado en el que el aparato de supresión de guiñada que posee una turbina eólica marina flotante de acuerdo con la segunda realización recibe viento;
- La figura 10B es una vista lateral esquemática que muestra una configuración en un estado en el que el aparato de supresión de guiñada que posee la turbina eólica marina flotante de acuerdo con la segunda realización no recibe viento;
- 20 La figura 11 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante de acuerdo con una tercera realización;
- La figura 12 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de la turbina eólica marina flotante de acuerdo con la tercera realización; y
- 25 La figura 13 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante de acuerdo con una cuarta realización.

[EXPLICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS]

- | | |
|----------------|--|
| 10, 40, 50, 60 | turbina eólica marina flotante |
| 11 | rotor |
| 12 | árbol de rotación |
| 13 | góndola |
| 14 | cojinete de asiento giratorio (medios de giro) |
| 15 | torre (cuerpo de estructura) |
| 16 | medios de supresión de guiñada |
| 160 | amortiguador hidráulico |
| 165 | amortiguador de fricción |
| 20, 30 | aparato de supresión de guiñada |
| 31 | cuerpo flotante |
| 32 | cable de amarre |
| 41 | cuerpo de estructura |
| 42 | medios de giro |
| 44, 64 | amortiguador hidrodinámico |
| 51A | porción superior del cuerpo de estructura |
| 51B | porción inferior del cuerpo de estructura |
| α | ángulo de conicidad |
| β | ángulo predeterminado |

30

[MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION]

(Primera realización)

- 35 A continuación se describirá un ejemplo no inventivo con referencia a las figuras 1 a 8. En este ejemplo no inventivo, se describirá una turbina eólica marina flotante.

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de la turbina eólica marina flotante 10 de acuerdo con el ejemplo no inventivo. Como se muestra en la figura 1, la turbina eólica marina flotante 10 incluye un cuerpo flotante 31 provisto de un aparato de supresión de guiñada 20. El cuerpo flotante 31 está amarrado a unos anclajes 33 proporcionados en un fondo marino B a través de unas líneas de amarre 32. Una línea que sale desde una porción inferior del cuerpo flotante 31 es una línea de alimentación eléctrica 34. Con referencia a la figura 2, se describirá una estructura del aparato de supresión de guiñada 20 que posee la turbina eólica marina flotante 10 de la realización.

45

La figura 2 es una vista lateral de porciones esenciales que muestran una estructura del aparato de supresión guiñada 20 de la turbina eólica 10 según el ejemplo no inventivo. Como se muestra en la figura 2, el aparato de

5 supresión de guiñada 20 está compuesto por un rotor 11 que gira con el viento, una góndola 13 en la que se aloja un árbol de rotación 12 del rotor 11, una torre (cuerpo de estructura) 15 que tiene un cojinete de asiento giratorio (medios de giro) 14 que soporta la góndola 13 de manera que la góndola 13 puede girar con respecto a una superficie de agua o a una superficie de suelo, y unos medios de supresión de guiñada 16 que suprimen la guiñada de la góndola 13 respecto a la superficie del agua.

10 El rotor 11 incluye un buje 17 que está provisto radialmente de una pluralidad de palas 18, y el árbol de rotación 12 conectado al buje 17. El árbol de rotación 12 está soportado de manera giratoria en la góndola 13. Si el rotor 11 recibe viento, el árbol de rotación 12 gira y un generador (no mostrado) proporcionado en la góndola 13 genera electricidad. Una flecha hueca w en la figura 2 muestra una dirección del viento. En el aparato de supresión de guiñada 20 del ejemplo no inventivo, el rotor 11 se proporciona en un lado de sotavento en comparación con la góndola 13. De acuerdo con esta configuración, es posible generar efectivamente el llamado efecto de veleta en el que una dirección de vista lateral del árbol de rotación 12 se adapta a la dirección del viento al girar la góndola 13 proporcionada en el cojinete de asiento giratorio 14.

15 El árbol de rotación 12 gira al recibir el viento W, y el árbol de rotación 12 está alojado en la góndola 13. La góndola 13 también incluye medios de generación de electricidad (no mostrados), tal como una caja de engranajes (no mostrada) que aumenta la velocidad de rotación del árbol de rotación 12 y transmite la rotación al generador, poseído por un dispositivo de turbina eólica. La góndola 13 está soportada por el cojinete de asiento giratorio 14 proporcionado en la torre 15, de manera que la góndola 13 puede girar en una dirección paralela a la superficie del mar P. Según esta configuración, la dirección del árbol de rotación 12 se puede variar haciendo girar la góndola 13 de acuerdo con un cambio en la dirección del viento W, y un plano de rotación de las palas 18 del rotor 11 puede estar en contradicción con el viento.

25 Cuando se aplica una fuerza en la dirección vertical por las olas mientras el rotor 11 está girando, los medios de supresión de guiñada 16 suprimen la guiñada de la góndola 13 generada por un efecto giroscópico. Se presta atención a la guiñada de la góndola 13 causada por el efecto giroscópico, proporcionando los medios de supresión de guiñada 16. Dado que los medios de supresión de guiñada 16 pueden suprimir la guiñada de la góndola 13, es posible mejorar la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica marina flotante 10 y mejorar la resistencia de sus dispositivos. Aunque la torre 15 está provista de los medios de supresión de guiñada 16 en este ejemplo no inventivo, en lugar de eso, la góndola 13 puede estar provista de los medios de supresión de guiñada 16.

30 Cuando el aparato de supresión de guiñada 20 se proporciona en un aparato de turbina eólica en tierra en lugar de la turbina eólica marina flotante 10, la góndola 13 está soportada por el cojinete de asiento giratorio 14 de manera que puede girar con respecto a una superficie del suelo. Si se aplica un momento en la dirección vertical por cualquier motivo, los medios de supresión de guiñada 16 pueden suprimir la guiñada de la góndola 13. El efecto de veleta descrito anteriormente también es útil para reducir la carga de los medios de supresión de guiñada 16.

35 A continuación, con referencia a las figuras, se describirá un mecanismo para generar la orientación en la góndola 13 de la turbina eólica marina flotante 10 por el efecto giroscópico en el océano con referencia a las figuras 1 y 3. Si un objeto giratorio (sustancia) gira en una dirección transversal en ángulo recto respecto a un eje de rotación, el momento actúa en direcciones que se cruzan entre sí en ángulo recto. Este momento se llama momento giroscópico. Un efecto para generar el momento giroscópico se llama efecto giroscópico.

45
$$\Omega \times L = T$$

Ω : velocidad angular del movimiento de cabeceo

L: momento angular del objeto giratorio

T: momento giroscópico

50 Cuando el rotor 11 está girando, el movimiento L, si se genera un movimiento que genera una fuerza de restauración a través de la guiñada del cuerpo flotante 31 por olas de la superficie del mar P, por lo que se genera un cabeceo ω , el rotor 11 se desvía en la dirección vertical en ángulo recto con el eje de rotación S. De acuerdo con esto, El momento giroscópico actúa en la dirección horizontal en ángulo recto con el eje de rotación S del rotor 11 y la dirección vertical. En la turbina eólica marina flotante 10, como la góndola 13 puede girar mediante el cojinete de asiento giratorio 14, la guiñada de la góndola 13 se genera en la dirección mostrada por T en la figura 1 mediante este momento giroscópico.

60 La figura 3 muestra una relación entre el cambio en la dirección del viento en el océano y el ángulo de desviación del cuerpo flotante en el agua causado por la influencia de las olas, en la que (a) es un gráfico que muestra el cambio en la dirección del viento y (b) es un gráfico que muestra el cambio en un ángulo de desviación. Las porciones rodeadas de líneas discontinuas en el gráfico (a), así como el gráfico (b) muestran cambios durante una hora. Si los gráficos (a) y (b) de la figura 3 se comparan entre sí, se puede encontrar que el cambio en la dirección del viento se genera durante mucho tiempo, y el cambio en un ángulo de desviación causado por la influencia de las olas se genera en un corto tiempo. Es decir, la velocidad de giro de la góndola 13 causada por el cambio en la dirección del viento es lenta, y la velocidad de giro de la góndola 13 causada por un efecto giroscópico causado por la influencia de las olas,

etc. es rápida.

5 Dado que el ángulo de desviación causado por la influencia de las ondas varía en un corto período, la guiñada de la góndola 13 es inducida por el efecto giroscópico. La guiñada de la góndola 13 afecta negativamente a la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica y a la resistencia de los dispositivos.

10 Para suprimir selectivamente la guiñada de la góndola 13 causada por el efecto giroscópico mientras se permite que la góndola 13 gire a medida que varía la dirección del viento, es preferible que los medios cuya resistencia se varía de acuerdo con una velocidad de giro de la góndola 13 se utilicen como medios de supresión de guiñada 16. De acuerdo con esto, se puede ejercer el llamado efecto de veleta sin generar un efecto de atenuación para la guiñada lenta de la góndola 13 soportada por el cojinete de asiento giratorio 14 provocado por un cambio en la dirección del viento que varía mientras se toma un tiempo relativamente largo. Es posible permitir que se ejerza un efecto de atenuación para la guiñada de la góndola 13, que es causada por ondas con un período corto, y por lo tanto, también es posible inhibir selectivamente la guiñada de la góndola 13.

15 Dado que la turbina eólica marina flotante 10 del ejemplo no inventivo puede suprimir la guiñada de la góndola 13 mediante los medios de supresión de guiñada 16, se hace posible suprimir la influencia adversa.

20 Si se utiliza el aparato de supresión de guiñada 20 que incluye los medios de supresión de guiñada 16, es posible evitar que la guiñada se genere en la góndola 13 por un efecto giroscópico provocado por el cabeceo del cuerpo flotante 31 causado por las olas. Además, suprimiendo la guiñada de la góndola 13, también es posible suprimir el cabeceo del cuerpo flotante 31 causado por reacción del efecto giroscópico.

25 Las figuras 4A a 4C muestran esquemáticamente una configuración de un amortiguador hidráulico, en la que la figura 4A es una vista en perspectiva, la figura 4B es una vista frontal y la figura 4C es una vista en sección tomada a lo largo de una flecha A-A en la figura 4B. Como se muestra en estos dibujos, el amortiguador hidráulico 160 incluye un cuerpo de rotación 163 y aceite 164 en su interior rodeado por una carcasa de cuerpo 161 y una tapa 162. El amortiguador hidráulico 160 utiliza una fuerza de frenado generada por la resistencia a la viscosidad del aceite 164. Al ajustar un espacio entre la carcasa de cuerpo 161 y el cuerpo de rotación 163, un área de contacto del aceite 164 y la viscosidad del aceite 164, es posible variar un par de frenado (resistencia) con respecto a la rotación del cuerpo de rotación 163. Existe una relación tal entre la velocidad de rotación y el par de frenado del cuerpo de rotación 163 que, si se aumenta la velocidad de rotación, el par de frenado aumenta, y si se reduce la velocidad de rotación, el par de frenado también se reduce.

35 Si se utiliza el amortiguador hidráulico 160, como utiliza la resistencia a la viscosidad del aceite 164, hay un mérito que el cambio con el tiempo de las características como el desgaste es pequeño. Es posible reducir la influencia del cambio en la viscosidad causada por una temperatura seleccionando un tipo de aceite 164, pero es posible que cuando el viento es fuerte, el calor del aceite 164 se pierde, su viscosidad aumenta y el par de frenado aumenta al tomar una constitución de aceite de enfriamiento 164 por el viento como ejemplo.

40 Las figuras 5A y 5B muestran esquemáticamente una configuración de un amortiguador de fricción, en las que la figura 5A es una vista en perspectiva y la figura 5B es una vista frontal. Como se muestra en estos dibujos, el amortiguador de fricción 165 incluye un material de fricción 167 que está en contacto con una superficie exterior de un árbol de rotación 166, un material de conexión 168 del árbol de rotación que rodea el material de fricción 167, y un cuerpo elástico 169 que empuja el material de conexión 168 del árbol de rotación en una dirección predeterminada. El amortiguador de fricción 165 utiliza una fuerza de frenado generada por la resistencia de fricción entre el árbol de rotación 166 y el material de fricción 167. Al ajustar la resistencia a la fricción y las áreas de contacto entre el árbol de rotación 166 y el material de fricción 167, es posible variar un par de frenado (resistencia). Existe una relación tal entre la velocidad de rotación y el par de frenado del árbol de rotación 166 que, si se aumenta la velocidad de rotación, el par de frenado aumenta, y si se reduce la velocidad de rotación, el par de frenado también se reduce.

55 Cuando se utiliza el amortiguador de fricción 165, existe la ventaja de que una porción de sellado es innecesaria y, por lo tanto, la configuración puede simplificarse, y en un entorno en el que la temperatura ambiente varía en gran medida, las características pueden mantenerse relativamente estables. Incluso si el tamaño del material de fricción 167 varía debido al desgaste, una fuerza de frenado puede mantenerse constantemente de manera correspondiente mediante una fuerza de empuje del cuerpo elástico 169. Es decir, incluso si el tamaño del material de fricción 167 varía debido a la fricción, el cuerpo elástico 169 empuja el material de fricción 167 y la resistencia a la fricción entre el árbol de rotación 166 y el material de fricción 167 se puede mantener constantemente.

60 El cuerpo flotante 31 está amarrado a los anclajes 33 proporcionados en el fondo del mar B por medio de las líneas de amarre 32 en agua mediante un método de amarre para evitar que el cuerpo flotante 31 gire alrededor del eje central. Por tanto, se suprime la rotación del cuerpo flotante 31 en agua. Este método de amarre se describirá más adelante.

65 Hay una turbina eólica marina flotante que incluye un aparato que controla activamente la rotación de la góndola

para adaptarse a la dirección del viento. En esta instalación, una turbina eólica se fija temporalmente al cuerpo flotante y se mantiene en una posición conforme a la dirección del viento, es decir, una posición donde un plano de rotación está en contradicción con el viento.

5 Por tanto, el cuerpo flotante trata de girar alrededor de un eje de rotación vertical por el momento giroscópico provocado por un efecto giroscópico del rotor de la turbina eólica. Por lo tanto, un método de amarre que suprime el movimiento de rotación del cuerpo flotante alrededor de su eje central suprime esta guiñada. De acuerdo con esto, es posible suprimir la influencia adversa sobre la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica marina y la resistencia de sus dispositivos.

10 Sin embargo, hay otra turbina eólica marina flotante de un método en el que se omite el aparato que controla activamente la rotación de la góndola y se hace que una góndola se adapte a la dirección del viento mediante un efecto de veleta. En esta instalación, un árbol de rotación de un rotor de una turbina eólica está soportado de tal manera que el árbol de rotación puede girar libremente con respecto a un cuerpo flotante. Por tanto, incluso si se suprime la guiñada del cuerpo flotante, la guiñada causada por un efecto giroscópico generado en la góndola no se puede suprimir. Por lo tanto, en la turbina eólica marina flotante 10 de esta realización, se proporcionan los medios de supresión de guiñada 16, suprimiendo así la guiñada generada en la góndola 13 por el efecto giroscópico.

20 El método de amarre para evitar que el cuerpo flotante 31 gire alrededor de su eje de rotación se describirá con referencia a las figuras 6A, 6B y 7.

Las figuras 6A y 6B muestran una configuración de un aparato de amarre del cuerpo flotante según el ejemplo no inventivo, en las que la figura 6A es una vista en planta y la figura 6B es una vista lateral. En el presente documento, en la figura 6A, el aparato de amarre del cuerpo flotante se proyecta sobre un plano horizontal. Uno de los extremos de la pluralidad de líneas de amarre 32 está conectado al cuerpo flotante 31. Los otros extremos de las líneas de amarre 32 están conectados a los anclajes 33 proporcionados en el agua.

30 El cuerpo flotante 31 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. Se utilizan un par de líneas de amarre compuestas por las dos líneas de amarre 32. Uno de los extremos de las dos líneas de amarre 32 está conectado a dos puntos en una circunferencia de un círculo de forma sustancialmente cilíndrica cuando el cuerpo flotante 31 se proyecta sobre el plano horizontal. Las dos líneas de amarre 32 se forman en líneas sustancialmente tangentes del círculo, y las líneas de amarre 32 se extienden en el mismo lado. De acuerdo con esto, es posible evitar un caso en el que cuando los medios de supresión de guiñada 16 suprimen la guiñada, se aplica una fuerza al cuerpo flotante 31 y se genera la guiñada en el cuerpo flotante 31.

35 La figura 7 muestra una relación entre el cuerpo flotante 31 y las dos líneas de amarre 32 conectadas a los anclajes inferiores derechos 33 en la vista en planta (vista de proyección en el plano horizontal) de la figura 6A. Uno de los extremos de las dos líneas de amarre 32 está conectado a los puntos A y B en la circunferencia del cuerpo flotante 31. Las líneas de amarre 32 se forman en las líneas tangentes L1 y L2 en los puntos A y B.

40 En esta configuración, cuando la rotación alrededor de un centro C del cuerpo flotante 31 se genera en el cuerpo flotante 31, una de las dos líneas de amarre 32 se extiende y actúa una fuerza de tracción. Cuando un radio del cuerpo flotante 31 se define como r y un ángulo de rotación del cuerpo flotante 31 se define como $\Delta\theta$, una cantidad de extensión ΔL de la línea de amarre 32 en el lado de la extensión en esta vista en planta se obtiene mediante la siguiente ecuación (1):

$$45 \quad \Delta L = r \times \Delta\theta \dots (1)$$

En este caso, si una tasa elástica de la línea de amarre 32 se define como k, una fuerza de tracción T del cuerpo flotante 31 en una dirección tangencial se obtiene mediante la siguiente ecuación (2) según la ley de Hooke:

$$50 \quad T = k \cdot \Delta L \dots (2)$$

Un par N generado por esta extensión se obtiene mediante la siguiente ecuación (3):

$$55 \quad N = T \cdot r \dots (3)$$

Si las configuraciones de las dos líneas de amarre 32 son como se muestra en la figura 7, un par que se rebela contra la rotación puede generarse independientemente de la dirección de rotación. Por tanto, se suprime la rotación del cuerpo flotante 31.

60 En las figuras 6A y 6B, las líneas de amarre 32 se forman en las líneas tangentes L1 y L2 en la figura 7. Sin embargo, es evidente que incluso si las líneas de amarre 32 se forman en L3 y L4 (líneas discontinuas) en la figura 7, se puede ejercer el mismo efecto.

65 Las figuras 8A y 8B muestran una configuración de un método de amarre por tensión simple convencional. Es evidente que el movimiento (movimiento flotante) del cuerpo flotante 31 en la dirección horizontal se suprime

mediante líneas de amarre 32 que se extienden radialmente en tres direcciones mostradas en la figura 8. Sin embargo, en la vista en planta (figura 8A), dado que un ángulo formado entre una dirección de rotación (dirección circunferencial) del cuerpo flotante 31 y la línea de amarre 32 es sustancialmente de 90°, es difícil suprimir la rotación. Por tanto, el método de amarre mostrado en las figuras 8A y 8B no suprime la rotación del cuerpo flotante 31 alrededor de su eje central.

(Segunda realización)

A continuación se describirá una segunda realización con referencia a la figura 9. Un aparato de supresión de guiñada de una turbina eólica de la segunda realización es diferente del aparato de supresión de guiñada de la primera realización en una configuración en la que se da un ángulo de conicidad a un rotor. Los mismos números se asignan a los elementos descritos en la primera realización, y su explicación se omitirá en la segunda realización.

La figura 9 es una vista lateral de porciones esenciales que muestran una estructura del aparato de supresión guiñada 30 de la turbina eólica según la segunda realización. Como se muestra en la figura 9, de acuerdo con el aparato de supresión de guiñada 30 de la realización, una góndola 13 está provista en un lado de barlovento en comparación con un rotor 11. Se da un ángulo de conicidad α al rotor 11. En el presente documento, el ángulo de conicidad α es un ángulo entre una línea recta que conecta una porción conectada 18A de una pala 18 con respecto a un buje 17 y un extremo de punta 18B y que se muestra mediante una línea discontinua larga y corta alternativa y se muestra una línea vertical V por una línea de trazo larga y corta alternativa en el dibujo.

De acuerdo con esta configuración, la góndola 13 soportada por un cojinete de asiento giratorio 14 se gira automáticamente de acuerdo con el cambio de una dirección del viento W en un estado donde la góndola 13 puede girar libremente en la dirección horizontal, y se puede mejorar un efecto de veleta para conformar un árbol de rotación 12 de un rotor 11 a la dirección del viento. Cuando una dirección axial del árbol de rotación 12 y una dirección del viento se ajustan entre sí, un plano de rotación del rotor 11, es decir, un plano formado por un lugar del extremo de punta 18B de la pala 18 es perpendicular a la dirección del viento sustancialmente en ángulo recto. Si se mejora el efecto de veleta, una carga de medios de supresión de guiñada 16 se reduce aún más.

Cuando la realización se realiza como la turbina eólica marina flotante (ver la figura 1) que incluye el aparato de supresión de guiñada 30, es preferible emplear una configuración tal que el árbol de rotación 12 del rotor 11 en un estado de generación de electricidad donde el árbol de rotación 12 reciba viento y se inclina esté ubicado en un plano horizontal H. Esta configuración se describirá con referencia a las figuras 10A y 10B.

Las figuras 10A y 10B muestran esquemáticamente una configuración del aparato de supresión de guiñada 30 proporcionado en la turbina eólica marina flotante de la realización, en la que la figura 10A es una vista lateral en un estado donde se recibe el viento y la figura 10B es una vista lateral en un estado donde no se recibe el viento. Como se muestra en la Fig. 10A, de acuerdo con el aparato de supresión de guiñada 30 de la realización, el árbol de rotación 12 (la línea recta en la dirección axial se muestra por S) del rotor 11 en el estado de generación de electricidad donde el árbol de rotación 12 recibe viento y se inclina está ubicado en el plano horizontal H. De acuerdo con esto, una dirección del eje de rotación del árbol de rotación 12 puede adaptarse a la dirección del viento W (ambas pueden ser paralelas entre sí). Por tanto, en el estado donde no se recibe el viento como se muestra en la figura 10B, la góndola 13 está soportada por una torre 15 de manera que el árbol de rotación 12 (línea recta S) del rotor 11 forma un ángulo predeterminado β con respecto al plano horizontal H.

El ángulo predeterminado β se puede establecer en función de la velocidad del viento más general, de modo que la eficiencia de generación de energía de la turbina eólica marina flotante se vuelva excelente. Además, se pueden proporcionar medios de control del ángulo predeterminado β que varían el ángulo predeterminado β , de modo que el ángulo predeterminado β se convierta en el ángulo óptimo de acuerdo con la velocidad del viento.

La configuración descrita con referencia a las figuras 10A y 10B también se puede usar en el turbina eólica marina flotante utilizando el aparato de supresión de guiñada 20 descrito en la primera realización.

(Tercera realización)

Una tercera realización se describirá a continuación con referencia a las figuras 11 y 12. En la tercera realización, se describirá un caso en el que la realización se realiza como un turbina eólica marina flotante. Los mismos números se asignan a los elementos descritos en la primera o segunda realización, y su explicación se omitirá en la tercera realización.

La figura 11 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante 40 de acuerdo con la tercera realización. Como se muestra en la figura 11, la turbina eólica marina flotante 40 está configurada de tal manera que una góndola 13 y un cuerpo de estructura 41 estén formados integralmente, de manera que la góndola 13 no gire con respecto al cuerpo de estructura 41. El cuerpo de estructura 41 flota sobre el agua, la góndola 13 está fijada a un extremo superior del cuerpo de estructura 41, y un extremo inferior del cuerpo de estructura 41 está conectado a anclajes 43 proporcionados en un fondo marino B a través de medios de giro 42.

Los medios de giro 42 sirven para conectar el cuerpo de estructura 41 a los anclajes 43, de manera que el cuerpo de estructura 41 puede girar de acuerdo con un cambio en la dirección del viento W, y los medios de giro 42 hacen que el cuerpo de estructura 41 ejerza un efecto de veleta.

5 Unos amortiguadores hidrodinámicos 44 se proporcionan en un lado exterior del cuerpo de estructura 41. El cuerpo de estructura 41 está amarrado por un método de amarre que no suprime la rotación del cuerpo de estructura 41 alrededor de su eje central. Al ubicar los amortiguadores hidrodinámicos 44 en agua, se puede ejercer una función como medios de supresión de guiñada. Es decir, la resistencia de cada uno de los amortiguadores hidrodinámicos 44 que tienen una forma de pala contra el agua se vuelve más pequeña con respecto a la guiñada lenta del cuerpo de estructura 41 y se hace mayor con respecto a la guiñada rápida. Por tanto, es posible atenuar y suprimir selectivamente la guiñada del cuerpo de estructura 41 causada por un efecto giroscópico que es una guiñada rápida. Al proporcionar al cuerpo de estructura 41 los amortiguadores hidrodinámicos 44 de esta manera, es posible suprimir la guiñada del cuerpo de estructura 41 causada por un efecto giroscópico. Para suprimir la guiñada del cuerpo de estructura 41, el cuerpo de estructura 41 puede estar provisto del amortiguador hidráulico 160 (ver las figuras 4A a 4C) o el amortiguador de fricción 165 (ver las figuras 5A y 5B). También es posible amarrar el cuerpo de estructura 41 también utilizando otro método de amarre que no suprima la rotación del cuerpo de estructura 41 alrededor de su eje central por medio de cables de amarre.

20 Aunque los amortiguadores hidrodinámicos 44 se aplican a la turbina eólica marina flotante en la tercera realización, también es posible aplicar los amortiguadores hidrodinámicos 44 a una turbina eólica instalada en el suelo, por ejemplo. En este caso, los medios de giro se apoyan en un estado en el que el cuerpo de estructura flota en el agua en una piscina de tal manera que el cuerpo de estructura puede girar con respecto a la superficie del suelo, y el agua en la piscina proporcionada en una periferia y los amortiguadores hidrodinámicos 44 se hacen para interferir mutuamente. De acuerdo con esto, los amortiguadores hidrodinámicos 44 pueden ejercer una función como medios de supresión de guiñada también en la turbina eólica instalada en el suelo.

30 La figura 12 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante 50 que tiene una configuración diferente de la de la turbina eólica marina flotante 40 según el ejemplo no inventivo. Como se muestra en la figura 12, en la turbina eólica marina flotante 50, una porción superior 51A de un cuerpo de estructura 51 y la góndola 13 están formadas integralmente, y los medios de giro 42 se proporcionan entre la porción superior del cuerpo de estructura 51A y una porción inferior del cuerpo de estructura 51B. La porción inferior del cuerpo de estructura 51B situada más abajo que los medios de giro 42 está fijada a los anclajes 43 en el fondo marino B a través de una pluralidad de cables de amarre 54.

35 De acuerdo con esta configuración, como la porción superior del cuerpo de estructura 51A puede girar de acuerdo con el cambio de la dirección del viento W por los medios de giro 42, es posible ejercer un efecto de veleta. Los medios de supresión de guiñada 16 proporcionados en el cuerpo de estructura 51 pueden suprimir la guiñada de la góndola 13 mediante un efecto giroscópico.

40 También es posible amarrar la porción superior del cuerpo de estructura 51A también utilizando otro método de amarre que no suprima la rotación alrededor de un eje central por medio de cables de amarre.

(Cuarta realización)

45 A continuación se describirá una cuarta realización con referencia a la figura 13. En la cuarta realización, se describirá una configuración en la que una turbina eólica marina flotante está amarrada por un método de amarre que no suprime la rotación de un cuerpo flotante alrededor de su eje central. Los mismos números se asignan a los elementos descritos en la primera a tercera realizaciones, y su explicación se omitirá en la cuarta realización.

50 La figura 13 es una vista en perspectiva esquemática que muestra una configuración de una turbina eólica marina flotante según el ejemplo adicional no inventivo. Como se muestra en la figura 13, un cuerpo flotante 31 de una turbina eólica marina flotante 60 de la cuarta realización está amarrado a un fondo marino B mediante líneas de amarre 32 por medio del denominado método de catenaria. Por lo tanto, el cuerpo flotante 31 puede orientarse alrededor de su eje central en cierta medida. Es decir, el cuerpo flotante 31 está amarrado por un método de amarre que no suprime la rotación alrededor de su eje central. Por tanto, incluso si los medios de supresión de guiñada 16 limitan la guiñada de una góndola 13 con respecto al cuerpo flotante 31 generado por un efecto giroscópico, el cuerpo flotante 31 puede orientarse alrededor de su eje central en cierta medida. Como resultado, las líneas de amarre 32 no pueden suprimir la guiñada de la góndola 13. Sin embargo, el cuerpo flotante 31 de la turbina eólica marina flotante 60 está provisto de una pluralidad de amortiguadores hidrodinámicos con forma de pala 64. Los amortiguadores hidrodinámicos 64 pueden impedir que el cuerpo flotante 31 genere la guiñada.

60 Cuando la turbina eólica marina está amarrada por el método de amarre que no suprime la rotación del cuerpo flotante alrededor de su eje central, si los medios de supresión de guiñada 16, que son para suprimir la guiñada de la góndola 13 en el cojinete de asiento giratorio 14, y los amortiguadores hidrodinámicos 64, que son para suprimir la guiñada del cuerpo flotante 31, se combinan entre sí, es eficaz para suprimir la guiñada de la góndola 13 y el cuerpo flotante 31 causado por un efecto giroscópico.

65

- En la turbina eólica marina flotante 60 de la cuarta realización, los dos amortiguadores hidrodinámicos 64 están dispuestos de tal manera que se oponen entre sí a través del cuerpo flotante 31. Es decir, una línea que conecta las porciones montadas de los dos amortiguadores hidrodinámicos 64 al cuerpo flotante 31 pasa sustancialmente por el centro de una sección transversal que es paralela a un plano horizontal del cuerpo flotante 31. Esto se debe a que
- 5 los amortiguadores hidrodinámicos 64 no se proporcionan para suprimir el cabeceo del cuerpo flotante 31, sino para suprimir la guiñada del cuerpo flotante 31. Es decir, los amortiguadores hidrodinámicos 64 de la turbina eólica marina flotante 60 se proporcionan para que los amortiguadores hidrodinámicos 64 interfieran con el agua exterior y se conviertan en una resistencia de guiñada del cuerpo flotante 31. Por lo tanto, no es necesario proporcionar tres o
- 10 más amortiguadores hidrodinámicos 64, a diferencia de un caso en el que los amortiguadores hidrodinámicos 64 se proporcionan para suprimir el cabeceo. Por tanto, incluso si el número de amortiguadores hidrodinámicos 64 es uno, se ejerce la misma función. Sin embargo, ya que la misma función se ejerce incluso si el número de los amortiguadores hidrodinámicos 64 es tres o más, el número de los amortiguadores hidrodinámicos 64 puede ser tres o más.
- 15 En la cuarta realización, incluso si se proporciona un aparato que controla activamente la rotación de la góndola en lugar de los medios de supresión de guiñada 16, es posible restringir el cuerpo flotante 31 para que no se desvíe por los amortiguadores hidrodinámicos 64.

20 Los amortiguadores hidrodinámicos 64 generan un efecto hidrodinámico por la interferencia con el fluido circundante y ejercen una función como medios de supresión de guiñada. Por tanto, una forma de una sección transversal del propio cuerpo de estructura puede ser una forma angular o una forma que tenga muchas porciones cóncavo-convexas.

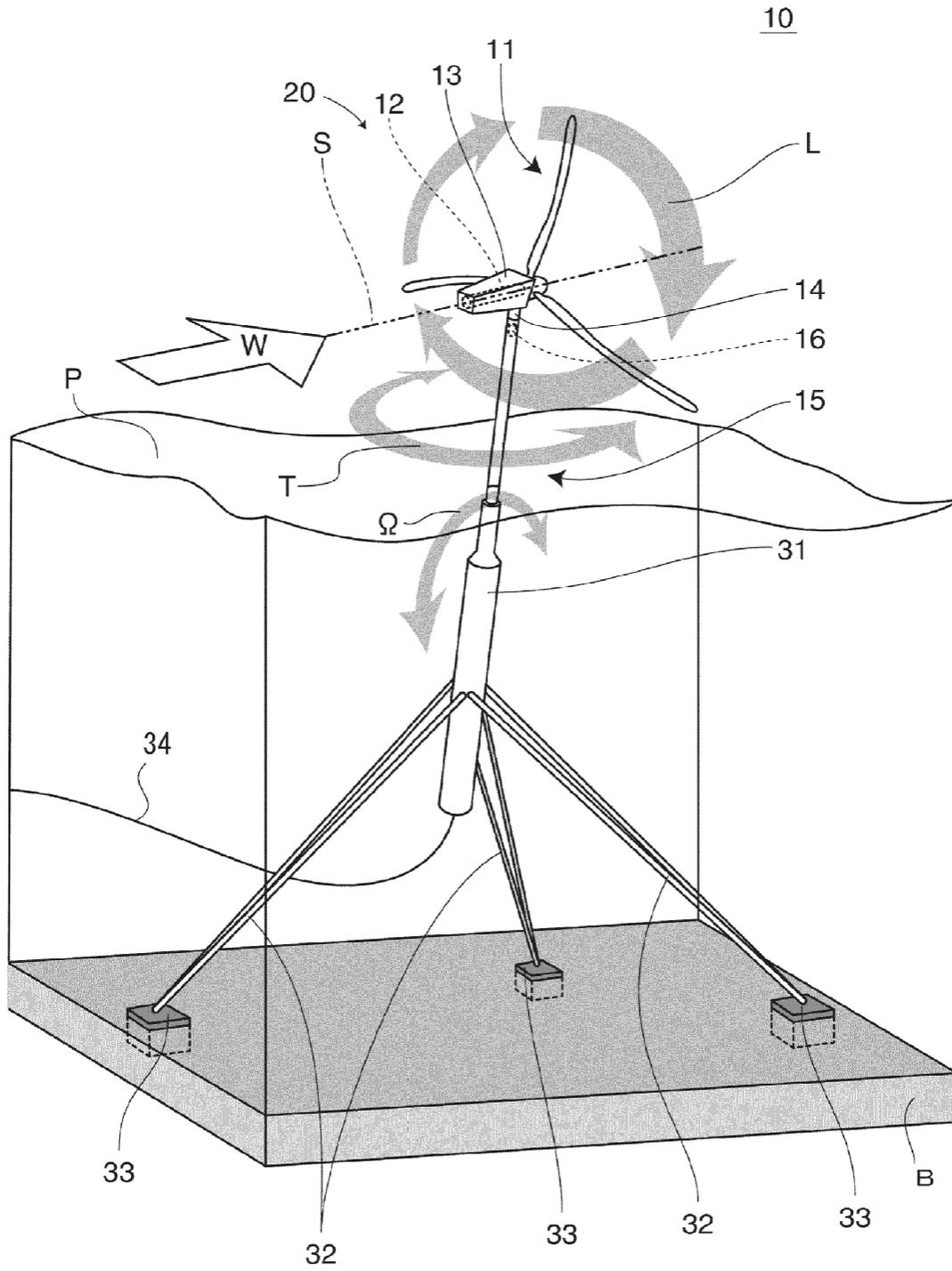
[APLICABILIDAD INDUSTRIAL]

- 25 La presente invención puede utilizarse como un aparato para mejorar la eficiencia de generación de energía de una turbina eólica y la resistencia de sus dispositivos. Especialmente, la invención es útil para mejorar la eficiencia de generación de energía de una turbina eólica marina flotante y la resistencia de sus dispositivos.

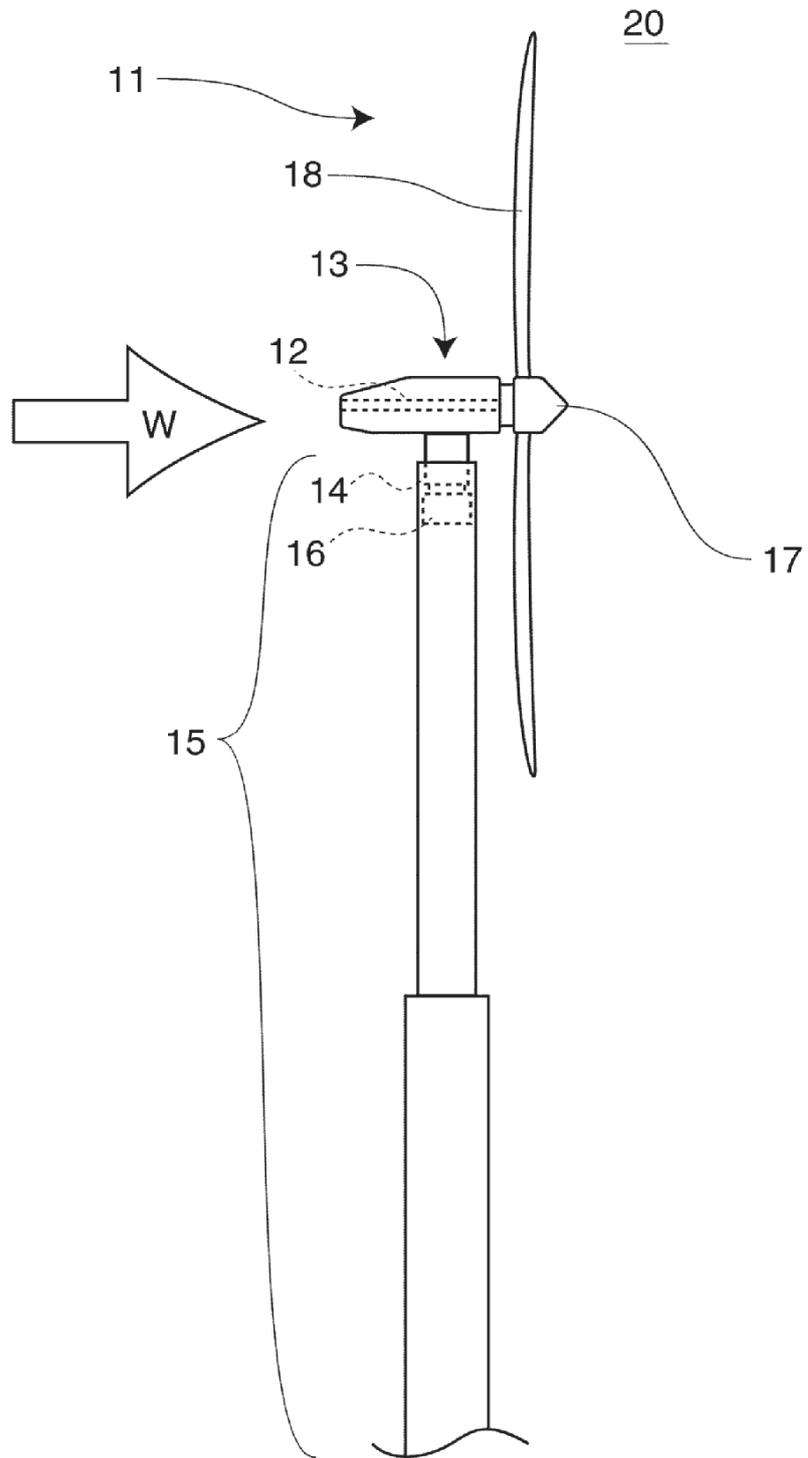
REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica marina flotante (40) que genera electricidad utilizando un cuerpo flotante como una porción de un cuerpo de estructura (41) en el océano;
- 5 que comprende un rotor (11) que es girado por el viento, una góndola (13) en la que hay alojado al menos un árbol de rotación (12) del rotor (11), el cuerpo de estructura (41) en el que la góndola (13) está fijada a un extremo superior, de modo que la góndola (13) no puede girar con respecto al cuerpo de estructura (41), unos medios de giro (42) para conectar el cuerpo de estructura (41) a un anclaje (43) de manera que el cuerpo de estructura (41) puede girar de acuerdo con el cambio en la dirección del viento,
- 10 en la que un amortiguador hidrodinámico (44) suprime una guiñada rápida de la góndola (13) con respecto a la superficie del agua causada por un efecto giroscópico, sin suprimir una guiñada lenta de la góndola (13) causada por un efecto de veleta por interferencia mutua entre una estructura sobresaliente en forma de pala proporcionada directamente en una parte inferior del cuerpo de estructura (41) y fluido periférico,
- 15 en la que el cuerpo de estructura (41) tiene la forma de una torre que tiene el cuerpo flotante y un extremo inferior está conectado mediante los medios de giro (42) a un anclaje (43) en una parte inferior del agua, y en la que el cuerpo de estructura (41) está provisto de un amortiguador hidráulico (160) como unos medios de supresión de guiñada, que suprimen la guiñada del cuerpo de estructura (41), o en la que el cuerpo de estructura (41) está provisto de un amortiguador de fricción (165) como medio de supresión de guiñada, que suprimen la guiñada del cuerpo de estructura (41).
- 20 2. La turbina eólica marina flotante (40) según la reivindicación 1, en la que la góndola (13) se proporciona en un lado a barlovento en comparación con el rotor (11).
- 25 3. La turbina eólica marina flotante (40) según la reivindicación 2, en la que se da un ángulo de conicidad (α) al rotor (11).
- 30 4. La turbina eólica marina flotante (40) según la reivindicación 1, en la que la góndola (13) está soportada por el cuerpo de estructura (41) de manera que se forma un ángulo predeterminado (β) entre un plano horizontal y el árbol de rotación (12) del rotor (11) en un estado donde no se recibe viento, de modo que el árbol de rotación (12) del rotor (11) en un estado en el que se recibe el viento se vuelve paralelo a la dirección del viento.

[Fig. 1]

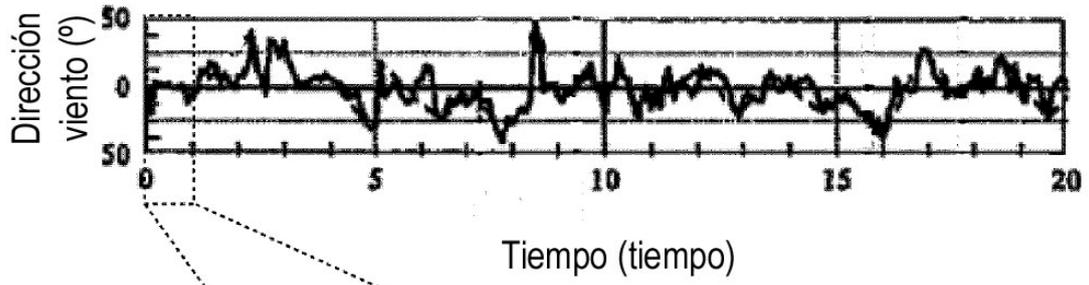


[Fig. 2]

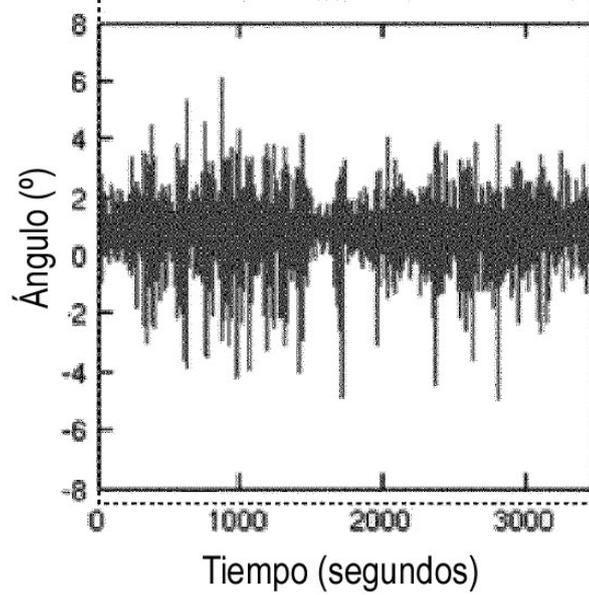


[Fig. 3]

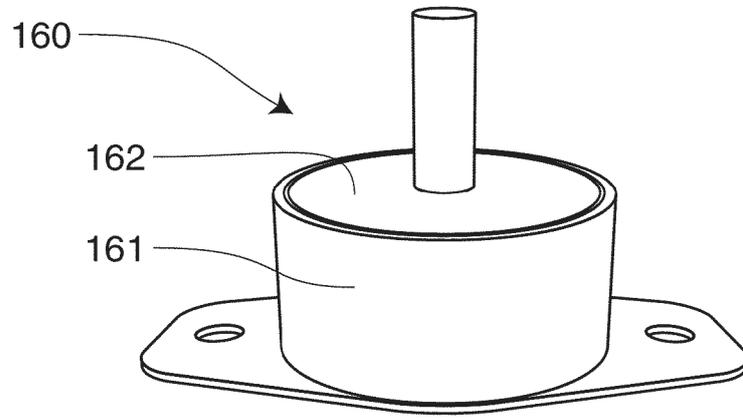
(a)



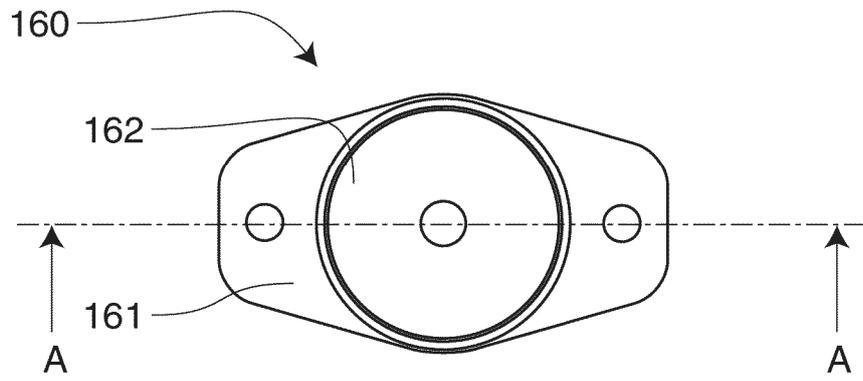
(b)



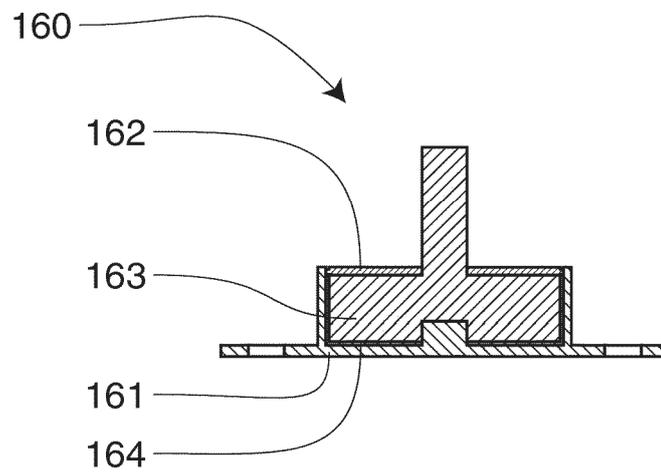
[Fig. 4A]



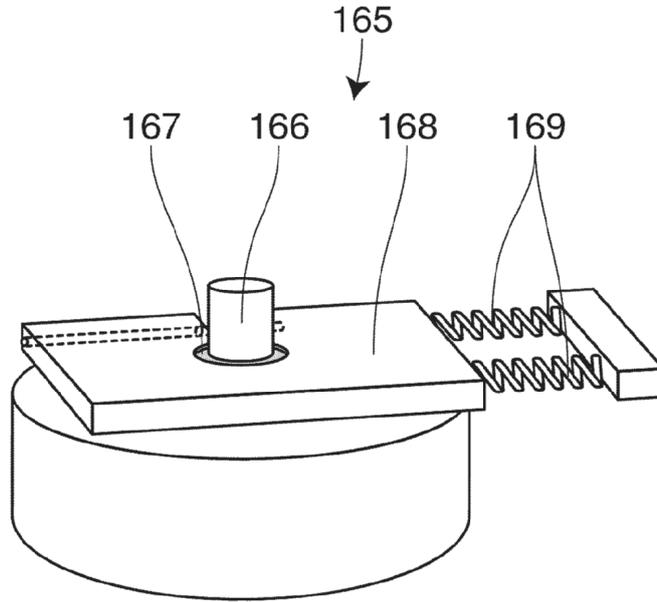
[Fig. 4B]



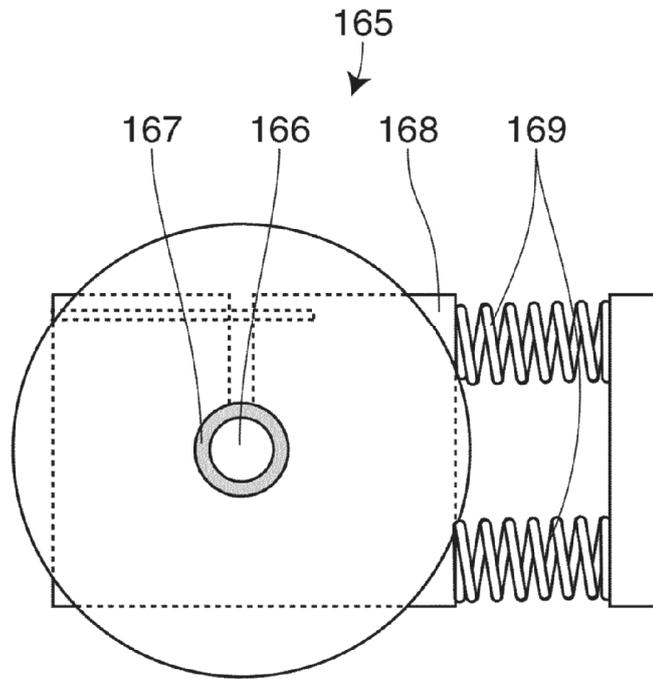
[Fig. 4C]



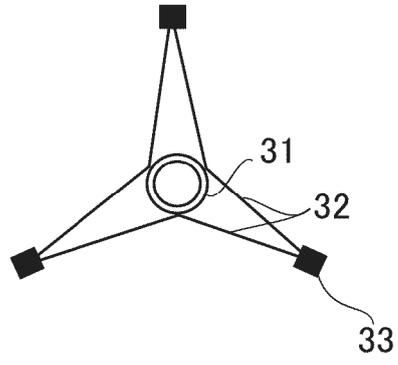
[Fig. 5A]



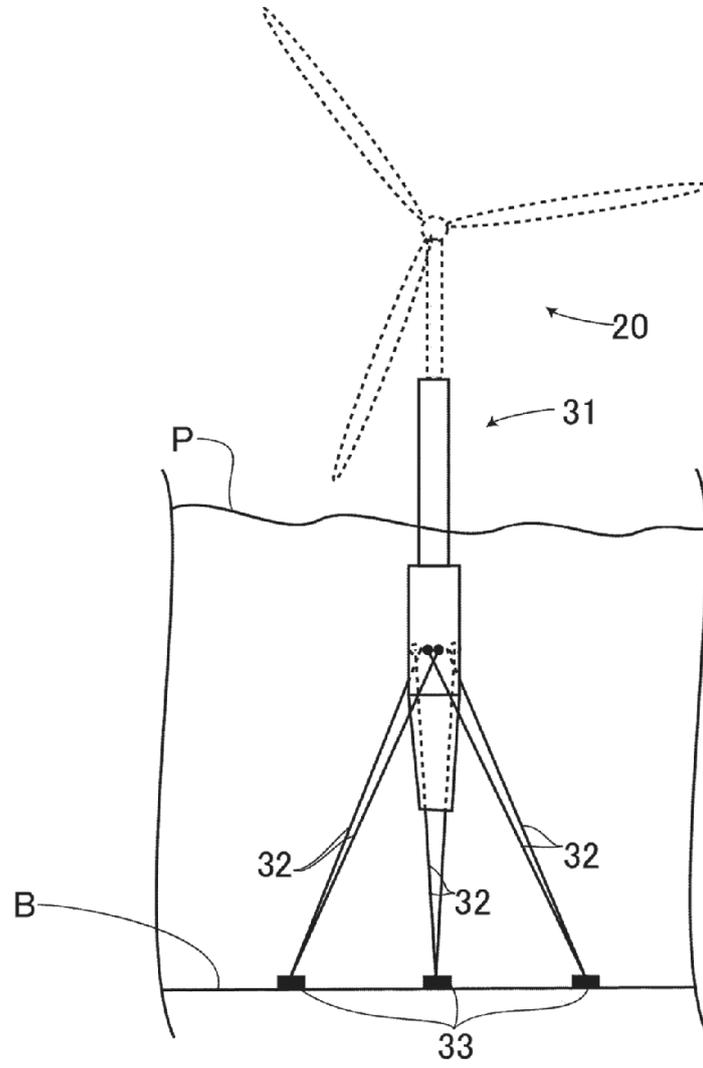
[Fig. 5B]



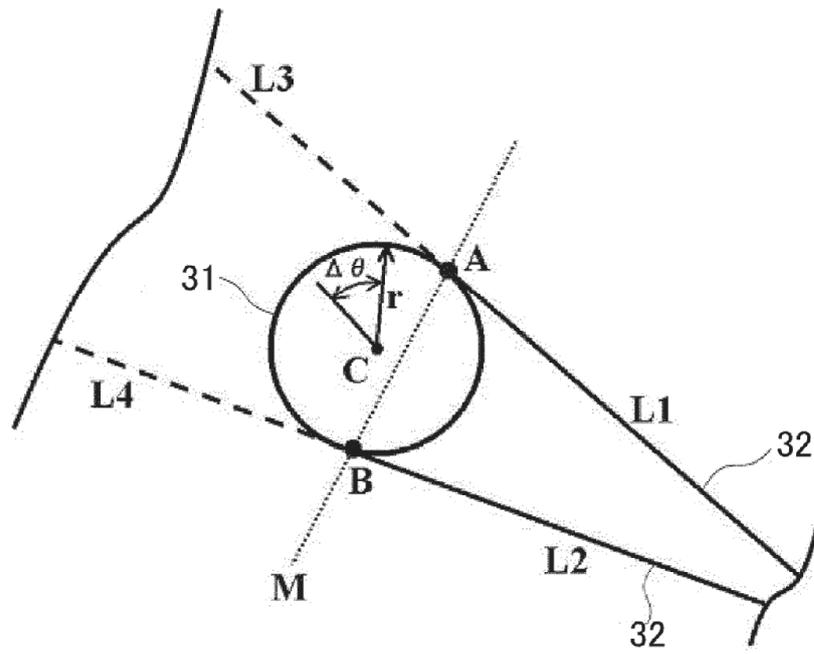
[Fig. 6A]



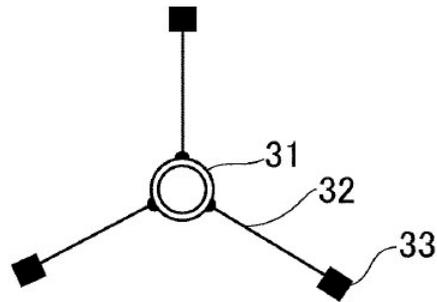
[Fig. 6B]



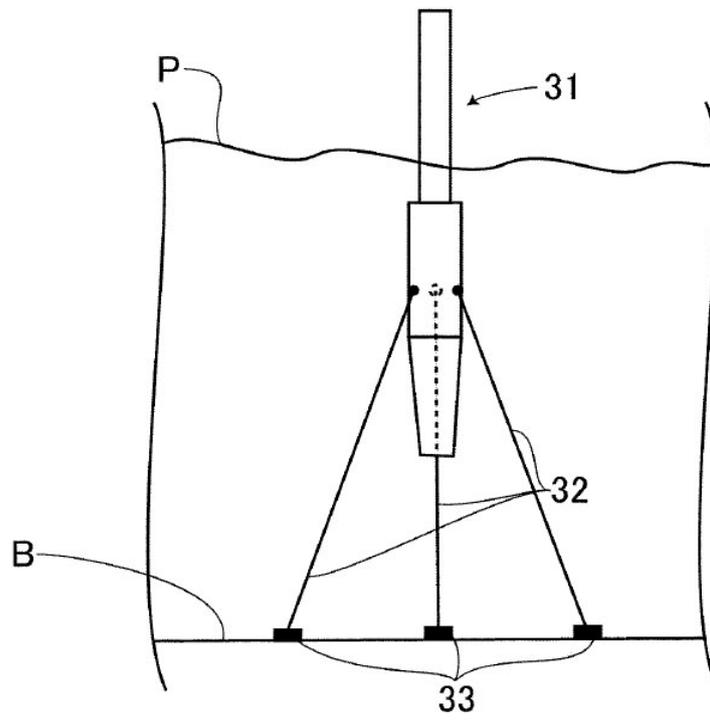
[Fig. 7]



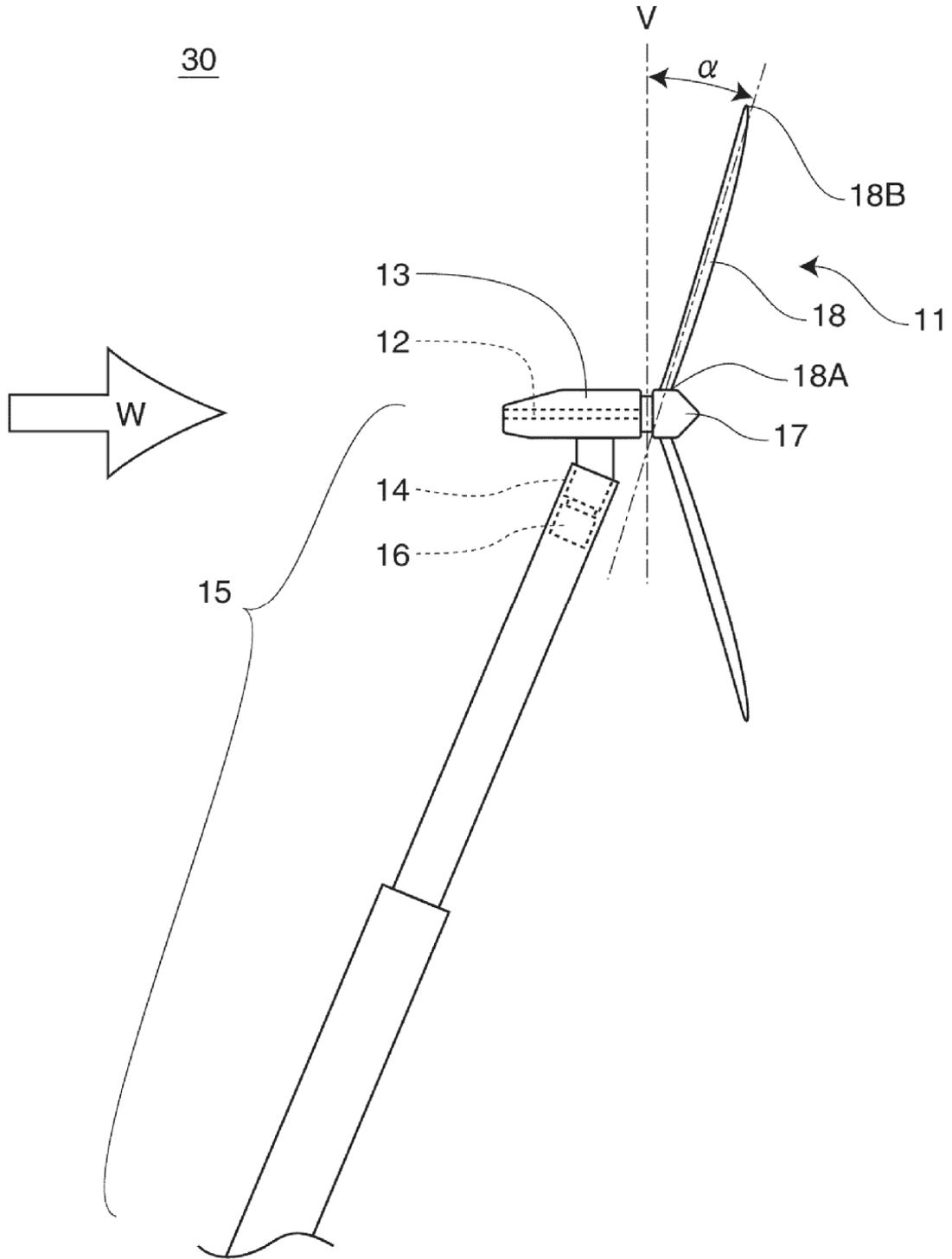
[Fig. 8A]
TÉCNICA CONVENCIONAL



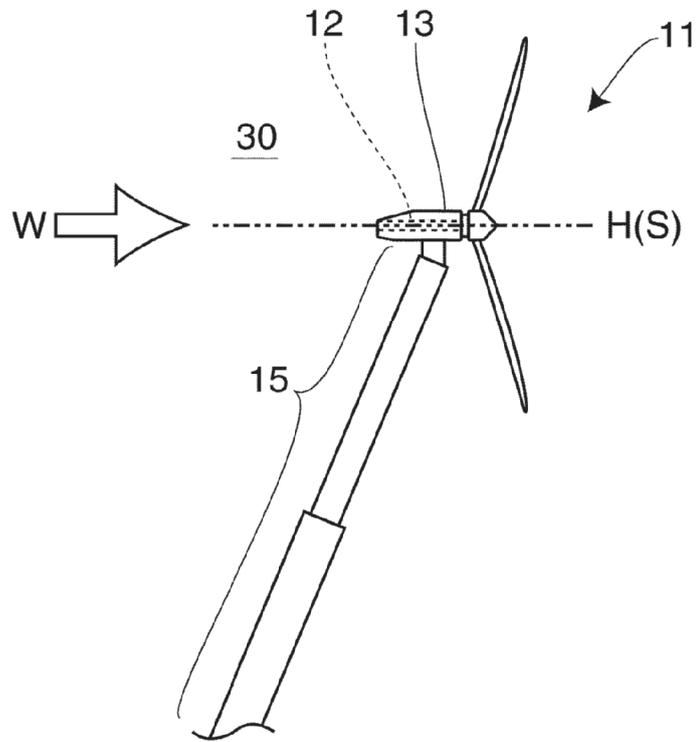
[Fig. 8B]
TÉCNICA CONVENCIONAL



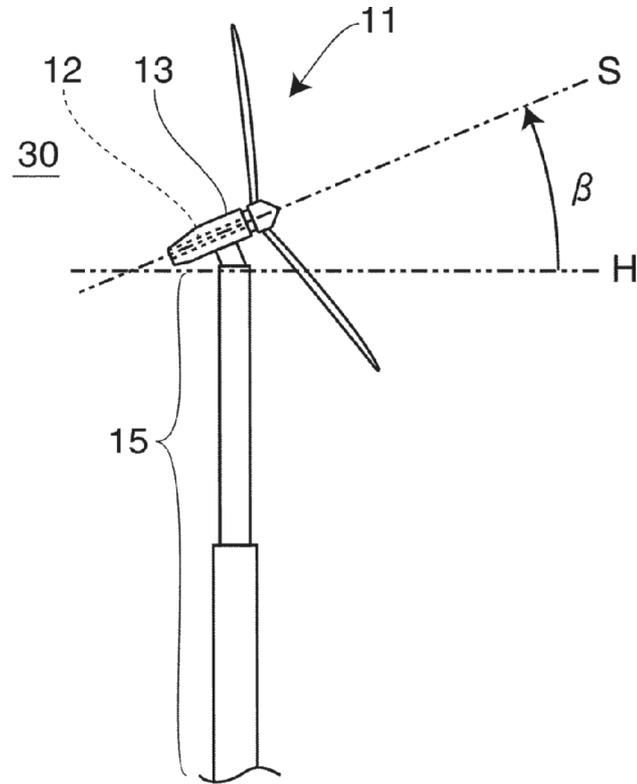
[Fig. 9]



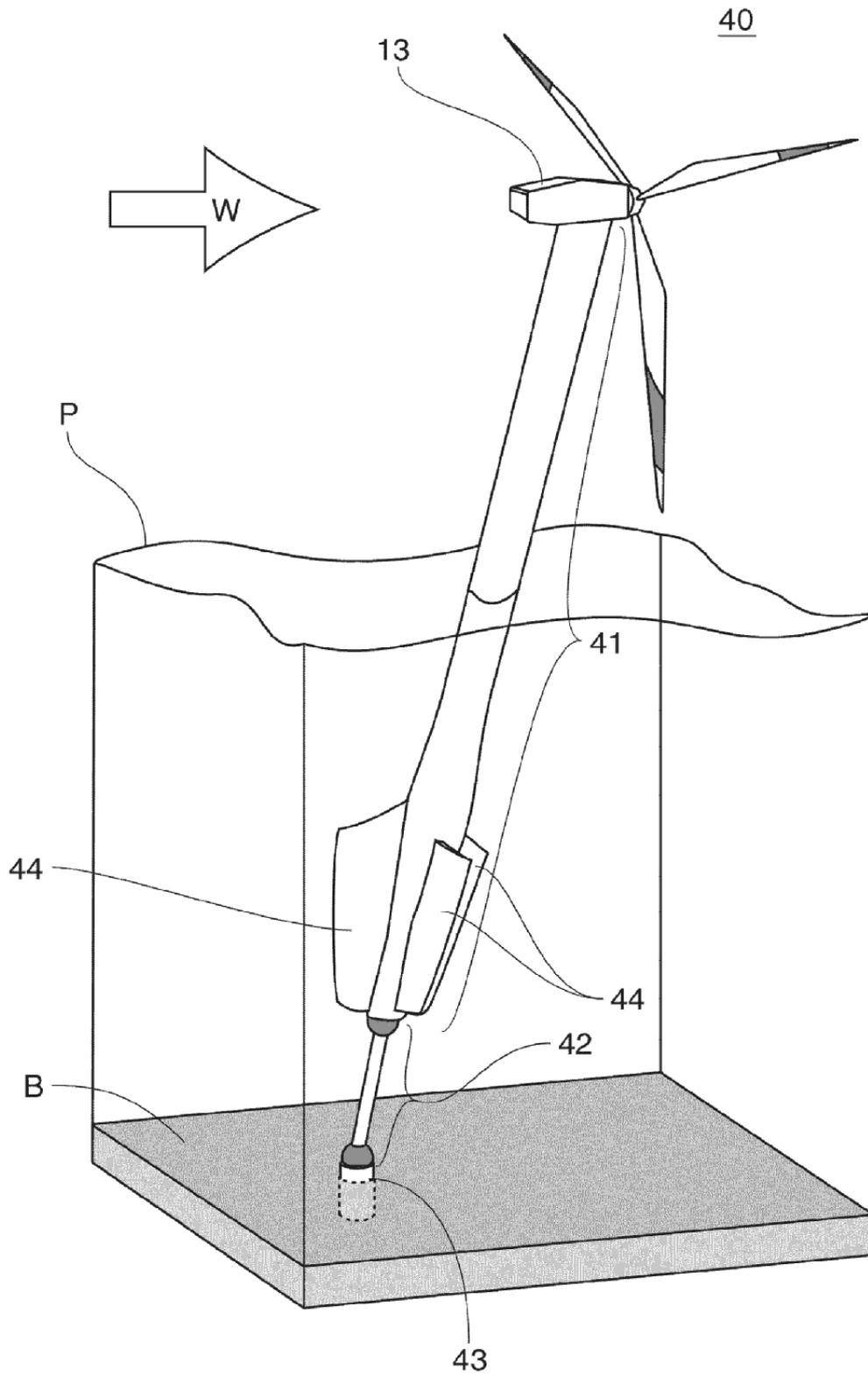
[Fig. 10A]



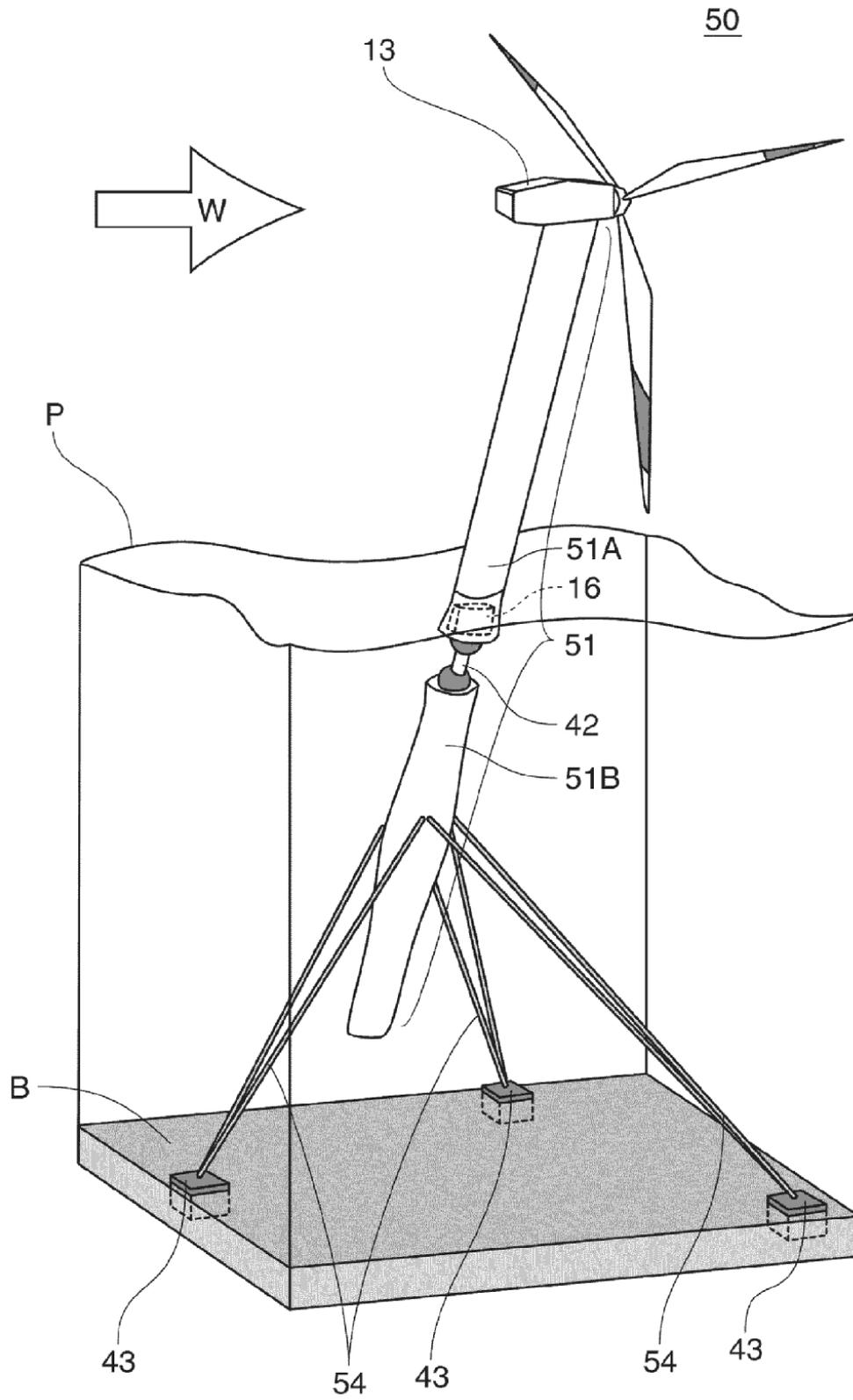
[Fig. 10B]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]

