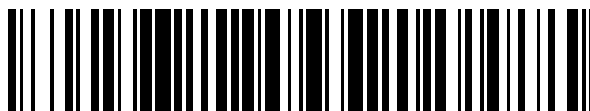


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 952**

51 Int. Cl.:
F16H 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08722059 .6**

96 Fecha de presentación: **13.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2275705**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.01.2011**

54 Título: **Unidad de transmisión y generador de potencia eólica**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.06.2012

73 Titular/es:
**Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
16-5, Konan 2-chome Minato-ku
Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:
NUMAJIRI, Tomohiro

74 Agente/Representante:
Veiga Serrano, Mikel

ES 2 383 952 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

Unidad de transmisión y generador de potencia eólica.

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un sistema de generador de turbina eólica.

10 **Estado de la técnica**

15 Los sistemas de generador de turbina eólica que generan electricidad usando potencia eólica, que es una energía natural, se conocen de manera convencional. Este tipo de sistema de generador de turbina eólica incluye una cabeza de rotor a la que están unidas palas de rotor de turbina eólica, un árbol principal acoplado a la cabeza de rotor de modo que gira de manera solidaria con la cabeza de rotor, una caja de engranajes de aumento de velocidad acoplada al árbol principal que gira por medio de potencia eólica recibida por las palas de rotor de turbina eólica, y un generador accionado por potencia de salida de árbol a partir de la caja de engranajes de aumento de velocidad, que se proporcionan en una góndola montada encima de una torre. En el sistema de generador de turbina eólica configurado de este modo, el giro del árbol principal y la cabeza de rotor dotada de las palas de rotor de turbina eólica que convierten la potencia eólica en potencia giratoria genera potencia de salida de árbol. La potencia de salida del árbol, cuya velocidad de rotación se incrementa mediante la caja de engranajes de aumento de velocidad acoplada al árbol principal, se transmite al generador. Por consiguiente, en el sistema de generador de turbina eólica, la potencia de salida de árbol obtenida convirtiendo la potencia eólica en potencia giratoria funciona como la fuente de accionamiento del generador, y de este modo puede generarse electricidad usando potencia eólica como energía motriz del generador.

25 La caja de engranajes de aumento de velocidad (dispositivo de variación de velocidad) del sistema de generador de turbina eólica descrito anteriormente es, por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 7 a 9, una estructura conocida configurada combinando engranajes paralelos en los que se proporcionan algunos árboles de piñón (árboles de variación de velocidad) en una fase de variación de velocidad que se proporciona entre un árbol de entrada y un árbol de salida. Además, en la caja de engranajes de aumento de velocidad configurada combinando engranajes cilíndricos, es posible una reducción en el peso empleando una pluralidad de árboles de piñón que están enganchados con una rueda dentada de una primera fase. En la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad mostrada en los dibujos, un engranaje (11) de entrada (rueda dentada) proporcionado en un árbol de entrada (Si) y un engranaje (12) de salida (piñón) proporcionado en un árbol de salida (So) están acoplados uno con respecto al otro medio de cuatro árboles de piñón (Sv) que están dispuestos en la dirección circunferencial. Los árboles de piñón (Sv) están dotados cada uno de engranajes (13, 14), cuyo número de dientes es diferente entre sí, en ambos extremos.

40 Es decir, los árboles de piñón (Sv) de la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad se incrementan desde la velocidad de rotación del árbol de entrada (Si) según la relación de engranajes entre el engranaje (11) de entrada y el engranaje (13) enganchado con el engranaje (11) de entrada. Además, el árbol de salida (So) de la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad se incrementa desde la velocidad de rotación del árbol de variación de velocidad (Sv) según la relación de engranajes entre el engranaje (14) y el engranaje (12) de salida enganchado con el engranaje (14) que es coaxial con el engranaje (13). Por consiguiente, la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad mostrada en los dibujos es una caja de engranajes de aumento de velocidad de dos fases que incluye una primera fase para incrementar la velocidad en la que la velocidad de rotación del árbol de entrada (Si) se incrementa hasta la velocidad de rotación del árbol de variación de velocidad (Sv) y una segunda fase para incrementar la velocidad en la que la velocidad de rotación del árbol de variación de velocidad (Sv) se incrementa hasta la velocidad de rotación del árbol de salida (So).

50 Además, como caja de engranajes de aumento de velocidad del sistema de generador de turbina eólica mencionado anteriormente, por ejemplo, hay una en la que potencia motriz se distribuye en una pluralidad de trayectorias de potencia que usan engranajes de árboles paralelos en una fase de velocidad baja como primera fase, y cada árbol de salida al que se distribuye la potencia motriz está acoplado a un engranaje planetario (por ejemplo, véase el documento de patente 1). Se han dado a conocer diferentes engranes de la técnica anterior en los documentos de patente 2 y 3.

60 Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa no examinada, publicación n.º Hei 8-177711 representa la técnica anterior más próxima y muestra el preámbulo de la reivindicación 1.

Documento de patente 2: US 6.374.689 B1.

Documento de patente 3: US 2.516.077

Objeto de la invención

Los sistemas de generador de turbina eólica recientes tienen una tendencia a volverse más grandes con el aumento en la salida. Por consiguiente, también para reducir cargas sobre torres, cimentaciones, etcétera, se requiere reducir el peso de los trenes de transmisión y las estructuras de góndola. Por otro lado, puede disminuirse la anchura de cara y reducirse el peso de una caja (10) de engranajes de aumento de velocidad convencional constituida por una combinación de engranajes paralelos proporcionando una pluralidad de árboles de piñón (Sv) para la potencia de salida. Sin embargo, en el caso en el que la potencia de salida de la pluralidad de árboles de piñón (Sv) vuelve a un árbol, es decir, el árbol de salida (So) de la última fase, cuando los engranajes (14) cuyo número es el mismo que el de los árboles de piñón (Sv) están dispuestos en la misma línea, la relación de aumento de velocidad, que es el aumento de velocidad en una fase, está restringida por los tamaños de los engranajes (14).

La restricción mencionada anteriormente en la relación de aumento de velocidad se describirá ahora específicamente con referencia a la figura 8. En el ejemplo mostrado en el dibujo, cuatro árboles de piñón (Sv) están dispuestos con un paso de 90°. En este caso, para aumentar la relación de aumento de velocidad del engranaje (12) de salida que está enganchado con los cuatro engranajes (14) proporcionados en los respectivos árboles de piñón (Sv), es necesario disminuir el número de dientes y el diámetro del engranaje (12) de salida y también aumentar el número de dientes y los diámetros de los engranajes (14). Sin embargo, puesto que los cuatro engranajes (14) están dispuestos en la misma línea (el mismo plano), es necesario evitar la interferencia entre los engranajes (14) adyacentes disponiendo los engranajes de modo que garanticen un huelgo adecuado (L) entre ellos. Por tanto, la relación de aumento de velocidad que puede ajustarse está limitada a un valor que puede garantizar el huelgo mínimo (L).

Además, en la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad descrita anteriormente, la potencia de empuje no puede compensarse cuando se usa un único engranaje helicoidal como el engranaje paralelo. Por tanto, es necesario proporcionar un cojinete de empuje en cada árbol. Además, debido a que una carcasa (15) de la caja (10) de engranajes de aumento de velocidad tiene una forma plana sencilla, es necesario proporcionar una nervadura o similar en una parte plana para garantizar la rigidez.

Basándose en un antecedente de este tipo, en el dispositivo de variación de velocidad configurado combinando engranajes paralelos, se desea desarrollar un aparato que pueda proporcionar una relación de engranajes alta (relación de variación de velocidad: relación de aumento de velocidad y relación de reducción de velocidad) con un pequeño número de fases y que pueda ser de peso reducido. Además, el dispositivo de variación de velocidad se transforma desde una caja de engranajes de aumento de velocidad hasta una caja de engranajes de reducción de velocidad o desde una caja de engranajes de reducción de velocidad hasta una caja de engranajes de aumento de velocidad invirtiendo el árbol de entrada y el árbol de salida. La presente invención tiene que llevarse a cabo en las circunstancias mencionadas anteriormente, y es un objeto de la misma proporcionar un dispositivo de variación de velocidad que pueda dar una relación de engranajes alta con un pequeño número de fases y que pueda ser de peso reducido, y proporcionar un sistema de generador de turbina eólica dotado de este dispositivo de variación de velocidad.

La presente invención emplea las siguientes soluciones para resolver los problemas mencionados anteriormente. El dispositivo de variación de velocidad del sistema de generador de turbina eólica de la presente invención es un dispositivo de variación de velocidad que se configura combinando engranajes paralelos y que tiene un engranaje de entrada proporcionado en un árbol de entrada y un engranaje de salida proporcionado en un árbol de salida que están acoplados uno con respecto al otro medio de una pluralidad de árboles de variación de velocidad dispuestos en la dirección circunferencial, estado dotado cada uno de los árboles de variación de velocidad de engranajes, cuyo número de dientes es diferente entre sí, en ambos extremos, en el que los engranajes en el lado de árbol de salida de la pluralidad de árboles de variación de velocidad están enganchados con la pluralidad de engranajes de salida de manera alternativa en la dirección circunferencial, estando dispuestos los engranajes de salida de modo que se desplazan uno con respecto al otro en la dirección axial del árbol de salida.

Según un dispositivo de variación de velocidad de este tipo, debido a que los engranajes en el lado de árbol de salida de la pluralidad de árboles de variación de velocidad están enganchados con la pluralidad de engranajes de salida, que están dispuestos de modo que se desplazan uno con respecto al otro en la dirección axial del árbol de salida, de manera alternativa en la dirección circunferencial, puede evitarse la interferencia entre los engranajes adyacentes en el lado de engranaje de salida, y puede obtenerse una relación de engranajes alta con un pequeño número de fases. Además, debido a que la estructura incluye los engranajes paralelos combinados y la pluralidad de árboles de variación de velocidad, el dispositivo de variación de velocidad puede ser de peso reducido disminuyendo las anchuras de cara de los engranajes.

En la invención anteriormente mencionada, el dispositivo de variación de velocidad está dotado preferiblemente de un número par de árboles de variación de velocidad que están dispuestos en pares en líneas rectas que pasan a través del centro axial del árbol de salida y que son ortogonales entre sí. Al hacerse así, puede suprimirse la vibración del árbol de salida, dando como resultado la estabilización del árbol de salida.

En la invención anteriormente mencionada, es preferible que el engranaje de salida y el engranaje en el lado de árbol de salida del árbol de variación de velocidad sean engranajes helicoidales, y que el número de direcciones de los dientes helicoidales proporcionados en los respectivos engranajes helicoidales sean los mismos. Al hacerse así, puede compensarse o reducirse la fuerza de empuje que actúa sobre cada engranaje helicoidal.

El sistema de generador de turbina eólica de la presente invención es un sistema de generador de turbina eólica que genera electricidad accionando un generador acoplado por medio de un tren de transmisión a una cabeza de rotor a la que se están unidas palas de rotor de turbina eólica y con la que giran de manera solidaria, estando dotado el tren de transmisión del dispositivo de variación de velocidad mencionado anteriormente.

Según un sistema de generador de turbina eólica de este tipo, debido a que el tren de transmisión está dotado del dispositivo de variación de velocidad mencionado anteriormente, las cargas sobre la torre y la góndola pueden reducirse debido a que el dispositivo de variación de velocidad puede proporcionar una relación de engranajes alta con un pequeño número de fases y a que puede ser de peso reducido.

Según la presente invención descrita anteriormente, es posible proporcionar un dispositivo de variación de velocidad que puede dar una relación de engranajes alta con un pequeño número de fases y que puede ser de peso reducido. Por tanto, en el sistema de generador de turbina eólica dotado del dispositivo de variación de velocidad de la presente invención, debido a que puede reducirse el tamaño y el peso de la caja de engranajes de aumento de velocidad de un tren de transmisión instalado en una posición alta de la torre, pueden reducirse las cargas sobre la torre, la placa de base de góndola, etcétera.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista en sección transversal (tomada a lo largo de la línea A-A en la figura 2) que muestra un ejemplo de configuración como una realización de un dispositivo de variación de velocidad según la presente invención.

La figura 2 es una vista frontal del dispositivo de variación de velocidad mostrado en la figura 1, visto desde el lado del árbol de salida.

La figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de la dirección de dientes helicoidales de un engranaje de salida que se proporciona en el árbol de salida del dispositivo de variación de velocidad mostrado en la figura 1.

La figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de una forma de carcasa del dispositivo de variación de velocidad mostrado en la figura 1.

La figura 5 es un diagrama que muestra un ejemplo de toda la configuración de un sistema de generador de turbina eólica.

La figura 6 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de un tren de transmisión aplicado al sistema de generador de turbina eólica, como un ejemplo de aplicación del dispositivo de variación de velocidad mostrado en la figura 1.

La figura 7 es una vista en sección transversal (tomada a lo largo de la línea B-B en la figura 8) que muestra un ejemplo de dispositivos de variación de velocidad convencionales.

La figura 8 es una vista frontal del dispositivo de variación de velocidad mostrado en la figura 7, visto desde el lado del árbol de salida.

La figura 9 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de una forma de carcasa del dispositivo de variación de velocidad convencional mostrado en la figura 7.

Explicación de los símbolos de referencia:

1: sistema de generador de turbina eólica

3: góndola

4: cabeza de rotor

5: pala de rotor de turbina eólica

10A, 10B: caja de engranajes de aumento de velocidad (dispositivo de variación de velocidad)

11, 11A: engranaje de entrada

12A, 12B: engranaje de salida

13, 14A a 14D: engranaje

15A: carcasa

20: generador

D: tren de transmisión

Si: árbol de entrada

So: árbol de salida

Sv: árbol de piñón (árbol de variación de velocidad)

Descripción detallada de la invención

Una realización de un sistema de generador de turbina eólica según la presente invención se describirá a continuación basándose en los dibujos. El sistema (1) de generador de turbina eólica mostrado en la figura 5 incluye una torre (2) instalada de manera vertical sobre una cimentación (6), una góndola (3) montada encima de la torre (2), y una cabeza (4) de rotor proporcionada en la góndola (3) de modo que puede girar alrededor de un eje aproximadamente horizontal.

Una pluralidad de palas (5) de rotor de turbina eólica que están dispuestas radialmente alrededor del eje de rotación del mismo están dotadas de la cabeza (4) de rotor. Al hacerse así, la fuerza del viento que sopla contra las palas (5) de rotor de turbina eólica desde la dirección del eje de rotación de la cabeza (4) de rotor se convierte en energía motriz que hace que la cabeza (4) de rotor gire alrededor del eje de rotación. El sistema (1) de generador de turbina eólica mostrado en el dibujo se denomina de tipo contra el viento, cuyas palas (5) de rotor de turbina eólica giran delante de la góndola (3).

La figura 6 es una vista en sección transversal ampliada de la parte principal que muestra un ejemplo de la configuración interna de la cabeza (4) de rotor dispuesta delante de la góndola (3) y el tren de transmisión (D) proporcionado delante de y dentro de la cabeza (4) de rotor en un estado en el que se ha retirado una cubierta de cabeza de rotor (no mostrada). En las realizaciones descritas a continuación, el tren de transmisión (D) tiene una estructura para transmitir el giro de la cabeza (4) de rotor a un generador (20) a través de una caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad.

En la figura 6, la cabeza (4) de rotor dotada de las palas (5) de rotor de turbina eólica se soporta mediante un árbol (30) principal que sobresale hacia delante desde la góndola (3), a través de un cojinete (31) de árbol. Es decir, la cabeza (4) de rotor gira de manera solidaria con las palas (5) de rotor de turbina eólica alrededor del árbol (30) principal, que se soporta de manera fija mediante la góndola (3), recibiendo viento con las palas (5) de rotor de turbina eólica. En el dibujo, el número de referencia (32) indica un acoplamiento flexible, y el número de referencia (33) indica un árbol fijo que soporta el tren de transmisión (D).

El tren de transmisión (D) de esta realización incluye la caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad que aumenta la velocidad de rotación de la cabeza (4) de rotor y transmite el giro incrementado al generador (20). Este tren de transmisión (D) tiene una estructura en la que el generador (20) está dispuesto en el lado de góndola (3) entre la góndola (3) y la caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad. Es decir, en el tren de transmisión (D) mostrado en el dibujo, el generador (20) está dispuesto en el lado de góndola (3), y la caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad está dispuesta en el extremo frontal.

En la estructura mostrada en el dibujo, todo el generador (20) compuesto por un estator (21) y un rotor (22) está situado dentro de la cabeza (4) de rotor. Como resultado, el centro de gravedad del tren de transmisión (D) que está dispuesto de modo que está más cerca de la cabeza (4) de rotor que de la góndola (3) se acerca al lado de góndola (3) (el lado de cojinete (31) de árbol, que es un cojinete principal) en comparación con el caso en el que todo el generador (20) está dispuesto fuera de la cabeza (4) de rotor. Por consiguiente, pueden reducirse las cargas tales como momentos, aplicadas a la torre (2), la góndola (3), y otras partes. Además, en este tren de transmisión (D), debido a que la caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad está situada en el extremo frontal, puede realizarse el mantenimiento y la sustitución en el lado de caja de engranajes de aumento de velocidad, dejando el generador (20) tal como está. Por tanto, la trabajabilidad también es superior.

La caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad es un dispositivo de variación de velocidad configurado combinando una pluralidad de engranajes paralelos, y un engranaje (11A) de entrada proporcionado en la cabeza (4) de rotor que sirve como árbol de entrada (Si) y los engranajes (12A y 12B) de salida proporcionados en el árbol

de salida (So) están acoplados uno con respecto al otro medio de una pluralidad de árboles de piñón (árboles de variación de velocidad) (Sv) que están dispuestos en la dirección circunferencial y están dotados cada uno de engranajes (13, 14), cuyo número de dientes es diferente entre sí, en ambos extremos. Entre los engranajes (13, 14) proporcionados en ambos extremos de la pluralidad de árboles de piñón (Sv), los engranajes (14) en el lado de árbol de salida (So) se desplazan en la dirección axial del árbol de salida (So) y se disponen de este modo de manera desviada

Una caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad de este tipo se describirá con referencia a las figuras 1 a 4 a continuación. En la caja (10B) de engranajes de aumento de velocidad mostrada en la figura 6, los engranajes (11A) de entrada enganchados con los engranajes (13) giran de manera solidaria con el árbol de entrada (Si) en el lado circunferencial exterior de los engranajes (13). En la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad descrita a continuación, los engranajes (11) de entrada enganchados con los engranajes (13) giran de manera solidaria con el árbol de entrada (Si) en el lado circunferencial interior de los engranajes (13). Sin embargo, las estructuras de engranaje fundamentales son las mismas. En el ejemplo de estructura de la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad mostrado en las figuras 1 a 4, cuatro árboles de piñón (Sv) están dispuestos con un paso de 90° en la dirección circunferencial. Por tanto, el número de engranajes (13 y 14) son cada uno los mismos que el número de árboles de piñón (Sv): cuatro. En la siguiente descripción, los engranajes (14) que están ubicados en el lado de árbol de salida de los árboles de piñón (Sv) se denominará con los números de referencia 14A a 14D, cuando se requiera la diferenciación.

En los engranajes (14) mencionados anteriormente en el lado de árbol de salida (So), entre los cuatro engranajes (14A a 14D), dos pares de engranajes (14A y 14C) y de engranajes (14B y 14D) que tienen una relación posicional con un paso de 180° están dispuestos de modo que se desplazan uno con respecto al otro una cantidad desviada (Lo) en la dirección axial del árbol de salida (So). Dos engranajes (12A y 12B) de salida se proporcionan en el lado de árbol de salida (So) de manera que se desplazan uno con respecto al otro la misma cantidad desviada (Lo) en la dirección axial y están enganchados con los dos pares de engranajes (14A y 14C) y los engranajes (14B y 14D) mencionados anteriormente, respectivamente. Cuando esta cantidad desviada (Lo) se ajusta para que sea mayor que la anchura de cara de los engranajes (14), los engranajes (14) adyacentes pueden solaparse entre sí en una vista frontal (véase la figura 2).

Es decir, los cuatro engranajes (14A a 14D) dispuestos con un paso de 90° en la dirección circunferencial están enganchados con los dos engranajes (12A y 12B) de salida, que se proporcionan de modo que se desplazan uno con respecto al otro la cantidad desviada (Lo) sobre el árbol de salida (So), de manera alternativa en la dirección circunferencial. Más específicamente, el engranaje (14A) está enganchado con el engranaje (12A) de salida, el engranaje (14B) está enganchado con el engranaje (12B) de salida, el engranaje (14C) está enganchado con el engranaje (12A) de salida, y el engranaje (14D) está enganchado con el engranaje (12B) de salida. Por tanto, los cuatro engranajes (14A a 14D) están enganchados con los dos engranajes (12A y 12B) de salida de manera alternativa en el orden de disposición en la dirección circunferencial.

En la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad así configurada, debido a que los cuatro engranajes (14) dispuestos en el lado de árbol de salida (So) están enganchados con los dos engranajes (12A y 12B) de salida, que se proporcionan de modo que se desplazan entre sí en la dirección axial del árbol de salida (So), de manera alternativa en la dirección circunferencial, puede evitarse la interferencia entre los engranajes adyacentes en el lado de árbol de salida, proporcionando una relación de engranajes grande con un pequeño número de fases. Es decir, los engranajes (14A y 14B) adyacentes se desplazan uno con respecto al otro una cantidad desviada (Lo) en la dirección axial y de este modo no se disponen en la misma línea. Por tanto, los engranajes (14) adyacentes no interfieren unos con otros aunque se reduzca el número de dientes y diámetros de los engranajes (12A y 12B) de salida y/o se aumente el número de dientes y diámetros de los engranajes (14). Como resultado, la relación de engranajes entre los engranajes (14) y los engranajes (12A y 12B) de salida puede ajustarse más grande que las relaciones convencionales.

Debido a que la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad mencionada anteriormente se configura combinando una pluralidad de engranajes paralelos e incluye una pluralidad de árboles de piñón (Sv), pueden reducirse las anchuras de cara de los engranajes (11, 12A, 12B, 13, 14A a 14D). Por tanto, la reducción en peso de los mismos puede reducir también el peso de la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad mencionada anteriormente.

Por otro lado, en la realización descrita anteriormente, el número de árboles de piñón (Sv) proporcionado es de cuatro, que es un número par. Por consiguiente, los árboles de piñón (Sv) pueden disponerse en pares en líneas rectas que pasan a través del centro axial del árbol de salida (So) y que son ortogonales entre sí. Es decir, es posible la disposición mencionada anteriormente con un paso de 90° en la dirección circunferencial, y de este modo puede suprimirse la vibración del árbol de salida (So), dando como resultado la estabilización del árbol de salida (So). Además, el número de árboles de piñón (Sv) en la realización mostrada en el dibujo es de cuatro con un paso de 90°, pero puede ser de seis u ocho. El número de los árboles de piñón (Sv) mencionados anteriormente puede ser un número impar. En tal caso, puede estabilizarse relativamente la vibración del árbol de salida (So) aumentando el número de árboles de piñón (Sv).

5 En la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad descrita anteriormente, es preferible que los engranajes (12A y 12B) de salida y los engranajes (14) dispuestos en el lado de árbol de salida de los árboles de piñón (Sv) sean engranajes helicoidales y que el número de direcciones de los dientes helicoidales proporcionados en cada engranaje helicoidal sean los mismos. Más específicamente, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, cuando los dientes helicoidales proporcionados en los dos engranajes (12A y 12B) de salida están en direcciones opuestas entre sí, las direcciones de los dientes helicoidales proporcionados en los engranajes (14A y 14C) y los engranajes (14B y 14D), que están enganchados con los engranajes (12A y 12B) de salida, respectivamente, son opuestos entre sí. Por tanto, en los seis engranajes helicoidales, es decir, los engranajes (12A y 12B) de salida y los engranajes (14A a 14D), el número de dientes helicoidales en las direcciones opuestas entre sí es el mismo: tres.

15 En una configuración de este tipo, la dirección de una fuerza de empuje (F_s) que actúa sobre la parte de engranaje de cada engranaje helicoidal se convierte en la dirección opuesta según la dirección de los dientes helicoidales. Por consiguiente, las fuerzas de empuje (F_s) que actúan sobre los engranajes helicoidales se compensan, y la reducción en la fuerza de empuje (F_s) hace posible reducir el tamaño del cojinete de empuje u omitir la instalación del mismo, promoviendo por tanto una reducción en peso de la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad.

20 La caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad descrita anteriormente, por ejemplo, como se muestra en la figura 4, tiene una carcasa (15A) que tiene una forma de modo que cubre los engranajes (14), es decir, una forma que tiene una diferencia de nivel según la disposición de los engranajes (14). Como resultado, están presentes paredes verticales en las partes de diferencia de nivel de la carcasa (15A), y estas partes de diferencia de nivel mejoran la rigidez funcionando como una estructura de refuerzo tal como una nervadura proporcionada en una placa plana. El área de una parte de placa plana continua con la misma se disminuye conformando la carcasa (15A) de modo que se adapte a la disposición de los engranajes (14), y esto también mejora la rigidez de la carcasa (15A).

25 Por consiguiente, en el sistema (1) de generador de turbina eólica, que genera electricidad accionando el generador (20) acoplado por medio del tren de transmisión (D) a la cabeza (4) de rotor a la que se están unidas las palas (5) de rotor de turbina eólica y con la que giran de manera solidaria, el tren de transmisión (D) está dotado de la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad mencionada anteriormente y de este modo se reduce el peso. Por consiguiente, las cargas sobre la torre (2) y la góndola (3) pueden reducirse. Es decir, el dispositivo de variación de velocidad de la presente invención puede proporcionar una relación de engranajes alta con un pequeño número de fases y también puede proporcionar una caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad que puede ser de peso reducido. En el sistema (1) de generador de turbina eólica que incluye la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad de la presente invención, debido a que se reduce el tamaño y el peso de la caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad, pueden reducirse las cargas sobre la torre 2, la placa de base de góndola, la cimentación (6), y otros componentes en los que se instala el tren de transmisión (D).

40 En la realización descrita anteriormente, el dispositivo de variación de velocidad de la presente invención se describe como una caja (10A) de engranajes de aumento de velocidad que se aplica al tren de transmisión (D) de un sistema (1) de generador de turbina eólica, pero no se limita a esto, y son posibles diversas aplicaciones. Además, el dispositivo de variación de velocidad de la presente invención no se limita a las cajas de engranajes de aumento de velocidad de las realizaciones mencionadas anteriormente, y es posible usar el dispositivo de variación de velocidad como una caja de engranajes de reducción de velocidad invirtiendo el árbol de entrada y el árbol de salida.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de generador de turbina eólica para generar electricidad y que comprende un generador (20) acoplado por medio de un tren de transmisión (D) a una cabeza (4) de rotor a la que se unen palas (5) de rotor de turbina eólica y con la que giran de manera solidaria, en el que dicho tren de transmisión (D) está dotado de una caja (10A, 10B) de engranajes de aumento de velocidad que se configura combinando engranajes paralelos y que tiene un engranaje (11, 11A) de entrada proporcionado en un árbol de entrada (Si) y una pluralidad de engranajes (12A, 12B) de salida proporcionados en un árbol de salida (So) que están acoplados al engranaje de entrada por medio de una pluralidad de árboles de variación de velocidad (Sv) dispuestos en la dirección circunferencial, estando dotado cada uno de los árboles de variación de velocidad (Sv) de engranajes (13, 14A, 14B, 14C, 14D), cuyos números de dientes son diferentes entre sí; y caracterizado porque
- los engranajes (14A, 14B, 14C, 14D) en el lado de árbol de salida de la pluralidad de árboles de variación de velocidad (Sv) están enganchados con la pluralidad de engranajes (12A, 12B) de salida de manera alternativa en la dirección circunferencial, estando dispuestos los engranajes (12A, 12B) de salida en el árbol de salida (So) en diferentes posiciones axiales; y porque
- la caja (10A, 10B) de engranajes de aumento de velocidad está situada en un extremo frontal de la cabeza (4) de rotor.
2. Sistema (1) de generador de turbina eólica según la reivindicación 1, caracterizado porque un número par de árboles de variación de velocidad (Sv) está dispuesto en pares en líneas rectas que pasan a través del centro axial del árbol de salida (So) y que son ortogonales entre sí.
3. Sistema de generador de turbina eólica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los engranajes (12A y 12B) de salida y los engranajes (14A, 14B, 14C, 14D) en el lado de árbol de salida de los árboles de variación de velocidad (Sv) son engranajes helicoidales, y el número de direcciones de los dientes helicoidales proporcionados en los engranajes helicoidales es el mismo.

FIG. 1

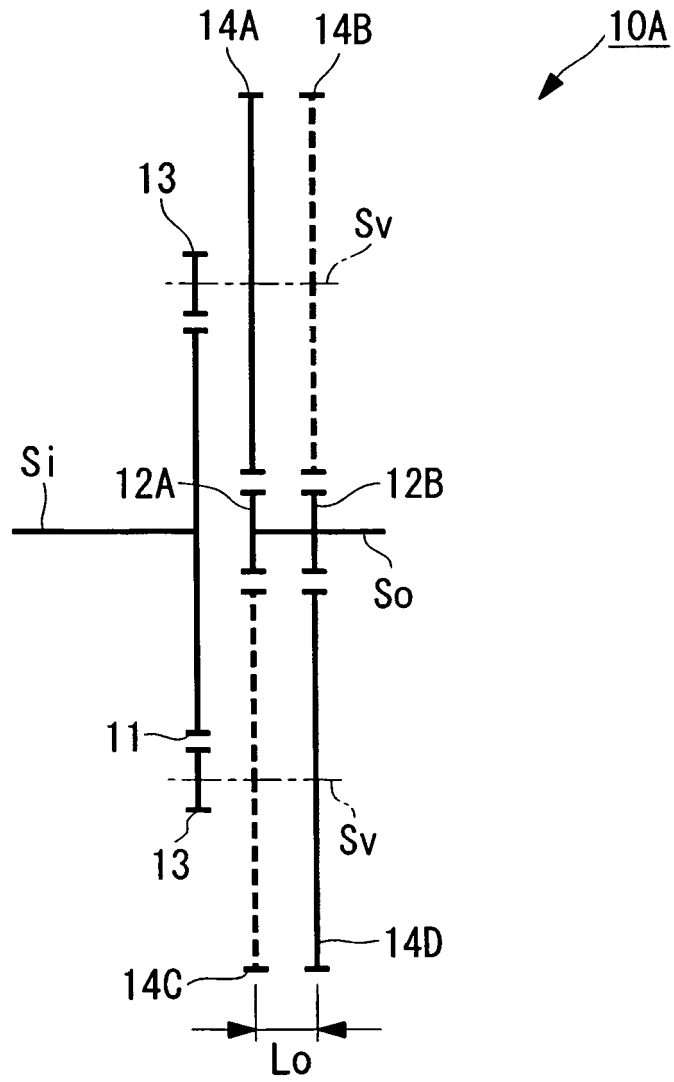


FIG. 2

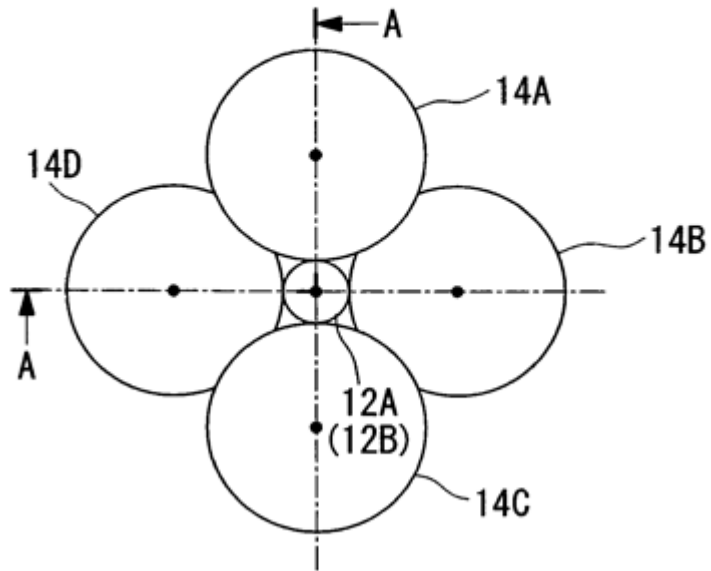


FIG. 3

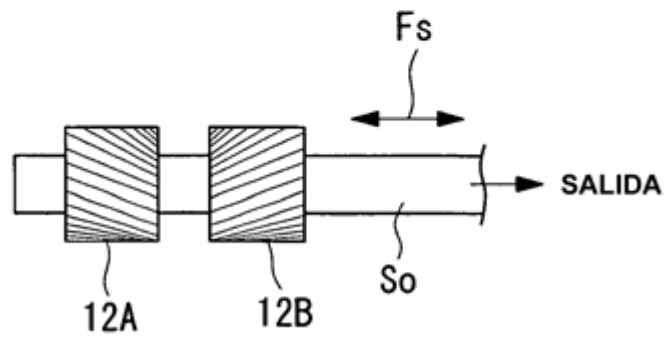


FIG. 4

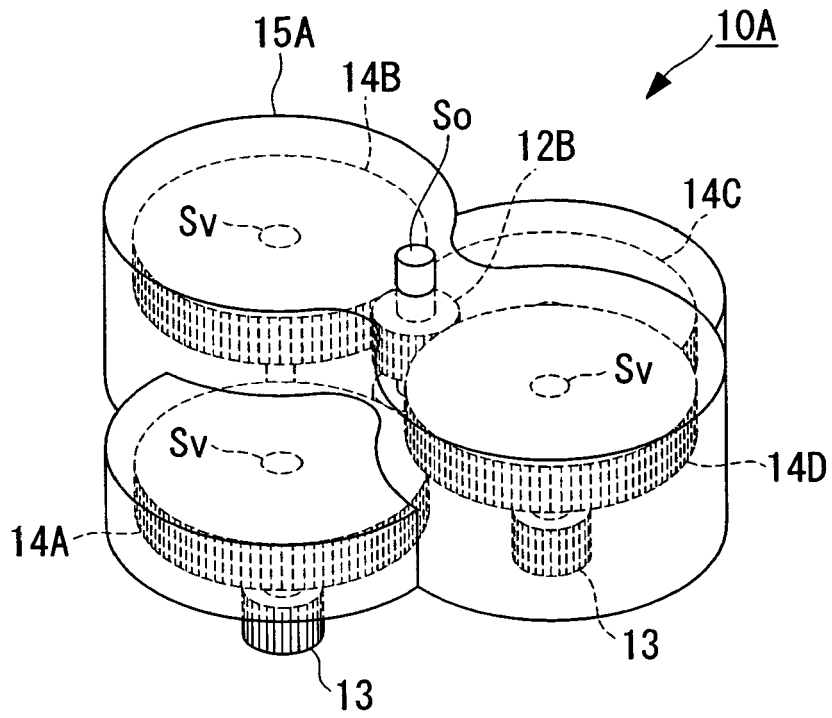


FIG. 5

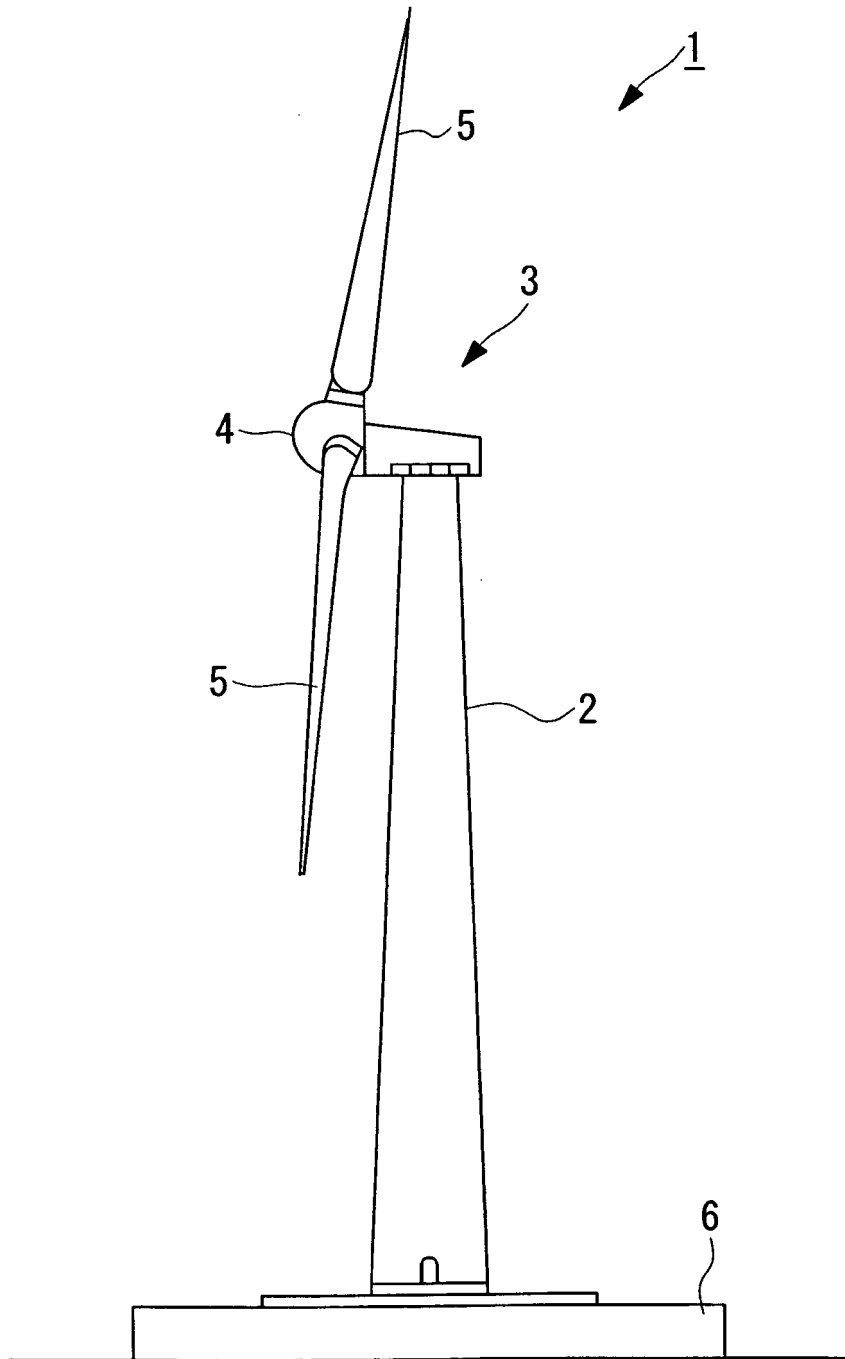


FIG. 6

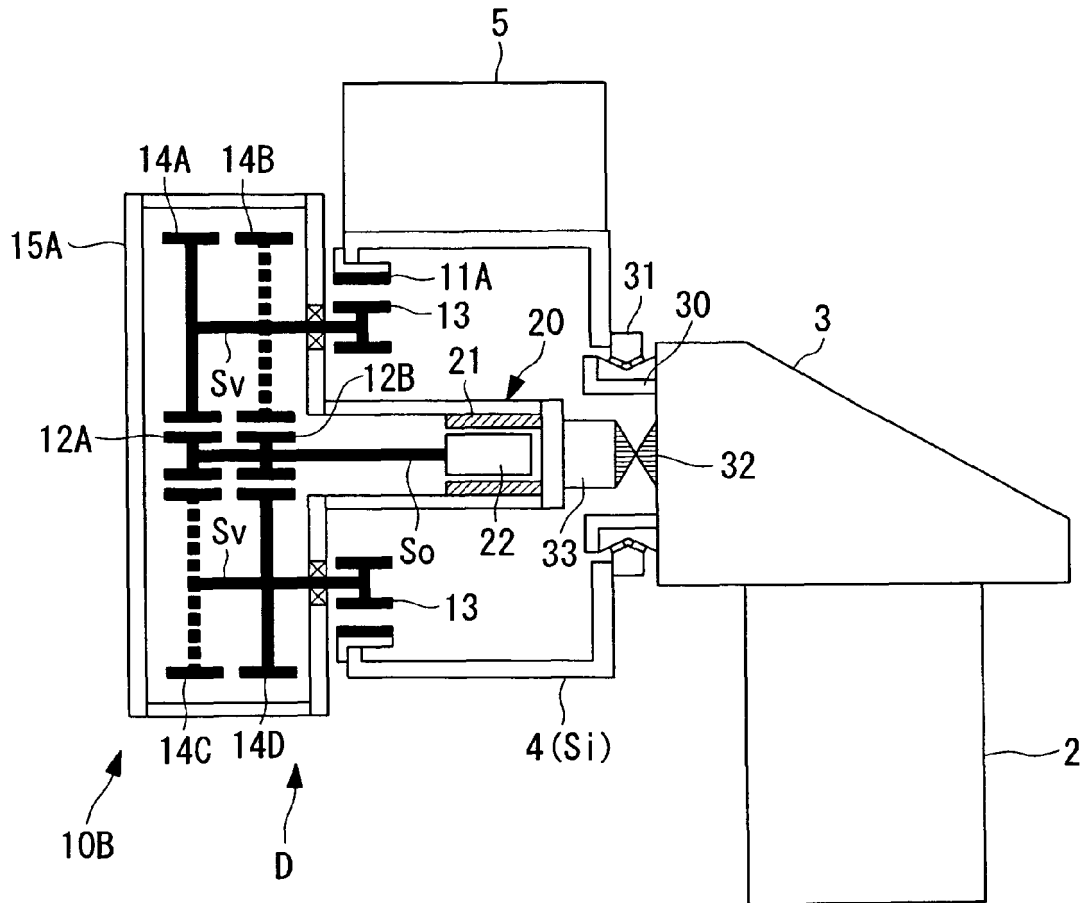


FIG. 7

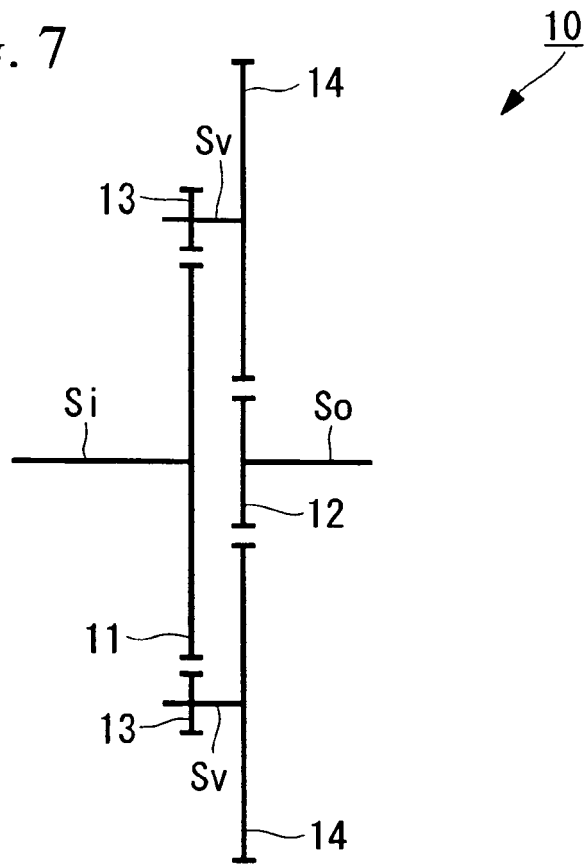


FIG. 8

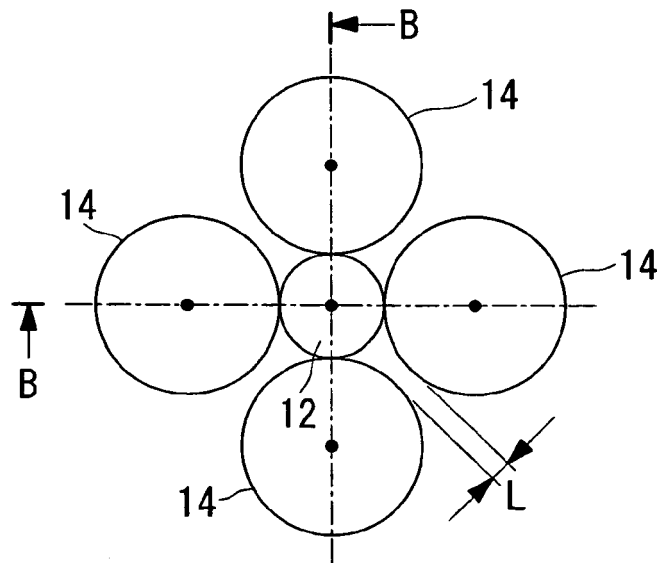


FIG. 9

