(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 441 641**

(51) Int. Cl.:

F03D 3/02 (2006.01)
F03D 3/06 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2004** **E 04792746 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013** **EP 1681463**

(54) Título: **Aerogenerador de eje vertical**

(30) Prioridad:

22.10.2003 JP 2003362284
10.12.2003 JP 2003412043
26.12.2003 JP 2003433854
26.01.2004 JP 2004016436
30.06.2004 JP 2004194381
20.10.2004 JP 2004305014

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2014

(73) Titular/es:

GLOBAL ENERGY CO., LTD. (100.0%)
8-9, NIHONBASHI 3-CHOME CHUO-KU
TOKYO 103-0027, JP

(72) Inventor/es:

SUZUKI, MASAHIKO

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 441 641 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

Aerogenerador de eje vertical

La presente invención versa acerca de un aerogenerador de eje vertical y, en especial, acerca de un aerogenerador de eje vertical que hace que sea posible formar un número de secciones de instalación de eje con bastidores de soporte en los que hay montada una pluralidad de palas en múltiples niveles en un eje principal vertical para aumentar la tasa de recepción de viento, proporcionando de ese modo una mayor área de recepción de viento y eficacia de revolución con un menor coste de instalación y más cantidad total de generación de energía eléctrica por cierta área.

Un aerogenerador conocido de eje vertical para un generador de energía eólica comprende una pluralidad de palas verticales en torno a un eje principal vertical. Pero cuando una de las palas es sometida al viento, la otra es sometida a turbulencia, reduciéndose la fuerza de giro, por lo que un par reducido haga que sea posible que tal aerogenerador de eje vertical sea utilizado en la práctica. El aerogenerador de eje vertical gira a velocidad elevada, incluso con un viento suave, pero un número reducido de palas hace que haya un área menor de recepción de viento, mientras que es probable que un mayor número de palas produzca turbulencia con una velocidad elevada del viento.

El documento DE-4122919A da a conocer un rotor eólico de palas huecas que tiene placas de guía del aire soportadas entre sí por medio de formaciones de nervaduras para formar cámaras de aire a lo largo de la pala.

El documento DE-4006256A da a conocer una turbina eólica para la generación de electricidad que tiene un rotor vertical soportado por un mástil tubular estabilizado por un giróscopo.

El documento JP-A-2002/235656 da a conocer un procedimiento de instalación de una pala lineal para un dispositivo de generación de energía eólica de eje vertical.

En vista de las desventajas, un objeto de la presente invención es proporcionar un aerogenerador de eje vertical adecuado para un generador de energía eólica y que aumenta muchísimo el área de recepción de viento con respecto a un área de instalación del aerogenerador para hacer que el aerogenerador sea de pequeño tamaño y aligerado, reduciendo de ese modo su coste.

Las anteriores y otras características y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción con respecto a las realizaciones mostradas en los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una vista frontal en alzado de la primera realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 2 es una vista en planta desde arriba del mismo;
la Fig. 3 es una vista combinada en planta desde arriba y frontal que muestra una pala en la presente invención;
la Fig. 4 es una vista frontal en alzado de la segunda realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 5 es una vista en planta desde arriba de la segunda realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 6 es una vista en planta desde arriba que muestra la forma de una pala de un aerogenerador de eje vertical;
la Fig. 7 es una vista frontal en alzado de la tercera realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 8 es una vista frontal en alzado de la cuarta realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 9 es una vista en planta desde arriba de la quinta realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 10 es una vista frontal en alzado de la sexta realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención;
la Fig. 11 es una vista en planta desde arriba de la séptima realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención; y
la Fig. 12 es una vista frontal en alzado de la octava realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones preferentes

Se describirán realizaciones de la presente invención con respecto a los dibujos.

La Fig. 1 es una vista frontal en alzado de la primera realización de un aerogenerador de eje vertical y la Fig. 2 es una vista en planta desde arriba de palas del aerogenerador de eje vertical. En un bastidor 4 de soporte, no se muestran brazos intermedios de fijación ni tirantes diagonales. El bastidor 4 de soporte está fijado sobre una cimentación “B” de hormigón.

En la Fig. 1, el aerogenerador 1 de eje vertical tiene una sección 4a de instalación de eje en el bastidor rectangular 4 de soporte que comprende una pluralidad de postes 2 y de brazos 3 de fijación.

Un eje vertical 5 de la sección 4a de instalación de eje está dispuesto verticalmente y soportado de forma giratoria por medio de cojinetes superiores e inferiores 6. El poste 2 incluye un tubo, un miembro con forma de L, un miembro con forma de H, y un miembro con forma de U. Puede haber conectada una pluralidad de unidades cortas.

Una base 7 en la Fig. 1 comprende una caja en la que un cojinete (no mostrado) soporta el extremo inferior del eje principal vertical 5. En la base 7, se puede proporcionar un generador (no mostrado) al eje principal vertical 5 mediante medios de transmisión para permitir que todo el bastidor 4 de soporte desempeñe un papel de generador de energía eólica.

En la Fig. 1, el eje principal vertical 5 tiene, por ejemplo, una altura de 7 m y la superficie externa del mismo está cubierta con un miembro 5a de refuerzo, excepto el entorno de los cojinetes. El miembro 5a de refuerzo está fabricado de FRP, material de Al o una combinación de los mismos.

En el miembro 5a de refuerzo, los miembros 8 de fijación están cubiertos para mejorar la resistencia a la intemperie de los brazos 9a-9d de soporte. La conexión de moldes de los miembros 5 de refuerzo está rellena con resina FRP y está endurecida, de forma que se puedan conectar los moldes.

Hay fijada una pluralidad de miembros 8 de fijación en el eje principal vertical 5. El miembro 8 de fijación es anular y es deslizable sobre el eje principal vertical 5. El miembro 8 de fijación puede comprender dos mitades que hacen presión sobre el eje 5 y está fijadas con tornillos. Los miembros 8 de fijación pueden ser utilizados como volantes para mantener una inercia de giro del aerogenerador.

En la Fig. 1 hay separados uniformemente un par de miembros superior e inferior 8 de fijación como cuatro conjuntos. En cada par de los miembros 8 de fijación, los brazos 9 superior e inferior de soporte están dispuestos en paralelo verticalmente y están fijados a los miembros 8 de fijación con tornillos. Se determina una distancia vertical entre los brazos 9 superior e inferior de soporte mediante la altura de la pala 10. Si hay tres brazos 9 de soporte separados verticalmente, hay tres miembros 8 de fijación separados verticalmente como un único conjunto.

Las direcciones de los brazos de soporte difieren con cada conjunto. Como se muestra en la Fig. 2, el brazo más elevado 9a de soporte se extiende hacia delante, mientras que el brazo 9b de soporte del segundo nivel se extiende con un ángulo recto con respecto al mismo.

El brazo 9c de soporte del tercer nivel se extiende con un ángulo recto adicional, mientras que el cuarto brazo 9d de soporte se extiende con un ángulo recto adicional con respecto al mismo. La dirección de giro puede ser en una dirección de giro de las agujas de un reloj o en una dirección en contra de las agujas de un reloj.

Los ángulos totales desde el brazo más elevado 9a de soporte hasta el brazo más bajo 9d de soporte son de 360 grados y, como se muestra en la Fig. 2, cada uno de los brazos 9a-9d de soporte están separados uniformemente con ángulos rectos.

En la Fig. 1, en los extremos externos de cada conjunto de los brazos 9a-9d de soporte, hay fijada una pala vertical 10 con la superficie interna opuesta al eje principal vertical 5. Los brazos 9a-9d de soporte están fijados a las palas 10 con tornillos, adhesivo o fijación con FRP dependiendo del tamaño y del peso de la pala 10.

Los brazos 9 de soporte tienen suficiente rigidez como para soportar las palas 10 y formas como para no implicar una resistencia al viento. Los brazos 9a-9d de soporte están fabricados, por ejemplo, de placas de FRP.

Por ejemplo, la pala tiene una altura de 100-180 cm y un grosor de 4-6 cm. La longitud de la cuerda varía dependiendo del radio orbital y del número de las palas. Se determina la longitud de la cuerda de una única pala en el intervalo de un 40 hasta un 55% del radio.

Los extremos superior e inferior de la pala 10 están inclinados para formar partes inclinadas 10a. Si el ángulo de la parte inclinada 10a es de más de 45 grados, es probable que se produzca una turbulencia del viento, mientras que si es demasiado pequeño, se reduce la tasa de recuperación de energía eólica. Por lo tanto, un ángulo adecuado es de 30-45 grados. Si la parte inclinada 10a es demasiado larga, es probable que se convierta en resistencia, y puede ser, preferentemente, inferior a un 10% de la longitud de la pala.

Cuando gira la pala 10, el aire gira con la superficie lateral de la pala 10 debido a la viscosidad del fluido. Como resultado, el viento que entra en la trayectoria de la revolución de la pala 10 fluye en una dirección vertical para tener una menor resistencia en la superficie de la pala. Cuando se forman las partes inclinadas 10a hacia dentro en los extremos superior e inferior de la pala 10, el flujo de aire que intenta fluir hacia arriba y hacia abajo es suprimido por las partes inclinadas 10a para aumentar la presión del aire, empujando de ese modo a la pala 10 en una dirección de revolución. Así, la eficacia de giro de la pala 10 que tiene las partes inclinadas 10a aumenta en un 10-40% en comparación con la que no tiene parte inclinada, como se describe a continuación.

En la pala 10 según la presente invención, la anchura o la longitud de la cuerda es muy grande. Dado que las partes inclinadas 10a están formadas en los extremos superior e inferior de la pala 10, se confirma que la pala 10 consigue un número ideal de revoluciones en comparación con una pala vertical recta sencilla, a pesar de la gran longitud de la cuerda.

La Fig. 3 es una vista esquemática que tiene una vista en planta desde arriba mostrada por líneas continuas y una vista frontal mostrada por líneas discontinuas.

La superficie externa de la pala 10 comprende una superficie curvada a lo largo de una trayectoria “T” de la revolución. Así, durante la rotación del aerogenerador 1 de eje vertical, la superficie externa de la pala 10 se mueve a lo largo de la superficie curvada de la revolución para reducir la resistencia perdida del viento en una parte centrífuga de la pala.

Hay formado un lóbulo 10b en la superficie interna de la pala 10. Por lo tanto, durante una revolución, el extremo trasero de la superficie interna de la pala 10 gira por fuera de una trayectoria “Ta” de la revolución del lóbulo 10b y, en consecuencia, el viento que fluye a lo largo de la superficie interna de la pala 10 hacia atrás fluye fuera de la trayectoria “Ta” de la revolución del lóbulo 10b.

Por lo tanto, cuando el viento en contra impacta contra la superficie frontal de la pala 10 en la Fig. 3, empuja el extremo trasero de la superficie interna de la pala 10.

Debido a que el lóbulo 10b está formado en la superficie interna de la pala 10, el viento que fluye a lo largo de la superficie externa de la pala 10 es más rápido que el viento que fluye a lo largo de la superficie interna. Un viento más rápido hace que el aire sea menos denso, convirtiéndose en una presión negativa, de forma que se presiona la pala 10 hacia dentro y hacia delante desde el exterior para crear empuje para proporcionar una fuerza de giro automático.

En la Fig. 3, el viento que impacta contra la superficie interna de la pala giratoria 10 desde la parte frontal izquierda y fluye verticalmente impacta contra la parte inclinada 10a de la pala 10. Dado que la trayectoria “Tb” de giro se encuentra en el interior de la trayectoria “Ta” de giro del lóbulo 10b, la corriente de aire que pasa hacia atrás sobre el lóbulo 10b no se difunda hacia arriba ni hacia abajo, sino que pasa hacia atrás a una velocidad elevada mientras que es presionada por las partes inclinadas superior e inferior 10a para crear una presión elevada, empujando de ese modo la parte trasera de la superficie interna de la pala 10 para convertirse en una fuerza de giro.

En una vista lateral de la Fig. 3, una flecha “A” que incide en la superficie lateral izquierda de la parte inclinada 10a es repelida en una dirección de una flecha “a”. En una vista en planta desde arriba de la Fig. 3, el viento de una flecha “B” es repelida en una dirección de una flecha “b”. El viento repelido afecta a la fuerza de giro de la pala como reacción.

En la Fig. 3, la longitud de la cuerda de la pala 10 está fijada en un 50% de un radio orbital de la pala. Sin embargo, la superficie externa de la pala 1 está circunscrita a una superficie circular a lo largo de la trayectoria “T” de giro. Así, a pesar del lóbulo10b en la superficie interna, la pala 10 tiene un grosor de hasta aproximadamente un 7% del radio de giro. Cuanto más delgada sea la pala, menor será la resistencia al giro.

En el aerogenerador 1 de eje vertical construido según lo que antecede, la pala 10 tiene una longitud de 1 m. Pero hay dispuestos cuatro niveles de una única pala en torno al eje principal vertical 5 de 7 m, de forma que el aerogenerador de eje vertical de cuatro palas tiene un área amplia de recepción de viento y proporciona un par elevado durante una revolución.

En cada nivel, la pala 10 es individual para conseguir una resistencia nula al viento en el lado opuesto del mismo nivel para aumentar la eficacia de revolución. Contra el viento que sea de dirección instantáneamente variable, la pala 10 en cada nivel varía en dirección según ángulos rectos para permitir que el eje gire de manera uniforme con una energía eólica continua como un motor de cuatro cilindros de un automóvil y consiga un par elevado.

La pala individual 10 está dispuesta en el eje vertical principal único 5 en cada uno de una pluralidad de niveles con ángulos fijos para proporcionar un buen equilibrio de giro del eje principal vertical.

En palas de múltiples niveles en torno al eje vertical principal único 5, el coeficiente de potencia no es igual a la multiplicación por el número de niveles, sino que es más de ello, lo que está confirmado. La sustentación de las palas de cuatro niveles es cuatro veces mayor que la de una única pala, pero la carga resistente a la pala 10 se reduce a uno dividido por el número de niveles para aumentar la eficacia de giro y aumentar la velocidad de giro de la pala 10, aumentando de ese modo el coeficiente de potencia.

En la primera realización, las palas 10 están dispuestas en cuatro niveles, pero puede haber conectados verticalmente tres ejes principales verticales 3 para proporcionar doce niveles de las palas 10.

Al acortar el eje principal vertical 5, las palas 10 pueden estar dispuestas en tres o seis niveles. La pala 10 puede ser más larga o más corta.

La Fig. 4 es una vista frontal en alzado de la segunda realización de un aerogenerador de eje vertical de la presente invención y la Fig. 5 es una vista en planta desde arriba. Se utilizan los mismos números a los mismos miembros que anteriormente y se omite la descripción de los mismos. En las Figuras 4 y 5 se omiten brazos intermedios de fijación o tirantes diagonales en un bastidor de soporte.

En la Fig. 4, un eje principal vertical 5 está soportado por una pluralidad de cojinetes intermedios 66, cada uno de los cuales está fijado por un brazo 3 de fijación entre postes 2. Por lo tanto, el eje principal vertical 5 puede resistir una flexión en su conjunto, haciendo el eje principal vertical 5 más delgado y más ligero, mientras resista esfuerzos cortantes.

En la Fig. 4, se coloca el eje principal vertical 5 es entre las dos palas 10. Si el radio orbital de la pala 10 es de 1 m, la longitud de la cuerda de la pala 10 está configurada desde un 40 hasta un 55% del radio.

Hay colocados brazos 9a-9e de soporte en la misma órbita. Durante el giro, las dos palas 10 en el mismo nivel tienen un buen equilibrio para mejorar el equilibrio de la revolución en todo el aerogenerador 1.

Como se muestra en la Fig. 5, los brazos más elevados 9a de soporte están dispuestos en cada lado del eje 5. El brazo 9b de soporte del segundo nivel está desplazado con un ángulo de 72 grados en una dirección de revolución como se muestra por medio de una flecha “A”. El brazo 9a de soporte del tercer nivel está desplazado adicionalmente 72 grados. Los brazos 9d, 9e de soporte del cuarto y quinto nivel están desplazados 72 grados en la dirección de revolución.

Así, los brazos 9a-9e de soporte están dispuestos en la dirección de revolución con 36 grados en el orden de 9a, 9d, 9b, 9e, 9c, 9a, 9d, 9c, como se muestra en la Fig. 5.

En la segunda realización, las dos palas están dispuestas en cinco niveles para que el número total de las palas llegue a diez para aumentar el área de recepción de viento para producir un par más elevado. En especial, el área de recepción de viento de cinco niveles del aerogenerador 1 es más de cinco veces mayor que la de un aerogenerador de un único nivel, y la generación de energía eólica aumenta en proporción al área de la pala 10 multiplicada por la velocidad del viento y al cubo.

La Fig. 6 es una vista en planta desde arriba de dos palas de un aerogenerador de eje vertical. Se asignan los mismos números a las mismas piezas y miembros y se omitirá la descripción de los mismos.

El aerogenerador 1 de eje vertical está fabricado para ensayos de túnel de viento, y un radio de órbita de las palas 10 es de 40 cm; la altura es de 80 cm y la longitud de la cuerda es de 20 cm.

La superficie externa de la pala 10 se mueve a lo largo de una órbita de revolución “T”. Hay formado un lóbulo 10b en el interior de la pala 10 y hay formadas partes inclinadas 10a en los extremos superior e inferior de la pala 10. Los ensayos de túnel de viento se llevan a cabo con respecto al rendimiento de giro del aerogenerador 1.

Fecha: 26 de julio de 2004, nublado, 32-34°C
Dispositivo de túnel de viento propiedad de Ashikaga Institute of Technology, de tipo abierto, orificio de soplado: 1,04 m × 1,04 m, túnel de viento de velocidad variable
Medición de la velocidad del viento: manómetro de tipo Betz y tubo Pitot, velocidad del viento en los ensayos: 4, 6, 8, 10, 12, 14 m/s
Pala recta: longitud de la cuerda de 13, 16, 20, 23 cm
Pala de tipo BELLSHION: longitud de la cuerda de solo 20 cm
Ensayo de par: dispositivo de tipo motor inversor propiedad del curso de posgrado Ushiyama del Ashikaga Institute of Technology

En los ensayos de túnel de viento relativos a una pala recta que no tiene partes inclinadas, se obtienen los siguientes resultados de eficacia “Cp” del aerogenerador.

Longitud de la cuerda	Velocidad del viento	Cp	Velocidad del viento	Cp
13 cm	4 m/s	0,06	14 m/s	0,26
16	4	0,05	14	0,27
20	4	0,17	14	0,28
23	4	0,10	14	0,29

A partir de los resultados del ensayo, la pala con una longitud de la cuerda de 23 cm tiene una excelente eficacia "Cp" de aerogenerador cuando la velocidad del viento es elevada, tal como 14 m/s, pero es deficiente cuando la velocidad del viento es baja, tal como 4 m/s.

En cambio, la pala con una longitud de la cuerda de 20 cm o un 50% del radio orbital proporciona una eficacia del aerogenerador de 0,17 a pesar de una baja velocidad del viento, lo que es muy excelente en comparación con las otras.

Se llevaron a cabo ensayos de túnel de viento en las palas de tipo BELLSHION que tienen partes inclinadas en los extremos superior e inferior y una longitud de la cuerda de 20 cm, y se presentan a continuación los resultados.

Longitud de la cuerda	Velocidad del viento	Cp
20 cm	4 m/s	0,25
	8	0,27
	12	0,30
	14	0,32

A partir de los resultados de los ensayos de túnel de viento, comparando la pala 10 según la presente invención con una pala recta normal, la pala 10 según la presente invención tiene una longitud de la cuerda de 20 cm, correspondiente a un 50% del radio orbital, pero proporciona más de un 0,25 de eficacia "Cp" del aerogenerador con una velocidad reducida del viento de 4 m/s en comparación con una eficacia del aerogenerador de 0,17 de la pala recta que tiene una longitud de la cuerda de 20 cm a una velocidad del viento de 4 m/s, lo que demuestra una buena eficacia.

Específicamente, en un caso de la misma longitud de la cuerda, la pala 10 de la presente invención consigue una mejor eficacia en un 47% a una velocidad reducida del viento de 4 m/s y en un 14% a una velocidad elevada del viento de 14 m/s que las palas rectas.

Los valores numéricos de los ensayos muestran que el aerogenerador 1 de eje vertical tiene una diferencia pequeña de eficacia de revolución entre un área de viento de baja velocidad y un área de viento de alta velocidad y que es estable.

En particular, un generador de energía eólica no es rentable a no ser que sople un viento de más de 4 m/s durante más de 2000 horas durante un año. En cada región en la que hay muchos días en los que no sopla viento de alta velocidad durante un año, el aerogenerador 1 de eje vertical que tiene un Cp = 0,25 con una velocidad del viento de 4 m/s en la presente invención es adecuado para generar energía eólica.

En los ensayos de túnel de viento, se confirma que la eficacia "Cp" del aerogenerador es deficiente, en especial en un área de baja velocidad, ya sea la longitud de la cuerda de la pala 10 sea más corta o larga que la anchura correspondiente a un 50% del radio orbital. Por lo tanto, se confirma que la longitud de la cuerda de la pala 10 en dos palas varía, preferentemente, entre un 40 y un 55%. Dependiendo del tamaño, del número, de la velocidad media del viento del lugar, etc., la longitud de la cuerda es de entre 40 y 55% del radio orbital.

La Fig. 7 es una vista frontal en alzado de la tercera realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención. Los mismos números están asignados a los mismos miembros que los de las anteriores realizaciones y se omite la descripción de los mismos. No se muestran brazos intermedios de fijación ni tirantes diagonales en un bastidor 4 de soporte en la Fig. 7.

En el aerogenerador 1 de eje vertical en la tercera realización, se utiliza tal cual una torre existente "L" de acero para una línea de energía eléctrica de alta tensión. La electricidad generada por un generador (no mostrado) de energía eléctrica en una base 7 se recoge en un colector 11 de electricidad, es transformada por un transformador 12 y se recoge por medio de la línea "L" de energía eléctrica. Por lo tanto, se ahorra en inversión y se facilitan la generación de energía eléctrica en zonas remotas y la recogida de energía eléctrica. Como se muestra, el radio orbital de una pala 10 es variable dependiendo de cada nivel vertical.

La Fig. 8 es una vista frontal en alzado de la cuarta realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención. Se asignan los mismos números a los mismos miembros que los de las anteriores realizaciones y se omite la descripción de los mismos. No se muestran los brazos intermedios de fijación ni los tirantes diagonales en un bastidor de soporte en la Fig. 8. No se muestran un colector de electricidad, un transformador, un dispositivo de control automático, un sensor de la velocidad de giro ni un medio de frenado.

En la cuarta realización, se proporciona horizontalmente una pluralidad de secciones de instalación de eje en un bastidor 4 de soporte, y hay dispuesto un eje principal vertical 5 en cada una de las secciones 4a de instalación de eje, de forma que hay dispuesta una pluralidad de ejes principales verticales 5 en el único bastidor 4 de soporte. La Fig. 8 muestra dos secciones, pero puede haber dispuestas diez o doce secciones continuamente en una dirección horizontal.

Hay formada una pluralidad de secciones 4a de instalación de eje en el único bastidor 4 de soporte y el eje principal vertical 10 está dispuesto en cada una de las secciones 4a de instalación de eje. Hay montada una pluralidad de palas 10 en cada uno de los ejes principales verticales 5, pero las palas adyacentes 10 tienen una dirección distinta para permitir que el flujo del viento pase por las mismas de manera uniforme, reduciendo de ese modo la interacción del flujo de aire provocado por las palas adyacentes durante una revolución.

Los ejes principales verticales 1 en la cuarta realización construidos de esta manera permiten que todo el bastidor 4 de soporte actúe como un generador de energía eólica. Como resultado, cada uno de los ejes principales verticales 5 permite que gire un generador (no mostrado) en una base 7 y genere energía eléctrica que es recogida para realizar un generador de gran volumen por medio del único bastidor 4 de soporte.

Las palas 10 en la presente realización pueden comprender dos palas en la Fig. 4. Como se muestra en la Fig. 4, el eje principal vertical 5 puede estar soportado por medio de cojinetes intermedios 66.

Las secciones 4a de instalación de eje están dispuestas continuamente lado a lado y se puede variar el número de niveles de las palas 10 tal como cinco, cuatro, tres y dos niveles. Esto es adecuado cuando está instalado sobre terreno irregular.

La Fig. 9 es una vista en planta desde arriba de la quinta realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención. Se asignan los mismos números a los mismos miembros que los de las anteriores realizaciones y se omite la descripción de los mismos. No se muestran brazos intermedios de fijación ni tirantes diagonales en un bastidor 4 de soporte en la Fig. 9.

El aerogenerador 1 de eje vertical en la quinta realización comprende el bastidor 4 de soporte con una forma de Y. Se muestran doce secciones 4a de instalación de eje, pero pueden ser continuas diez o cincuenta secciones en una dirección. Dependiendo de la forma del terreno, el número de secciones 4a aumenta para hacerse mayor en una dirección, pero se reduce para hacerse menor en la otra dirección. Además, en una dirección, las secciones 4a de instalación de eje pueden ser movidas hacia delante y hacia atrás.

La Fig. 10 es una vista frontal en alzado de la sexta realización de un árbol de eje vertical. Se asignan los mismos números a los mismos miembros y se omite la descripción de los mismos. En un bastidor de soporte en la Fig. 10, no se muestran brazos intermedios de fijación ni tirantes diagonales.

En la sexta realización, los brazos 9 de soporte para las palas 10 son distintos entre sí en longitud y se proporcionan una pala más lejana 10A y una pala más cercana 10B. La relación de un brazo más largo 9A de soporte con respecto a un brazo más corto 9B de soporte es de 2:1 en un punto máximo. En la Fig. 10, las palas más lejanas 10A y las palas más cercanas 10B están dispuestas en dos niveles y los brazos más largos y más cortos 9A, 9B de soporte están dispuestos rectos. En un caso de cuatro niveles, los brazos más largos y más cortos 9A, 9B de soporte están separados con ángulos rectos.

En la Fig. 10, la pala más lejana 10A es más corta, mientras que la pala más cercana 10B es más larga. La relación del brazo más corto 9B de soporte con respecto al brazo más largo 9A de soporte es de 1:2. El brazo más largo 9A de soporte tiene una longitud de 100 cm y el brazo más corto 9B de soporte tiene una longitud de 50 cm. La pala más lejana 10A tiene una longitud de 100 cm y la pala más cercana 10B tiene una longitud de 200 cm, de forma que las áreas de recepción de viento son idénticas.

La pala más lejana 10A y la pala más cercana 10B no pasan a través de la misma trayectoria de giro durante una revolución y es improbable que sean sometidas a turbulencia por el giro. Estas realizaciones tienen un área mayor de recepción de viento que una única pala por nivel, por lo que se añade la ventaja de una única pala a la ventaja de dos palas.

La Fig. 11 es una vista en planta desde arriba de la séptima realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención. Se asignan los mismos números a los mismos miembros y se omite la descripción de los mismos. En un bastidor 4 de soporte en la Fig. 11, no se muestran brazos de fijación ni tirantes diagonales.

En la séptima realización, hay dispuesto un brazo más largo 9A de soporte a través de un brazo más corto 9B de soporte, y hay montadas dos palas más lejanas 10A y dos palas más cercanas 10B al brazo más largo 9A de soporte y al brazo más corto 9B de soporte, respectivamente. En la Fig. 11, el brazo 9A de soporte para las palas más lejanas 10A está montado en la superficie superior de un miembro 8 de fijación, mientras que el brazo 9B de soporte para las dos palas más cercanas 9B está montado en la superficie inferior del miembro 8 de fijación. Sin embargo, ambos brazos más largo y más corto 9a y 9B pueden estar montados en la superficie superior del

miembro 8 de fijación. Las palas 10 pueden estar dispuestas en un único eje principal vertical 5 en una pluralidad de niveles, de forma similar a las otras realizaciones.

La Fig. 12 es una vista frontal en alzado de la octava realización de un aerogenerador de eje vertical según la presente invención. Se asignan los mismos números a los mismos miembros que los de las anteriores realizaciones y se omite la descripción de los mismos. En la Fig. 12, no se muestran brazos intermedios de fijación ni tirantes diagonales.

En la octava realización, hay dispuestas tres palas en cuatro niveles. La longitud de la cuerda de una pala 10 es de 40-55% del radio orbital, menor que la de dos palas. Las palas 10 están desviadas de las que se encuentran en el siguiente nivel en 30 o 60 grados. Hay dispuesto un generador 13 de energía eléctrica en cada nivel para generar energía eléctrica mediante la rotación de un eje principal vertical 5 mediante un medio 14 de transmisión. Hay dispuesto un dispositivo automático de embrague o un conmutador automático de carga (no mostrado) en cada uno de los generadores 13. Se proporcionan un cojinete, una transmisión, un sensor de la velocidad de giro, un dispositivo de control automático, un freno automático y un motor de asistencia a la rotación (no mostrado).

El sensor de la velocidad de rotación detecta la velocidad de rotación del eje principal vertical 5 para controlar los equipos relevantes por medio del dispositivo de control automático en función del valor detectado. Una velocidad del viento inferior a 4 m/s acciona el dispositivo automático de embrague para que se abra y se cierre en cada nivel de cierta velocidad del viento. Por lo tanto, se abre el dispositivo automático de embrague en los cuatro generadores 13 para permitir que el número de generadores 13 a los que no se transmite una fuerza de giro del eje principal vertical 5 sea de uno a tres, realizando de ese modo la rotación del eje principal vertical con una carga que coincida con la velocidad reducida del viento para llevar a cabo una generación de energía eléctrica adecuada con una velocidad reducida de viento.

Al ponerse en marcha a una velocidad reducida del viento, solo se pone en marcha uno de los generadores 13 conectados al eje principal vertical 5y se aumenta el número de generadores conectados 13 con un aumento de la velocidad del viento. Por lo tanto, puede haber instalado únicamente un generador más pequeño que los otros en cuanto a volumen de generación de energía eléctrica.

En situaciones de calma, el motor de asistencia a la rotación (no mostrado) es accionado por medio del dispositivo de control automático para proporcionar una fuerza para la puesta en marcha del aerogenerador 1. Durante un tifón, se acciona el freno automático. El freno automático puede ser un dispositivo de carga eléctrica, no un dispositivo mecánico. El dispositivo de conmutación automática de la carga puede ser un dispositivo conmutador de apertura/cierre para una pluralidad de baterías y una bobina electromagnética. Por ejemplo, cuando un tifón supera una cierta velocidad de viento, el conmutador se abre por medio del dispositivo de control automático en función del valor detectado en un anemómetro para convertirse en una carga que haga que sea imposible generar energía eléctrica por medio de la velocidad del viento, de forma que se frena el aerogenerador.

Con respecto al control del conmutador automático de carga en el generador 13 en esta realización, se puede aplicar otra realización.

Hay conectado un generador de energía eléctrica a un eje principal vertical de un aerogenerador para realizar un generador de energía eólica. En especial, un bastidor de soporte está fabricado de postes ligeros que se extienden en una dirección horizontal, aumentando, de ese modo, la altura, evitando la caída y produciendo un generador de energía eólica de gran volumen que comprende un número de pequeños aerogeneradores.

Lo que antecede simplemente está relacionado con realizaciones de la invención. Un experto en la técnica puede realizar diversos cambios y modificaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones, que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aerogenerador (1) de eje vertical que comprende:

un bastidor (4) de soporte;
un eje principal vertical (5) montado de forma giratoria en el bastidor de soporte;
un brazo (9) de soporte montado en el eje principal vertical en un extremo; y
una pala verticalmente larga (10) montada en el otro extremo del brazo de soporte, teniendo dicha pala una parte inclinada superior en un extremo superior y una parte inclinada inferior en un extremo inferior y que es recta entre la parte inclinada superior y la parte inclinada inferior, **caracterizado porque** cada una de las partes inclinadas superior e inferior están inclinadas hacia dentro con un ángulo de 30 a 45 grados con respecto a un eje vertical del eje principal, siendo una longitud de la cuerda de dicha pala un 40 a un 55% de un radio de revolución de la superficie externa de la pala, y **porque** hay dispuesta en vertical una pluralidad de dichas palas, cada una montada en un brazo (9) de soporte, en una pluralidad de niveles, dirigiéndose cada una de dichas palas en una dirección distinta, de forma que la pluralidad de palas están separadas con ángulos casi idénticos en torno al eje principal vertical en una vista en planta desde arriba.

2. Un aerogenerador (1) de eje vertical según la reivindicación 1, en el que se proporciona un cojinete en el eje principal vertical (5) en cada uno de los niveles.

3. Un aerogenerador (1) de eje vertical según la reivindicación 1, en el que se proporciona un cojinete entre dos de los niveles, proporcionándose un generador de energía eléctrica en cada uno de dicha pluralidad de niveles para generar electricidad respectivamente.

4. Un aerogenerador (1) de eje vertical según la reivindicación 1, en el que se proporciona el aerogenerador en una torre de acero para una línea de energía eléctrica de alta tensión.

5. Un aerogenerador (1) de eje vertical según la reivindicación 1, en el que hay montado un par de palas en el eje principal vertical (5), encontrándose uno de dicho par de palas más cerca del eje y siendo más larga, mientras que la otra se encuentra más lejos del eje y es más corta.

FIG.1

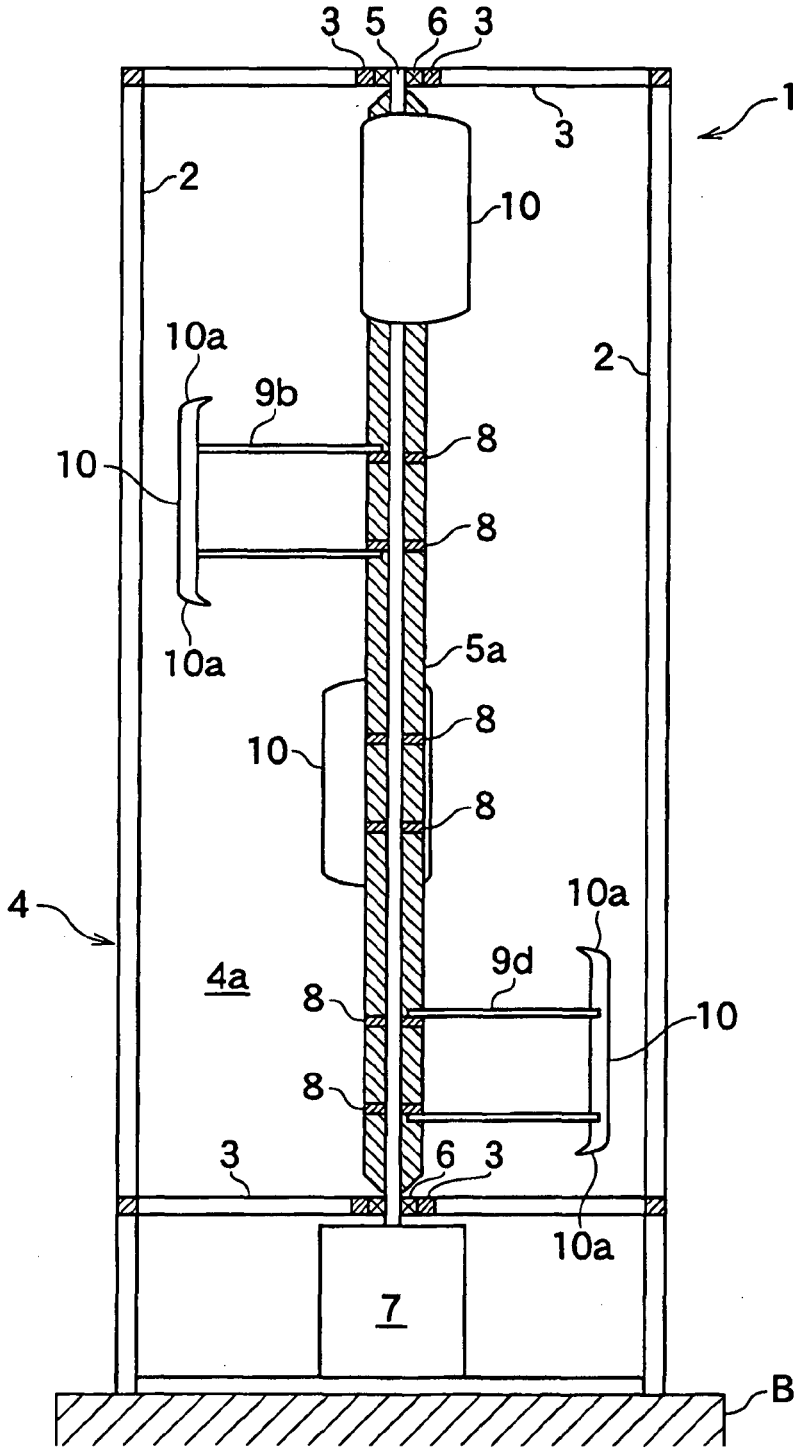


FIG.2

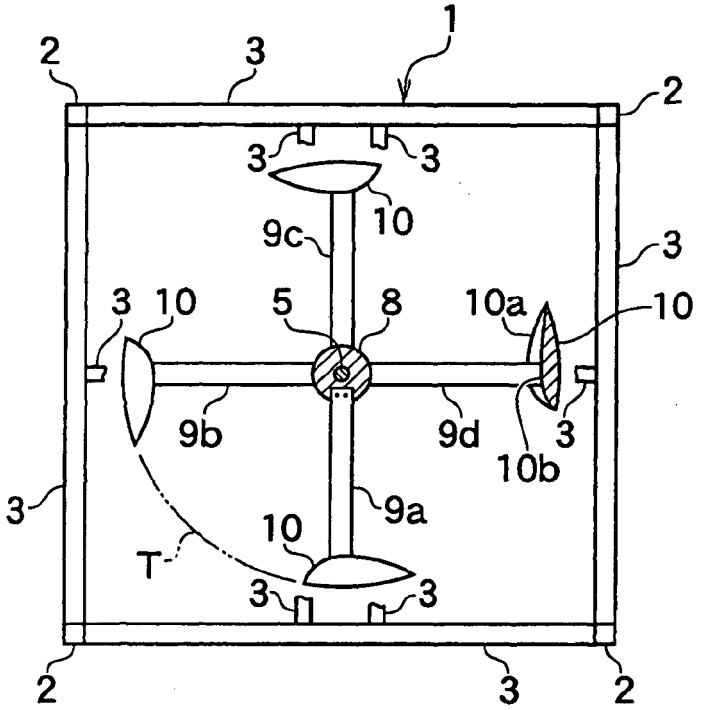


FIG.3

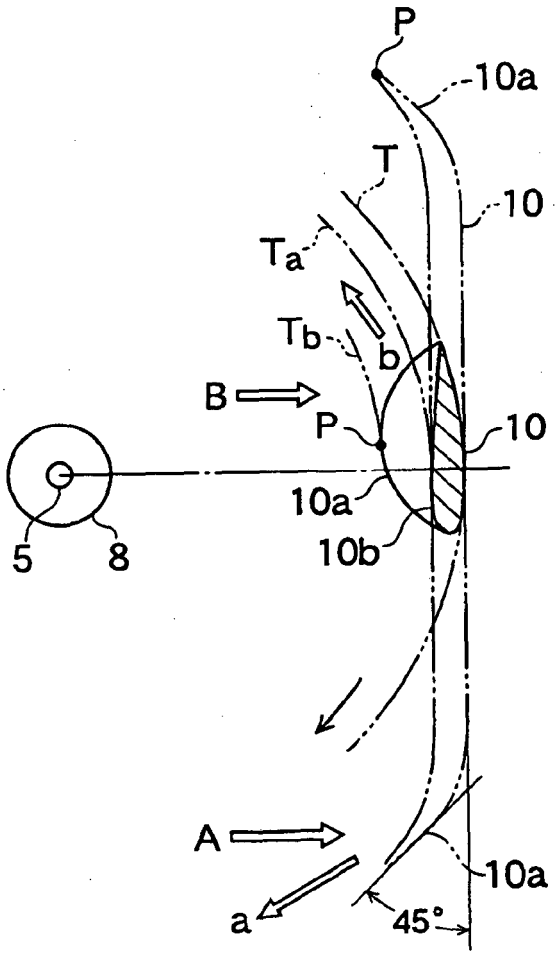


FIG.4

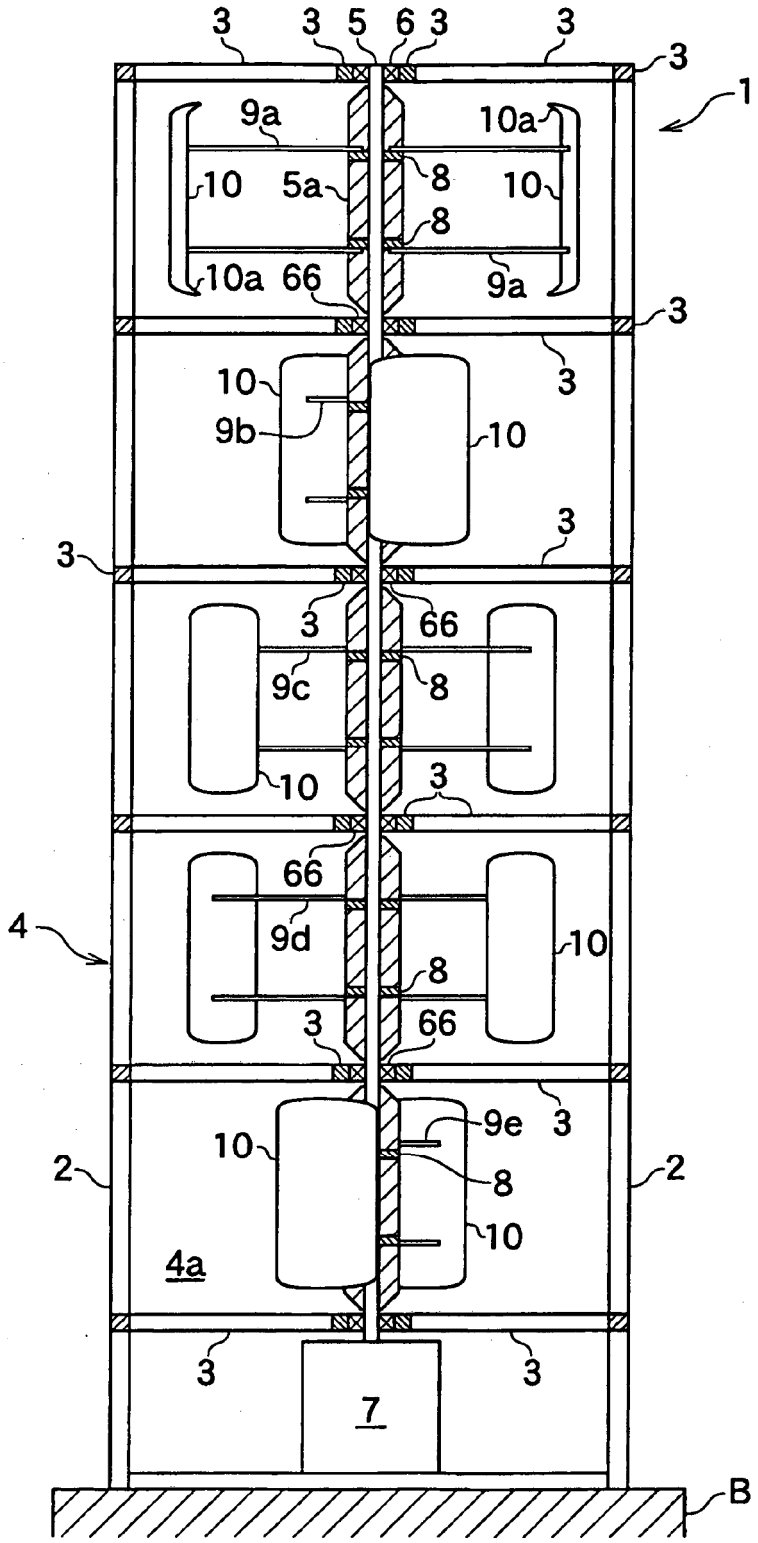

3
3
5
6
3
3
3
1
9a
10a
10
5a
8
10
8
10a
66
9a
3
10
3
9b
10
3
3
3
66
9c
8
10
3
66
4
9d
10
8
3
66
3
9e
10
8
2
2
10
4a
3
3
7
B

FIG.5

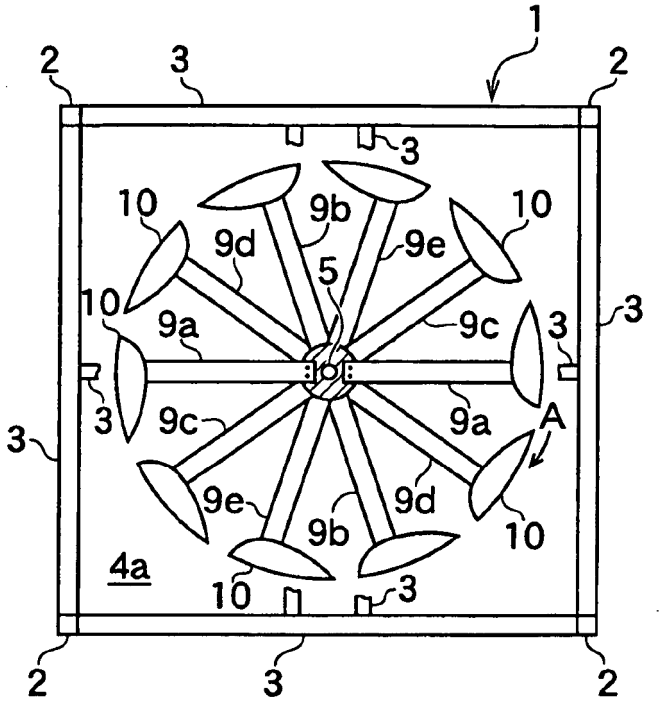

1
2
3
2
3
10
9b
10
9d
9e
5
10
9a
9c
3
3
3
3
9c
9a
A
3
9e
9d
9b
10
4a
10
3
2
3
2

FIG.6

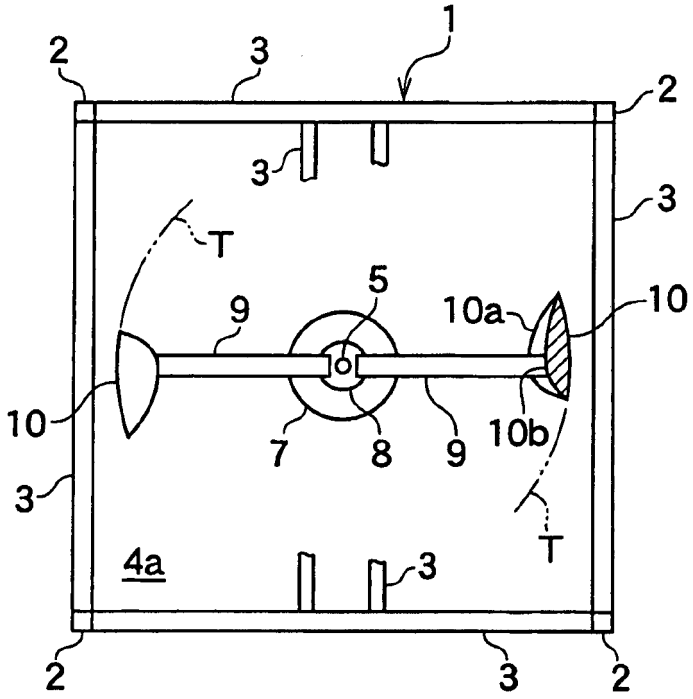

1
2
3
2
3
3
T
5
9
10a
10
10
7
8
9
10b
3
T
4a
3
2
3
2

FIG.7

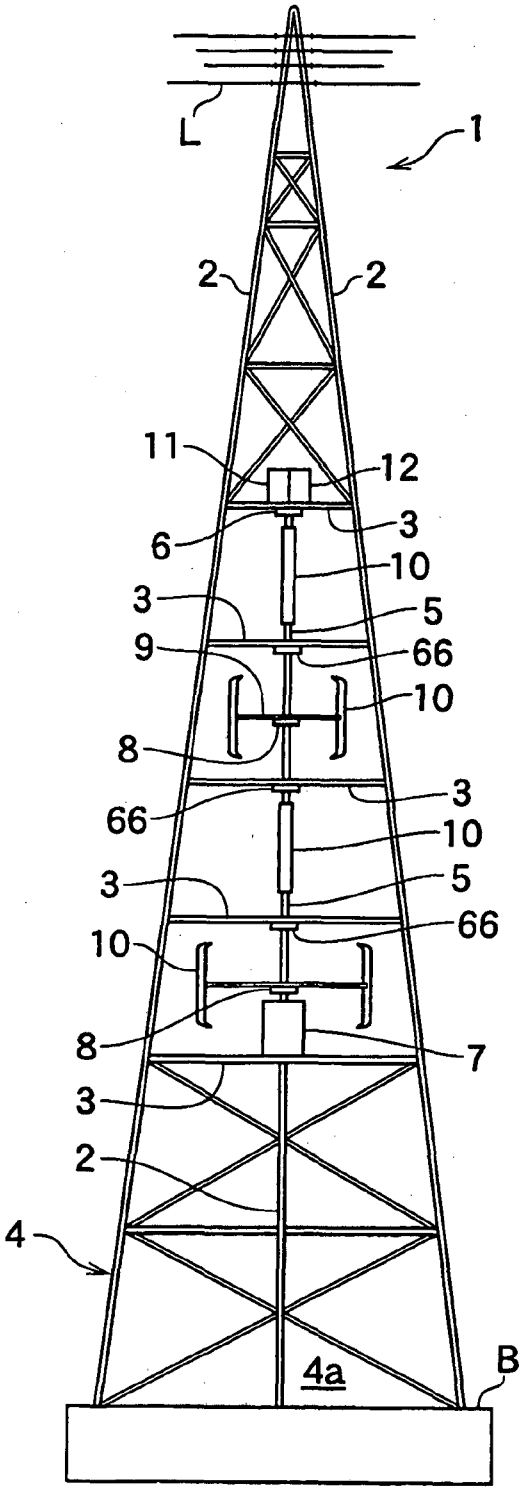


FIG.8

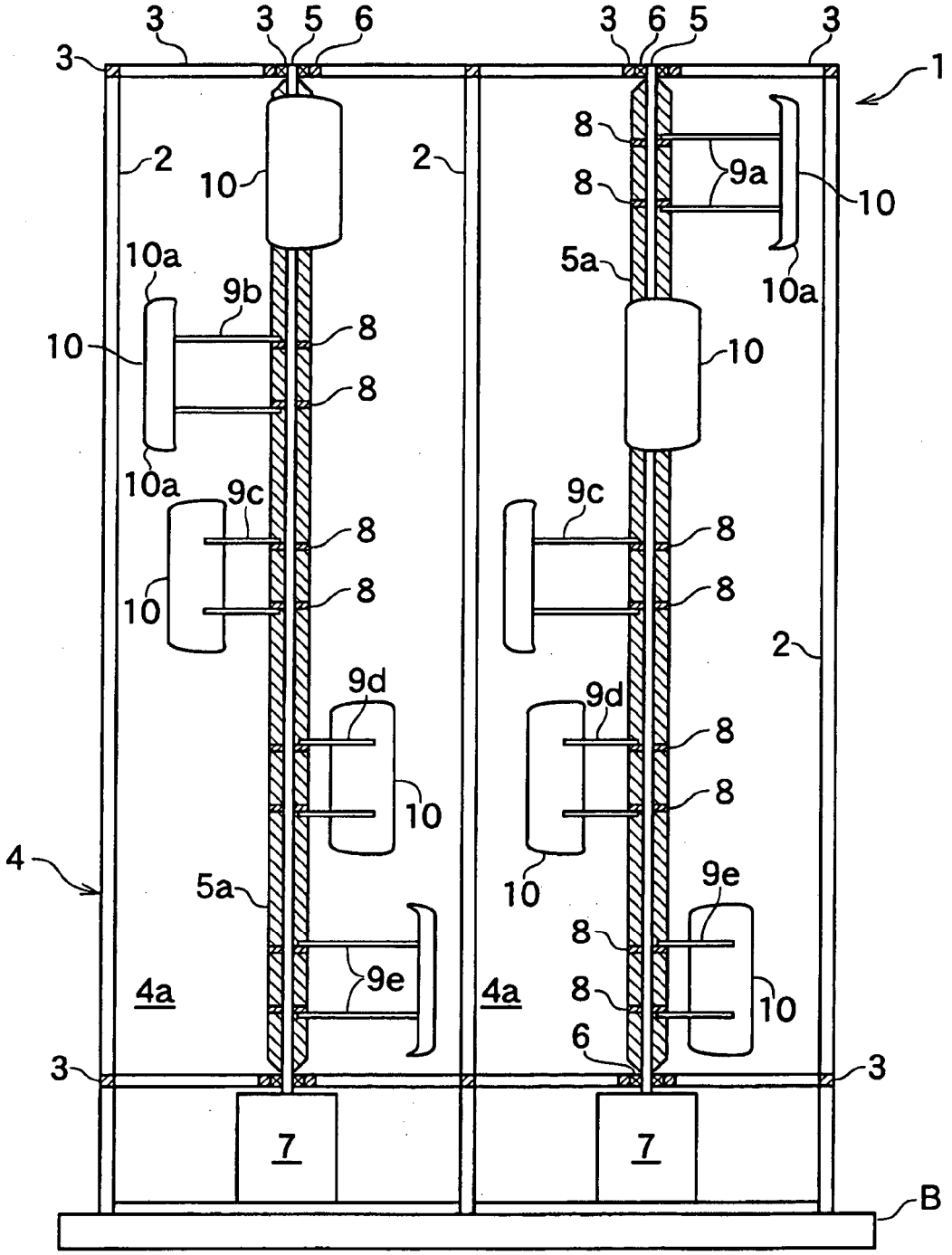

3
3
5
6
3
6
5
3
3
1
2
10
2
8
9a
8
10
10a
5a
10a
9b
8
10
10
8
10a
9c
9c
8
8
10
8
2
9d
9d
8
10
8
4
5a
10
9e
8
4a
9e
4a
8
10
6
3
3
7
7
B

FIG.9

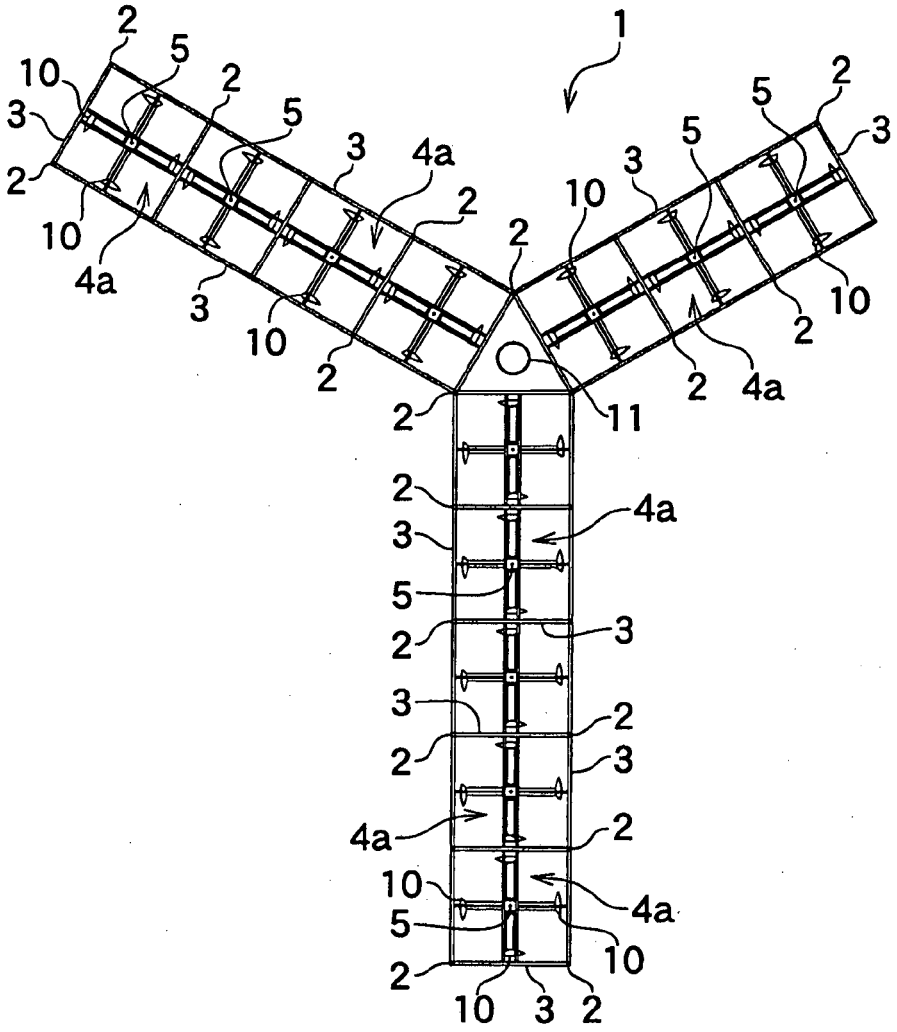


FIG.10

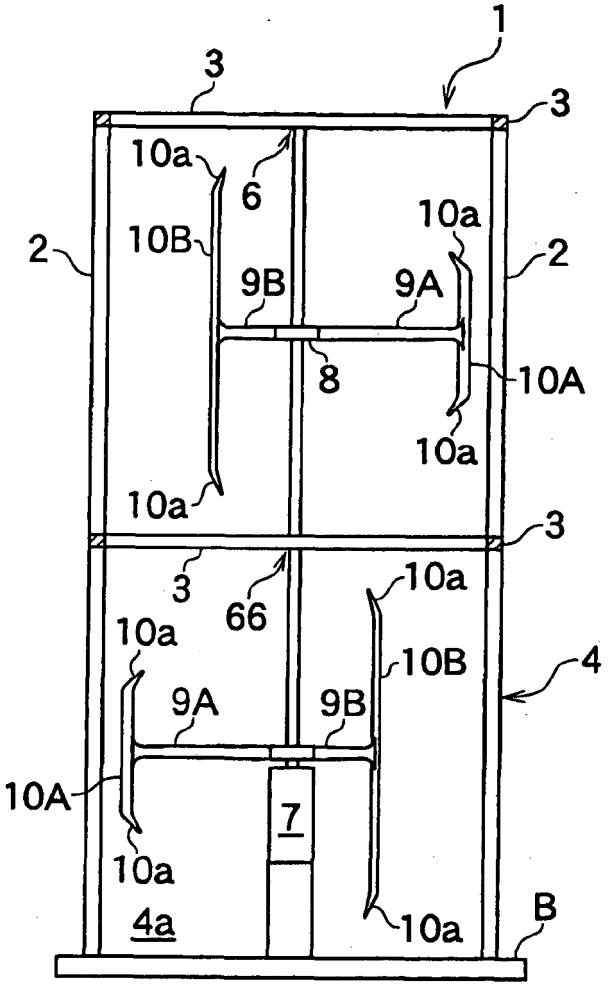

1
3
3
10a
6
10a
10B
2
2
9B
9A
8
10A
10a
10a
3
3
10a
66
10a
10B
4
9A
9B
10A
7
10a
4a
10a
B

FIG.11

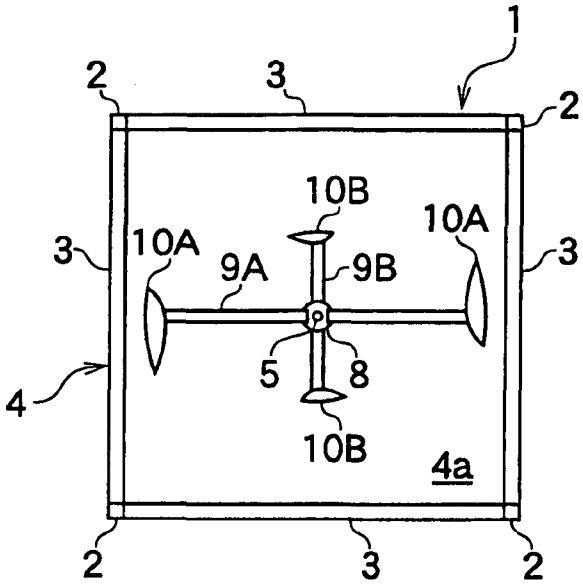
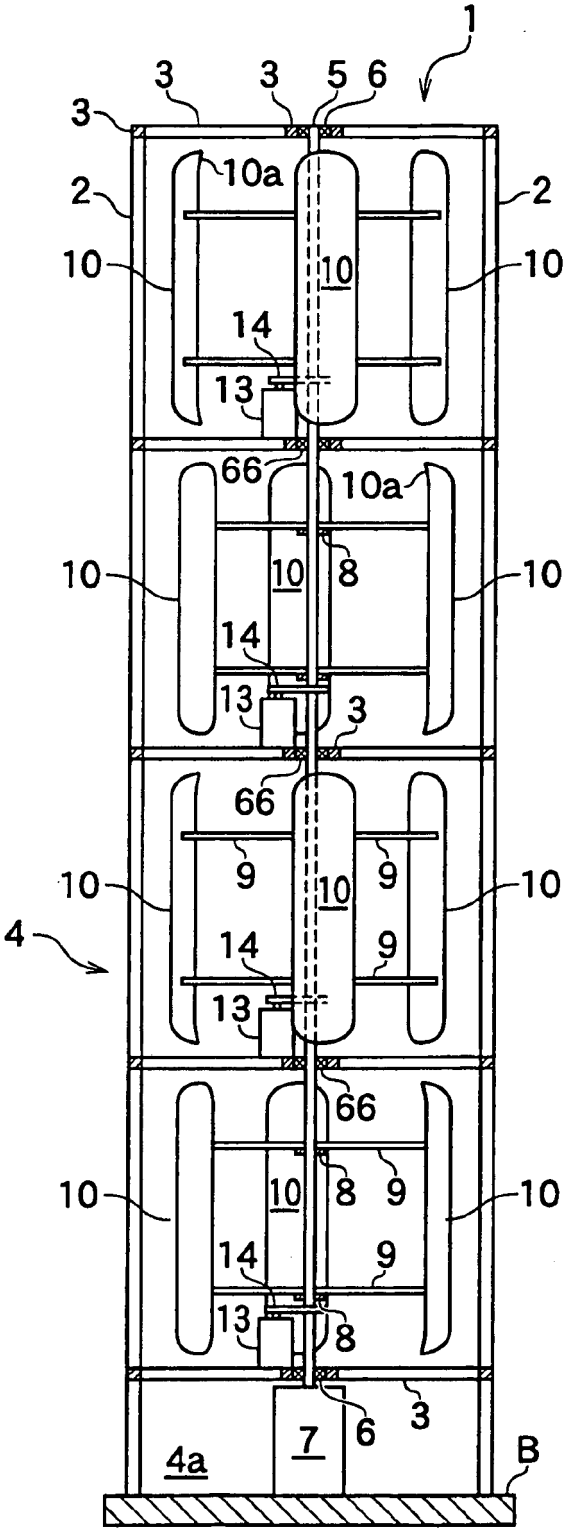


FIG.12


1
3
3
5
6
3
10a
2
2
10
10
10
14
13
66
10a
10
10
8
10
14
13
3
66
9
9
10
10
10
4
14
9
13
66
10
10
8
9
10
14
9
13
8
3
6
7
4a
B