

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 781**

51 Int. Cl.:

E02D 27/32	(2006.01)
E02B 17/02	(2006.01)
E02D 27/42	(2006.01)
E02B 3/06	(2006.01)
E02D 27/52	(2006.01)
E02B 17/00	(2006.01)
E02D 27/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2010 PCT/JP2010/071560**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2011 WO11068152**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2010 E 10834602 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2508677**

54 Título: **Estructura submarina y método de construcción**

30 Prioridad:

02.12.2009 JP 2009274365

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

16.11.2016

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**TAENAKA SHINJI;
KANNO RYOICHI y
OIKAWA YOSHIAKI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 589 781 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estructura submarina y método de construcción

5 La presente invención se refiere a una estructura del lado sumergido tal como una estructura de celosía que es usada para soportar una estructura sobre el agua, un método de construcción de la misma, y un método de diseño y método de renovación de una estructura del lado sumergido.

10 Convencionalmente, una estructura de celosía que es utilizada como una estructura de perforación de petróleo es conocida como un ejemplo representativo de una estructura de entramado submarina que se instala en la base del fondo o lecho marino (por ejemplo en referencia a la Patente JP N° 4066256 y Patente JP N° 3871937). Esta estructura de celosía es constituida desplazando una que consiste en patas, tirantes horizontales y tirantes diagonales de acero, previamente ensamblados en un espacio en tierra, a la ubicación de la instalación, y fijada a la cimentación del fondo marino. De este modo, los trabajos de construcción en el emplazamiento de la construcción se simplifican, y se acorta el período de construcción.

15 En este tipo de estructura de celosía, el armazón, que está constituido de patas y tirantes está generalmente construido con acero, como se describe en la Patente JP N° 4066256 y la Patente JP N° 3871937. Por otra parte, ha sido propuesta una estructura de celosía que tiene patas y riostras horizontales hechas de hormigón armado (estructura de RC) (por ejemplo, en referencia a JP 2004-11130 A).

20 Como una estructura de conexión con pilotes en la estructura de celosía anterior, ha sido adoptada una estructura que inserta uno de una pata y un pilote en el otro, e introduciendo una lechada de cemento en los espacios mutuos en esta parte de inserción, que integra la pata y el pilote. También, una pata y una riostra horizontal con una estructura de RC descrita en JP 2004-11130 A, están conectados con pernos a través de un elemento de junta de acero. Se adopta una estructura de junta que integra la pata y la riostra horizontal rellenando con lechada de cemento o un material similar el interior de este elemento de unión.

25 WO 2005/038146 describe una cimentación marina para aerogeneradores construidos empotrando una sola columna hueca estructuralmente conectada y sellada a un pedestal hueco en un lecho marino mediante el bombeo de agua desde el interior del pedestal.

US 4.902.170 describe un método de inyección para una plataforma en alta mar, en el que una lechada de cemento se introduce de una tubería de lechada superficial en un espacio situado entre una superficie exterior de un pilote y una superficie interior de una pata (31) de la celosía.

30 US 4.273.474 describe una celosía en alta mar que comprende una pluralidad de pilotes principales, en la que una lechada de cemento (G) llena un espacio entre una superficie exterior del pilote y una superficie interior de un manguito principal.

EP 0 277 812 A describe una torre de plataforma articulada retenida por tensión para la producción de petróleo y gas en alta mar, en la que la lechada de cemento o material similar llena los postes de las esquinas.

US 4.968.180 describe una plataforma marina que consta de una torre que soporta una cubierta.

35 GB 1 460 374A describe una estructura marina en alta mar que incluye una columna y tirantes transversales que conectan las columnas, en la que el lastre llena sólo la columna.

US 3.348.382A describe una estructura de plataforma marina que incluye una pata y miembros de tirantes transversales que conectan las patas, en la que el material cementoso llena sólo en la pata.

40 FR 1.168.415A describe una estructura en alta mar en la que un elemento en forma de barra está dispuesto en el elemento en forma de columna y el elemento de tirante, apretando de ese modo la estructura, en la que el hormigón llena completamente el elemento en forma de columna y el elemento de tirante.

45 En el caso de una estructura convencional del lado sumergido, tal como la estructura de celosía típica mencionada anteriormente, el armazón está diseñado para soportar las fuerzas externas procedentes de la estructura superior y las olas, además de la profundidad al fondo del mar. Específicamente, la sección transversal de cada elemento se determina de modo que mejore la resistencia de la sección transversal de los elementos que constituyen el armazón. Por esta razón, es necesario diseñar individualmente cada uno de acuerdo con la condición de carga de la estructura superior y condiciones diversas tales como la profundidad al fondo del mar, y llevar a cabo la fabricación y construcción sobre la base de este diseño resultante. Por esta razón, en una estructura convencional del lado sumergido, es necesario volver a hacer el diseño cada vez que cambian las condiciones diversas, y, dado que la condición de fabricación, tal como la sección transversal del elemento, difiere con cada condición, disminuye la eficiencia de fabricación. Por otra parte, en el caso de un cambio de condición después de la instalación, el trabajo de refuerzo sustancial se hace necesario, de manera que hay un coste de tiempo y dinero en la etapa de diseño y fase de fabricación antes de la instalación. Además, también existe el inconveniente de los costes y problemas de mantenimiento después de la instalación.

50

En particular, a diferencia de una estructura de perforación de petróleo, en el caso de soportar un molino de viento o aeromotor para generación de energía eólica sirviendo como una estructura por encima del agua, el período natural que corresponde a la frecuencia de rotación de las palas, característico del molino de viento, ejerce un efecto significativo sobre la estructura del lado sumergido. De este modo, surge la necesidad de diseñar la estructura del lado sumergido de manera que tenga un período natural adecuado para que el molino de viento y la estructura del lado sumergido no tengan resonancia. Sin embargo, cuando se trata de diseñar el armazón a fin de aumentar la resistencia del armazón, que es requerida debido a las condiciones diversas como se ha indicado anteriormente, y por otra parte con el fin de convertirse en el período natural adecuado, la complicación del diseño aumenta. Acompañando a esta complicación, la sección transversal del elemento también aumenta, dando lugar a la aparición de problemas tales como la adicional disminución de la eficiencia de fabricación.

Por otra parte, además de las condiciones de la estructura sobre el agua, la desviación del límite elástico y la rigidez de los pilotes cambia a medida que se mueve la superficie de la cimentación del fondo marino, debido a cambios ambientales tales como erosión y similares de la cimentación del fondo marino alrededor de los pilotes debido a las corrientes oceánicas y similares. De este modo, el período natural de la estructura del lado sumergido se desplaza a partir del valor de diseño y, como resultado, puede aparecer resonancia entre la estructura del lado sumergido y la estructura por encima del agua, y resonancia entre la estructura del lado sumergido y las olas. Además, después de la instalación, la sustitución de la estructura de encima del agua (por ejemplo, de un molino de viento o similares), en el caso de que haya cambiado ese período natural (por ejemplo, en el caso de que haya cambiado la frecuencia de rotación del molino de viento o similares), incluso si el período natural de la estructura del lado sumergido mantiene el valor de diseño, puede aparecer resonancia entre la estructura del lado sumergido y la estructura de encima del agua, y resonancia entre la estructura del lado sumergido y las olas.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una estructura del lado sumergido que pueda reducir el esfuerzo y el coste requeridos para el diseño y la producción y también mejorar la capacidad de mantenimiento después de la instalación, y un método de construcción.

El problema anterior puede ser resuelto mediante las características definidas en las reivindicaciones.

En la estructura del lado sumergido de acuerdo a la presente invención, un material de relleno llena una porción del primer espacio del primer elemento de soporte de modo que la estructura del lado sumergido adquiera el período natural deseado. De este modo, es posible proporcionar una estructura del lado sumergido que tenga el período natural deseado.

Aquí, como la posición de llenado del material de relleno, se llena una porción del primer elemento de soporte. Por ejemplo, en el caso de alargarse el período natural (acortando la frecuencia natural) de la estructura del lado sumergido, es preferible aportar el peso añadido del material de relleno al lado de la parte superior, es decir, el lado cerca de la superficie del agua. Por el contrario, en el caso de acortarse el período natural (alargando la frecuencia natural) de la estructura del lado sumergido, es preferible aportar la rigidez añadida del material de relleno al lado de la parte inferior, es decir, el lado cerca del fondo del mar. Además, como el material de relleno, no es un material estructural que está restringido a usarse entre un pilote exterior y un pilote interior utilizado en la unión de elementos, tal como una lechada convencional. El material de relleno se usa como peso añadido y rigidez añadida. En consecuencia, la posición de llenado es el primer espacio dentro del primer elemento de soporte, sin estar limitada a las partes de unión de los elementos, por ejemplo, a las posiciones de unión entre los pilotes que son impulsados hacia el fondo marino y cada miembro. Es decir, es posible llenar en una posición en la que el relleno o no relleno del material de relleno es adecuadamente seleccionable, y es posible llenar con material de relleno una parte en la que la contribución al ajuste de la frecuencia (frecuencia de oscilación) es grande.

Además, en relación con la lechada de cemento o similares que se introduce en las partes de unión entre los miembros o la parte de conexión entre un pilote y un miembro, se convierte en peso añadido y rigidez añadida para el primer elemento de soporte, y con ello transmite un efecto al período natural de la estructura del lado sumergido. De este modo, la posición y la cantidad de llenado se fijan de acuerdo con el material de relleno, tal como este tipo de lechada de cemento o similares.

La estructura del lado sumergido de acuerdo a la presente invención es una estructura de celosía que está provista con un primer elemento de soporte y un segundo elemento de soporte, y un material de relleno es cargado en un primer espacio del primer elemento de soporte. Es decir, el material de relleno se introduce en una parte del primer elemento de soporte que constituye el armazón, de manera que la estructura del lado sumergido adquiere el período natural deseado. En consecuencia, la simplificación de la etapa de diseño se consigue mediante el diseño de la resistencia del armazón de acero de acuerdo con una condición predeterminada, y, después del diseño, la posición y la cantidad de llenado del material de relleno se establecen adecuadamente de acuerdo con el período natural de la estructura por encima del agua. De este modo, como es posible ajustar el período natural de la estructura del lado sumergido con el material de relleno sin cambiar la resistencia del armazón, es decir, la sección transversal de los elementos, es posible evitar la resonancia entre la estructura del lado sumergido y la estructura por encima del agua, y es posible realizar un diseño económico mejorando la eficiencia de la etapa de diseño de la estructura del lado sumergido. Además, debido a la simplificación de la etapa de diseño de la estructura del lado sumergido, también es posible mejorar la eficiencia de fabricación mediante la eliminación de los efectos adversos que se ejercen sobre la

- etapa de fabricación, tales como la normalización de los primer y segundo elementos de soporte que constituyen el armazón conseguido, y omitiendo el refuerzo excesivo de los primer y segundo elementos de soporte. Además, es posible ajustar el período natural de una estructura del lado sumergido con sólo introducir el material de relleno en una parte del armazón, en respuesta a cambios medioambientales tales como la erosión de la cimentación en el fondo del mar durante el servicio tras la instalación de la estructura del lado sumergido en el fondo del mar, y cambios en el período natural durante la sustitución de la estructura por encima del agua. Como resultado, es posible evitar la resonancia entre la estructura del lado sumergido y la estructura por encima del agua o las olas. Además, como no es necesario realizar refuerzo significativo en el propio armazón, es posible mantener bajo el tiempo y el esfuerzo, así como los costes de mantenimiento.
- De acuerdo con la estructura del lado sumergido de la presente invención, ya que el material de relleno llena no sólo el primer espacio, sino también el segundo espacio, es posible ajustar con precisión el período natural de la estructura del lado sumergido.
- La estructura del lado sumergido de la presente invención es efectiva también para una estructura tri-pilote (trípode) que esté provista con un segundo elemento de soporte que acople la estructura por encima del agua y el primer elemento de soporte, o una estructura tri-pilote (trípode) que esté provista de un segundo elemento de soporte que acople el primer elemento de soporte y otro elemento que esté dispuesto en el fondo del mar (por ejemplo, un pilote).
- En estas estructuras, el material de relleno se introduce en el primer espacio para que la estructura del lado sumergido adopte el período natural deseado. De este modo, como se ha indicado anteriormente, es posible evitar la resonancia entre la estructura del lado sumergido y la estructura por encima del agua sin cambiar la resistencia del armazón, esto es, la sección transversal de los elementos, y es posible realizar un diseño económico mejorando la eficiencia de la etapa de diseño de la estructura del lado sumergido.
- De acuerdo a la estructura del lado sumergido de la presente invención, el material de relleno se introduce en el primer y en el segundo espacios. Es decir, ya que el material de relleno no sólo llena el primer espacio, sino también el segundo espacio, es posible ajustar con precisión el período natural de la estructura del lado sumergido.
- De acuerdo con la estructura del lado sumergido de la presente invención, llenando con material de relleno un elemento de acero con una sección transversal cerrada (por ejemplo, un tubo de acero), es posible introducir de una manera fiable el material de relleno, incluso sin la instalación de prevención de fugas tales como encofrado o similares, y es posible mejorar la trabajabilidad de la obra de llenado. También, en el caso de ser un elemento de acero con una sección transversal cerrada, es posible introducir el material de relleno de manera relativamente fácil y de una manera densa, y es posible elevar la unidad del tubo de acero y el material de relleno. De este modo, es posible demostrar de manera fiable la mayor rigidez de la estructura del lado sumergido después del llenado.
- De acuerdo con la estructura del lado sumergido de la presente invención, es posible ajustar adecuadamente el peso añadido y la rigidez añadida que se requieren garantizando la adecuación de llenado mediante la selección de un material de relleno adecuado de acuerdo con la estructura de armazón de la estructura del lado sumergido y la forma de sección transversal de cada elemento. De este modo, es posible conseguir un diseño mucho más económico y una mayor eficiencia.
- De acuerdo con la estructura del lado sumergido de la presente invención, un gran molino de viento o similar para la generación eléctrica puede servir como un ejemplo de una estructura por encima del agua que incluye un cuerpo rotatorio. En el caso de soportar este molino de viento mediante la estructura del lado sumergido, cuando el período de rotación del cuerpo rotatorio y el período natural de la estructura del lado sumergido se igualan, surge la probabilidad de que resuenen mutuamente.
- Por el contrario, en la estructura del lado sumergido de acuerdo con un aspecto de la presente invención, llenando con un material de relleno al menos el primer espacio del primer elemento de soporte entre el primer elemento de soporte y el segundo elemento de soporte, el peso y la rigidez les son añadidos. Es decir, puesto que se añade el material de relleno de forma que la estructura del lado sumergido adopta el período natural deseado, es posible evitar la resonancia entre la estructura del lado sumergido y el cuerpo rotatorio.
- De acuerdo con el método de construcción de una estructura del lado sumergido de la presente invención, antes de instalar la estructura del lado sumergido, introduciendo un material de relleno en el estado del armazón que ha sido montado en por ejemplo un espacio (en tierra), la trabajabilidad de la obra de llenado mejora, y es posible mejorar la adecuación de llenado de cada elemento. Además, es posible hacer la longitud del tubo para el llenado más corta que en el caso de llenar con el material de relleno después de la instalación de la estructura del lado sumergido en el fondo del mar.
- De acuerdo con la estructura del lado sumergido de un aspecto de la presente invención como se mencionó anteriormente y el método de construcción de la misma, no hay necesidad de llevar a cabo cambios significativos de diseño o refuerzo en el primer elemento de soporte y el segundo elemento de soporte que constituyen el armazón de la estructura del lado sumergido. De este modo, es posible realizar un diseño económico mejorando la eficiencia de la etapa de diseño, y es posible mejorar la eficiencia de fabricación de los primer y segundo elementos de soporte y

- 5 cada elemento de la misma. En consecuencia, mediante el diseño de una estructura del lado sumergido en la que los elementos y el armazón están normalizados con base en condiciones predeterminadas, y la aportación de peso añadido y rigidez añadida introduciendo el material de relleno en una posición adecuada de esta estructura del lado sumergido, es posible acomodar fácilmente condiciones tales como el período natural de la estructura por encima del agua. De este modo, consiguiendo la normalización de una estructura del lado sumergido que sea adecuada para la producción a gran escala, es posible lograr nuevas mejoras en la eficiencia de fabricación para la producción a gran escala. Por otra parte, puesto que es posible ajustar el período natural de una estructura del lado sumergido para responder fácilmente a cambios medioambientales durante el servicio o sustitución de la estructura por encima del agua, es posible llevar a cabo la renovación con una buena eficiencia.
- 10 La invención se describe en detalle en relación con los dibujos, en los cuales:
- FIG 1 es una vista lateral que muestra una instalación de generación de energía eólica utilizando la estructura del lado sumergido de acuerdo con la primera realización de la presente invención,
- FIG 2 es una vista ampliada de la misma estructura del lado sumergido,
- 15 FIG 3 es una vista ampliada de la estructura del lado sumergido de acuerdo con la segunda realización de la presente invención,
- FIG 4 es un gráfico que muestra el período de diseño de la misma estructura del lado sumergido,
- FIG 5 es una vista lateral que muestra otro ejemplo estructural de una instalación de generación de energía eólica utilizando una estructura del lado sumergido,
- 20 FIG 6 es una vista lateral que muestra otro ejemplo estructural de una instalación de generación de energía eólica utilizando una estructura del lado sumergido, y
- FIG 7 es una vista lateral que muestra otro ejemplo estructural de una instalación de generación de energía eólica utilizando una estructura del lado sumergido.
- A continuación se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.
- 25 Una instalación de generación de energía eólica 1 está establecida en el mar en una zona costera marina, o en un lago de una zona interior plana. La instalación de generación de energía eólica 1, como se muestra en la FIG 1, está provista con un molino de viento o aeromotor 2 que actúa como una estructura por encima del agua que está dispuesta sobre la superficie del agua S, una celosía 3 como una estructura del lado sumergido que sostiene este molino de viento 2, y una pluralidad de pilotes 4 que fijan esta celosía 3 al fondo del mar G. Además, equipamiento de generación de energía, no mostrado, está dispuesto en el molino de viento 2 y en la parte superior de la celosía 3, y está constituido para ser capaz de enviar la energía eléctrica, que es generada en la instalación de generación de energía eólica 1, a instalaciones de subestaciones y similares.
- 30 El molino de viento 2 está provisto de una base 21 que está fijada a la parte superior de la celosía 3, una columna de soporte 22 que se extiende hacia arriba desde esta base 21, una parte de soporte rotatorio 23 que está fijada al extremo superior de la columna de soporte 22, y un cuerpo rotatorio 24 que está rotativamente soportado por la parte de soporte rotatorio 23. El cuerpo rotatorio 24 tiene una parte de soporte axial 25 que está soportada por la parte de soporte rotatorio 23, y un conjunto (por ejemplo, 3) de palas 26 que están fijadas a esta parte de soporte axial 25 y se extienden en la dirección radial. El cuerpo rotatorio 24 rota al recibir las palas 26 el viento, mediante lo cual la electricidad es generada por el equipamiento de generación de energía que recibe esta energía de rotación.
- 35 La celosía 3 está formada provista de un armazón 31 hecho de acero, una plataforma 32 que está dispuesta sobre este armazón 31 por encima de la superficie del agua S para sostener el molino de viento 2, y partes de conexión 33 que están dispuestas en la parte inferior del armazón 31 y conectados a los pilotes 4. El armazón 31 está constituido por un conjunto de patas (primeros elementos de sujeción) 34 que sirven como elementos principales, y tirantes horizontales (segundos elementos de sujeción) 35 y tirantes diagonales (segundos elementos de sujeción) 36 que sirven como sub-elementos.
- 40 Cada pata 34 se extiende desde el fondo del mar G más allá de la superficie del agua S por encima del agua. Además, los tirantes horizontales 35 y los tirantes diagonales 36 acoplan el conjunto de patas 34, y están instalados para arriostrar a través de las patas adyacentes 34.
- 45 Las patas 34, los tirantes horizontales 35 y los tirantes diagonales 36 están constituidos por tubos de acero que tienen una sección transversal circular cerrada, y están acoplados por conexiones de soldadura. Cada parte de conexión 33 está constituida por un tubo de acero que está acoplado a través de brazos al extremo inferior de la pata 34, y está fijado mediante una lechada de cemento adecuada con el pilote 4 que está insertado dentro de este tubo de acero.
- 50 Cada pilote 4 está constituido respectivamente por un tubo de acero cilíndrico, que está insertado a una profundidad adecuada de la base del fondo marino, y una cabeza 4a de pilote que sobresale desde el fondo del mar G en una

altura adecuada está fijada a la parte de conexión 33 de la celosía 3. Estos pilotes 4, en situación de ser introducidos en la base del fondo marino por adelantado, antes de la instalación de la celosía 3, pueden ser fijados mediante su inserción en las partes de conexión 33 de la celosía 3 que se transportan desde arriba. Además, los pilotes 4, en situación de ser insertados en un estado prefijado en las partes de conexión 33 de la celosía 3, pueden ser transportados con la celosía 3 y fijados a la parte de conexión 33 con lechada de cemento después de haber sido introducidas en la base del fondo marino.

En la celosía 3A de la primera realización, como se muestra en la FIG. 2, se introduce hormigón C como un material de relleno en la parte inferior del armazón 31, es decir, en un primer espacio 34a de la pata 34 situado en el fondo del mar G, y algo de un segundo espacio 35a en el tirante horizontal 35, y un segundo espacio 36a en el tirante diagonal 36.

Además, en la celosía 3B de la segunda realización, como se muestra en la FIG. 3, se introduce hormigón C como un material de relleno en la parte superior del armazón 31, es decir, en una parte de un primer espacio 34a de la pata 34 situada en la superficie del agua S, algo de un segundo espacio 36a del tirante diagonal 36, y el interior 32a de la plataforma 32. Aquí, llenando de hormigón C sólo el primer espacio 34a de la pata 34 y el segundo espacio 36a del tirante diagonal 36, en el caso de suponer el período natural deseado, no hay necesidad de llenar con hormigón C el interior 32a de la plataforma 32.

Primero, en la celosía 3A de la primera realización, el hormigón C se introduce en la sección más baja de los tirantes horizontales 35B, la sección más baja de los tirantes diagonales 36B, y el lado del fondo del mar G (extremo inferior) de las patas 34. Aquí, el lado del fondo del mar G de las patas 34 se refiere al intervalo desde la parte del extremo inferior 34b de las patas 34 hasta la parte de conexión 34c de las patas 34 en la que los tirantes diagonales 36B y las patas 34 están acoplados.

Además, el hormigón C no llena el armazón 31 situado sobre los segundos tirantes horizontales 35 desde el fondo, y las partes de conexión 33. Como resultado de que el hormigón C llene la parte inferior del armazón 31 (lado del fondo del mar G) de la celosía 3A de la primera realización, el peso y la rigidez de la parte inferior se incrementan en comparación con el caso de llenar de hormigón C la parte superior (superficie del agua S). Es decir, se aportan peso añadido y rigidez añadida. En particular, debido a la influencia de la rigidez añadida que se aporta, comparada con el período natural T_{s0} del armazón 31 en el caso de no llenarse con el hormigón C, el período natural T_{s1} del armazón 31A, en el que el hormigón C llena la parte inferior, resulta más corto ($T_{s1} < T_{s0}$), esto es, el período se hace más corto.

En la estructura en la que la altura de la celosía 3A es alrededor de 40 m, la Tabla 1 muestra un ejemplo del cambio en la frecuencia (período) cuando el hormigón C llena sólo una parte del primer espacio 34a de las patas 34 situado en el fondo del mar G. El ratio de longitud se refiere al ratio del intervalo de llenado del hormigón C con respecto a la longitud total de la pata 34. Es decir, en el caso de que el hormigón C llenara toda la longitud de la celosía 3A, el ratio de longitud sería 1.

El ratio de frecuencia es el ratio de la frecuencia de la celosía 3A que corresponde a la cantidad de llenado de hormigón C, con respecto a la frecuencia cuando el hormigón C no llena la celosía 3A. Además, la cantidad de llenado desde el fondo de la celosía 3A aumenta en el orden de Caso 1, 2, 3, 4, 5.

Tabla 1

	Sin llenar	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4 (Completamente lleno)
Ratio de longitud	0.0	0.29	0.42	0.51	1.0
Ratio de frecuencia	1.0	1.060	1.063	1.070	0.880

En los casos 1 a 3 de la celosía 3A de la primera realización, mostrados en la Tabla 1, se confirma que la frecuencia natural se hace más larga en un poco más de 10% del período natural (el período natural se hace más corto), sin cambiar la estructura del armazón de la celosía 3A. El ratio de cambio de este período natural está fuertemente influenciado por la rigidez de la estructura previa al llenado, y en el caso de que la rigidez de la estructura previa al llenado sea baja, es posible obtener un efecto más pronunciado.

Por otra parte, en el Caso 4 en el que el hormigón C llena toda la celosía 3A, la frecuencia natural se hace más corta (el período natural se hace más largo). A partir de este resultado, es preferible que el intervalo de llenado del hormigón C llene una parte de la celosía 3A. Es decir, en el caso de hacer el período natural de la celosía 3 más corto, es preferible concentrarlo en la parte inferior, como se muestra en la FIG 2.

Además, como el ratio de longitud desde la parte inferior supera el 50% y se convierte en 100%, hay una tendencia a que la frecuencia natural se haga más corta. Por esta razón, en el caso de alargamiento de la frecuencia natural, es deseable hacer el ratio de longitud desde la parte superior 50% o menos o 60% o menos. Sin embargo, el ratio de

longitud mínimo a menudo depende de la longitud de la pata entre las partes nodulares de punto 31a, 31b, 31c en las que los tirantes horizontales 35 se interceptan con las patas 34, es decir, la longitud entre la parte nodular de punto 31a y la parte nodular de punto 31b, y la longitud entre la parte nodular de punto 31b y la parte nodular de punto 31c, y, con el fin de suprimir la compresión axial y la deformación de flexión de las patas, es necesario llenar una longitud de pata de una porción de capa.

Por otra parte, en la celosía 3B de la segunda realización mostrada en la FIG. 3, el hormigón C llena los tirantes diagonales 36T de la sección más alta, el lado (lado del extremo superior) de la superficie del agua S de las patas 34, y en el interior 32a de la plataforma 32. Aquí, el lado de la superficie del agua S de las patas 34 indica específicamente el intervalo desde la parte del extremo superior 34d de las patas 34 a la parte de conexión 34e de las patas 34 en la que los tirantes diagonales 36T y las patas 34 están acoplados.

Además, el hormigón C no llena el armazón 31 situado debajo del tirante horizontal 35 de la primera etapa desde la parte superior, y las partes de conexión 33. Con el relleno del hormigón C en la parte superior (lado de la superficie del agua S) del armazón 31 de la celosía 3B de la segunda realización, el peso y la rigidez de la parte superior se incrementan, comparados con el caso de llenado con hormigón C en la parte inferior (lado del fondo del mar G). Es decir, se aportan peso y rigidez añadidos. En concreto, debido a la influencia producida por el peso añadido, en comparación con el período natural T_{s0} del armazón 31 en el caso de no llenar con hormigón C, el período natural T_{s2} del armazón 31B, en el que el hormigón C llena la parte superior, se hace más largo ($T_{s2} > T_{s0}$), es decir, el período es más largo.

En la estructura en la que la altura de la celosía 3B es alrededor de 40 m, la Tabla 2 muestra un ejemplo de los cambios en la frecuencia (período) cuando el hormigón C llena sólo el lado de la superficie del agua S (parte del extremo superior) de las patas. El ratio de longitud se refiere al intervalo de llenado de hormigón C con respecto a la longitud total de la pata 34. Es decir, en el caso de que el hormigón C llenara toda la longitud de la celosía 3B, el ratio de longitud sería 1.

El ratio de frecuencia es el ratio de la frecuencia de la celosía 3B que corresponde a la cantidad de llenado de hormigón C, con respecto a la frecuencia cuando el hormigón C no llena la celosía 3A. Además, la cantidad de llenado desde la parte superior de la celosía 3A aumenta en el orden de Caso 1, 2, 3, 4, 5.

Tabla 2

	Sin llenar	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4 (Completamente lleno)
Ratio de longitud	0.0	0.33	0.42	0.54	1.0
Ratio de frecuencia	1.0	0.820	0.865	0.820	0.880

En los casos 1 a 3 de la celosía 3B de la segunda realización, mostrados en la Tabla 2, se confirma que la frecuencia natural se hace más corta en un poco menos del 20% del período natural (el período natural se hace más largo), sin cambiar la estructura del armazón de la celosía 3B. El ratio de cambio de este período natural está fuertemente influenciado por la rigidez de la estructura previa al llenado, y en el caso de que la rigidez de la estructura previa al llenado sea baja, es posible obtener un efecto más pronunciado.

Por otra parte, en el Caso 4, en el que el hormigón C llena toda la celosía 3B, el ratio de cambio del período natural de la misma es bajo. De este resultado, es preferible que el intervalo de llenado del hormigón C llene una parte de la celosía 3B. Es decir, en el caso de hacer el período natural de la celosía 3 más largo, es preferible concentrarlo en la parte superior, como se muestra en la FIG 3.

Además, como el ratio de longitud desde la parte superior supera el 50% y se convierte en 100%, hay una tendencia a que la frecuencia natural resulte más larga. Por esta razón, en el caso de acortamiento de la frecuencia natural, es deseable hacer el ratio de longitud desde la parte superior 50% o menos o 60% o menos. Sin embargo, el ratio de longitud mínimo a menudo depende de la longitud de la pata entre las partes nodulares de punto 31a, 31b, 31c en las que los tirantes horizontales 35 se interceptan con las patas 34, es decir, la longitud entre la parte nodular de punto 31a y la parte nodular de punto 31b, y la longitud entre la parte nodular de punto 31b y la parte nodular de punto 31c, y es necesario llenar la longitud de una pata de una porción de capa.

Aunque el ejemplo de cambio de la frecuencia (período) de la celosía 3A de la primera realización y de la celosía 3B de la segunda realización no es tan grande, ya que la cantidad de cambio de la frecuencia es de 6% a 15%, puesto que el objetivo de ajustar el período natural en la estructura del lado sumergido es eliminar el dominio de resonancia de modo que no resuene con el área de frecuencia debido a la frecuencia del molino de viento, que es la estructura superior, incluso en la cantidad de cambio de la frecuencia descrita anteriormente, es posible alcanzar el objetivo predeterminado. También, en el caso de incrementar la cantidad de cambio, es preferible llenar con hormigón C una parte de los tirantes diagonales 36B ó 36T.

Además, como el cambio de la frecuencia en una estructura no rellena con hormigón, en el caso de que la altura de la estructura del lado sumergido cambie en 10 m, es aproximadamente de 10%, en el caso de cambio de la profundidad del agua por diseño en aproximadamente 5 m, o en el caso de cambio de la profundidad del agua en aproximadamente 5 m debido a la erosión, incluso en el intervalo de llenado de hormigón precedente, dado que el ajuste del período natural es posible, el método de llenado con hormigón de la presente invención tiene un efecto suficiente en la práctica.

A continuación se describirá el método de diseño de las celosías 3A y 3B de la primera y la segunda realizaciones mencionadas anteriormente.

Los períodos naturales T_{s1} , T_{s2} de los armazones 31A y 31B se ajustan para entrar en una región que no se solapa con ningún período máximo T_{w0} del espectro S_{w0} de las olas en un océano o un lago, ni con la región del período natural T_r del cuerpo rotatorio 24 del molino de viento 2, ni además la región del período natural T_b correspondiente a la rotación de las palas 26, o entrar en la región del período de diseño (período objetivo) T_{st} en la que el solapamiento llega a ser mínimo, como se muestra en la FIG. 4. Es decir, entre el primer espacio 34a de la pata 34, el segundo espacio 35a del tirante horizontal 35, y el segundo espacio 36a del tirante diagonal 36, la posición de llenado y la cantidad de llenado del hormigón C, que llena al menos una parte del primer espacio 34a de la pata 34, se calcula para que los períodos naturales T_{s1} , T_{s2} entren en la región T_{st} del período de diseño. Entonces, el hormigón de la cantidad de relleno calculada se introduce hasta la posición de relleno calculada.

Concretamente, en el caso del período natural T_{s0} del armazón 31 en el caso de no llenar con hormigón C hasta cerca del período máximo T_{w0} de las olas o de la región del período natural T_r del cuerpo rotatorio 24, llenando con hormigón C la parte superior del armazón 31B como en la celosía 3B de la segunda realización mostrada en la FIG. 3, se alarga el período.

Inversamente, en el caso de que el período natural T_{s0} entre en la región T_b del período natural correspondiente a la rotación de las palas 26, el hormigón C llene la parte inferior del armazón 31A, a la manera de la celosía 3A de la primera realización mostrada en la FIG. 2, se acorta el período.

A continuación se describirá el método de construcción de la celosía 3 diseñada como se ha descrito anteriormente (la celosía 3A de la primera realización y la celosía 3B de la segunda realización).

En primer lugar se describirá el método de construcción (procedimiento de instalación) de la primera celosía 3. En este método de construcción, primero, el armazón 31 se fabrica ensamblando las patas 34, los tirantes horizontales 35, y los tirantes diagonales 36, en un espacio de ensamblaje en una porción costera o en tierra, no mostrado. La celosía 3 se forma fijando la plataforma 32 y las partes de conexión 33 a este armazón 31. A continuación, basándose en el resultado de diseño antes mencionado (la cantidad de llenado y la posición de llenado calculadas del hormigón C), se introduce el hormigón C en la parte superior o en la parte inferior del armazón 31 en un espacio de ensamblaje (etapa de llenado). Cuando la celosía 3A de la primera realización o la celosía 3B de la segunda realización se ha fabricado llenando con hormigón C de esta manera, se transporta a la ubicación de instalación mediante un medio de transporte como una barcaza o similar. Seguidamente, en la ubicación de instalación, la instalación de la celosía 3 se completa fijándola al fondo del mar G mediante el método de fijación con los pilotes 4 antes mencionados (etapa de instalación), a continuación mediante la fijación del molino de viento 2, que se transporta por separado, a la plataforma 32, se completa la instalación de generación de energía eólica 1.

En este método de construcción, la trabajabilidad de la operación de llenado mejora, y es posible mejorar la característica de llenado en cada miembro y, además, es posible hacer la longitud de la tubería de llenado más corta que en el caso de llenar con hormigón C después de instalar las celosías 3A, 3B en el fondo del mar G.

Seguidamente se describirá el método de construcción (procedimiento de instalación) de la segunda celosía 3. Primero se fabrica el armazón 31 ensamblando las patas 34, los tirantes horizontales 35, y los tirantes diagonales 36, en un espacio de ensamblaje. La celosía 3 se forma fijando la plataforma 32 y las partes de conexión 33 a este armazón 31. En este momento, la tubería para transportar hormigón se fija a una posición predeterminada de la celosía 3. A continuación, la celosía 3 se transporta a la ubicación de instalación mediante una barcaza o similar y, en la ubicación de instalación, la celosía 3 se fija al fondo del mar G mediante un método de fijación con los pilotes 4 antes mencionados (etapa de instalación). Después de fijar la celosía 3 al fondo del mar G, basándose en el resultado de diseño antes mencionado (la cantidad de llenado y la posición de llenado calculadas del hormigón C), el hormigón C se bombea mediante una bomba de presión a través de la tubería a la parte superior o la parte inferior del armazón 31 para llenarlo (etapa de llenado). Cuando la celosía 3A de la primera realización o la celosía 3B de la segunda realización se han fabricado llenadas con el hormigón C de esta manera, entonces fijando el molino de viento 2, que ha sido transportado por separado, a la plataforma 32, se completa la instalación de generación de energía eólica 1. Obsérvese que el llenado de hormigón C en el armazón 31 se puede realizar después de la fijación del molino de viento 2. En este caso, se mide el período natural del cuerpo rotatorio 24 o de las palas 26 del molino de viento 2 que ha sido fijado, y la región T_{st} del período de diseño se corrige utilizando este valor de medición. Basándose en esta región T_{st} del período de diseño corregida, se fijan de nuevo la cantidad de llenado y la posición de llenado de hormigón C relleno, y entonces el hormigón C puede ser introducido en el armazón 31.

En este método de construcción, es posible aligerar el peso cuando se transportan las celosías 3A y 3B a la ubicación de instalación, y es posible mejorar la eficiencia de transporte.

De acuerdo a la realización dada anteriormente, es posible obtener los siguientes efectos.

5 Es decir, llenando de hormigón C la parte superior o la parte inferior del armazón 31, es posible ajustar fácilmente los períodos naturales T_{s1} , T_{s2} de la celosía 3. En consecuencia, es posible escalonar los períodos naturales de las olas, del cuerpo rotatorio 24, de las palas 26, y los períodos naturales T_{s1} , T_{s2} de la celosía 3 sin cambiar las dimensiones de la sección transversal de la pata 34, del tirante horizontal 35 y del tirante diagonal 36, que se determinan en base al diseño de resistencia del armazón 31. De este modo, es posible prevenir la resonancia del cuerpo rotatorio 24, de las palas 26 y de la celosía 3. En consecuencia, es posible simplificar la etapa de diseño de la celosía 3, y es posible realizar un diseño económico. Además, debido a la simplificación de la etapa de diseño, se consigue la estandarización de elementos tales como las patas 34 que constituyen el armazón 31, y el refuerzo excesivo del armazón 31 puede omitirse, y eliminando los efectos adversos en la etapa de fabricación, también es posible mejorar la eficiencia de fabricación.

15 Obsérvese que la presente invención no se limita sólo a las presentes realizaciones, e incluye otras constituciones que pueden alcanzar el objeto de la presente invención. La instalación 1 de generación de energía eólica utilizando la celosía 3 fue mostrada como un ejemplo de una estructura del lado sumergido en las siguientes FIG. 5, FIG. 6 y FIG. 7, que están fuera del alcance de la invención.

20 En la FIG. 5, la estructura 3C del lado sumergido es una estructura de trípode provista de una parte de extensión de columna de soporte (primer elemento de soporte) 22A y una base en forma de caballete (segundo elemento de soporte) 21A.

La base 21A está acoplada con los cabezales de pilote de tres pilotes 4 que están dispuestos en el fondo del mar G y la parte de extensión de columna de soporte 22A. La parte de extensión de columna de soporte 22A es continua con la columna de soporte 22 del molino de viento 2, y está acoplada con la base 21A al ser extendida hasta las proximidades del fondo del mar G.

25 En esta estructura 3C del lado sumergido, como un ejemplo, el hormigón C llena la base 21A y una parte de la parte de extensión de la columna de soporte 22A en el lado del fondo del mar G.

30 En la FIG. 6, la estructura 3D del lado sumergido está constituida por partes de extensión de pilote 38 que son continuas con los tres pilotes 4 y se extienden hasta por encima del agua. Es una estructura de tres pilotes en la que la parte del extremo superior de cada una de estas partes de extensión de pilote (primeros elementos de soporte) 38 y el molino de viento (estructura por encima del agua) 2 están acoplados por una base de tres brazos (segundo elemento de soporte) 21B. En la estructura 3D del lado sumergido, como un ejemplo, el hormigón C llena una parte de las partes de extensión de pilote 38 en el lado del fondo del mar G. Aunque la posición de llenado del hormigón C no está limitada, se prefiere llenar con más hormigón las partes de extensión de pilote 38 bajo el agua, en las que la contribución al ajuste de la frecuencia natural es grande, que llenar de hormigón C las partes de extensión de pilote 38 en el fondo del mar G. También, en el caso de alargamiento del período natural de la estructura 3D del lado sumergido, el hormigón C llena la base 21B y en el lado de la superficie del agua S de las partes de extensión de pilote 38. Por lo tanto, es posible proporcionar una estructura del lado sumergido que tenga el período natural deseado.

40 En las estructuras 3C, 3D del lado sumergido, como se han descrito anteriormente, debido a que el hormigón C se ha introducido como un material de relleno en el interior de la base 21A y en la parte de extensión de columna de soporte 22A, aporta peso añadido y rigidez añadida a las partes de extensión de tubo 38, es posible ajustar el período natural de las estructuras 3C, 3D del lado sumergido.

45 En la FIG. 7, la estructura 3E del lado sumergido es una estructura de un solo pilote que está provista de un pilote de tubo de acero (primer elemento de soporte) 41, hecho de acero, que se extiende desde el fondo del mar G hasta por encima de la superficie del agua S, y tiene un primer espacio 41a en el interior. En esta constitución, la columna de soporte 22 y el pilote 41 de tubo de acero están unidos por una parte de junta de lechada 42. El hormigón (material de relleno) C se introduce en una parte del primer espacio 41a del pilote 41 de tubo de acero, y en la FIG. 7, el hormigón C se introduce desde el fondo del mar G hasta la zona media del pilote 41 de tubo de acero. La posición de llenado del hormigón C no está limitada, pero se prefiere llenar más con hormigón C el pilote 41 de tubo de acero que está bajo el agua, donde la contribución al ajuste de la frecuencia natural es grande, que llenar con hormigón C el pilote 41 de tubo de acero en el fondo del mar G.

55 También, como se muestra en la FIG. 7, el método de diseño de la estructura mono-pilote calcula la posición de llenado y la cantidad de llenado del hormigón C para llenar una parte del primer espacio 41a del pilote 41 de tubo de acero de manera que el período natural de la estructura 3E del lado sumergido entra en la región T_{st} del período natural, del mismo modo que la estructura de celosía descrita anteriormente. Entonces, puesto que el material de relleno de la cantidad de llenado calculada se introduce hasta la posición calculada, es posible escalonar los períodos naturales de las olas, del cuerpo rotatorio 24, de las palas 26 y el período natural de la estructura 3E del

lado sumergido, sin cambiar las dimensiones de sección transversal del pilote 41 de tubo de acero. Por lo tanto, es posible evitar resonancias del cuerpo rotatorio 24, de las palas 26 y de la estructura 3E del lado sumergido.

5 Además, como un método de construcción de la primera estructura 3E del lado sumergido, el hormigón C se introduce en el primer espacio 41a del pilote 41 de tubo de acero (etapa de llenado), y entonces la estructura 3E del lado sumergido se instala en el fondo del mar G (etapa de instalación). Además, como el método de construcción de la segunda estructura 3E del lado sumergido, la estructura 3E del lado sumergido se instala en el fondo del mar G (etapa de instalación), y entonces el hormigón C se introduce en el primer espacio 41a del pilote 41 de tubo de acero (etapa de llenado). En la estructura mono-pilote, es posible utilizar los métodos de construcción de la primera y segunda estructuras del lado sumergido, y es posible obtener el mismo efecto que la estructura de celosía.

10 Además, las realizaciones anteriores ilustran el ejemplo de la instalación de generación de energía eólica 1 que está provista con el molino de viento 2 sirviendo como estructura superior, pero no están limitadas a soportar el molino de viento 2, y pueden ser utilizadas como una estructura para extracción de petróleo, o pueden ser utilizadas como una instalación de puerto, tal como un muelle o una isla artificial. Además, como la instalación de generación de energía eólica 1, no se limita a una constitución que soporta un solo molino de viento 2 mediante una única celosía 3, como en la realizaciones anteriores, y pueden ser constituidas para soportar una pluralidad de molinos de viento 2 con una única celosía 3, y puede soportar un único molino de viento 2 con una pluralidad de celosías 3. Incluso en el caso de cambios diversos de la combinación de la celosía 3 y el molino de viento 2 de esta manera, llenando con material de relleno sólo el almacén 31 como en las realizaciones, es posible ajustar fácilmente el período natural de los mismos. Por lo tanto, es posible prevenir eficazmente la resonancia entre el molino de viento 2 y la celosía 3, y es posible realizar un diseño y una fabricación económicos.

20 Además, el material de relleno no se limita a hormigón, y puede ser cualquiera de hormigón armado, hormigón reforzado con fibras, mortero, o roca machacada, y estos pueden ser introducidos en el almacén 31 mezclando los adecuados elegidos entre estos, o utilizarse por separado.

25 También, la pata 34, el tirante horizontal 35, y el tirante diagonal 36 son tubos de acero que tienen una sección transversal cerrada, pero no están limitados a la misma. Es decir, cuando se llenan con hormigón C solamente las patas 34, al menos la pata 34 puede tener una sección transversal cerrada.

Además, aunque el hormigón C se introdujo en la pata 34, en el tirante horizontal 35, y el tirante diagonal 36, en el caso de obtener el período natural llenando de hormigón C sólo la pata 34, no hay necesidad de llenar de hormigón C el tirante horizontal 35 y el tirante diagonal 36.

30 Además, en las realizaciones, el procedimiento fue descrito desde el diseño a la instalación cuando está recién instalada la planta de generación de energía eólica 1, pero la presente invención también es útil para un procedimiento de renovación de una estructura del lado sumergido existente.

35 Es decir, en el estado de la realización en el que la instalación de generación de energía eólica 1 ya está puesta en servicio, como se muestra en la FIG. 1, en el caso de renovación que acompaña a un cambio en el entorno circundante de la celosía existente 3, por ejemplo, en el caso de un cambio medioambiental tal como la erosión de la cimentación del fondo marino G, debido a las corrientes oceánicas, la superficie de la cimentación en el fondo del mar G disminuye, y por lo tanto la longitud en que sobresalen los pilotes 4 se hace más larga. Por lo tanto, hay una posibilidad de que el período natural de la celosía 3 se desvíe del valor diseñado inicialmente, y coincida con el período de las olas, o con el período de rotación del cuerpo rotatorio 24 o de las palas 26 del molino de viento 2. En este caso, el hormigón C de la cantidad de llenado que se calcula basándose en la cantidad de cambio del entorno circundante se introduce en al menos una parte del primer espacio 34a de la pata 34, entre el primer espacio 34a de la pata 34, el segundo espacio 35a del tirante horizontal 35, y el segundo espacio 36a del tirante diagonal 36.

45 Además, en la instalación de generación de energía eólica 1 que ya ha sido puesta en servicio, en el caso de que el período natural del molino de viento 2 cambie después de la renovación, por ejemplo, en el caso de reemplazar todo el molino de viento 2, o en el caso de cambiar las condiciones de diseño, como por ejemplo sustituirlo por palas 26, en las que difieran el número de palas o su longitud, la región T_b del período natural fluctúa de acuerdo con la rotación de las palas 26, y por lo tanto existe una posibilidad de que se solape con el período natural de la celosía 3 durante el servicio. En este caso, el hormigón C de la cantidad de llenado que se calcula basándose en la cantidad de cambio del período natural T_b se introduce en al menos una parte del primer espacio 34a de la pata 34, entre el primer espacio 34a de la pata 34, el segundo espacio 35a del tirante horizontal 35, y el segundo espacio 36a del tirante diagonal 36. Es decir, las tuberías o similares para transportar el material de relleno se fijan a los armazones 31A, 31B de la celosía 3 por adelantado, e introduciendo por presión el material de relleno en la parte superior o parte inferior del almacén 31 del mismo modo que en el método de construcción de la segunda celosía 3 (etapa de instalación), es posible ajustar fácilmente el período natural de la celosía 3, y es posible prevenir la resonancia entre las olas y el cuerpo rotatorio 24, la pala 26, y la celosía 3.

55 Además, los métodos y constituciones óptimas para llevar a cabo la presente invención se dieron a conocer en la descripción anterior, pero la presente invención no está limitada a ellos. Es decir, aunque la presente invención se ilustra y se describe principalmente basándose en realizaciones específicas de la misma, debe entenderse que

varios cambios en la forma, el material, la cantidad, y otros detalles de la construcción pueden ser hechos por los expertos en la técnica basándose en las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse de la idea técnica y los objetos de la presente invención.

- 5 En consecuencia, la descripción explicada anteriormente, que da formas específicas, materiales y similares, es sólo una descripción a modo de ejemplo para hacer bien comprensible la presente invención, en lugar de ser una definición de los límites de la invención, por lo que la descripción basada en un nombre de componente sin parte o la totalidad de la forma específica, el material y similares, se incluye en la presente invención.

Los signos de referencia utilizados en la descripción y los dibujos se enumeran a continuación:

- 2 molino de viento (estructura por encima del agua)
- 10 3 (3A, 3B) celosía (estructura del lado sumergido)
- 24 cuerpo rotatorio
- 31 armazón
- 34 pata (primer elemento de soporte)
- 35 tirante horizontal (segundo elemento de soporte)
- 15 36 tirante diagonal (segundo elemento de soporte)
- G fondo del mar o lecho marino
- S superficie del agua

REIVINDICACIONES

1. Una estructura (3) del lado sumergido, que está instalada en un fondo marino y que soporta una estructura por encima del agua que está dispuesta sobre el agua, comprendiendo la estructura del lado sumergido un armazón (31) y partes de conexión (33) dispuestas en la parte inferior del armazón (31):
- 5 comprendiendo el armazón (31):
- una pluralidad de patas de tubo (34) hechas de acero, que se extienden desde el fondo del mar hasta por encima del agua, estando cada una de la pluralidad de patas de tubo (34) formada con un primer espacio en la misma, teniendo el primer espacio una parte que está llena con material de relleno; y
- 10 tirantes horizontales y diagonales (35, 36) hechos de acero que acoplan la pluralidad de patas de tubo (34), estando los tirantes (35, 36) formados con un segundo espacio en los mismos;
- teniendo el armazón tres secciones o tramos de tirantes horizontales (35):
- caracterizada porque:
- la parte del primer espacio es una parte del extremo superior de la pluralidad de patas de tubo (34) cerca de la superficie del agua o una parte del extremo inferior de la pluralidad de patas de tubo (34) cerca del fondo del mar;
- 15 en la que un período natural de la estructura (3) del lado sumergido difiere de un período natural de la estructura por encima del agua en el peso y la rigidez añadidos impartidos por el material de relleno que llena la porción del primer espacio, y
- en la que el segundo espacio tiene una parte que está llena con el material de relleno, y
- 20 en la que el material de relleno no llena el armazón (31) situado encima de los segundos tirantes horizontales desde la parte inferior que incluye dichos tirantes, y las partes de conexión (33), o el material de relleno no llena el armazón (31) situado debajo de los tirantes horizontales de la primera sección desde la parte superior y las partes de conexión (33) que incluyen dichos tirantes.
2. La estructura del lado sumergido de acuerdo a la reivindicación 1,
- 25 en la que el material de relleno incluye cualquiera de entre hormigón, hormigón armado, hormigón reforzado con fibras, mortero, y piedra triturada.
3. Un método de construcción de la estructura del lado sumergido de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2, comprende:
- llenar con material de relleno al menos una parte del primer espacio; e
- instalar la estructura (3) del lado sumergido en el fondo del mar, después o antes de introducir el material de relleno.
- 30

FIG. 1

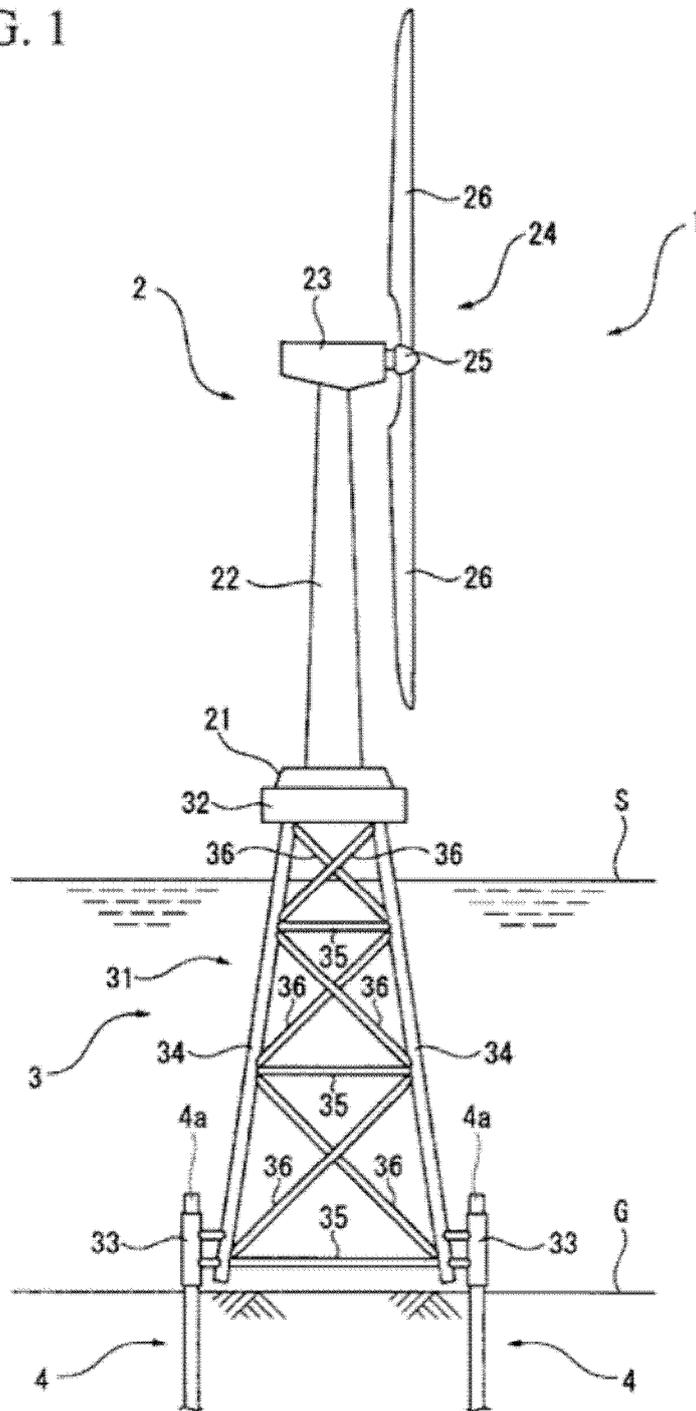


FIG. 2

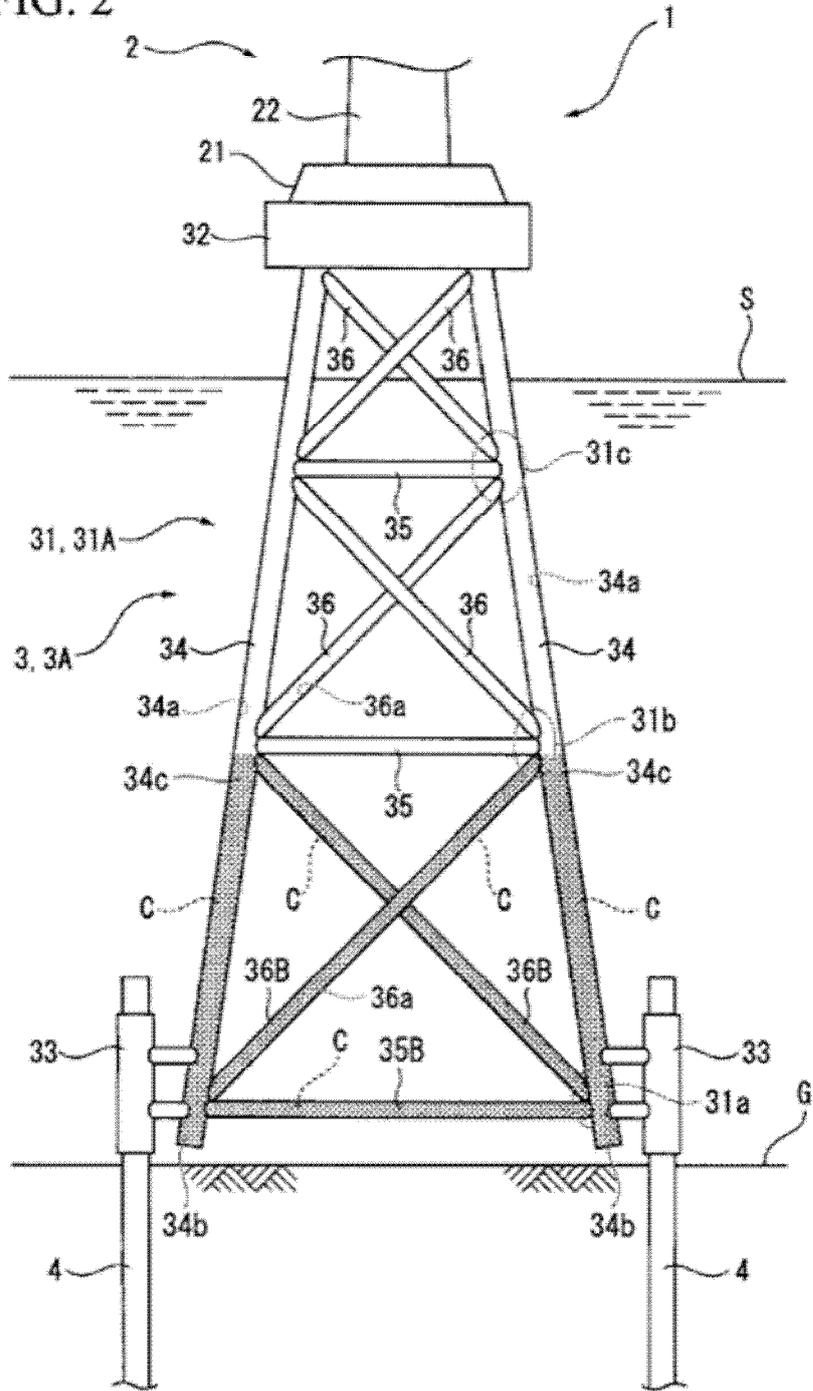


FIG. 4

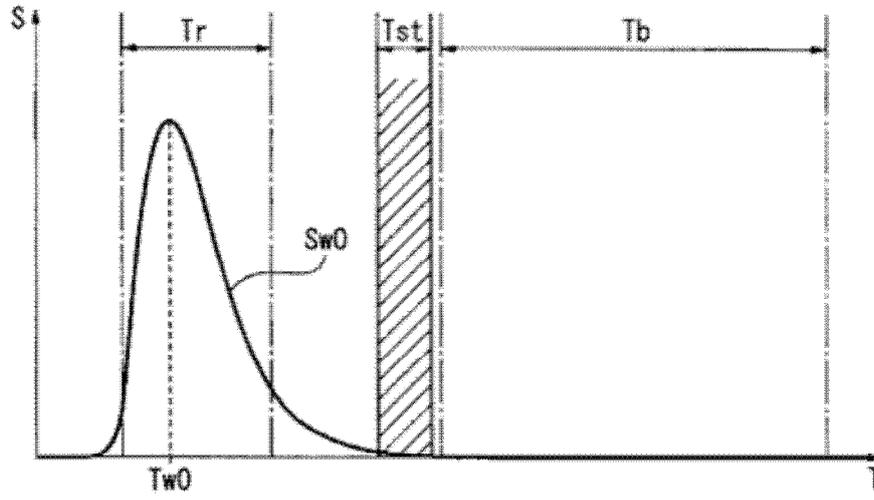


FIG. 5

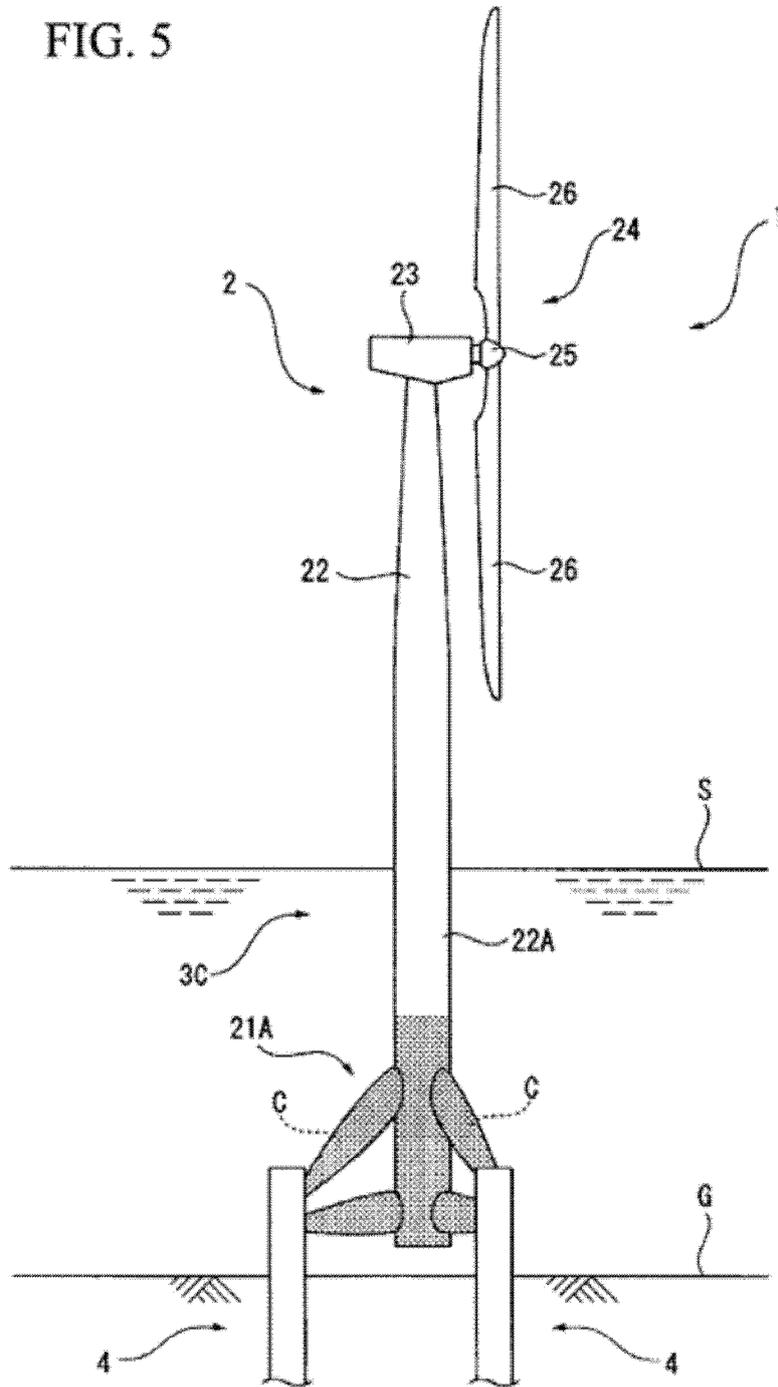


FIG. 6

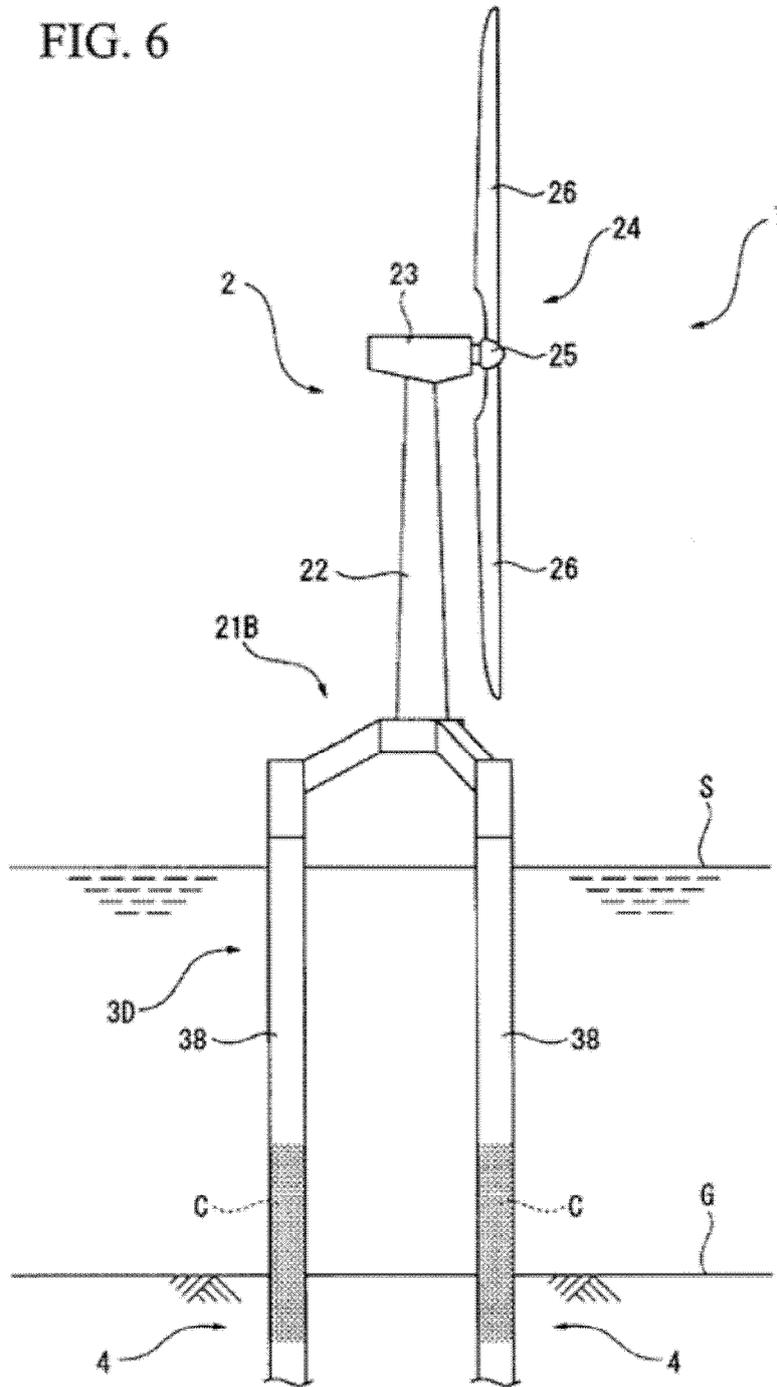


FIG. 7

