

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 502**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)
F03D 13/20 (2006.01)
B63B 5/20 (2006.01)
B63B 21/50 (2006.01)
B63B 39/00 (2006.01)
B63B 39/06 (2006.01)
B63B 5/18 (2006.01)
B63B 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2014** **PCT/JP2014/055228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014** **WO14141911**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2014** **E 14763249 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2985453**

54 Título: **Planta de generación de energía eólica marina flotante**

30 Prioridad:

13.03.2013 JP 2013050180

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.03.2019

73 Titular/es:

TODA CORPORATION (33.3%)
7-1, Kyobashi 1-chome Chuo-ku
Tokyo 104-8388, JP;
KYOTO UNIVERSITY (33.3%) y
HITACHI, LTD. (33.3%)

72 Inventor/es:

SATO IKU;
ASANO HITOSHI;
UTSUNOMIYA TOMOAKI y
YOSHIDA SHIGEO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 706 502 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

Planta de generación de energía eólica marina flotante

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una planta de generación de energía eólica marina flotante de tipo poste que se instala en un mar de aguas relativamente profundas.

10 Antecedentes de la invención

Hasta la fecha se han adoptado casi exclusivamente métodos de generación de energía tales como la generación de energía hidroeléctrica, generación de energía eléctrica térmica y generación de energía eléctrica nuclear. En los últimos años, sin embargo, la generación de energía eólica que genera energía eléctrica a través de la utilización del viento natural ha atraído la atención desde los puntos de vista del medio ambiente y de la utilización efectiva de la energía natural. Las plantas de generación de energía eólica se clasifican en tipos de instalación terrestre y tipos de instalación en agua (principalmente instalación en el mar). Debería señalarse que, en el Japón que contiene zonas montañosas desde las áreas de costa hacia la periferia, los tramos de terrenos llanos en donde se espera viento estable son pequeñas en las áreas costeras. Por otro lado, Japón está rodeado por el mar por sus cuatro costados y por ello es ventajoso poder obtener fácilmente viento adecuado para la generación de energía en el mar y, al mismo tiempo, hay poca o ninguna restricción sobre la instalación. En consecuencia, se han propuesto recientemente muchas plantas marinas flotantes de generación de energía eólica.

Por ejemplo, la Bibliografía de Patente 1 siguiente propone un aparato de generación de energía eólica que incluye: un cuerpo flotante plano triangular que incluye una combinación de estructuras prismáticas cuadrangulares huecas y flota sobre el agua; y un molino eólico para la generación de energía provisto sobre el cuerpo flotante. El cuerpo flotante se denomina de "tipo pontón" debido a que el cuerpo flotante flota sobre el agua.

La Bibliografía de Patente 2 siguiente propone una estructura de cuerpo flotante que incluye: una pluralidad de cuerpos flotantes con elementos que se montan sobre la parte superior de los mismos; conexiones que se forman en un cuerpo longitudinal rígido que tiene un centro predeterminado conectándose un extremo interior del cuerpo rígido al mismo, se extienden desde el extremo interior en una dirección radial horizontal y tienen un extremo exterior con el cuerpo flotante conectado al mismo; y una parte de tensado que produce una fuerza de tracción entre los cuerpos flotantes.

La Bibliografía de Patente 3 siguiente propone una estructura de cuerpo flotante que incluye: una pluralidad de cuerpos flotantes que flotan sobre el agua; conexiones que se forman con un cuerpo rígido y conectadas de modo anular a los cuerpos flotantes entre sí; una unidad de amarre que amarra una parte anular sustancialmente central a un fondo del agua; un medio de detección de la posición que detecta la posición del cuerpo flotante; un medio de detección de la corriente de las mareas que detecta una corriente de la marea; timones que se montan sobre la pluralidad de cuerpos flotantes de tal manera que el ángulo respecto a la corriente de marea sea variable; y una unidad de control de posición que permite que se varíe la posición de los cuerpos flotantes mediante la regulación del ángulo de los timones respecto a la corriente de las mareas con una parte anular sustancialmente central que se supone está centrada. Las estructuras del cuerpo flotante en las Bibliografías de Patente 2 y 3 descritas anteriormente se denominan de "tipo semisumergido" debido a que la estructura del cuerpo flotante flota estando los cuerpos flotantes sumergidos bajo del agua.

Adicionalmente, la Bibliografía de Patente 4 siguiente propone una estructura de cuerpo flotante para la generación de energía eólica marina, incluyendo la estructura del cuerpo flotante: un cuerpo flotante inferior que incluye cubiertas superior e inferior y bloques de hormigón preformados cilíndricos instalados continuamente entre las cubiertas superior e inferior, estando integralmente unidas las cubiertas superior e inferior a los bloques de hormigón con un material de acero para hormigón pretensado (HP); y un cuerpo flotante superior unido de modo integral al cuerpo flotante inferior con un material de acero para HP, incluyendo el cuerpo flotante superior bloques de hormigón preformados que tienen un diámetro más pequeño que los bloques de hormigón preformados en el cuerpo flotante inferior, y cubiertas superiores, en las que se forma una pluralidad de tanques de lastre sobre el lado interior inferior del cuerpo flotante inferior mediante la división de tabiques y se forma una pluralidad de compartimentos estancos al agua sobre el lado interior del cuerpo flotante superior mediante los tabiques de división. La estructura del cuerpo flotante de la Bibliografía de Patente 4 flota en un estado vertical como corchos de pesca y por ello se denomina un "tipo poste".

Solo puede montarse un cuerpo flotante de tipo poste del tipo anterior sobre un cuerpo flotante. El cuerpo flotante de tipo poste, sin embargo, es superior en efectividad de coste a otros tipos de cuerpos flotantes, esto es, a unos cuerpos flotantes de tipo pontón y de tipo semisumergido y, al mismo tiempo, son excelentes en la estabilidad del cuerpo flotante.

En consecuencia, el presente Solicitante también ha propuesto, en la Bibliografía de Patente 5 siguiente, una planta 50 de generación de energía eólica marina de tipo poste como se muestra en la figura 25, incluyendo la planta 50 de generación de energía eólica marina de tipo poste: un cuerpo flotante 51; una cubierta 52 que se instala sobre la parte superior del cuerpo flotante 51; un cable de amarre 53 conectado a la cubierta 52; una torre 54 proporcionada vertical sobre la cubierta 52; y góndolas 55 y una pluralidad de palas de molino eólico 56, 56... provistas en la parte superior de la torre 54, en la que el cuerpo flotante 51 incluye una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 51A y una estructura de cuerpo flotante superior de acero 51B, incluyendo la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 51A una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados de hormigón que se han apilado uno encima del otro en la dirección de la altura y se han unido de modo integral entre sí con un material de acero para HP, estando consecutivamente provista la estructura de cuerpo flotante superior de acero 51B sobre el lado superior de la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 51A, teniendo el cuerpo flotante 51 una estructura de cuerpo flotante de tipo poste que tiene una parte hueca de extremo cerrado estando el extremo superior abierto, y permitiéndose que la torre sea elevada/descendida al menos en la construcción por un equipo de elevación/ descenso de la torre provisto sobre la cubierta 52 y que puede alojarse en el cuerpo flotante 51.

El documento WO 2011/138824 A1 divulga un aparato de generación de energía eólica de soporte marino que es un aparato de generación de energía eólica marina flotante de tipo poste formado por el apilado de cuerpos cilíndricos fabricados de hormigón en una pluralidad de niveles en la dirección de la altura y emplea un tipo a favor del viento en el que una pala es atacada por el lado de sotavento de una góndola y se instala con la superficie posterior de la pala mirando a barlovento. El aparato de generación de energía eólica de soporte marino se proporciona con una góndola que soporta de modo giratorio un cabezal de rotor, y una parte de la torre que soporta la góndola y se orienta conjuntamente con la góndola. La estructura que asegura la resistencia de la parte de la torre se configura de modo que la resistencia para una carga en una dirección incluida en un plano que incluye el eje de rotación del cabezal del rotor y la dirección de extensión de la parte de torre, es más alta que la resistencia para una carga en una dirección incluida en otro plano que incluya la dirección de extensión de la parte de torre.

Lista de citas

Bibliografía de patente

- Bibliografía de patente 1: JP2001-165032A
- Bibliografía de patente 2: JP2007-160965A
- Bibliografía de patente 3: JP2007-331414A
- Bibliografía de patente 4: JP2009-18671A
- Bibliografía de patente 5: JP2010-223113A
- Bibliografía de patente 6: WO 2011/138824 A1

Sumario

Problema técnico

Los tipos de molinos eólicos se clasifican en tipos frente al viento, en los que las palas se montan en un lado de barlovento de las góndolas y se dispone orientadas a barlovento para recibir el viento desde el lado frontal, y tipos a favor del viento en donde las palas se montan en el lado de sotavento de las góndolas con el lado posterior de las palas orientado frente al viento para recibir el viento desde el lado posterior. En general, cuando existe un obstáculo en el lado frente al viento de las palas, se dice que se disminuye la eficiencia. Por ello, se adoptan principalmente los tipos frente al viento. En este caso, para impedir que la pala se ponga en contacto con la torre por la flexión de la pala, el eje de rotación del molino eólico tiene un ángulo θ ascendente predeterminado (= aproximadamente 5 a 10°) respecto a una línea horizontal, como se muestra en la figura 26(A).

Cuando la planta de generación de energía eólica es del tipo de cuerpo flotante, el extremo inferior de la torre no está fijo al terreno. Por lo tanto, dado que la torre se inclina por la presión del viento hacia un lado de sotavento, como se muestra en la figura 26(B), un plano S de rotación de la pala se inclina adicionalmente hacia arriba ($\theta + \beta$), desfavorablemente conduciendo a la disminución del área de recepción del viento lo que a su vez da como resultado una eficiencia disminuida en la generación de energía.

En la planta de generación de energía marina de tipo cuerpo flotante, cuando el viento sopla contra el molino eólico, tiene lugar una fuerza de rotación (orientación) alrededor de un eje vertical en el cuerpo flotante y en consecuencia reduce la resistencia inducida por el viento, planteando desfavorablemente problemas de una eficiencia disminuida en la generación de energía e inclinación significativa durante una tormenta lo que da como resultado una carga incrementada que actúa sobre el cable de amarre.

Adicionalmente, en la Bibliografía de Patente 5, se adopta un método en el que los puntos de amarre se instalan sobre la superficie del mar para hacer elevado el punto de trabajo del amarre e incrementar así la fuerza de supresión del movimiento del cuerpo flotante. Este método, sin embargo, plantea un problema en que la provisión de los puntos de amarre sobre la superficie del mar conduce a un peligro, esto es, una posibilidad incrementada de contacto con el

amarre de los barcos y naves que se aproximen.

Por otro lado, en la planta de generación de energía eólica marina divulgada en la Bibliografía de Patente 5, esto es, en la planta 50 de generación de energía eólica marina que incluye una estructura de cuerpo flotante de hormigón 51A que incluye una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados de hormigón que se han apilado uno encima del otro en la dirección de la altura y se unen de modo integral entre sí, actúa una gran tensión de flexión sobre la estructura del cuerpo flotante de hormigón 51A, por ejemplo, en el montaje y transporte de la estructura del cuerpo flotante de hormigón 51A y en la erección de la planta 50 de generación de energía eólica marina. En este caso, después de la instalación, dado que la estructura 51A de cuerpo flotante de hormigón tiene dicha estructura de soporte en la que ambos extremos son sustancialmente extremos libres, actúa principalmente una fuerza axial y, por ello, no actúan tensiones de flexión significativas. En particular, en la estructura que incluye un cuerpo cilíndrico preformado formado por una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados divididos circunferencialmente que se han unido entre sí, la resistencia a la flexión es tan baja que existe la posibilidad de que tenga lugar una deformación o daño durante el montaje, transporte y erección. En consecuencia, para controlar la flexión, por ejemplo durante el montaje, debería proporcionarse por separado una estructura de refuerzo para uso temporal. Esto es desfavorable dado que es necesario un trabajo a gran escala y, al mismo tiempo, se incrementa el coste.

En consecuencia, un objetivo principal de la presente invención es proporcionar una planta de generación de energía eólica marina flotante de tipo poste que suprima una reducción en la eficiencia de la generación de energía provocada por la inclinación de la torre, suprima el movimiento de rotación (movimiento de orientación) alrededor de un eje vertical, impida el contacto de barcos y naves con cables de amarre y, al mismo tiempo, mantenga una postura adecuadamente inclinada de la torre.

El segundo objetivo de la presente invención es suprimir adicionalmente el movimiento de rotación (movimiento de orientación) alrededor de un eje vertical particularmente durante una tormenta.

El tercer objetivo de la presente invención es facilitar el montaje u otros trabajos y, al mismo tiempo, reducir el coste.

Solución al problema

Para resolver los problemas anteriores, se proporciona en la reivindicación 1 una planta de generación de energía eólica marina flotante (1) que incluye un cuerpo flotante (2), un cable de amarre (3), una torre (4), y un molino eólico (5) instalado en la parte superior de la torre (4), incluyendo el molino eólico (5) una góndola (6) y una pluralidad de palas (7), en las que el eje de rotación del molino eólico (5) tiene un ángulo ascendente predeterminado, y el molino eólico (5) es de un tipo a favor del viento en el que las palas (7) se fijan en el lado de sotavento de la góndola (6) y se instalan con las superficies posteriores de las palas (7) mirando a barlovento, y el punto de amarre del cable de amarre (3) al cuerpo flotante (2) se fija en una posición por debajo de la superficie del mar y más elevado que el centro de gravedad del cuerpo flotante (2), en el que el cuerpo flotante (2) tiene una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) formada por cuerpos cilíndricos preformados (12) de hormigón apilados uno encima del otro en diversos niveles en la dirección de la altura, conectándose de modo integral dichos cuerpos cilíndricos preformados (12) de hormigón entre sí a través de un material de acero para HP, y una estructura de cuerpo flotante superior de acero (2B) formada por un elemento de acero, caracterizado por que la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) está compuesta por una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados divididos (12) unidos entre sí, habiéndose formado los cuerpos cilíndricos preformados divididos (12) mediante la división del cuerpo cilíndrico preformado (12) en una dirección circunferencial, y se bobinan circunferencialmente una pluralidad de cables exteriores (31) con una fuerza de tensado introducida en ellos en una dirección axial alrededor de la circunferencia exterior de los cuerpos cilíndricos preformados (12) de la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) mientras proporciona separación entre los cables exteriores (31), en el que ambos extremos de los cables exteriores (31) se anclan mediante dispositivos de anclaje (30) provistos en dos lugares enfrentados entre sí en una dirección diametral de los cuerpos cilíndricos preformados (12).

En la invención descrita en la reivindicación 1, desde el punto de vista de evitar contacto entre la pala y la torre, se adopta un tipo a favor del viento en el que se proporciona un ángulo ascendente predeterminado en el eje de rotación del molino eólico y la pala se monta sobre un lado de sotavento de la góndola con el lado posterior de la pala mirando frente al viento. En consecuencia, en un estado de calma, como se muestra en la figura 7(A), el plano de rotación de la pala está en un estado descendente ($-\theta$) contra el viento. Por otro lado, cuando la pala recibe un viento, como se muestra en la figura 7(B), la pala se inclina hacia un lado de sotavento para incrementar un área de recepción del viento, haciendo posible impedir una disminución en la eficiencia de la generación de energía. En turbinas frente al viento convencionales, se añade un ángulo de inclinación (β) derivado del viento a un ángulo de inclinación (θ) del plano de rotación de la pala en el estado inicial. Por otro lado, en el tipo a favor del viento de la presente invención, un ángulo de inclinación (β) derivado del viento se añade a un ángulo de inclinación ($-\theta$) del plano de rotación de la pala en el estado inicial. Puede esperarse siempre una mejora en la eficiencia de generación de energía correspondiente al ángulo de inclinación θ sobre el tipo frente al viento.

Además, en el tipo frente al viento, debido a la estructura en la que la pala está soportada desde el lado posterior, es probable que ocurra un momento de orientación, mientras que, en el tipo a favor del viento de acuerdo con la presente

invención, dado que la pala se monta sobre un lado de sotavento de la góndola, se tira de la pala desde el lado frontal para su soporte, contribuyendo a la ventaja de que es menos probable que actúe el momento de orientación.

El punto de amarre del cable de amarre al cuerpo flotante se fija en una posición que está por debajo de la superficie del mar y por encima del centro de gravedad del cuerpo flotante. Por ello, puede impedirse el contacto de barcos y naves con los cables de amarre. Adicionalmente, dado que el punto de amarre se localiza en una posición por encima del centro de gravedad del cuerpo flotante, el momento de resistencia con el centro de gravedad del cuerpo flotante supuesto que es central se produce en el punto de amarre de modo que se impide una inclinación excesiva del cuerpo flotante, y por ello, puede mantenerse apropiadamente la postura inclinada de la torre.

En la invención descrita en la reivindicación 1, se adopta una estructura de cuerpo flotante de hormigón formada por una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados de hormigón apilados uno encima del otro en la dirección de la altura, como el cuerpo flotante del lado inferior, y se adopta una estructura de cuerpo flotante de acero formada por un elemento de acero como el cuerpo flotante del lado superior. La adopción de esta estructura compuesta puede materializar un centro de gravedad descendido y un momento incrementado de resistencia por un incremento en la longitud del brazo.

En la invención descrita en la reivindicación 2, se proporciona una planta de generación de energía eólica marina flotante de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se proporciona una pluralidad de aletas de supresión de la orientación que sobresalen desde una superficie circunferencial en el lado inferior del cuerpo flotante en una dirección circunferencial mientras proporcionan separación entre las aletas de supresión de la orientación.

En la invención descrita en la reivindicación 2, se proporciona una pluralidad de aletas de supresión de la orientación que sobresalen desde una superficie circunferencial del lado inferior del cuerpo flotante en una dirección circunferencial mientras se proporciona separación entre las aletas de supresión de la orientación. La adopción del tipo a favor del viento puede materializar una reducción en la aparición de un momento de orientación en comparación con el tipo frente al viento. El tipo de cuerpo flotante es perjudicial en que solo puede esperarse una fuerza de tracción del cable de amarre y, una vez que tiene lugar el momento de orientación, la orientación no puede controlarse sin dificultades. Para superar este inconveniente, se ha adoptado un método en el que se proporcionan aletas de supresión de la orientación sobre el lado inferior del cuerpo flotante, preferentemente en una posición a una profundidad de agua de 30 m o menor, para proporcionar resistencia a la rotación del cuerpo flotante, suprimiendo de ese modo el movimiento de orientación.

En la invención descrita en la reivindicación 3, se proporciona una planta de generación de energía eólica marina flotante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que incluye lastre que tiene un peso que se ha regulado de modo que, cuando el viento actúa a una velocidad de viento promedio, el plano de rotación de las palas es sustancialmente un plano vertical.

En la invención descrita en la reivindicación 3, en conexión con la construcción descrita en la reivindicación 1 en la que el punto de amarre del cable de amarre al cuerpo flotante se fija en una posición por debajo de la superficie del mar y por encima del centro de gravedad del cuerpo flotante, puede mantenerse la inclinación del plano de rotación de la pala de modo que el área de recepción del viento se incremente mediante la regulación de la magnitud del momento de resistencia producido por esta construcción, esto es, mediante la regulación del peso del lastre de modo que, cuando el viento actúa con una velocidad de viento promedio, el plano de rotación de las palas sea sustancialmente un plano vertical.

En la invención descrita en la reivindicación 1, la estructura del cuerpo flotante de hormigón está compuesta por una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados divididos unidos entre sí, habiéndose formado los cuerpos cilíndricos preformados divididos mediante la división del cuerpo cilíndrico preformado en una dirección circunferencial, y se bobina circunferencialmente un cable exterior con una fuerza de tensión introducida en él alrededor de la circunferencia exterior del cuerpo cilíndrico preformado. Incluso en la pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados divididos, dado que se bobina un cable exterior con pretensión introducida en él en una dirección circunferencial para sujetar el cuerpo cilíndrico preformado, se incrementa la resistencia contra la flexión del cuerpo cilíndrico preformado. En consecuencia, incluso cuando actúa una tensión de flexión sobre la estructura del cuerpo flotante de hormigón, por ejemplo, en los trabajos de montaje y trabajos de transporte, y la erección de la planta de generación de energía eólica marina flotante, puede impedirse la deformación y daños de la estructura del cuerpo flotante de hormigón y, al mismo tiempo puede eliminarse la necesidad de proporcionar estructuras temporales y similares, contribuyendo a una reducción de costes.

En la invención descrita en la reivindicación 1, dado que se proporcionan la pluralidad de cables exteriores en una dirección axial del cuerpo cilíndrico preformado mientras se proporciona separación entre los cables exteriores, la estructura del cuerpo flotante de hormigón puede reforzarse uniformemente en la dirección axial.

En la invención descrita en la reivindicación 4, se proporciona una planta de generación de energía eólica marina flotante de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye dos dispositivos de anclaje para el cable exterior que se miran entre sí en una dirección diametral del cuerpo cilíndrico preformado, incluyendo el dispositivo de anclaje un accesorio de elevación que eleva al cuerpo cilíndrico preformado.

En la invención descrita en la reivindicación 4, se proporcionan dos dispositivos de anclaje para el cable exterior que se miran entre sí en una dirección diametral del cuerpo cilíndrico preformado, incluyendo el dispositivo de anclaje un accesorio de elevación que eleva el cuerpo cilíndrico preformado, y, por ello, puede suprimirse adicionalmente la carga de tensión de flexión del cuerpo cilíndrico preformado.

En la invención descrita en la reivindicación 5, se proporciona una planta de generación de energía eólica marina flotante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el cable exterior se proporciona temporalmente y es extraíble en la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante.

En la invención descrita en la reivindicación 5, después de la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante, dado que no actúa una tensión de flexión significativa, puede adoptarse una construcción en la que se proporcionan temporalmente el dispositivo de anclaje y una barra de alambre no unido y se retiran después de la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante.

Efectos ventajosos de la invención

Como se ha descrito anteriormente en detalle, en plantas de generación de energía eólica marina flotante de tipo poste, puede suprimirse una disminución en la eficiencia de generación de energía mediante la inclinación de la torre, puede suprimirse el movimiento de rotación (movimiento de orientación) alrededor del eje vertical, puede impedirse el contacto de barcos y naves con el cable de amarre y, al mismo tiempo, puede mantenerse apropiadamente la postura inclinada de la torre.

Adicionalmente, puede suprimirse además el movimiento de rotación (movimiento de orientación) alrededor del eje vertical particularmente durante una tormenta.

Adicionalmente, puede facilitarse el montaje u otros trabajos y, al mismo tiempo, puede reducirse el coste.

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es una vista lateral de una planta 1 de generación de energía eólica marina flotante de acuerdo con la presente invención.

[Figura 2] La figura 2 es una vista en sección longitudinal de un cuerpo flotante 2.

[Figura 3] La figura 3 es una vista de un cuerpo cilíndrico preformado 12 (13), en la que (A) es una vista en sección longitudinal, (B) es una vista en planta (vista desde la línea B-B), y (C) una vista inferior (vista desde la línea C-C).

[Figura 4] La figura 4 es una vista que ilustra la conexión entre cuerpos cilíndricos preformados 12 (13) (figuras 4(A) y 4(B)).

[Figura 5] La figura 5 es una vista en sección longitudinal de un límite entre una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A y una estructura de cuerpo flotante superior de acero 2B.

[Figura 6] La figura 6 es una vista en sección transversal de una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A que incluye aletas de supresión de la orientación 8.

[Figura 7] La figura 7 es una vista lateral que ilustra la inclinación de una torre 4 por el viento, en las que (A) muestra un estado en calma (vertical) y (B) muestra un estado de recepción de viento (inclinada).

[Figura 8] La figura 8 es una vista lateral del conjunto que ilustra una inclinación en estado controlado mediante la producción de un momento de resistencia.

[Figura 9] La figura 9 es una vista que ilustra un cambio en la producción de energía generada en función de un ángulo de inclinación de una torre 4.

[Figura 10] La figura 10 es una vista lateral de una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A, en la que (A) es una vista en sección transversal y (B) es una vista lateral siendo diferente la perspectiva en la parte izquierda de la perspectiva en la parte derecha.

[Figura 11] La figura 11 es una vista ampliada de la parte principal en la que (A) es una vista frontal y (B) es una vista en planta.

[Figura 12] La figura 12 es una vista que ilustra un dispositivo de anclaje 30, en la que (A) es una vista en planta, (B) es una vista frontal y (C) es una vista lateral.

[Figura 13] La figura 13 es una vista frontal de un cable exterior 31.

[Figura 14] La figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento de construcción de una planta de generación de energía eólica marina flotante 1.

[Figura 15] La figura 15 es una vista que ilustra un procedimiento de construcción (parte 1), en la que (A) es una vista en planta y (B) es una vista frontal.

[Figura 16] La figura 16 es una vista que ilustra un procedimiento de construcción (parte 2), en la que (A) es una vista en planta y (B) es una vista frontal.

[Figura 17] La figura 17 es una vista que ilustra un procedimiento de construcción (parte 3), en la que (A) es una vista en planta y (B) es una vista frontal.

[Figura 18] La figura 18 es una vista que ilustra un procedimiento de construcción (parte 4), en la que (A) es una vista en planta y (B) es una vista frontal.

[Figura 19] La figura 19 es una vista que ilustra un procedimiento de construcción (parte 5), en la que (A) es una

vista frontal y (B) es una vista en planta de una parte 12 del cuerpo cilíndrico preformado.

[Figura 20] La figura 20 es una vista en planta que ilustra un procedimiento de construcción (parte 6).

[Figura 21] La figura 21 es una vista en planta que ilustra un procedimiento de construcción (parte 7).

[Figura 22] La figura 22 es una vista en planta que ilustra un procedimiento de construcción (parte 8).

[Figura 23] La figura 23 es una vista en planta que ilustra un procedimiento de construcción (parte 9).

[Figura 24] La figura 24 es una vista en planta que ilustra un procedimiento de construcción (parte 10).

[Figura 25] La figura 25 es una vista general de una planta de generación de energía eólica marina flotante convencional (bibliografía de patente 5).

[Figura 26] La figura 26 es una vista lateral que ilustra la inclinación de la torre por el viento en un tipo frente al viento, en la que (A) muestra un estado de calma (vertical) y (B) muestra un estado de la recepción del viento (inclinada).

Descripción de realizaciones

Se describirán en detalle realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

Como se ilustra en la figura 1, una planta de generación de energía eólica marina 1 de acuerdo con la presente invención incluye un cuerpo flotante 2, unos cables de amarre 3, una torre 4, y un molino eólico 5 instalado en la parte superior de la torre 4, incluyendo el molino eólico 5 una góndola 6 y una pluralidad de palas 7, 7...

Como se muestra en la figura 2, el cuerpo flotante 2 incluye una estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A y una estructura de cuerpo flotante superior de acero 2B proporcionada a continuación sobre el lado superior en la estructura del cuerpo flotante inferior de hormigón 2A, incluyendo la estructura del cuerpo flotante inferior de hormigón 2A una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados de hormigón 12 y 13 apilados uno encima del otro en la dirección de la altura, habiéndose conectado de modo integral los cuerpos cilíndricos preformados de hormigón 12 y 13 entre sí con un material de acero para HP 19. Una profundidad L del cuerpo flotante 2 se fija en aproximadamente 60 m o más para plantas de generación de energía de 2 MW.

Se describirá con más detalle la planta de generación de energía eólica marina 1.

La estructura del cuerpo flotante inferior de hormigón 2A incluye cuerpos cilíndricos preformados de hormigón 12, 12... y un semilado inferior de un elemento preformado compuesto 13. Como se muestra en la figura 3, el cuerpo cilíndrico preformado 12 es un elemento preformado cilíndrico circular que tiene una sección axialmente idéntica. Los cuerpos cilíndricos preformados pueden ser los fabricados usando un molde idéntico, o alternativamente pueden usarse elementos preformados huecos fabricados mediante moldeo centrífugo.

Además de las barras de refuerzo 20, se embeben revestimientos 21, 21 para inserción de barras de acero para HP 19 dentro de una superficie de tabique circunferencialmente a intervalos apropiados. Las partes de expansión del diámetro del revestimiento 21a que puede permitir a un acoplador el acoplamiento entre las barras de acero para HP 19 a ser insertadas se forman en el extremo inferior de los revestimientos 21, 21..., y se forman partes de bloqueo 22 para el ajuste de placas anclaje para su anclaje sobre la parte superior. Se proporciona una pluralidad de accesorios de elevación 23 en la superficie superior.

Los cuerpos cilíndricos preformados 12 se conectan entre sí como sigue. Como se muestra en la figura 4(A), los cuerpos cilíndricos preformados 12, 12 se apilan uno encima del otro mientras se insertan barras de acero para HP 19, 19... extendidas hacia arriba desde el cuerpo cilíndrico preformado inferior 12 dentro de fundas 21, 21... Se encaja entonces una placa de anclaje 24 en una parte de bloqueo 22, y se introduce una fuerza de tracción dentro de la barra de acero para HP 19 mediante un elemento de tuerca 25 para su integración. Se vierte un material de lechada dentro del revestimiento 21 través de un orificio del vertido de lechada 27. El orificio 24a formado en la placa de anclaje 24 es un orificio de confirmación del vertido de la lechada y, cuando el material de lechada se suministra a través del orificio de confirmación, se finaliza el llenado del material de lechada.

A continuación, como se muestra en la figura 4(B), se monta de modo roscado un acoplador 26 sobre una parte de proyección de la barra de acero para HP 19. Las barras de acero para HP 19, 19... sobre el lado superior se unen entre sí, y el cuerpo cilíndrico superior preformado 12 se apila mientras se insertan las anteriores barras de acero para HP 19, 19... dentro de las fundas 21, 21... del cuerpo cilíndrico preformado 12. El procedimiento de anclaje de la barra de acero para HP 19 se repite sucesivamente mediante el método anterior para apilar los cuerpos 12 cilíndricos preformados en la dirección de la altura. En este caso, se recubre un adhesivo basado en resina epoxi u otro 28 o un agente de sellado sobre una cara de unión entre el cuerpo cilíndrico preformado inferior 12 y el cuerpo cilíndrico preformado superior 12 para asegurar el sellado al agua y la unión de las caras enfrentadas.

A continuación, como se muestra en la figura 5, el elemento preformado compuesto 13 tiene una estructura combinada compuesta por un cuerpo cilíndrico preformado de hormigón 16 y un cuerpo cilíndrico de acero 17. El cuerpo cilíndrico preformado de hormigón 16 y el cuerpo cilíndrico de acero 17 se fabrican de modo integral. El cuerpo cilíndrico preformado 16 tiene un diámetro exterior que es un valor obtenido mediante la resta del grosor de pared del cuerpo cilíndrico de acero 17 del diámetro exterior del cuerpo cilíndrico de acero 17, y la mitad inferior del cuerpo cilíndrico de

acero 17 se ajusta a la circunferencia exterior del cuerpo cilíndrico preformado 16. La cara del extremo superior del cuerpo cilíndrico preformado 16 sirve como una cara de fijación para la barra de acero para HP 19.

La estructura del cuerpo flotante superior de acero 2B incluye la mitad superior del elemento preformado compuesto 13 y los cuerpos cilíndricos de acero 14, 15. La parte inferior del cuerpo cilíndrico inferior de acero 14 tiene un diámetro exterior idéntico al del elemento preformado compuesto 13 y se conecta al elemento preformado compuesto 13, por ejemplo, mediante un perno o soldadura (mostrándose en el dibujo la fijación con un perno). La parte superior del cuerpo cilíndrico de acero 14 tiene una forma de cono truncado circular decapitado que tiene un diámetro gradualmente reducido.

El cuerpo cilíndrico superior de acero 15 es un cuerpo cilíndrico que tiene un diámetro exterior idéntico al diámetro exterior de la parte superior del cuerpo cilíndrico inferior de acero 14 y se continúa desde la parte superior del cuerpo cilíndrico inferior de acero 14. El cuerpo cilíndrico superior de acero 15 se une al cuerpo cilíndrico inferior de acero 14, por ejemplo, mediante un perno o soldadura (mostrándose en el dibujo la fijación con un perno).

Por otro lado, la torre 4 se forma de un material de acero, hormigón o HRP (hormigón reforzado pretensado) y se forma preferentemente de un material de acero y tiene un peso total pequeño. El diámetro exterior de la torre 4 es sustancialmente idéntico al diámetro exterior del cuerpo cilíndrico superior de acero 15, y la forma exterior está libre de diferencias de nivel y se continúa verticalmente. En un ejemplo mostrado en el dibujo, se proporciona una escalera 9 en la parte superior del cuerpo cilíndrico de acero superior 15, y se proporciona circunferencialmente un pasillo de anclaje 10 en un límite sustancial entre la torre 4 y el cuerpo cilíndrico superior de acero 15.

Como se muestra en la figura 1, se fija un punto de amarre P del cable de amarre 3 al cuerpo flotante 2 en una posición que está por debajo de la superficie del mar y por encima de un centro de gravedad G del cuerpo flotante: en consecuencia, puede impedirse el contacto de barcos y naves con el cable de amarre 3. Adicionalmente, se produce un momento de resistencia M con el centro de gravedad G del cuerpo flotante 2 que se supone está centrado en el punto de amarre P de modo que se impida una inclinación excesiva del cuerpo flotante 2, y por ello, puede mantenerse apropiadamente la postura inclinada de la torre 4.

Por otro lado, la góndola 6 es un dispositivo cargado con, por ejemplo, un generador que convierte la rotación del molino eólico 5 en electricidad, o un controlador que puede cambiar automáticamente el ángulo de las palas.

Como se muestra en la figura 7(A), en las palas 7, 7..., el eje de rotación tiene un ángulo ascendente θ predeterminado para evitar el contacto con la torre 4. En consecuencia, el plano de rotación S de la pala se fija de modo que esté inclinado en un ángulo ascendente θ . Como se muestra en el mismo dibujo, en la presente invención, el tipo de molino eólico es un tipo a favor del viento en el que las palas 7, 7... se montan en un lado de sotavento de la góndola 6 y el lado posterior de las palas 7, 7... mira frente al viento. El ángulo ascendente θ está aproximadamente en el intervalo de 5 a 10°. Por ello, en un estado de calma, como se muestra en la figura 7(A), el plano de rotación S de la pala 7 está en un estado descendente ($-\theta$) al contrario de frente al viento, por otro lado, cuando la pala 7 recibe el viento, como se muestra en la figura 7(B), la pala 7 se inclina hacia el lado de sotavento y, en consecuencia, el área de recepción del viento se incrementa, contribuyendo a impedir el descenso en la eficiencia de generación de energía.

De acuerdo con la bibliografía existente (Proceedings of the Fourth Lecture Meeting "(5) Futai Shiki Yojo Fuyoku Hatsuden No Kaihatu (Development of floating body-type offshore wind power generation)", National Maritime Research Institute), como se muestra en la figura 9, se demostró que, con un ángulo ascendente de 10°, la eficiencia en la generación de energía se disminuía en aproximadamente el 5 %. En consecuencia, en un estado en el que se rota el molino eólico 5, cuando la torre 4 se inclina hacia un lado de sotavento y las palas miran a barlovento (cuando el plano de rotación S de la pala es vertical), puede esperarse un 5 % de mejora en la eficiencia de la generación de energía.

Por otro lado, en la presente invención, como se muestra en la figura 1, el punto de amarre P del cable de amarre 3 al cuerpo flotante 2 se fija en una posición que está por debajo de la superficie del mar y por encima del centro de gravedad G del cuerpo flotante 2. En consecuencia, como se muestra en la figura 8, cuando la torre 4 está excesivamente inclinada hacia el lado de sotavento por la presión del viento, se produce un momento de resistencia M con el centro de gravedad G del cuerpo flotante 2 que se supone está centrado en el punto de amarre P para suprimir la inclinación excesiva del cuerpo flotante 2 y, por ello, la postura inclinada de la torre 4 puede mantenerse apropiadamente. El lado inferior de la estructura del cuerpo flotante es una estructura de cuerpo flotante de hormigón formada por una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados de hormigón apilados uno encima del otro en la dirección de la altura, y el lado superior de la estructura del cuerpo flotante es una estructura de cuerpo flotante de acero formada por un elemento de acero. En virtud de esta construcción, el centro de gravedad G puede fijarse en una posición que está en un lado considerablemente descendente respecto al punto de amarre, y por ello puede producirse un gran momento de resistencia M por la longitud del brazo l incrementada del momento resistente M.

Se introducen materiales de lastre tales como agua, grava, agregados finos o gruesos, o partículas metálicas dentro de la parte hueca del cuerpo flotante 2. Preferentemente, se regula la cantidad de material de lastre introducido de modo que, cuando actúa viento a una velocidad de viento promedio, el plano de rotación S de las palas 7 sea

sustancialmente un plano vertical.

Por otro lado, en la presente invención, como se muestra en la figura 1, se proporciona una pluralidad de aletas de supresión de la orientación 8, 8... que sobresalen desde una superficie circunferencial sobre el lado inferior del cuerpo flotante 2 en una dirección circunferencial mientras proporcionan separación entre las aletas de supresión de la orientación 8, 8... Específicamente, como se muestra en la figura 6, las aletas de supresión de la orientación 8, 8... que sobresalen radialmente se proporcionan sobre una superficie circunferencial de los cuerpos cilíndricos preformados 12, 13 en una dirección circunferencial a iguales intervalos (ocho intervalos equidistantes en un ejemplo ilustrado en el dibujo). En general, en una planta de generación de energía eólica marina de tipo poste, no se proporcionan las aletas debido a que las aletas incrementan la resistencia del agua. Dado que, sin embargo, se proporcionan las aletas solamente en el lado inferior del cuerpo flotante 2, puede impedirse de modo efectivo el movimiento de orientación del cuerpo flotante 2 durante una tormenta. Preferentemente, las aletas de supresión de la orientación 8, 8... se instalan en una posición a 25 m o más, más preferentemente a 30 m, en términos de profundidad de agua. Preferentemente, la longitud saliente de las aletas 8 de supresión de la orientación es de aproximadamente 0,10 a 0,15 veces, más preferentemente 0,11 a 0,13 veces, el diámetro exterior en el lado inferior del cuerpo flotante 2.

La estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A puede ser tal que los cuerpos cilíndricos preformados 12 y 13 se hayan integrado entre sí en una dirección circunferencial. Alternativamente, en plantas de generación de energía eólica marina a gran escala, como se muestra en las figuras 10 y 11, la estructura del cuerpo flotante inferior de hormigón 2A se forma por cuerpos cilíndricos preformados divididos 12a a 12d circunferencialmente unidos correspondientes a una pluralidad de cuerpos cilíndricos preformados 12 y 13 circunferencialmente divididos. Se bobina circunferencialmente un cable exterior 31 con una fuerza de tensión introducida en el mismo en la circunferencia exterior de los cuerpos cilíndricos preformados 12 y 13 formados mediante la unión de los cuerpos cilíndricos preformados divididos 12a a 12d en una dirección circunferencial. El cuerpo cilíndrico preformado 12 se divide circunferencialmente en dos o más partes, por ejemplo, cuatro partes en un ejemplo ilustrado en la figura 10.

La estructura de junta de los cuerpos cilíndricos preformados 12 y 13 puede ser una conocida públicamente. Sin embargo, es adecuada la estructura de junta de los elementos de hormigón preformados divulgada en el documento JP2009-235850A. En la estructura de junta de los elementos de hormigón preformados, elementos embebidos para el anclaje respectivamente unidos a barras de refuerzo dispuestas en varios niveles en la dirección vertical se embeben en una cara extrema de junta de un elemento de hormigón preformado. Se forman ranuras con muescas con forma de bolsillo con una abertura de las mismas mirando al exterior en el elemento embebido para anclaje. Al mismo tiempo, se forman en una dirección vertical del hormigón ranuras con muescas que tienen la misma forma que las ranuras con muescas anteriores. De ese modo, se forman ranuras verticales que continúan verticalmente. En la cara del extremo de junta de los otros elementos de hormigón preformados, se disponen barras de refuerzo verticalmente en varios niveles de modo que sobresalgan en el exterior, y se fijan los elementos de anclaje ajustados a las ranuras con muescas de forma de bolsillo en el extremo de punta de las barras de refuerzo salientes. Se insertan elementos de anclaje de las barras de refuerzo proporcionados en una forma saliente en la cara extrema de unión del otro elemento de hormigón preformado a lo largo de las ranuras verticales de un elemento de hormigón preformado para unir los elementos de hormigón preformado entre sí. En una situación de ese tipo en la que los elementos anclaje del otro elemento de hormigón preformado se sitúan en las ranuras con muescas con forma de bolsillo de los elementos embebidos para anclaje de un elemento de hormigón preformado, se rellena un material de lechada dentro de los huecos. De acuerdo con esta estructura de junta, puede eliminarse la necesidad de trabajo de soldadura en el emplazamiento de trabajo y, al mismo tiempo, puede reducirse la cantidad necesaria de lechada usada. De ese modo, puede conseguirse un acortamiento de las horas de trabajo y un coste de construcción reducido. Adicionalmente, cuando se reduce el ancho de la parte de junta, puede conseguirse un buen aspecto.

En el cable exterior 31, ambos extremos se anclan mediante un dispositivo de anclaje 30 que sirve como un extremo de tensado en la introducción de la fuerza de tensión. Como se muestra en la figura 11(A), el dispositivo de anclaje 30 se instala en un pedestal de hormigón 32 provisto en la circunferencia exterior del cuerpo cilíndrico preformado 12. Como se muestra en la figura 10(A), el dispositivo de anclaje 30 se proporciona en dos sitios que se enfrentan entre sí en una dirección diametral del cuerpo cilíndrico preformado 12. Más específicamente, como se muestra en la figura 12, el dispositivo de anclaje 30 se compone principalmente de una placa base 33 instalada sobre el pedestal de hormigón 32, placas laterales 34, 34 que se proporcionan verticalmente desde ambos lados de la placa base 33 en un ángulo hacia el interior predeterminado, y una pluralidad de placas de apoyo 35, 35... provistas verticales entre las placas laterales 34, 34 en una dirección longitudinal a intervalos predeterminados. Se proporciona un accesorio de elevación 36 que eleva el cuerpo cilíndrico preformado 12 en un estado saliente hacia el exterior en una placa lateral 34.

Como se muestra en las figuras 12 y 13, en una placa lateral 34, se proporcionan orificios 34a, 34a... a intervalos predeterminados en una dirección longitudinal para la inserción de un testero 43 fijado al extremo del cable exterior 31 desde el interior. Se montan una placa de anclaje 37 y una tuerca 38 en el testero 43 saliente desde el orificio 34a, y se fija la tuerca 38 de modo que puede introducirse una fuerza de tensado con la placa lateral 34 que sirve como un extremo de tensado. Se proporciona una abertura 34b en la otra placa lateral 34 que mira a una placa lateral 34 para permitir que el cable exterior 31 se inserte dentro del extremo proximal permanente.

En dicho estado en el que el cable exterior 31 se inserta respectivamente dentro del orificio 34a y la abertura 34b proporcionada en las placas laterales 34, 34, la placa de apoyo 35 se proporciona en un par paralelos entre sí en ambos lados del cable exterior 31. Se proporcionan dos tabiques de soporte 39, 39 perpendiculares a las placas de apoyo 35, 35 verticales entre placas de apoyo 35, 35 adyacentes correspondientes a cables exteriores 31, 31 adyacentes.

El dispositivo de anclaje 30 se proporciona preferentemente en dos lugares enfrentados entre sí en una dirección diametral del cuerpo cilíndrico preformado 12, mediante lo que se proporciona un cable exterior 31 provisto en un estado tensado entre los dispositivos de anclaje 30, 30 en ambos lados de modo que fije aproximadamente una semicircunferencia del cuerpo cilíndrico preformado 12.

Un accesorio de elevación 36 que eleva el cuerpo cilíndrico preformado 12 se proporciona en cada uno de los dispositivos de anclaje 30, 30 en ambos lados. En consecuencia, puede eliminarse la necesidad de ensamblar por separado un soporte para la elevación, y el cuerpo cilíndrico preformado 12 puede elevarse con una grúa.

Se proporciona el cable exterior 31 de modo que, con respecto al dispositivo de anclaje 30, un cable exterior proporcionado en la mitad alrededor de un lateral del cuerpo cilíndrico preformado 12 y un cable exterior proporcionado en la mitad alrededor del otro lado del cuerpo cilíndrico preformado 12 se disponen sustancialmente de modo alterno. En el ejemplo mostrado en el dibujo, como se muestra en la figura 10(B), excepto por el cable exterior 31 en ambos extremos en la dirección axial, se proporciona un cable exterior 31 intermedio en un par de modo que un cable exterior proporcionado en la mitad alrededor de un lado (semilado izquierdo) del cuerpo cilíndrico preformado 12 y un cable exterior proporcionado en la mitad alrededor del otro lado (semilado derecho) del cuerpo cilíndrico preformado 12 se disponen sustancialmente de modo alterno. El número de cables exteriores 31 proporcionados alrededor de un lado es igual al número de cables exteriores 31 proporcionados alrededor del otro lado.

El cable exterior 31 puede formarse de una barra de acero para HP o un cable de acero para HP. Preferentemente, sin embargo, como se muestra en la figura 13, se prefieren cables no limitados obtenidos mediante recubrimiento de una grasa 41 como un agente de prevención de la oxidación/lubricación sobre la circunferencia exterior de un cable de acero para HP 40 y que recubre el cable de acero para HP 40 procesado con una resina sintética 42 tal como polietileno. El uso de un cable no limitado 31 como el cable exterior 31 es ventajoso porque, dado que la lubricidad es alta, el cuerpo cilíndrico preformado 12 puede fijarse uniformemente y pueden lograrse excelentes propiedades de prevención de la oxidación, capacidad de construcción y de trabajo. Se fija un testero 43 para el anclaje en ambos extremos del cable de acero para HP y, al mismo tiempo, se fija un tope de revestimiento 44 en la circunferencia exterior de la base del testero 43. El diámetro exterior del revestimiento de tope 44 se hace mayor que el diámetro interior del orificio 34a proporcionado en la placa lateral 34 para impedir el apriete excesiva por el cable exterior 31.

A continuación, se explicará el procedimiento de ensamblaje de la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A. Como se muestra en la figura 14, en el primer nivel, se lleva a cabo la introducción y ensamblaje de los materiales de construcción, y placas de hierro, acero H, y barras cuadradas se instalan para preparación de la disposición.

A continuación, en la segunda capa, como se muestra en la figura 15, se instala un soporte de construcción en anillo 45 para la construcción de un cuerpo cilíndrico preformado 12 con forma de anillo mediante la unión de cuerpos cilíndricos preformados divididos 12a a 12d en una dirección circunferencial, y se instala un rodillo interno 46 que sirve como una guía que hace tope contra la cara interior del cuerpo cilíndrico preformado 12 para acabado a una forma de anillo predeterminada sobre el soporte de construcción en anillo 45.

En el tercer nivel, como se muestra en la figura 16, entre los cuerpos cilíndricos preformados divididos 12a a 12d formados mediante la división del cuerpo cilíndrico preformado en cuatro partes, se instalan dos cuerpos cilíndricos preformados 12a, 12b divididos sobre el soporte de construcción en anillo 45 de conformidad con el rodillo interno 46 para construir una mitad del cuerpo cilíndrico preformado dividido con forma de anillo. Específicamente, se recubre un adhesivo sobre una cara extrema de junta del cuerpo cilíndrico preformado dividido 12a, 12b. Uno de los cuerpos cilíndricos preformados divididos, es decir, el cuerpo cilíndrico preformado dividido en 12a, se fija de conformidad con el rodillo interno 46. El otro cuerpo cilíndrico preformado dividido, es decir, el cuerpo cilíndrico preformado dividido 12b, es impulsado entonces y fijado a una herramienta de tracción tal como un gato suspendido entre ambas caras extremas de junta. Al día siguiente, cuando se considera que el adhesivo ha secado, se vierte un casquillo de mortero, seguido por el curado durante dos días.

Posteriormente, como se muestra en la figura 17, se instala un semicuerpo cilíndrico preformado dividido con forma de anillo que se ha preparado por separado de la misma manera que se ha descrito anteriormente, de conformidad con el rodillo interno 46, sobre el soporte de construcción en anillo 45 sobre el que puede fijarse el semicuerpo cilíndrico

preformado dividido con forma de anillo anteriormente fabricado, y ambos semicuerpos cilíndricos preformados con forma de anillo se unen entre sí para construir un cuerpo cilíndrico preformado con forma de anillo 12. El procedimiento de unión entre estas caras extremas es tal como se ha descrito anteriormente.

- 5 En el cuarto nivel, se aplica un recubrimiento resistente al agua sobre una superficie exterior y una superficie interior del cuerpo cilíndrico preformado con forma de anillo 12.

10 En el quinto nivel, como se muestra en la figura 18, se instala un dispositivo de anclaje 30 y un cable exterior 31. Se fija una tuerca 38 para introducir una pretensión dentro del cable exterior 31, y se sujeta el cuerpo cilíndrico preformado 12. Preferentemente, en la instalación del cable exterior 31, se proporcionan previamente elementos de guía a intervalos predeterminados entre los dispositivos de anclaje 30, 30, y el cable exterior 31 se instala a lo largo de los elementos de guía.

15 En el sexto nivel, como se muestra en la figura 19, se suspende un cuerpo cilíndrico preformado 12 que se ha construido lateralmente sobre un soporte de construcción en anillo 45 con una grúa y, como se muestra en la figura 20, se transfiere lateralmente a un soporte rotativo 47. En el soporte rotativo 47, como se muestra en la figura 21, un extremo del soporte es alzado con una grúa para montar el soporte vertical junto con el cuerpo cilíndrico preformado 12.

20 En el séptimo nivel, como se muestra en la figura 22, se elimina la fijación del soporte rotativo 47. Se monta una herramienta sobre el accesorio de elevación 36 del dispositivo de anclaje 30, y el cuerpo cilíndrico preformado 12 se alza con la grúa y, como se muestra en la figura 23, se instala a continuación sobre un soporte fijo 48. En este caso, el cuerpo cilíndrico preformado 12 se instala mientras se proporciona separación respecto a los cuerpos cilíndricos preformados 12 previamente instalados y conectados en aproximadamente 500 mm.

25 En el octavo nivel, se aplica un adhesivo a una cara extrema de una junta entre un cuerpo cilíndrico preformado 12 ya instalado y conectado y un cuerpo cilíndrico preformado 12 a ser conectado de nuevo, y los cuerpos cilíndricos se conectan axialmente entre sí como se ha establecido anteriormente. Específicamente, como se muestra en la figura 24, en un estado de ese tipo en el que el cuerpo cilíndrico preformado 12 es ligeramente alzado con una grúa, el cuerpo cilíndrico preformado 12 es empujado por un gato o similar, y, mientras se insertan las barras de acero para HP 19, 19 en fundas 21, 21, se conecta al cuerpo cilíndrico preformado 12. Posteriormente, como se ha descrito anteriormente y se muestra en la figura 4, se introduce una fuerza de tracción dentro de las barras de acero para HP 19, y se vierte un material de lechada dentro de las fundas 21 para unión.

35 Los niveles segundo a octavo se repiten para completar la estructura del cuerpo flotante de hormigón 2A.

40 En la planta de generación de energía eólica marina flotante 1 de acuerdo con la presente invención, incluso aunque la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón 2A se forma mediante la unión de cuerpos cilíndricos preformados divididos obtenidos mediante la división circunferencialmente del cuerpo cilíndrico preformado 12, dado que se introduce un cable exterior 31 con una fuerza de tensión circunferencialmente bobinado, el cuerpo cilíndrico preformado 12 se fija en una dirección circunferencial, contribuyendo a una resistencia a la flexión incrementada. Como resultado, incluso aunque actúen tensiones de tracción sobre la estructura del cuerpo flotante inferior de hormigón 2A, por ejemplo, en el trabajo para la conexión del cuerpo cilíndrico preformado 12 y el trabajo para la erección de la planta de generación de energía eólica marina flotante 1, pueden impedirse deformaciones y daños de la estructura de cuerpo flotante de hormigón 2A.

50 El cable exterior 31 puede instalarse de modo continuo incluso después de la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante 1. Alternativamente, dado que no actúan tensiones de flexión significativas después de la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante 1, puede adoptarse un método en el que el cable exterior 31 se proporcione temporalmente en el ensamblaje de la planta de generación de energía eólica marina flotante 1 y pueda retirarse después de la instalación de la planta de generación de energía eólica marina flotante 1.

Lista de signos de referencia

55 1: planta de generación de energía eólica marina flotante, 2: cuerpo flotante, 2A: estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón, 2B: estructura de cuerpo flotante superior de acero, 3: cable de amarre, 4: torre, 5: molino eólico, 6: góndola, 7: pala, 8: aleta de supresión de la orientación, 12: cuerpo cilíndrico preformado, 30: dispositivo de anclaje, 31: cable exterior y 36: accesorio de elevación.

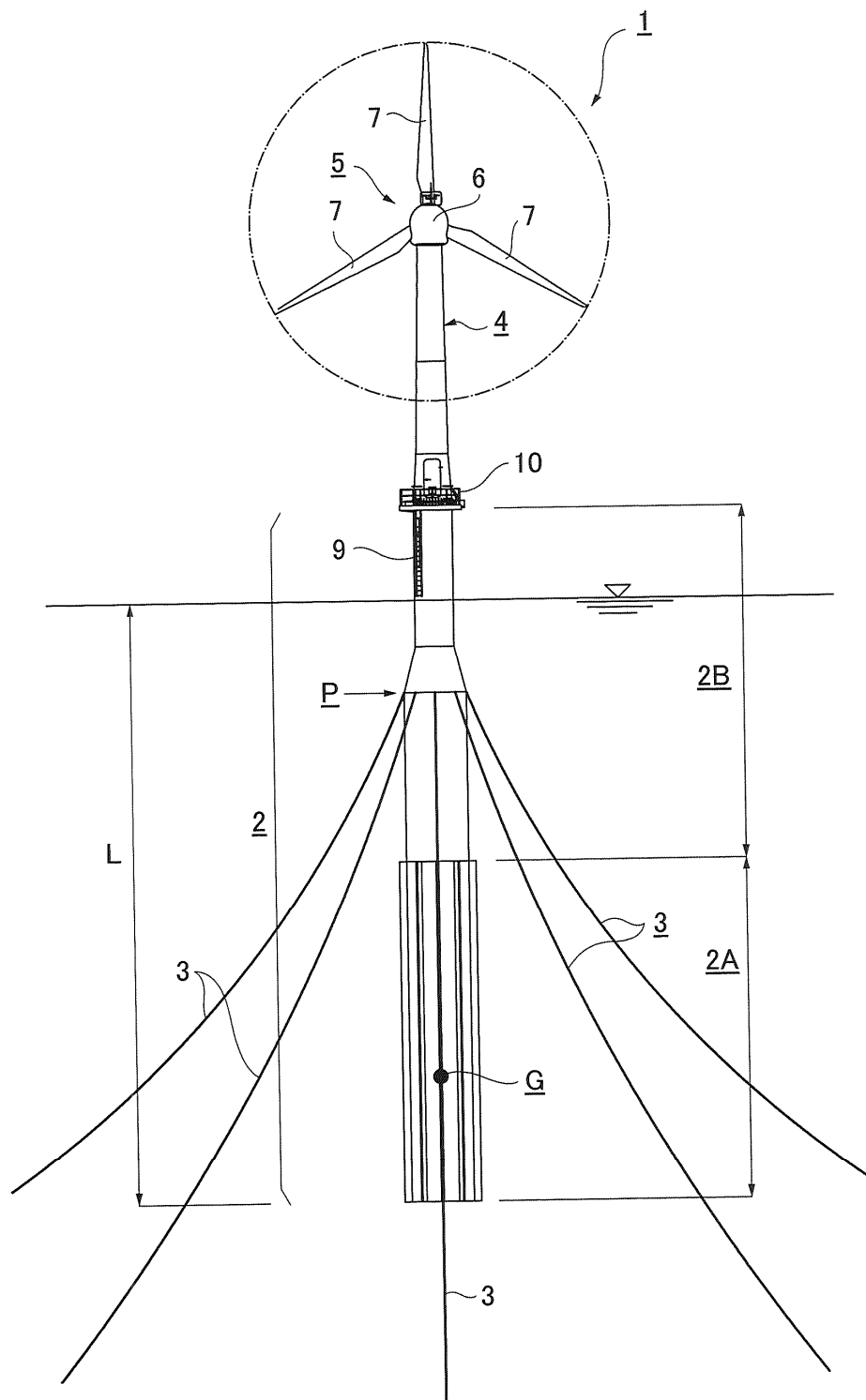
60

REIVINDICACIONES

1. Planta de generación de energía eólica marina flotante (1) que incluye un cuerpo flotante (2), un cable de amarre (3), una torre (4) y un molino eólico (5) instalado en la parte superior de la torre (4), incluyendo el molino eólico (5) una
5 góndola (6) y una pluralidad de palas (7), en donde el eje de rotación del molino eólico (5) tiene un ángulo ascendente predeterminado, y el molino eólico (5) es de un tipo a favor del viento en el que las palas (7) están fijas en el lado de sotavento de la góndola (6) e instaladas con las superficies posteriores de las palas (7) mirando a barlovento, y el punto de amarre del cable de amarre (3) al cuerpo flotante (2) está fijado en una posición por debajo de la superficie del mar y más alto que el centro de gravedad del cuerpo flotante (2), en donde el cuerpo flotante (2) tiene una estructura
10 de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) formada por cuerpos cilíndricos preformados (12) de hormigón apilados uno encima del otro en diversos niveles en la dirección de la altura, estando conectados de modo integral dichos cuerpos cilíndricos preformados (12) de hormigón entre sí a través de un material de acero para HP (19), y una estructura de cuerpo flotante superior de acero (2B) formada por un elemento de acero, caracterizada por que la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) está compuesta por una pluralidad de cuerpos cilíndricos
15 preformados divididos (12) unidos entre sí, habiéndose formado los cuerpos cilíndricos preformados divididos (12) mediante la división del cuerpo cilíndrico preformado (12) en una dirección circunferencial, y una pluralidad de cables exteriores (31) con una fuerza de tensado introducida en ella se bobinan circunferencialmente en una dirección axial alrededor de la circunferencia exterior de los cuerpos cilíndricos preformados (12) de la estructura de cuerpo flotante inferior de hormigón (2A) mientras proporciona separación entre los cables exteriores (31), en donde ambos extremos
20 de los cables exteriores (31) están anclados mediante dispositivos de anclaje (30) provistos en dos lugares orientados entre sí en una dirección diametral de los cuerpos cilíndricos preformados (12).
2. La planta de generación de energía eólica marina flotante (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se proporciona una pluralidad de aletas de supresión de la orientación (8) que sobresalen desde una superficie
25 circunferencial en el lado inferior del cuerpo flotante (2) en una dirección circunferencial mientras proporcionan separación entre las aletas de supresión de la orientación (8).
3. La planta de generación de energía eólica marina flotante (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que incluye lastre que tiene un peso que se ha regulado de modo que, cuando el viento actúa a una velocidad de viento promedio,
30 el plano de rotación de las palas (7) es sustancialmente un plano vertical.
4. La planta de generación de energía eólica marina flotante (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el dispositivo de anclaje (30) incluye un accesorio de elevación (36) que eleva el cuerpo cilíndrico preformado (12).
5. La planta de generación de energía eólica marina flotante (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones
35 1 a 4, en la que el cable exterior (31) se proporciona temporalmente y es extraíble al instalar la planta de generación de energía eólica marina flotante (1).

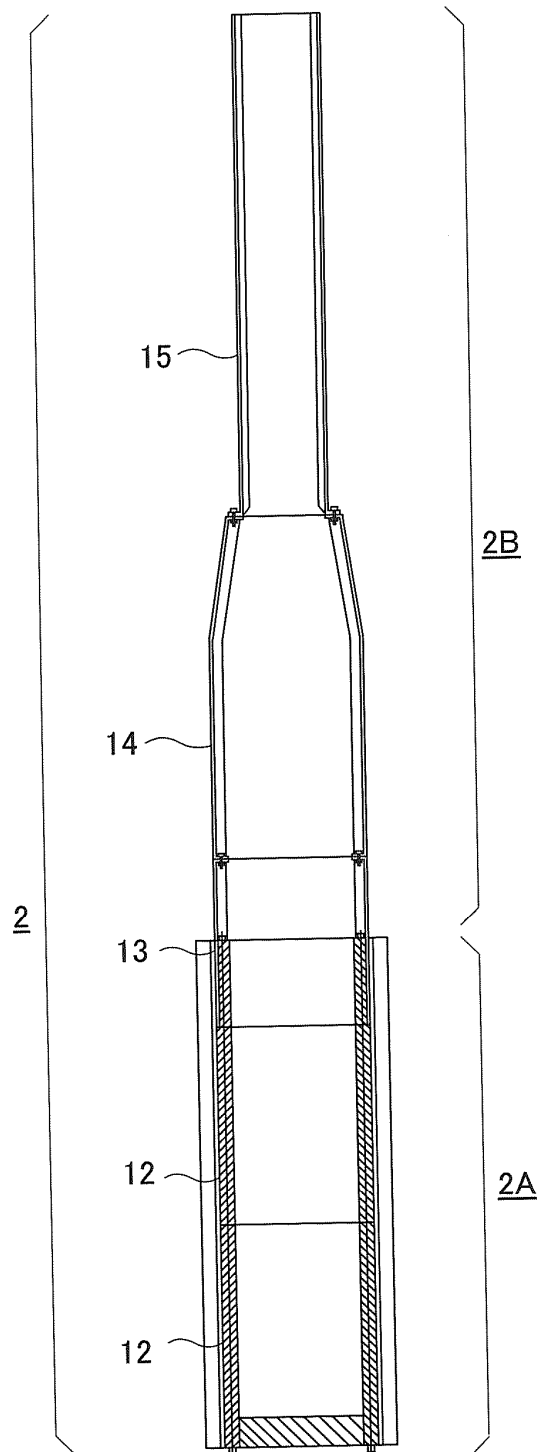
【FIG. 1】

(1)



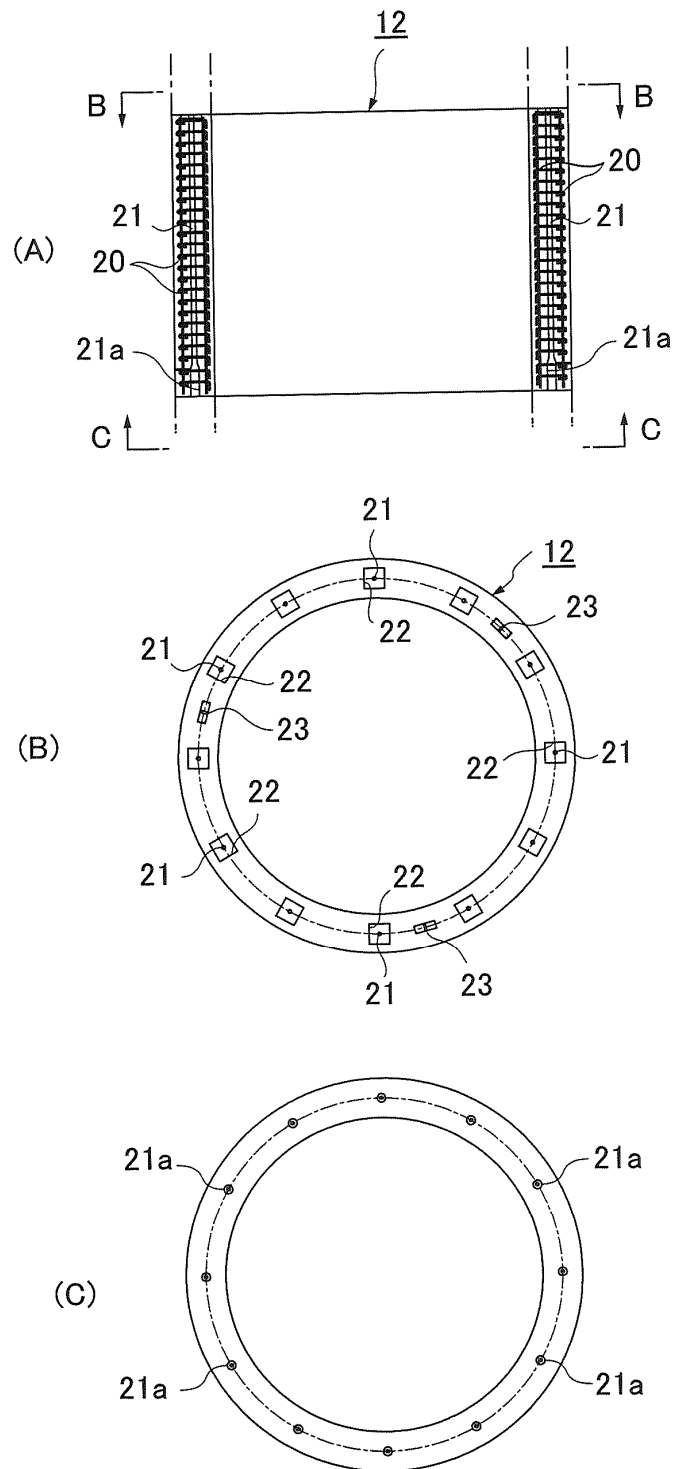
【FIG. 2】

(2)



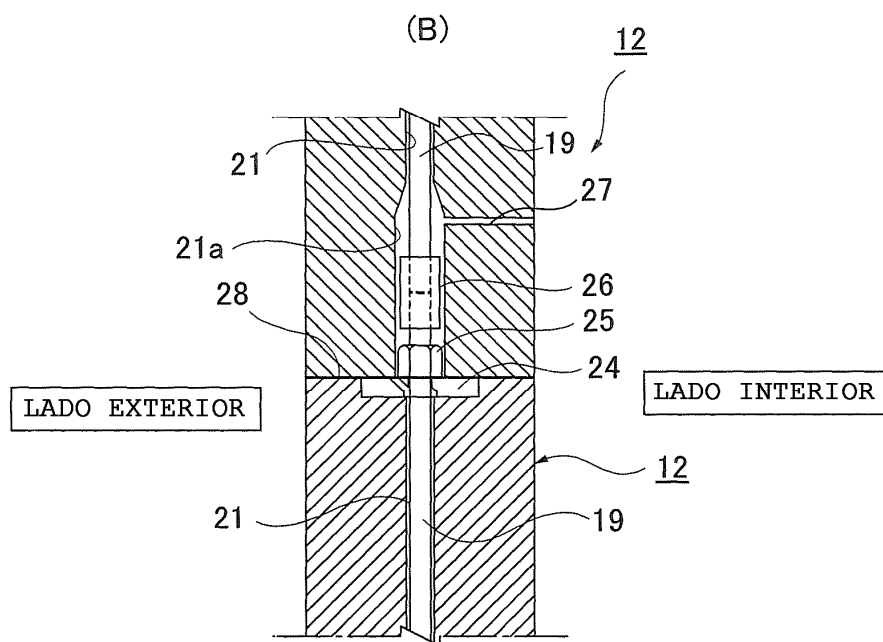
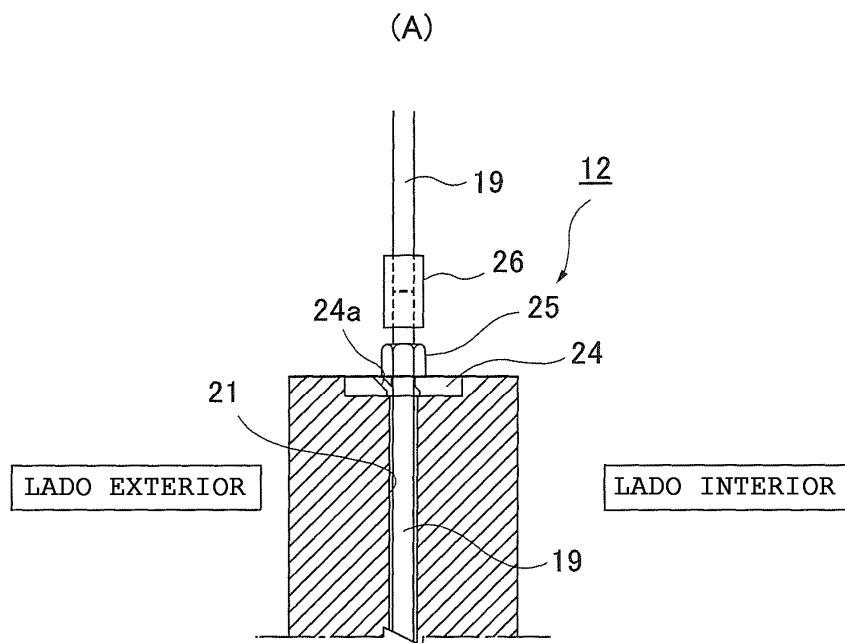
【FIG. 3】

(3)



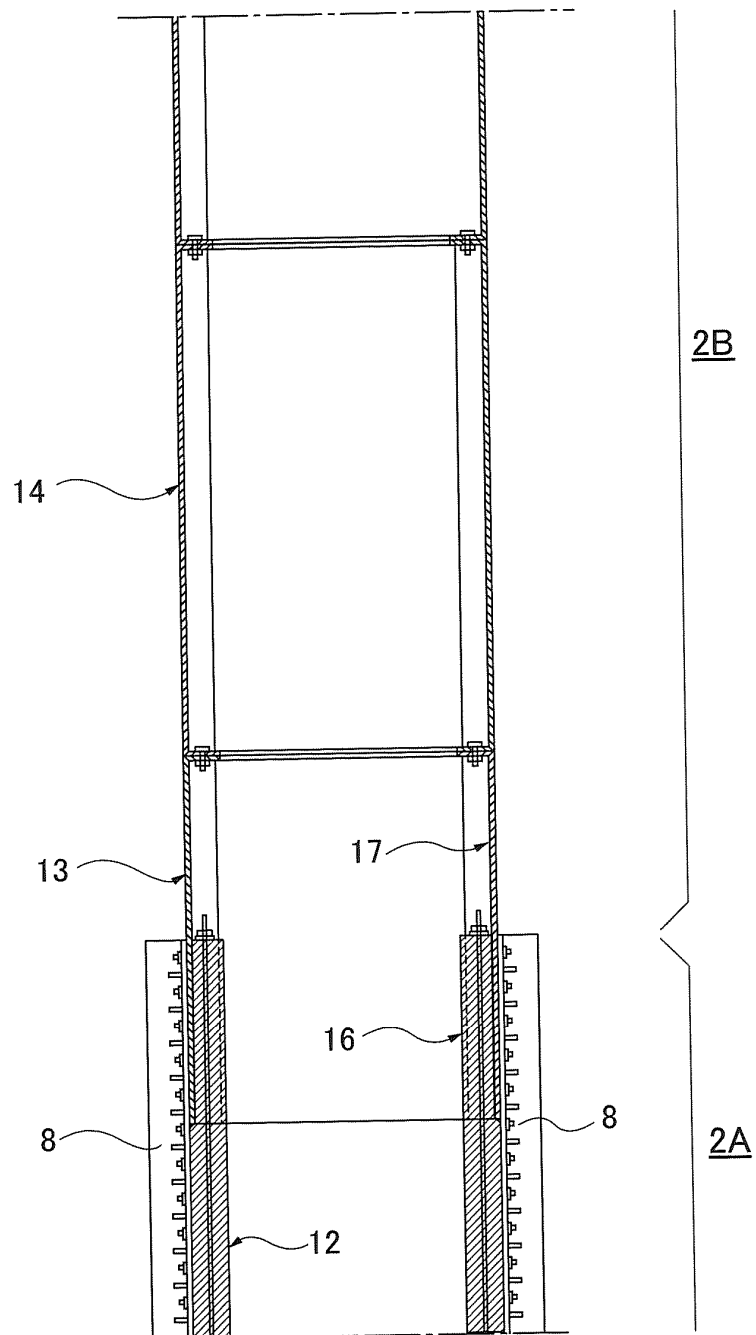
【FIG. 4】

(4)



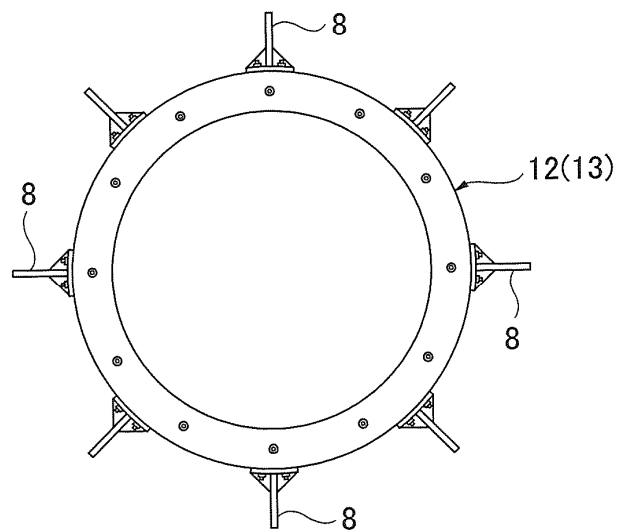
【FIG. 5】

(5)



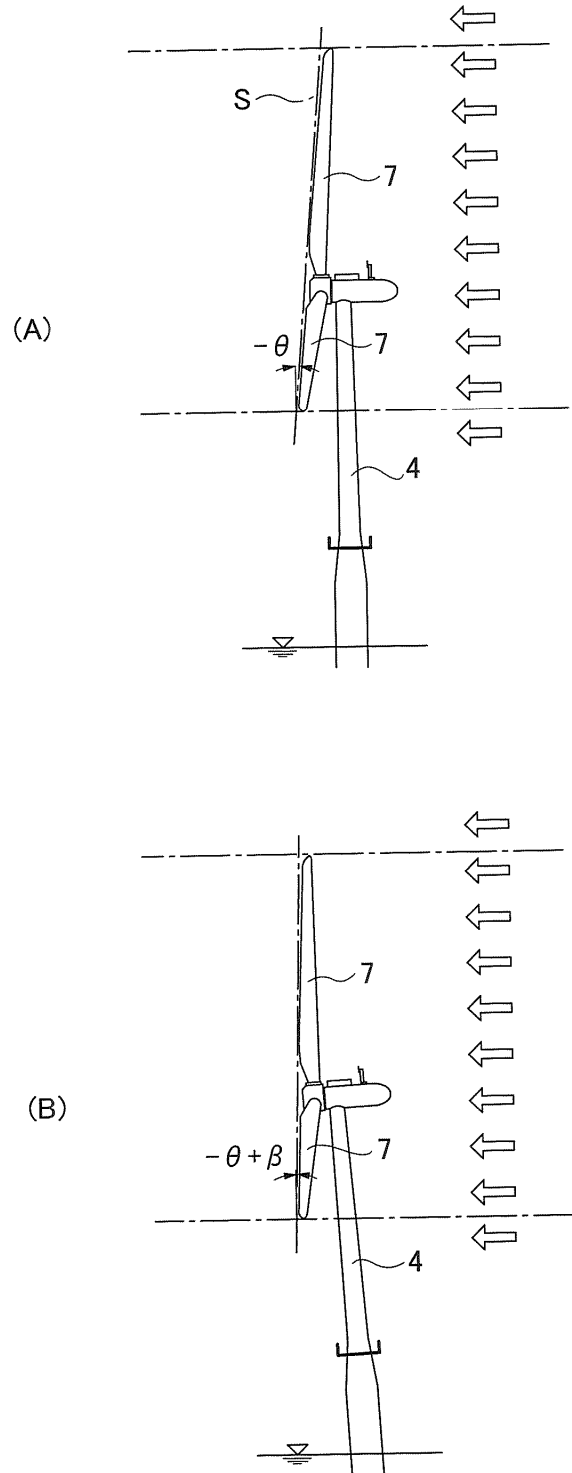
【FIG. 6】

(6)



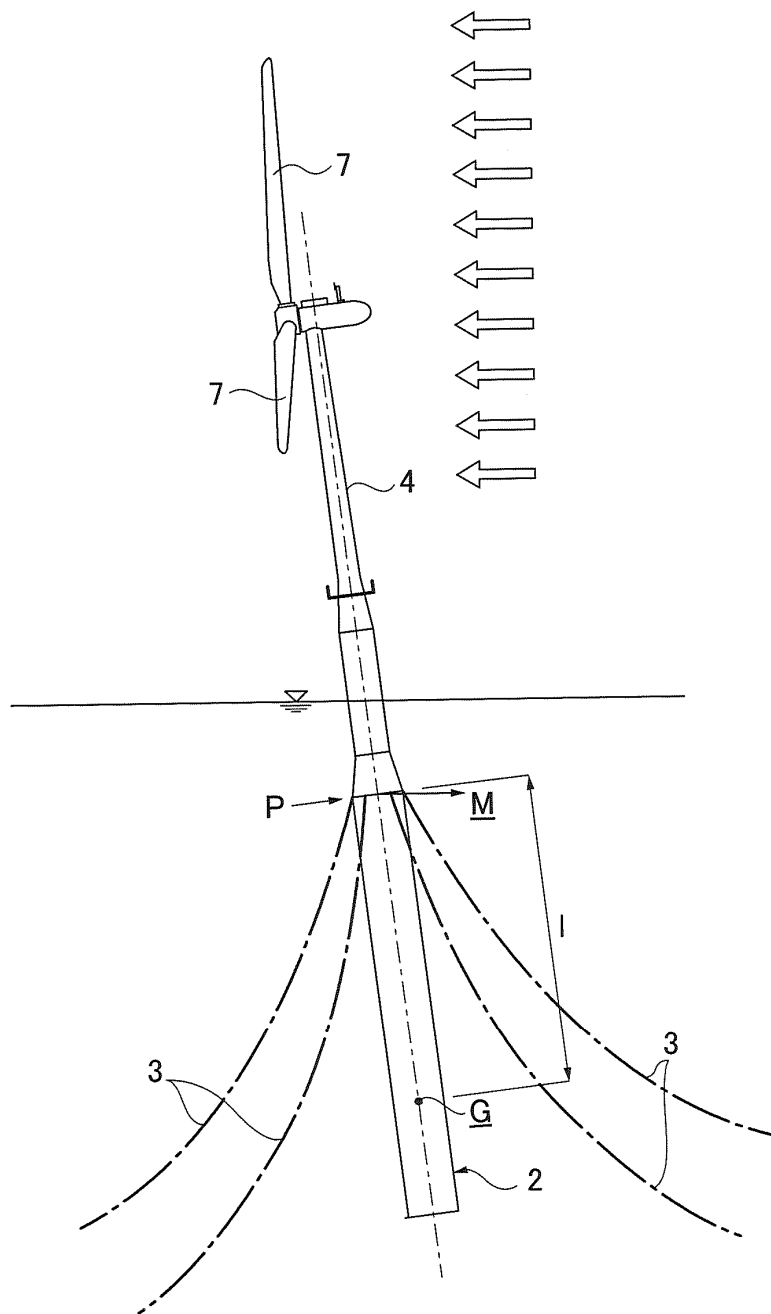
【FIG. 7】

(7)



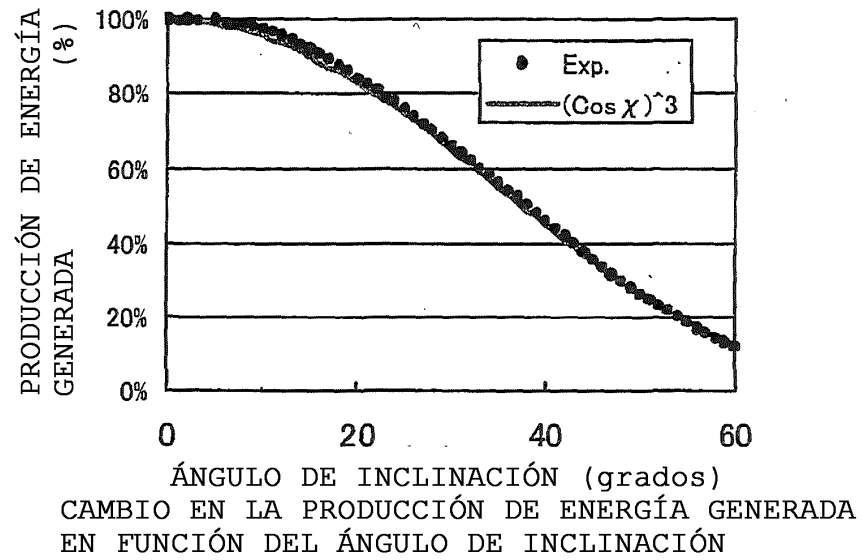
【FIG. 8】

(8)



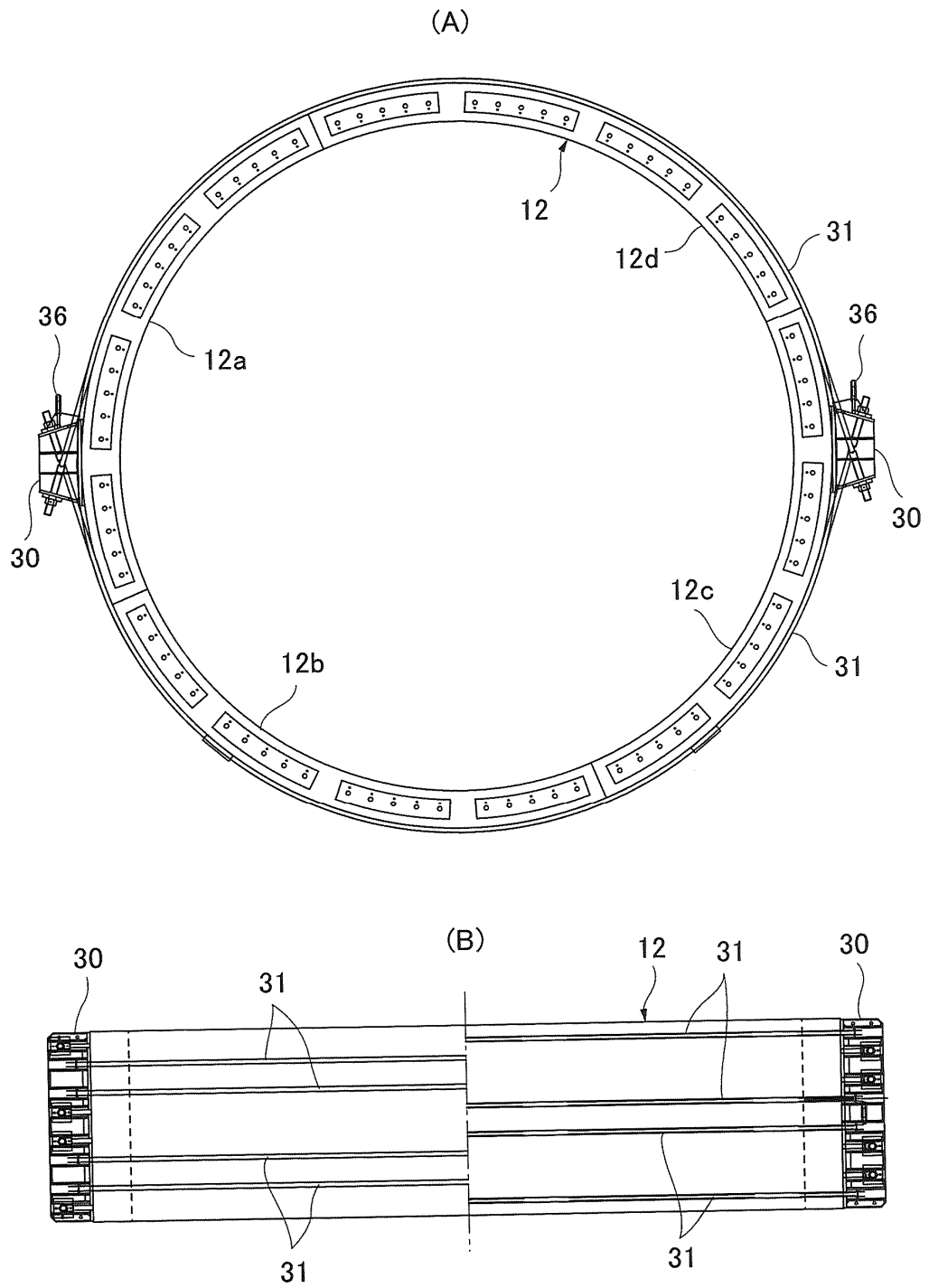
【FIG. 9】

(9)



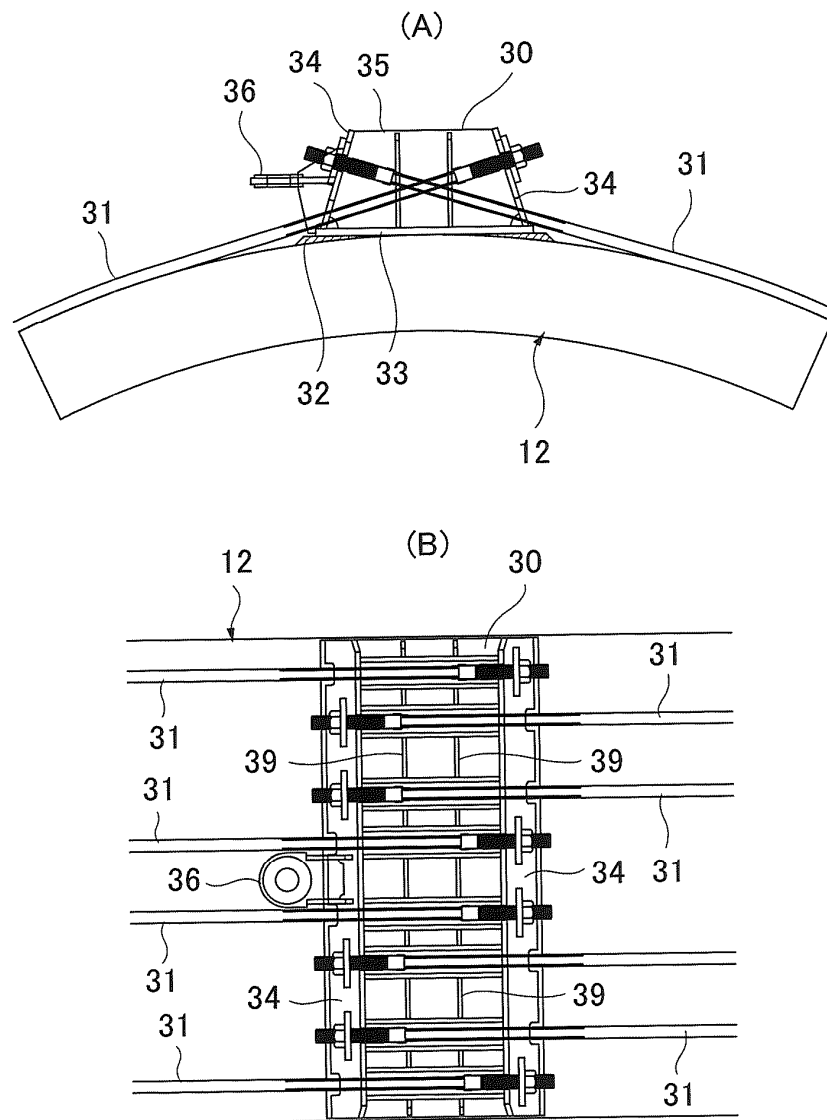
【FIG. 10】

(10)



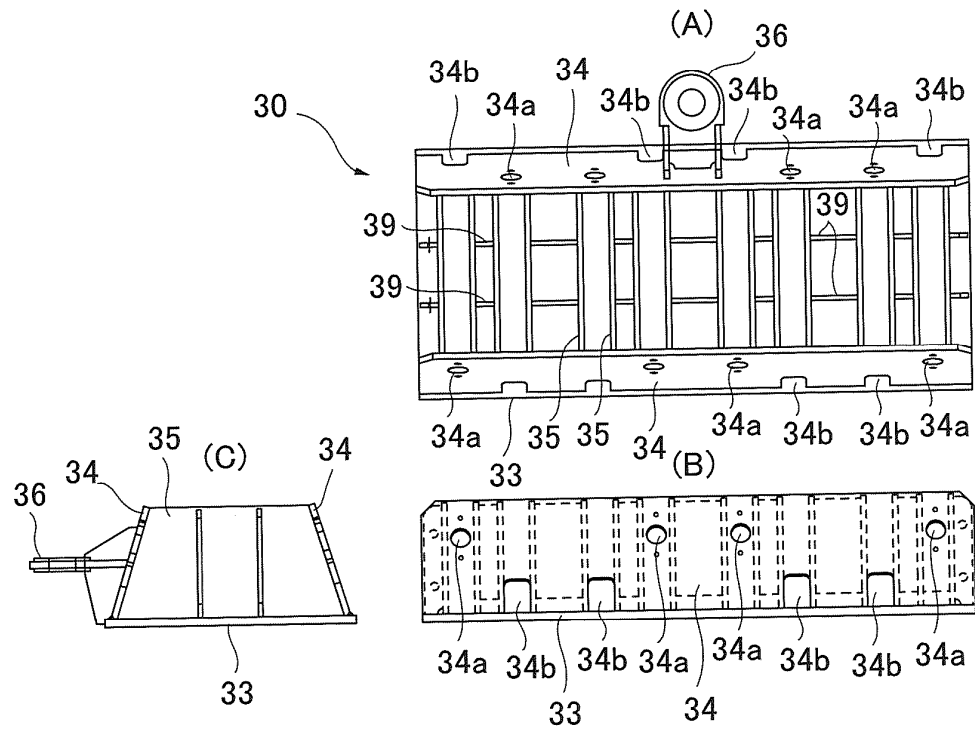
【FIG. 11】

(11)

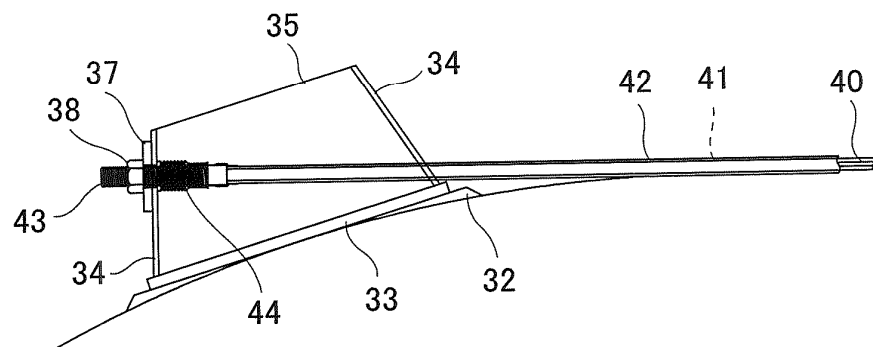


【FIG. 12】

(12)

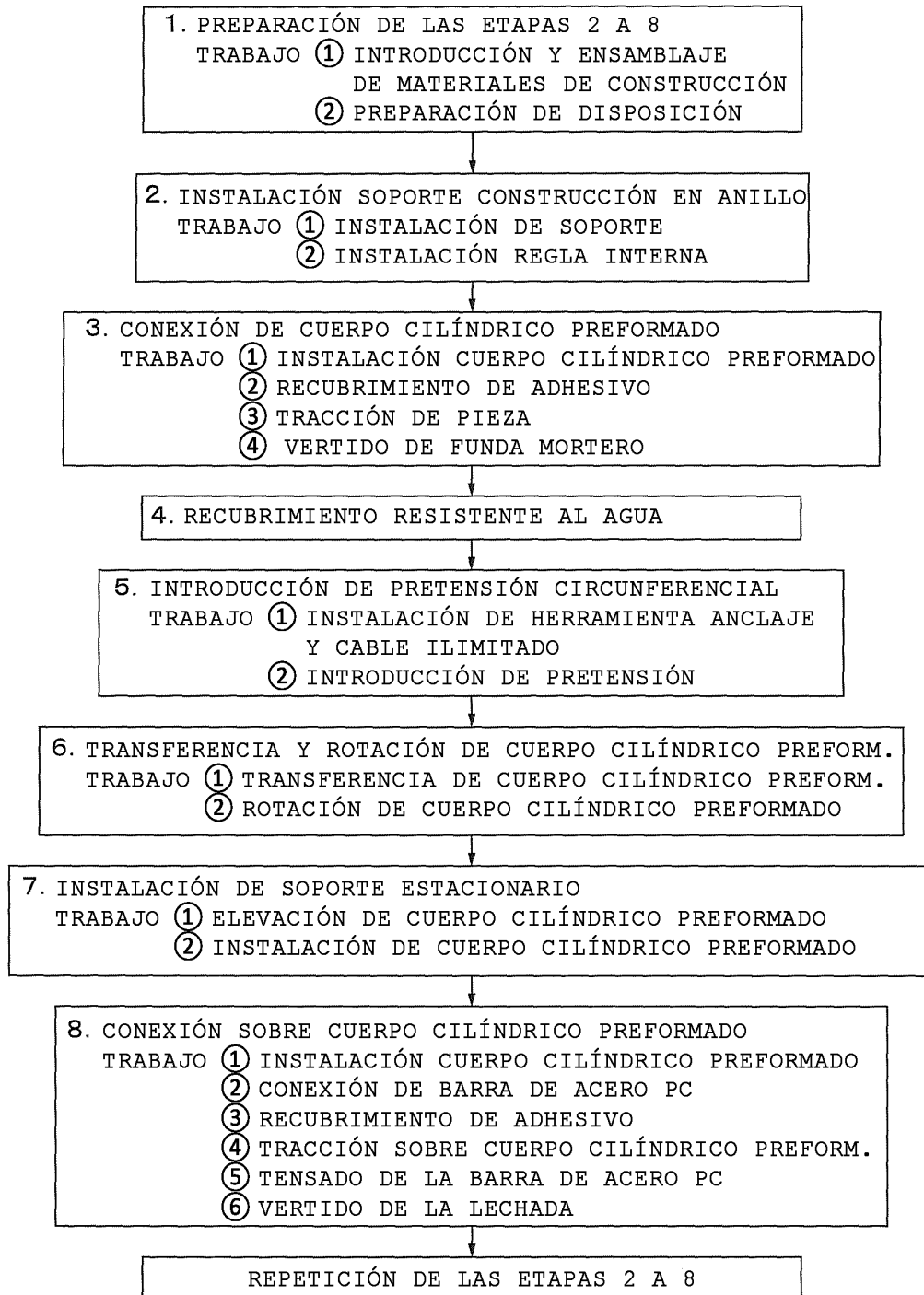


【FIG. 13】



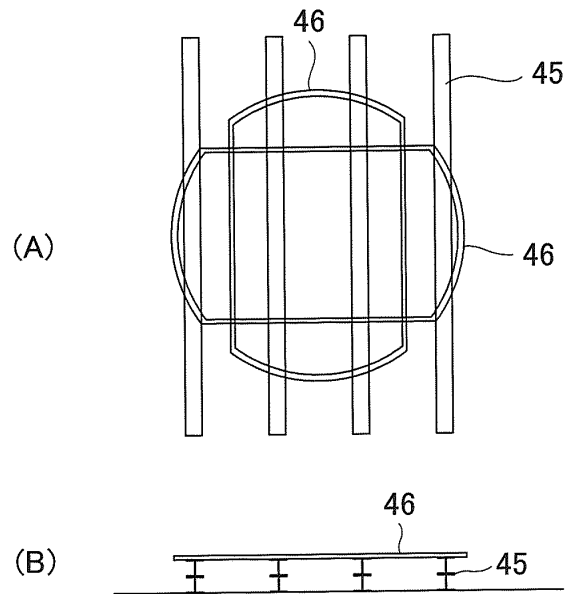
【FIG. 14】

(13)



【FIG. 15】

(14)



【FIG. 16】

