

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 444 950**

(51) Int. Cl.:

B63B 21/50 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2010 E 10778970 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2499364**

(54) Título: **Turbina eólica de alta mar flotante**

(30) Prioridad:

13.11.2009 DK 200901213

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

27.02.2014

(73) Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 44

8200 Aarhus N, DK

(72) Inventor/es:

KRISTENSEN, JONAS

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 444 950 T3

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

DESCRIPCIÓN

Turbina eólica de alta mar flotante

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a una turbina eólica de alta mar flotante.

5 **Antecedentes de la invención**

Las turbinas eólicas de alta mar a menudo comprenden un pilote, tal como un monopilote, que está anclado al lecho marino, por ejemplo llevándose hacia abajo hasta el interior del lecho marino o manteniéndose en su posición mediante una estructura que está situada sobre el lecho marino. Este monopilote, posiblemente junto con otras estructuras asociadas con el mismo, forma un cimiento para una torre de turbina eólica que va a levantarse sobre el mismo.

Este método está relacionado con un trabajo complicado dado que el lecho marino varía en topografía y estabilidad estructural. Además, también existe un gran riesgo de una pequeña diferencia angular en la dirección axial entre las secciones de torre y el monopilote. También existen restricciones en cuanto a cómo de lejos desde la línea de costa pueden levantarse tales turbinas eólicas de alta mar debido a la longitud total de torre/monopilote requerida para alcanzar el lecho marino.

Se conoce otro tipo de turbina eólica de alta mar tal como una turbina eólica flotante. En pocas palabras, esto quiere decir que se monta una turbina eólica convencional sobre un elemento de flotación, también conocido como boyo de espeque, estando dotada esta última de lastre en la parte inferior con el fin de garantizar el equilibrio.

20 El problema general con estas soluciones es el peso global de la turbina dado que se necesita una cantidad de material considerable no sólo para fijar la turbina sino también para que esta última resista las fuerzas de las olas.

Puede encontrarse un ejemplo de una turbina eólica de alta mar de la técnica anterior en el documento GB 2378679A.

Sumario de la invención

25 En vista de lo anterior, un objeto es proporcionar una turbina eólica de alta mar flotante que permite un consumo de material reducido con el fin de reducir peso y coste.

Otro objeto es proporcionar una turbina eólica de alta mar que puede levantarse sin importar la distancia a la línea de costa.

Según un aspecto, la invención se refiere a una turbina eólica de alta mar flotante que comprende una torre, un elemento de flotación dispuesto en un extremo inferior de dicha torre, al menos un cuerpo flotante conectado a la torre y que se extiende radialmente hacia fuera desde la misma, teniendo dicho al menos un cuerpo flotante una densidad menor que la del agua de modo que está configurado para estar sumergido por debajo del nivel del mar, y una pluralidad de elementos de conexión que se extienden desde el al menos un cuerpo flotante hasta un extremo superior de la torre y desde el al menos un cuerpo flotante hasta el extremo inferior de la torre, respectivamente. La torre (2) tiene una sección transversal localmente reducida (A) a nivel del mar.

35 Mediante el al menos un cuerpo flotante que se conecta a y que se extiende radialmente hacia fuera desde la torre, cada uno de los elementos de conexión puede estar separado de la torre. Esta separación facilita soportar la torre contra fuerzas horizontales a las que está sometida, y alinear verticalmente la torre, manteniendo la torre en una posición vertical. Por tanto, el al menos un cuerpo flotante contribuye no sólo a la distribución de fuerzas, sino también a las fuerzas de flotación con el fin de equilibrar así la turbina eólica en el agua. Mediante el al menos un cuerpo flotante que se sumerge a una profundidad en la que permanece libre de las fuerzas más altas de las olas, se reducen las fuerzas horizontales debido al impacto del agua. Tal como se conoce, las fuerzas de las olas son muy altas a nivel de superficie y disminuyen a medida que disminuye la profundidad. Dependiendo de factores tales como la resistencia global de la torre y la profundidad del mar imperante, la profundidad a la que debe sumergirse el cuerpo flotante debe adaptarse a las condiciones específicas imperantes.

45 Mediante la pluralidad de elementos de conexión que se extienden desde el al menos un cuerpo flotante hasta los extremos superior e inferior respectivamente de la torre, la torre puede soportarse y alinearse verticalmente.

Además, los elementos de conexión contribuyen a soportar la torre en direcciones horizontales, es decir, evitando que la torre de turbina eólica se incline. Esto reduce los requisitos para las conexiones entre secciones de torre individuales en caso de que la torre esté dividida en secciones. Las cargas horizontales típicas son cargas eólicas.

50 Mediante dichos elementos de conexión, el momento de flexión inducido por las fuerzas eólicas sobre la torre se transmite a los medios de conexión en el lado del viento, desde ahí al al menos un cuerpo flotante, y desde ahí adicionalmente a la parte inferior del elemento de flotación. Por tanto, el momento de flexión se libera del área de

- 5 impacto de ola de la turbina eólica, permitiendo que esta sección de la torre y/o del elemento de flotación tenga un diámetro menor, recibiendo de ese modo de nuevo menos fuerzas de las olas y reduciendo las fuerzas de impacto de ola globales sobre toda la construcción. Como consecuencia, puede ahorrarse material en la sección de la turbina cerca de la superficie del agua. Además, debido al diámetro menor *per se* y debido a que el diámetro menor proporciona fuerzas de las olas disminuidas, la masa de toda la turbina puede reducirse significativamente.
- Además, debido al diseño flotante no hay restricciones en cuanto a cómo de lejos desde la tierra puede disponerse la turbina eólica.
- 10 La torre con una sección transversal localmente reducida a nivel del mar es posible ya que los elementos de conexión transmiten el momento de flexión inducido por las fuerzas eólicas sobre la torre a los medios de conexión en el lado del viento, desde ahí al al menos un cuerpo flotante, y desde ahí adicionalmente a la parte inferior del elemento de flotación. De este modo, el momento de flexión se libera del área de impacto de ola de la turbina eólica. Tal como se ha explicado anteriormente, una sección transversal reducida recibe menos fuerzas de las olas y reduce las fuerzas de impacto de ola globales sobre toda la construcción.
- 15 El al menos un cuerpo flotante puede tener varios diseños o geometrías diferentes. A modo de ejemplo, el al menos un cuerpo flotante puede formarse como un anillo continuo o discontinuo que rodea la torre y conectado a la misma. También, el al menos un cuerpo flotante puede disponerse como una pluralidad de cuerpos flotantes discretos, dispuesto cada uno en el extremo de una estructura de soporte conectada a la torre. Esto último quiere decir un diseño con forma de "estrella de mar".
- 20 Sin importar el diseño, el número de cuerpos flotantes, y su distribución alrededor de la torre, deben ser simétricos, permitiendo una distribución de fuerzas uniforme y de este modo un equilibrio de la torre, sin importar desde que dirección se aplica la fuerza.
- El al menos un cuerpo flotante puede conectarse a la torre por medio de una estructura de soporte, mediante la cual los puntos de conexión entre la estructura de soporte y el al menos un cuerpo flotante y la torre, respectivamente, pueden ser fijos o pueden pivotar en una o varias dimensiones.
- 25 La estructura de soporte puede conectarse a la torre mediante una pluralidad de soportes de conexión, conectándose dichos soportes de conexión a la torre con un ángulo y a diferentes niveles. Mediante los elementos de conexión que se conectan a la torre con un ángulo y a diferentes niveles se consigue una rigidez torsional aumentada, que se adapta mejor a las fuerzas de las olas.
- 30 El elemento de flotación puede comprender uno o varios compartimentos dotados de un material que tiene una densidad menor que la del agua. El elemento de flotación contribuye de este modo al suministro de una fuerza de sustentación y al equilibrio de la torre.
- La turbina eólica puede anclarse al lecho marino mediante medios de conexión de anclaje.
- 35 Pueden disponerse al menos dos conjuntos de elementos de conexión para extenderse hacia arriba desde el al menos un cuerpo flotante hasta la torre y pueden disponerse al menos dos conjuntos de elementos de conexión para extenderse hacia abajo desde el cuerpo flotante hasta la parte inferior de la torre y su elemento de flotación, enganchando dichos conjuntos la torre y el elemento de flotación a diferentes alturas.
- Los elementos de conexión pueden apoyarse de manera deslizante contra el al menos un cuerpo flotante o apoyarse contra el al menos un cuerpo flotante mediante poleas. Los elementos de conexión pueden fijarse alternativamente al al menos un cuerpo flotante.
- 40 Los elementos de conexión pueden elegirse del grupo que consiste en cables, cadenas, cuerdas, barras, postes y estacas o cualquier combinación de los mismos. En caso de combinación, puede tratarse de una combinación de dos o más de los tipos enumerados. Todos los elementos de conexión que soportan la torre pueden ser de tipo similar, o combinación de tipos, o pueden ser diferentes de manera que por ejemplo algunos elementos de conexión sean de un tipo o combinación de tipos y otros sean de un tipo o combinación de tipos diferente.
- 45 Independientemente de si un elemento de conexión es una combinación de tipos diferentes o no, puede ser conveniente permitir que el elemento de conexión comprenda una pluralidad de segmentos intercambiables conectados entre sí. Una ventaja de un elemento de conexión de este tipo es que los segmentos del elemento pueden sustituirse individualmente, sin tener que sustituir otros segmentos del elemento de conexión. Esto puede facilitar el mantenimiento provocado por, por ejemplo, corrosión.
- 50 La torre puede comprender un peso. El peso, por ejemplo en forma de lastre, puede adaptarse al tamaño y peso globales de la turbina eólica.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada, a partir de las reivindicaciones adjuntas así como a partir de los dibujos.

Generalmente, todos los términos usados en las reivindicaciones deben interpretarse según su significado común en

el campo técnico, a no ser que se definan explícitamente de otro modo en el presente documento. Todas las referencias a "un/una/unos/unas/el/la/los/las [elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc.]" deben interpretarse abiertamente como haciendo referencia a al menos un ejemplo de dicho elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc., a no ser que se indique explícitamente de otro modo. Las etapas de cualquier método dado a conocer en el presente documento no tienen que realizarse en el orden exacto dado a conocer, a no ser que se indique explícitamente.

5

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores, así como objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de realizaciones preferidas de la 10 presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se usarán los mismos números de referencia para elementos similares.

La figura 1 es una vista lateral esquemática de una turbina eólica de alta mar flotante de la presente invención.

Las figuras 2a-2d dan a conocer diferentes realizaciones del cuerpo flotante.

15 La figura 3 da a conocer de manera muy esquemática una sección transversal de una realización del cuerpo flotante y la estructura de soporte.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 es una vista lateral esquemática de una turbina eólica de alta mar flotante 1 de la presente invención.

20 La turbina eólica 1 comprende una torre 2 compuesta por una o varias secciones 7, 8 y 9 montadas una encima de otra. En la realización dada a conocer, la torre está dividida en tres secciones, una sección superior 7, una sección media 8 y una sección inferior 9. La sección media 8 está dispuesta para atravesar el nivel del mar. Ha de entenderse que el número de secciones no debe ser un factor limitativo y que la torre también puede preverse como una única unidad.

25 En lo alto de la sección de torre superior 7 está montada una góndola 90, pudiendo girar la góndola horizontalmente. A un lado vertical de la góndola 90 está montado de manera giratoria un rotor que comprende un buje 10 y palas de rotor 11.

Con el fin de facilitar el acceso a la torre y al interior de la misma, la torre puede estar dotada de una plataforma, que no se da a conocer. La plataforma también puede usarse para llevar personal y componentes de la turbina eólica durante, por ejemplo, la construcción y el mantenimiento de la turbina eólica. Al nivel de dicha plataforma puede disponerse una puerta en la torre.

30 La parte de la torre 2 que atraviesa el nivel del mar, en la realización dada a conocer la sección media 8, tiene una sección transversal localmente reducida A en el tramo que atraviesa el nivel del mar. La extensión axial de la sección transversal reducida A corresponde a la exposición esperada al impacto de las fuerzas de las olas.

35 El extremo inferior de la torre 2, en la realización dada a conocer la sección inferior 9, forma un elemento de flotación 11. El elemento de flotación puede formarse como uno o varios compartimentos internos en el extremo inferior de la torre. También puede formarse como compartimentos externos fuera del extremo inferior de la torre 2. El elemento de flotación 11 está alineado axialmente con la extensión longitudinal de la torre 2. El elemento de flotación 11 comprende un material que tiene una densidad menor que la del agua. El material puede ser un material de baja densidad tal como espuma, aire o gas. Por tanto, tal como se usa en el presente documento, el término "material" se usa en un sentido amplio para referirse a cualquier tipo de materia asociada con una estructura.

40 La torre 2 tiene en su extremo inferior o más inferior un peso 12. En la realización dada a conocer el peso está formado como una estructura de red rellena con lastre. El lastre puede ser cualquier material pesado tal como hormigón o similar. La torre 2, junto con el peso 12 y el anillo flotante 20 pueden entenderse como un péndulo erguido que mantiene el equilibrio en la dirección vertical en el mar.

45 Unos medios de conexión de anclaje 13 conectan la turbina eólica al lecho marino. El número de medios de conexión de anclaje, que son preferiblemente cables, cadenas o similares, puede ser variado pero es preferiblemente de al menos tres. Los medios de conexión de anclaje 13 pueden conectarse a la torre 2 o al elemento de flotación 11.

50 La torre 2 está dotada además de al menos un cuerpo flotante 20. El al menos un cuerpo flotante 20 está dispuesto a un nivel en el que está sumergido por debajo del nivel del mar. Se prefiere que esté sumergido a tal nivel que permanezca sustancialmente libre de las fuerzas más altas de las olas en la superficie. Ha de entenderse que esta profundidad depende de condiciones locales tales como profundidad del mar, corrientes marinas y topografía del fondo.

El al menos un cuerpo flotante 20 tiene una extensión principalmente horizontal.

El al menos un cuerpo flotante 20 está conectado a la torre 2 mediante un/unos soporte(s) de conexión, que se describirán más adelante.

El al menos un cuerpo flotante 20 puede tener varios diseños, siempre que rodee la torre 2 en su dirección radial, o bien de manera continua o bien de manera discontinua. Por tanto, el al menos un cuerpo flotante 20 puede estar formado por un único cuerpo flotante o una pluralidad de cuerpos flotantes 20 separados o interconectados.

En caso de una pluralidad de cuerpos flotantes 20 separados o interconectados, éstos pueden disponerse en un patrón simétrico que permite un equilibrio uniforme de la torre sin importar la dirección del viento o la dirección de las corrientes marinas. Se dan algunos ejemplos de tales patrones simétricos en las figuras 2a-2d.

En la figura 2a, el cuerpo flotante 20 está formado como un anillo sólido que rodea completamente la torre 2. Para permitir el transporte y el montaje, el anillo puede estar dividido en segmentos (dados a conocer con líneas discontinuas) que se interconectan durante el montaje. En la figura 2a el cuerpo flotante está conectado a la torre mediante una estructura de soporte 30.

En la figura 2b, una pluralidad de cuerpos flotantes 20a, 20b, 20c, etc. están interconectados mediante soportes de conexión 21 dando lugar a un anillo que rodea la torre 2. Cada cuerpo flotante está formado como un cuerpo discreto.

En la figura 2c, una pluralidad de cuerpos flotantes 20a, 20b, 20c, etc. están interconectados dando lugar a un anillo que rodea la torre 2. A diferencia de la realización en la figura 2b, los cuerpos individuales se comunican entre sí mediante tuberías de fluido 22 con el fin de mantener una presión interna uniforme a través de todos los cuerpos flotantes individuales.

En la figura 2d, el cuerpo flotante 20 está dispuesto como una pluralidad de cuerpos discretos 20a, 20b, 20c, etc. dispuesto cada uno en el extremo de un elemento de soporte rígido o semirrígido 30a, 30b, 30c conectado a la torre 2 y que sale radialmente desde la misma. Los elementos de soporte forman una estructura de soporte 30. Dichos elementos de soporte preferiblemente están fijados a la torre y a los cuerpos flotantes sin permitir movimiento entre los mismos.

Generalmente, sin importar el diseño de los cuerpos flotantes 20, el número de cuerpos flotantes se adapta al peso total de la turbina de energía eólica y también el tamaño de los cuerpos flotantes individuales.

Los cuerpos flotantes 20 tienen una densidad menor que la del agua. Pueden estar formados por un material de baja densidad tal como espuma o formarse como recipientes llenos con, por ejemplo, aire o gas.

El al menos un cuerpo flotante 20 está conectado a la torre 2 por medio de una estructura de soporte 30. La estructura de soporte 30 puede formarse de varias maneras, por ejemplo como un armazón segmentado, un armazón de una pieza o una pluralidad de elementos de soporte 30a, 30b, 30c, etc. También puede ser una pluralidad de soportes de conexión 21 del grupo que consiste en cables, cadenas, cuerdas, barras, postes y estacas o cualquier combinación de los mismos. Por tanto, los soportes de conexión pueden ser rígidos, semirrígidos o flexibles. La estructura de soporte 30 se extiende radialmente entre la torre 2 y el al menos un cuerpo flotante 20.

Tal como se ha dado a conocer de manera muy esquemática en la figura 3, la estructura de soporte 30 puede disponerse de modo que los soportes de conexión individuales 21 se conectan a la torre 2 con un ángulo β y a diferentes niveles, lo que contribuye a la rigidez torsional.

De hecho, la estructura de soporte 30 puede tener cualquier configuración siempre que resista las fuerzas principalmente verticales aplicadas desde el mar a la torre ya que la torre tendrá un movimiento vertical de vaivén en el agua. Preferiblemente es rígida o semirrígida.

Los puntos de conexión entre la estructura de soporte 30 y el al menos un cuerpo flotante y la torre, respectivamente, pueden ser fijos o pueden pivotar en una o varias dimensiones.

Volviendo ahora a la figura 1, unos elementos de conexión 40 están distribuidos separados uniformemente, que conectan el al menos un cuerpo flotante 20 con la torre 2 y con la parte inferior o más inferior del elemento de flotación 11, respectivamente. Los elementos de conexión 40 pueden ser del grupo que consiste en cables, cadenas, cuerdas, barras, postes y estacas o cualquier combinación de los mismos. La pluralidad de elementos de conexión 40 están convenientemente separados uniformemente alrededor de la torre 2 mediante el al menos un cuerpo flotante 20 para distribuir uniformemente las fuerzas en todas las direcciones horizontales.

En la realización dada a conocer están dispuestos dos conjuntos B de elementos de conexión 40 para extenderse hacia arriba desde el al menos un cuerpo flotante hasta un extremo superior de la torre, y están dispuestos dos conjuntos C de elementos de conexión 40 para extenderse hacia abajo desde el cuerpo flotante 20 hasta la parte inferior del elemento de flotación 11. En caso de dos o más conjuntos B, C de elementos de conexión 40 en cada lado, preferiblemente enganchan la torre 2 y el elemento de flotación 20 a diferentes alturas. Ha de entenderse que puede variarse el número de conjuntos B, C de elementos de conexión 40. Además, el número de elementos de

conexión 40 en cada conjunto B, C puede variarse dependiendo de los tipos y dimensiones. En una realización se usan 8-12 cables en cada conjunto. El número de elementos de conexión 40 puede depender, por ejemplo, de la resistencia de cada elemento, del tamaño de la torre y del ángulo α que el elemento de conexión forma con la torre.

5 Los elementos de conexión 40 pueden sujetarse al al menos un cuerpo flotante 20 en su periferia, pero dependiendo del diseño de este último son posibles otros puntos de conexión. Los puntos de conexión no tienen que ser conexiones fijas sino que también son posibles conexiones deslizantes o pivotantes para una menor fricción y para aceptar mejor los movimientos debido a las fuerzas de las olas. También pueden usarse poleas (50).

10 Aunque los elementos de conexión 40 de la figura 1 son elementos alargados que tienen una primera sección 40a que se extiende entre la torre 2 y el al menos un cuerpo flotante 20 y una segunda sección 40b que se extiende entre el al menos un cuerpo flotante 20 y el elemento de flotación 11, los expertos en la técnica apreciarán que son posibles otras disposiciones. Por ejemplo, los elementos de conexión pueden ser alternativamente una pluralidad de elementos de conexión que se extienden desde el al menos un cuerpo flotante hasta al menos uno de la torre y el elemento de flotación.

15 Los elementos de conexión 40 pueden comprender tornillos tensores, o cualquier otro medio para facilitar el apriete y el ajuste.

20 Los elementos de conexión 40 pueden extenderse desde cualquier parte de la torre 2. Si la torre 2 está dividida en una pluralidad de secciones 7, 8, 9, los elementos de conexión 40 pueden extenderse desde cualquiera de las secciones o desde una pluralidad de las secciones, dependiendo del diseño y de los requisitos de la turbina eólica. En la realización específica de la figura 1, uno de los conjuntos superiores B se extiende desde la región en la transición entre la sección de torre superior 7 y la sección de torre media 8.

25 Mediante los elementos de conexión 40, el momento de flexión inducido por las fuerzas eólicas sobre la torre 2 se transmite a los elementos de conexión en el lado del viento, desde ahí al al menos un cuerpo flotante 20 que forma un elemento de distancia radial y desde el al menos un cuerpo flotante adicionalmente al elemento de flotación 11. Por tanto, el momento de flexión se libera del área de impacto de ola de la turbina eólica, permitiendo que la sección de la torre que atraviesa el nivel del mar tenga una sección transversal reducida y permitiendo también que el elemento de flotación tenga un peso reducido. Como consecuencia, puede ahorrarse material en la sección de la turbina cerca del nivel del mar. Esto quiere decir que debido a la sección transversal menor *per se* y dado que se reducen las fuerzas, la masa de toda la turbina puede reducirse significativamente.

30 Principalmente, la invención se ha descrito anteriormente con referencia a unas pocas realizaciones. Sin embargo, tal como aprecia fácilmente un experto en la técnica, otras realizaciones distintas de las dadas a conocer anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica de alta mar flotante (1) que comprende:
una torre (2),
un elemento de flotación (11) dispuesto en un extremo inferior de dicha torre,
5 al menos un cuerpo flotante (20) conectado a la torre y que se extiende radialmente hacia fuera desde la misma, teniendo dicho al menos un cuerpo flotante una densidad menor que la del agua y estando configurado para estar sumergido por debajo del nivel del mar, y
10 una pluralidad de elementos de conexión (40) que se extienden desde el al menos un cuerpo flotante hasta un extremo superior de la torre y desde el al menos un cuerpo flotante hasta el extremo inferior de la torre, respectivamente,
15 caracterizada por que la torre (2) tiene una sección transversal localmente reducida (A) a nivel del mar.
2. Turbina eólica de alta mar flotante según la reivindicación 1, en la que el al menos un cuerpo flotante (20) está formado como un anillo continuo o discontinuo que rodea la torre y conectado a la misma.
3. Turbina eólica de alta mar flotante según la reivindicación 1, en la que el al menos un cuerpo flotante (20) 15 se dispone como una pluralidad de cuerpos flotantes discretos (20a; 20b; 20c), dispuesto cada uno en el extremo de una estructura de soporte (30) conectada a la torre (2).
4. Turbina eólica de alta mar flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho al menos un cuerpo flotante (20) está conectado a la torre (2) por medio de una estructura de soporte (30), mediante la cual los puntos de conexión entre la estructura de soporte y el al menos un cuerpo flotante y la torre, respectivamente, son fijos o pueden pivotar en una o varias dimensiones.
20
5. Turbina eólica de alta mar flotante según la reivindicación 4, en la que la estructura de soporte (30) se conecta a la torre (2) mediante una pluralidad de soportes de conexión (21), conectándose dichos soportes de conexión a la torre (2) con un ángulo (β) y a diferentes niveles.
6. Turbina eólica de alta mar flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho elemento de flotación (11) 25 comprende uno o varios compartimentos dotados de un material que tiene una densidad menor que la del agua.
7. Turbina eólica de alta mar flotante según la reivindicación 1, en la que la turbina eólica (1) está anclada al lecho marino mediante medios de conexión de anclaje (13).
8. Turbina eólica de alta mar flotante según la reivindicación 1, en la que se disponen al menos dos conjuntos (B) de elementos de conexión (40) para extenderse hacia arriba desde el al menos un cuerpo flotante (20) 30 hasta la torre (2) y se disponen al menos dos conjuntos (C) de elementos de conexión (40) para extenderse hacia abajo desde el cuerpo flotante (20) hasta la parte inferior de la torre (2) y su elemento de flotación (11), en la que dichos conjuntos enganchan la torre y el elemento de flotación a diferentes alturas.
9. Turbina eólica de alta mar flotante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los 35 elementos de conexión (40) se apoyan de manera deslizante contra el al menos un cuerpo flotante (20) o se apoyan contra el al menos un cuerpo flotante mediante poleas (50).
10. Turbina eólica de alta mar flotante según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que los elementos de conexión (40) están fijados al al menos un cuerpo flotante (20).
11. Turbina eólica de alta mar flotante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los 40 elementos de conexión (40) se eligen del grupo que consiste en cables, cadenas, cuerdas, barras, postes y estacas o cualquier combinación de los mismos.
12. Turbina eólica de alta mar flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la torre comprende un peso (12).

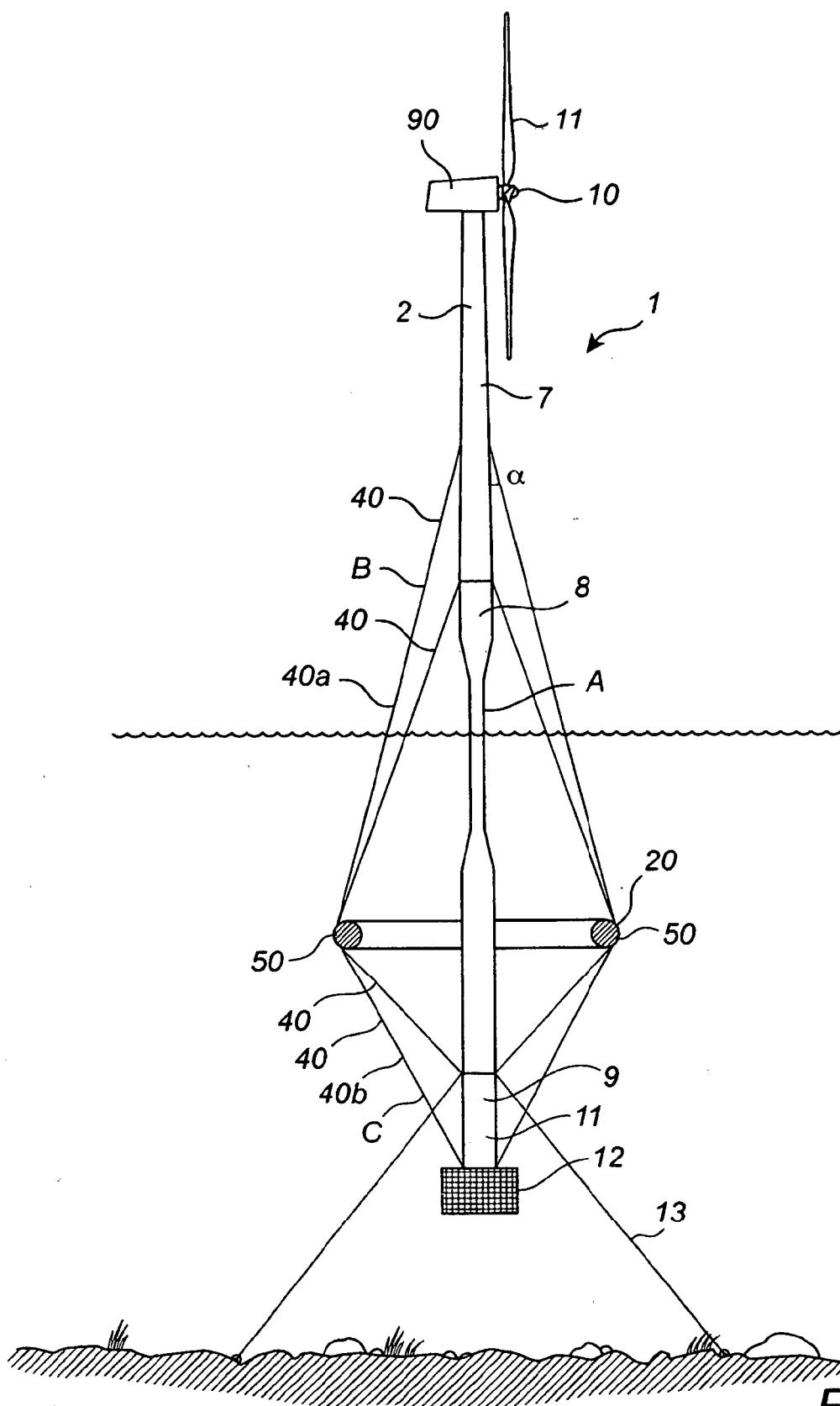


Fig. 1

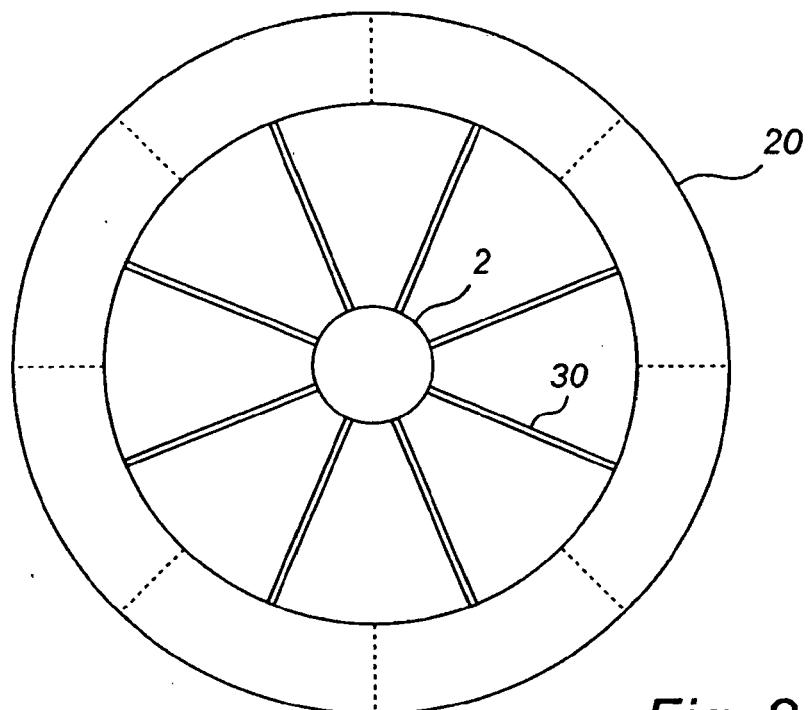


Fig. 2a

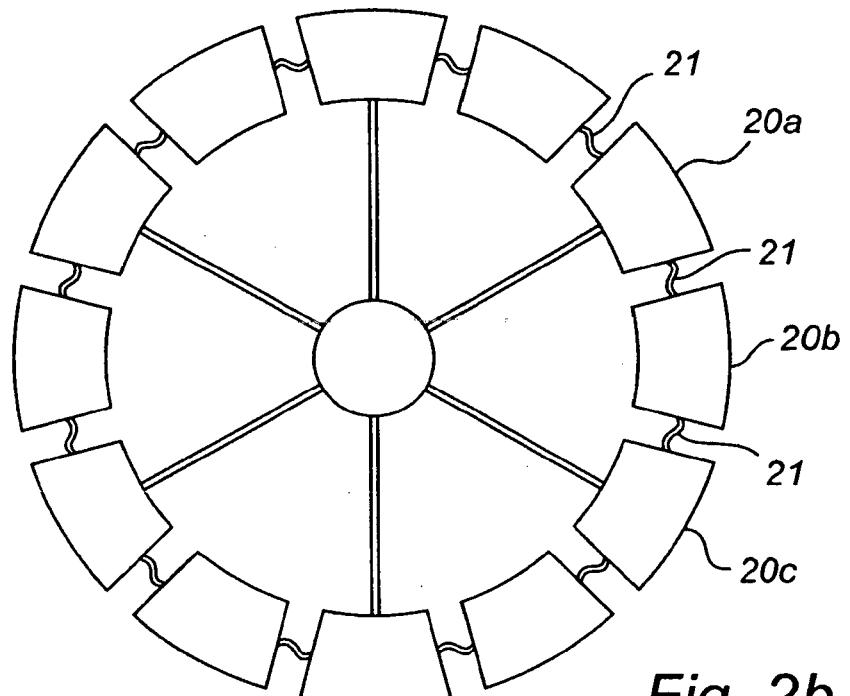


Fig. 2b

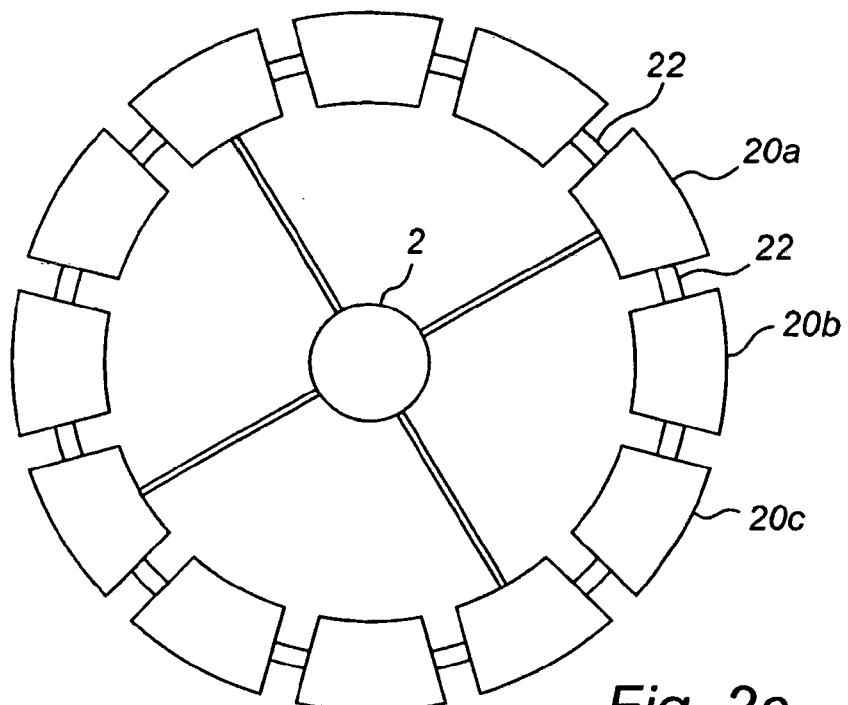


Fig. 2c

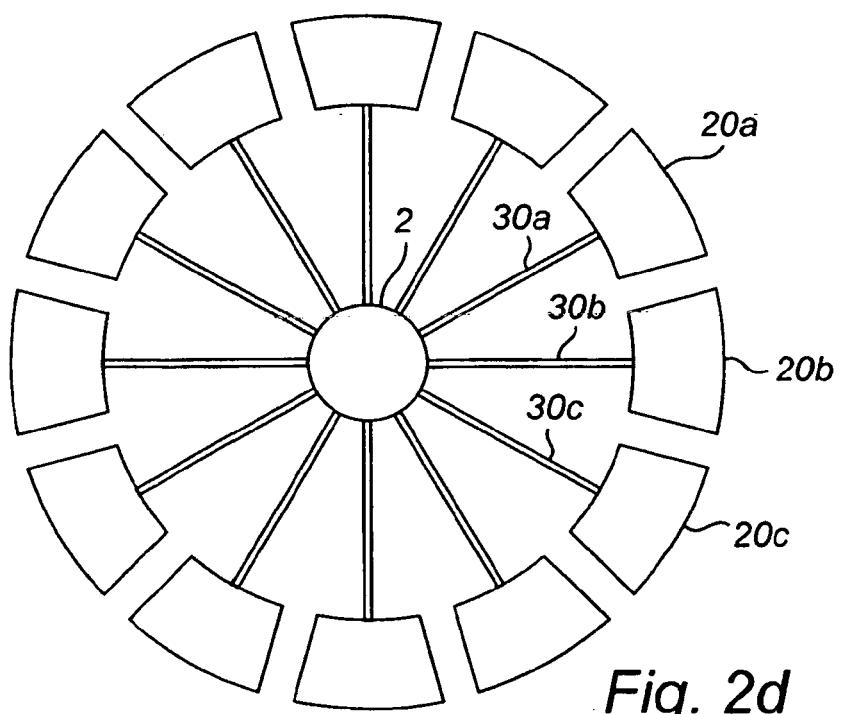


Fig. 2d

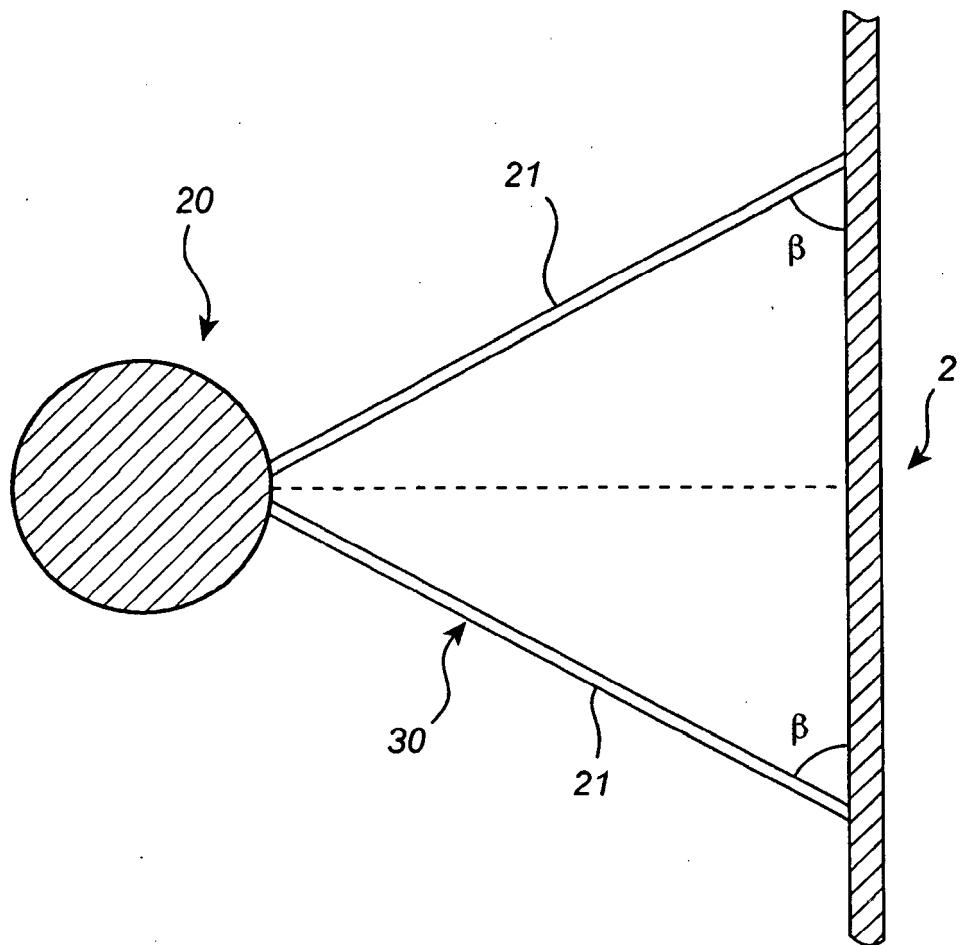


Fig. 3