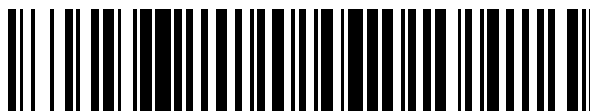


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 918 199**

51 Int. Cl.:

**F16H 1/10** (2006.01)

**F16H 1/20** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2017 PCT/JP2017/043064**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2018 WO18105488**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2017 E 17878150 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2022 EP 3553310**

54 Título: **Sistema de accionamiento de aerogenerador y aerogenerador**

30 Prioridad:

**07.12.2016 JP 2016237726**

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

**14.07.2022**

73 Titular/es:

**NABTESCO CORPORATION (100.0%)  
7-9, Hirakawacho 2-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo 102-0093, JP**

72 Inventor/es:

**WATANABE, KOJI;  
FUJII, YOICHI y  
ASAIDA, JUN**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

ES 2 918 199 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

Sistema de accionamiento de aerogenerador y aerogenerador

## 5 CAMPO TÉCNICO

**[0001]** La presente invención se refiere a un sistema de accionamiento de turbina eólica utilizado para una sección móvil de una turbina eólica, y la turbina eólica.

## 10 ANTECEDENTES

**[0002]** Se conoce una turbina eólica utilizada como generador de energía eólica como se describe, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente japonesa JP2015-140777A. La turbina eólica incluye una góndola instalada de forma rotatoria en la parte superior de una torre y en la que se dispone un generador y similares, y una pala instalada de forma giratoria con respecto a un rotor (cubo, árbol principal) unido a la góndola. La turbina eólica tiene un dispositivo de accionamiento de orientación o un dispositivo de accionamiento de paso que gira una estructura con respecto a la otra estructura en la sección móvil de la turbina eólica. El dispositivo de accionamiento de orientación rota la góndola, que es la estructura, con respecto a la torre, que es la otra estructura, dependiendo de la dirección del viento. El dispositivo de accionamiento de paso ajusta un ángulo de paso de la pala rotando el árbol de la pala, que es la estructura, con respecto al rotor en la góndola, que es la otra estructura. En muchos casos, una pluralidad de dispositivos de accionamiento se proporcionan en una única sección móvil de la turbina eólica.

**[0003]** Por alguna razón, puede generarse una gran fuerza en una porción de engrane entre un engranaje de accionamiento, que es una porción de salida del dispositivo de accionamiento, y un engrane de engranaje anular con el engranaje de accionamiento. Por ejemplo, al iniciar el funcionamiento de una pluralidad de dispositivos de accionamiento, la pluralidad de dispositivos de accionamiento pueden girar los engranajes de accionamiento respectivos en diferentes cantidades hasta que los dientes de los engranajes de accionamiento entren en contacto con los dientes del engranaje anular. Por consiguiente, al iniciar el funcionamiento de una pluralidad de dispositivos de accionamiento, se puede generar una carga excesiva en una porción de engrane de cada dispositivo de accionamiento en la que la cantidad de rotación del engranaje de accionamiento hasta que los dientes del engranaje de accionamiento entren en contacto con los dientes del engranaje anular es la más pequeña. Cuando la rotación del engranaje de accionamiento de un dispositivo de accionamiento está restringida debido a un fallo o por alguna otra razón, la salida de una fuerza de accionamiento de otro dispositivo de accionamiento puede provocar una carga excesiva en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento. Además, es presumible que una ráfaga de viento pueda impartir una fuerza externa que provoca una carga excesiva en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento.

**[0004]** Cuando la fuerza generada en la porción de engrane es grande, el dispositivo de accionamiento o engranaje anular puede romperse. Si el dispositivo de accionamiento está roto, es necesario reemplazar parte o la totalidad del dispositivo de accionamiento Si el engranaje anular o una estructura alrededor del engranaje anular se rompe, se requerirá un trabajo de reparación a gran escala, y el funcionamiento de la turbina eólica debe detenerse durante un largo período de tiempo. Para abordar fallos de este tipo, es eficaz, cuando se genera una gran carga en la porción de engrane, detener primero la generación de energía de la turbina eólica e investigar la causa.

## 45 RESUMEN

**[0005]** La variación de las cantidades de rotación de los engranajes de accionamiento requeridas hasta que los dientes de los engranajes de accionamiento entran en contacto con los dientes del engranaje anular cesa cuando la sección móvil inicia la rotación relativa. La fijación no deseada de un mecanismo de freno puede ocurrir debido a un cambio en las condiciones ambientales o dependiendo de las condiciones de uso. La fijación puede eliminarse activando y desactivando repetidamente las señales de control para operar el mecanismo de freno. Es decir, algunas de las causas de la carga excesiva generada en la porción de engrane es temporal. Detener la generación de energía de la turbina eólica en casos de este tipo reduce significativamente la utilización de la capacidad.

**[0006]** La técnica anterior adicional es conocida a partir del documento EP 2781738 A1, que describe un sistema y un procedimiento para el control de la carga de una turbina eólica.

**[0007]** El documento EP 2902622 A1 se refiere a un generador de energía eólica que incluye una góndola y un accionador de orientación. El documento muestra una caja de cambios, un motor de accionamiento, un engranaje de piñón y un cojinete de engranaje de orientación. La góndola se fija a una torre.

**[0008]** La presente invención aborda los inconvenientes anteriores y un objeto de la misma es mejorar el control al detectar una carga excesiva en la sección móvil de una turbina eólica para incrementar la utilización de la capacidad de la turbina eólica. En particular, la presente invención está dirigida a la manipulación apropiada de una carga anormal generada por causas temporales para incrementar de este modo la utilización de la capacidad de la turbina eólica.

**[0009]** El objeto se resuelve mediante la materia objeto de la reivindicación 1.

**[0010]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento para detener la salida del engranaje de accionamiento de cada uno de todos los dispositivos de accionamiento incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento al engranaje anular.

**[0011]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento incluye un mecanismo de freno que frena la rotación transmitida al engranaje de accionamiento o la salida de rotación del engranaje de accionamiento; y cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control controla el mecanismo de freno de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento de manera que el mecanismo de freno frena la rotación.

**[0012]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control ajusta un ángulo de paso de una pala incluida en la turbina eólica.

**[0013]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento para detener la salida del engranaje de accionamiento de cada uno de todos los dispositivos de accionamiento incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento al engranaje anular y, a continuación, cuando no se elimina la carga anormal, ajusta un ángulo de paso de una pala incluida en la turbina eólica.

**[0014]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que la unidad de control controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento para el funcionamiento de prueba para producir una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento al engranaje anular con un momento de torsión inferior que en el funcionamiento normal.

**[0015]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que la unidad de control controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento para realizar el funcionamiento de prueba simultáneamente y verifica si la una estructura y la otra estructura funcionaron una respecto a la otra.

**[0016]** El sistema de accionamiento de turbina eólica de la presente invención puede configurarse de manera que la unidad de control controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento para realizar el funcionamiento de prueba secuencialmente y verifica si el engranaje de accionamiento de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento funcionó en una cantidad predeterminada que es inferior a un paso de dientes del engranaje de accionamiento.

**[0017]** Una turbina eólica según la presente invención incluye uno cualquiera de los sistemas de accionamiento de turbina eólica anteriores según la presente invención.

**[0018]** La presente invención mejora el control al detectar una carga excesiva en la sección móvil de una turbina eólica, incrementando de este modo la utilización de la capacidad de la turbina eólica.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0019]**

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica según una realización de la invención.  
 La Fig. 2 es una vista lateral de una parte de la turbina eólica de la Fig. 1 para describir el funcionamiento de una pala de la turbina eólica.  
 La Fig. 3 es una vista lateral de una parte de la turbina eólica de la Fig. 1 para describir el funcionamiento de una pala de la turbina eólica.  
 La Fig. 4 es una vista en sección de una parte de una torre y una góndola de la turbina eólica de la Fig. 1.  
 La Fig. 5 es una vista en planta que muestra una disposición de dispositivos de accionamiento en una sección móvil que se muestra en la Fig. 5.  
 La Fig. 6 es una vista de un dispositivo de accionamiento de la Fig. 4 que se observa desde un lado lateral, cuya parte se muestra en sección longitudinal.  
 La Fig. 7 es una vista de una porción de instalación del dispositivo de accionamiento de la Fig. 4, cuya parte se muestra en sección longitudinal.  
 La Fig. 8 muestra esquemáticamente un mecanismo de freno del dispositivo de accionamiento que se muestra en la Fig. 4.  
 La Fig. 9 es un diagrama de bloques para explicar una configuración funcional de un controlador.

La Fig. 10 es una vista que muestra un ejemplo de un flujo de procedimientos de control.

La Fig. 11 es una vista que muestra un ejemplo de un flujo de procedimientos de reducción de carga incluido en el flujo de procedimientos de control de la Fig. 10.

5 La Fig. 12 es una vista que muestra un ejemplo de un flujo de procedimientos de funcionamiento de prueba incluido en el flujo de procedimientos de control de la Fig. 10.

La Fig. 13 es una vista que muestra otro ejemplo del flujo de procedimientos de funcionamiento de prueba.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

10 **[0020]** A continuación se describirá una realización de la presente invención con referencia a los dibujos anexos. En las figuras, para facilitar la ilustración y la comprensión, un tamaño de escala, una relación dimensional, etc., se alteran o exageran según corresponda a partir de los valores reales.

15 **[0021]** La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica 101. Las Figs. 2 y 3 son vistas laterales de una parte de la turbina eólica. La Fig. 4 es una vista en sección que muestra parte de una torre 102 y una góndola 103. En la Fig. 4, los dispositivos de accionamiento 10 se muestran con una apariencia externa de los mismos en lugar de una sección transversal de los mismos. La Fig. 5 es una vista en planta que muestra una disposición de los dispositivos de accionamiento 10 en una sección móvil que se muestra en la Fig. 4. La Fig. 6 es una vista lateral de uno de los dispositivos de accionamiento 10, cuya parte se muestra en sección longitudinal. La Fig. 7 es una vista que muestra una porción de instalación del dispositivo de accionamiento 10, cuya parte se muestra en sección longitudinal. 20 La Fig. 8 es una vista que muestra un mecanismo de freno del dispositivo de accionamiento 10 en sección longitudinal.

**[0022]** El dispositivo de accionamiento 10 es capaz de accionar la góndola 103 instalada para que gire con respecto a la torre 102 de la turbina eólica 101 o accionar una pala 105 instalada para que oscile en una dirección de paso con respecto a un rotor 104 montado en la góndola 103. Es decir, el dispositivo de accionamiento 10 puede utilizarse como un dispositivo de accionamiento de orientación para llevar a cabo el accionamiento de orientación para hacer que la góndola 103 gire con respecto a la torre 102 y también como un dispositivo de accionamiento de paso para llevar a cabo el accionamiento de paso para hacer que una porción de árbol de la pala 105 gire con respecto al rotor 104. Mientras que lo siguiente describe un ejemplo en el que el dispositivo de accionamiento 10 se utiliza como un dispositivo de accionamiento de orientación, la presente invención es aplicable también a un caso donde el dispositivo de accionamiento 10 se utiliza como un dispositivo de accionamiento de paso. 25 30

**[0023]** Como se muestra en la Fig. 1, la turbina eólica 101 incluye la torre 102, la góndola 103, el rotor 104, la pala 105, etc. La torre 102 se extiende hacia arriba en una dirección vertical desde el suelo. La góndola 103 se instala en una porción superior de la torre 102 para que gire con respecto a ella. La rotación de la góndola 103 con respecto a la torre 102 es una rotación de orientación alrededor de una dirección longitudinal de la torre 102 como un centro de rotación. En el ejemplo mostrado, la góndola 103 es accionada por una pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para girar con respecto a la torre 102. La góndola 103 contiene dispositivos instalados en su interior para la generación de energía eólica, tal como un árbol de transmisión de energía, un generador de energía eléctrica conectado al árbol de transmisión de energía. El rotor 104 está conectado al árbol de transmisión de energía y es giratorio con respecto a la góndola 103. Una pluralidad de palas 105 (tres palas 105 en el ejemplo mostrado en la Fig. 1) se extienden desde el rotor 104 en direcciones radiales alrededor de un eje de rotación del rotor 104 que gira con respecto a la góndola 103. La pluralidad de palas 105 están dispuestas en intervalos angulares iguales. 35 40

45 **[0024]** Como se muestra en las Figs. 2 y 3, las palas 105 son cada una giratorias en la dirección de paso. Más específicamente, las palas 105 son cada una giratorias alrededor de una dirección longitudinal de las mismas con respecto al rotor 104. Un punto de conexión entre las palas 105 y el rotor 104 se configura como una sección móvil de modo que las palas 105 y el rotor 104 sean giratorios entre sí. Las palas 105 se accionan para girar mediante un dispositivo de accionamiento proporcionado como un dispositivo de accionamiento de paso. El dispositivo de accionamiento como el dispositivo de accionamiento de paso puede configurarse de manera similar a un dispositivo de accionamiento 10 mencionado anteriormente como un dispositivo de accionamiento de orientación. 50

**[0025]** En el funcionamiento de la turbina eólica 101 de la Fig. 1 para la generación de energía, el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105 se ajusta de acuerdo con la velocidad del viento. Cuando el viento es relativamente suave, el ángulo de paso  $\theta_p$  se establece en un valor grande, como se muestra en la Fig. 2, de manera que la pala 105 recibe la energía eólica positivamente. Cuando el viento es más fuerte, el ángulo de paso  $\theta_p$  se establece en un valor pequeño, como se muestra en la Fig. 3, para prevenir que el rotor 104 gire a una velocidad excesivamente alta. Cuando sopla viento fuerte a una velocidad superior a un valor predeterminado, la orientación de la pala 105 se establece en una posición de puesta en bandera con el ángulo de paso  $\theta_p$  de aproximadamente  $0^\circ$ . En los ejemplos que se muestran en las Figs. 2 y 3, el ángulo de paso  $\theta_p$  se define como un ángulo contenido entre el eje de rotación del rotor y la superficie de la pala 105. A medida que el ángulo de paso  $\theta_p$  es mayor, la pala 105 recibe la energía eólica de manera más eficiente. Por otro lado, cuando el ángulo de paso  $\theta_p$  es menor, la energía eólica recibida por la pala 105 se reduce. Por lo tanto, la energía eólica recibida por la pala 105 en la posición de puesta en bandera es la más pequeña. 55 60

65 **[0026]** En el funcionamiento de la turbina eólica 101, la posición de la góndola 103 se establece de modo que

el rotor 104 está mirando directamente al viento. Más específicamente, en el funcionamiento de la turbina eólica 101, la posición de la góndola 103 se establece de manera que el rotor 104 mira a barlovento y el eje de rotación del rotor 104 se orienta a lo largo de la dirección del viento. En el funcionamiento de la turbina eólica 101, la energía eólica recibida por la pala 105 actúa como una fuerza externa para rotar la góndola 103 180°. Más específicamente, la energía eólica actúa sobre la sección móvil de la góndola 103 y la torre 102 de manera que el rotor 104 mira a sotavento y el eje de rotación del rotor 104 se orienta a lo largo de la dirección del viento. Por consiguiente, la fuerza que actúa sobre la sección móvil se puede reducir a medida que el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105 es menor.

**[0027]** Como se muestra en la Fig. 4, la góndola 103 se instala en la parte superior de la torre 102 para que gire con respecto a la misma a través de un cojinete 106 interpuesto entre una porción inferior 103a de la góndola 103 y la torre 102. Un engranaje anular 107 que tiene dientes internos formados en una circunferencia interna del mismo se fija a la porción superior de la torre 102. El engranaje anular 107 puede tener dientes externos proporcionados en una periferia externa del mismo, en lugar de los dientes internos proporcionados en la periferia interna del mismo. En los dibujos, no se muestran los dientes del engranaje anular 107.

**[0028]** Como se muestra en la Fig. 4 y la Fig. 5, la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 se proporcionan en la góndola 103 (una primera estructura), no en la torre 102 (una segunda estructura), ambas configuradas para girar entre sí. Cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 incluye un engranaje de accionamiento 24a que se engrana con los dientes del engranaje anular 10 proporcionado en la torre 102. Como se muestra en la Fig. 6, cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 está provisto de un motor eléctrico 23 y una unidad de reducción de velocidad 25. El motor eléctrico 23 incluye una unidad de accionamiento de motor y una unidad de freno del motor (descrito más adelante), y la unidad de reducción de velocidad 25 recibe energía transmitida del motor eléctrico 23 (particularmente, la unidad de accionamiento del motor). La unidad de accionamiento del motor produce una fuerza de accionamiento (potencia de rotación), y la unidad de freno del motor frena la unidad de accionamiento del motor para reducir la fuerza de accionamiento (potencia de rotación) producida por la unidad de accionamiento del motor. El término "frenado" utilizado en esta invención debe interpretarse en términos generales, y una definición del mismo abarca la retención de un estado de detención de un objeto que ha sido detenido y la detención de un objeto en movimiento.

**[0029]** Al accionar los dispositivos de accionamiento 10 configurados de esta manera, es posible hacer que la góndola 103 (la primera estructura) como un lado de una sección móvil de la turbina eólica 101 gire con respecto a la torre 102 (la segunda estructura) como el otro lado de la sección móvil de la turbina eólica 101. Particularmente, la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en la turbina eólica funcionan de manera sincronizada y, por tanto, proporcionan una fuerza de transmisión de una magnitud suficiente para hacer que la góndola 103, que es un objeto pesado, pivote adecuadamente con respecto a la torre 102. Los dispositivos de accionamiento 10 funcionan en función de una señal de control enviada desde un controlador 110 (una unidad de control, véase la Fig. 9) (descrito más adelante) al motor eléctrico 23 (la unidad de accionamiento del motor y la unidad de freno del motor). La pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 constituyen en conjunto una unidad de dispositivo de accionamiento. Además, la unidad de dispositivo de accionamiento, el controlador 110 y una porción de detección de cantidad de estado 80 (descrito más adelante) constituyen el sistema de accionamiento de turbina eólica 5.

**[0030]** Como se muestra en la Fig. 5, el engranaje anular 107 se forma en una forma circunferencial y tiene un eje central Cm. La góndola 103 gira alrededor del eje central Cm del engranaje anular 107. En un ejemplo que se muestra, el eje central Cm del engranaje anular 107 corresponde a la dirección longitudinal de la torre 102. En la siguiente descripción, una dirección paralela al eje central Cm del engranaje anular 107 se denomina también simplemente "dirección axial dl".

**[0031]** En la turbina eólica 101 que se muestra, como se muestra en la Fig. 5, se proporciona un par de grupos de dispositivos de accionamiento dispuestos en simetría de rotación alrededor del eje central Cm del engranaje anular 107. Cada grupo de dispositivos de accionamiento incluye tres dispositivos de accionamiento 10. En el ejemplo ilustrado, seis dispositivos de accionamiento 10 incluidos en el par de grupos de dispositivos de accionamiento constituyen la unidad de dispositivo de accionamiento 9. Los cuerpos 20 de los dispositivos de accionamiento están dispuestos a lo largo de una circunferencia cl1 (véase la Fig. 5) alrededor del eje central Cm del engranaje anular 107. Los tres dispositivos de accionamiento 10 incluidos en cada grupo de dispositivos de accionamiento están dispuestos a intervalos determinados a lo largo de la circunferencia cl1.

**[0032]** Cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 tiene un cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 fijado a la góndola 103. Como se muestra en la Fig. 7, cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 se fija a la góndola 103 (la primera estructura) a través de un sujetador 30 dispuesto para extenderse a través de un orificio pasante 22a formado a través de una brida 22 del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20. Por otro lado, cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 incluye un sensor de carga 40 (véase la Fig. 7) para buscar cualquier anomalía en el cuerpo de dispositivo de accionamiento 20. Como se describirá más adelante, el sensor de carga 40 puede detectar indirectamente una carga (tensión) entre el engranaje de accionamiento 24a de cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107. Preferentemente, el sensor de carga 40 está montado en una ubicación en la que ninguna otra perturbación más que una carga entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular

107 actúa o es probable que actúe. En el ejemplo que se muestra, el sensor de carga 40 sirve como un sensor que mide un cambio en el estado del sujetador 30. El sujetador 30 cambia su estado junto con una carga (tensión) ocasionada entre el engranaje de accionamiento 24a de cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107. El sensor de carga 40 que se muestra está dispuesto para entrar en contacto con el sujetador 5 30, y también es posible que el sensor de carga 40 esté dispuesto en la caja para supervisar un cambio en el estado de la caja.

**[0033]** Como se muestra en la Fig. 6, el cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 está provisto de un árbol de salida 24 que tiene el engranaje de accionamiento 24a que se engrana con el engranaje anular 107, la caja 21 10 retiene de forma giratoria el árbol de salida 24 y el motor eléctrico 23 está fijado a la caja 21. Asimismo, el cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 se proporciona además con la unidad de reducción de velocidad 25 alojada en la caja 21 y que conecta el motor eléctrico 23 al árbol de salida 24. La unidad de reducción de velocidad 25 desacelera una entrada (potencia de rotación) del motor eléctrico 23 mientras aumenta un momento de torsión del mismo y transmite la entrada al árbol de salida 24. Si bien no hay una limitación particular en una configuración específica de la unidad 15 de reducción de velocidad 25 descrita de esta manera, típicamente, la unidad de reducción de velocidad 25 puede adoptar un mecanismo de reducción de velocidad de tipo engranaje oscilante excéntrico, un mecanismo de reducción de velocidad de tipo engranaje planetario o un mecanismo de reducción de velocidad combinando el tipo de engranaje oscilante excéntrico y el tipo de engranaje planetario.

**[0034]** Una porción de extremo del árbol de salida 24 distal de la unidad de reducción de velocidad 25 se extiende fuera de la caja 21, y el engranaje de accionamiento 24a se forma en esta porción de extensión del árbol de salida 24. Como se muestra en la Fig. 4 y la Fig. 7, el árbol de salida 24 penetra a través de un orificio pasante 103b 20 formado a través de la porción inferior 103a de la góndola 103 y se engrana con el engranaje anular 107. El engranaje de accionamiento 24a tiene una forma adaptada al engranaje anular 107. Como ejemplo, el engranaje de 25 accionamiento 24a puede formarse como un engranaje de piñón que tiene dientes externos configurados para engranarse con los dientes internos del engranaje anular 107. Cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 tiene un eje longitudinal que corresponde a un eje de rotación Cr del árbol de salida 24. En un estado donde cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 está fijado a la góndola 103, el eje de rotación Cr del árbol de salida 24 es paralelo a una dirección axial dl de la turbina eólica 101.

**[0035]** La caja 21 está formada en una forma cilíndrica como se muestra en la Fig. 6 y está dispuesta de modo que un eje longitudinal de la misma se posicione en el eje de rotación Cr como se muestra en la Fig. 7. La caja 21 está 30 abierta en ambos extremos de la misma a lo largo del eje de rotación Cr. El engranaje de accionamiento 24a del árbol de salida 24 se expone desde una abertura de la caja 21 cerca de la torre 102. El motor eléctrico 23 está montado en una abertura de la caja 21 en un lado opuesto a la torre 102. Asimismo, la caja 21 incluye la brida 22. Como se muestra 35 en la Fig.5, la brida 22 de este ejemplo se forma en una forma anular y se extiende a lo largo de una circunferencia cl3 alrededor del eje de rotación Cr del árbol de salida 24. Como se muestra en la Fig. 6 y la Fig. 7, el orificio pasante 22a se forma a través de la brida 22 para extenderse en la dirección axial dl. Una multitud de orificios pasantes 22a se forman en una circunferencia cl3 alrededor del eje de rotación Cr del árbol de salida 24. En un ejemplo que se 40 muestra, se forman doce orificios pasantes 22a.

**[0036]** Los sujetadores 30 penetran a través de la brida 20 al extenderse a través de los orificios pasantes 22a formados a través de la brida 22 del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20. En el ejemplo que se muestra en la Fig. 7, cada uno de los sujetadores 30 incluye un perno 30a y una tuerca 30b. El perno 30a penetra a través de la 45 brida 22 del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 y la porción inferior 103a de la góndola 103. La tuerca 30b se atornilla con el perno 30a en una dirección desde la torre 102. El sujetador 30 formado por una combinación del perno 30a y la tuerca 30b se proporciona para cada uno de los orificios pasantes 22a del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20. En el ejemplo que se muestra, los cuerpos de dispositivo de accionamiento 20 están montados en la góndola 103 en doce ubicaciones con doce sujetadores 30. 50

**[0037]** El sujetador 30 no se limita al ejemplo ilustrado. El sujetador 30 puede configurarse de modo que, en lugar de usar la tuerca 30b, se forma un tornillo hembra con el cual se puede atornillar un tornillo macho del perno 30a a lo largo de un orificio pasante de la góndola 103. En este caso, el sujetador 30 está formado por el perno 30a, y el 55 tornillo macho del perno 30a se engrana con el tornillo hembra en el orificio pasante de la góndola 103, lo que permite fijar el cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 a la góndola 103.

**[0038]** El sensor de carga 40 mide un cambio en el estado del sujetador 30 y, por tanto, puede medir directa o indirectamente una cantidad de una fuerza que actúa sobre el sujetador 30. Específicamente, el sensor de carga 40 60 puede estar formado por un sensor conocido para medir uno o más de una carga aplicada al sujetador 30, un desplazamiento del sujetador 30 con respecto a la góndola 103, y una posición relativa del sujetador 30 a la góndola 103. En el ejemplo que se muestra, se utiliza un sensor de fuerza axial como el sensor 40 y, por tanto, es posible medir una carga (una fuerza axial) hacia una dirección particular aplicada al sujetador 30. Como otro ejemplo, se puede utilizar un sensor magnético o un sensor fotoeléctrico como el sensor 40 para medir una posición y un desplazamiento del sujetador 30 de una manera sin contacto. 65

**[0039]** El sujetador 30 cambia su estado junto con una carga (tensión) ocasionada entre el engranaje de accionamiento 24a de cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107. Por lo tanto, mediante la supervisión de un cambio en el estado del sujetador 30 con el sensor de carga 40, es posible evaluar la magnitud de la carga (tensión) ocasionada en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107.

**[0040]** Como se muestra en la Fig. 7, el sensor de carga 40 se retiene de forma fija con una plantilla 49 con respecto a la góndola 103, que es un lado de la sección móvil. El sensor de fuerza axial que constituye el sensor de carga 40 entra en contacto con una porción de cabeza del perno 30a como un componente del sujetador 30. Sin embargo, no hay ninguna limitación para este ejemplo. Como se muestra mediante una línea de trazos doble en la Fig. 7, el sensor de carga 40 puede entrar en contacto con una porción de extremo distal del perno 30a en un lado opuesto a la porción de cabeza o puede entrar en contacto con la tuerca 30b. Asimismo, el sensor de carga 40 puede detectar una carga aplicada a un perno de sujeción que sujeta la góndola 103 a la caja 21.

**[0041]** El sensor de carga 40 está conectado eléctricamente al controlador 110 (véase la Fig. 9) (descrito más adelante), y una señal eléctrica relacionada con un resultado de la medición producida a partir del sensor de carga 40 se transmite al controlador 110. El controlador 110 supervisa la señal eléctrica producida a partir del sensor 40 y, por tanto, es posible captar un cambio en la carga aplicada al sujetador 30 y un desplazamiento del sujetador 30. En función de un resultado de la medición mediante el sensor de carga 40, el controlador 110 puede controlar los diversos tipos de elementos constituyentes de la turbina eólica 101, tales como los dispositivos de accionamiento 10.

**[0042]** Después, se describirá a continuación el motor eléctrico 23. En el ejemplo que se muestra, el motor eléctrico 23 incluye una unidad de accionamiento del motor 48 y una unidad de freno del motor 50. La Fig. 8 es una vista que muestra esquemáticamente una sección longitudinal parcial del motor eléctrico 23. La unidad de freno del motor 50 es un mecanismo de freno que frena un movimiento de rotación transportado al engranaje de accionamiento 24a. Sin embargo, como se describirá más adelante, en lugar de, o además de, la unidad de freno del motor 50, el cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 puede incluir diversas formas de mecanismo de freno que frena el movimiento de rotación transportado al engranaje de accionamiento 24a o la salida de movimiento de rotación del engranaje de accionamiento 24a.

**[0043]** El motor eléctrico 23 provisto de una unidad de accionamiento del motor 48 y una unidad de freno del motor 50 se proporciona en cada uno de los dispositivos de accionamiento 10, y una unidad de freno del motor 50 se monta en cada unidad de accionamiento del motor 48. La unidad de accionamiento del motor 48 puede estar formada por cualquier dispositivo capaz de controlar, en función de un comando del controlador 110 (véase la Fig. 9), el número de rotaciones de un árbol de accionamiento 48a. La unidad de freno del motor 50 que se muestra incluye un mecanismo como un freno electromagnético para, en función de un comando del controlador 110 (véase la Fig. 9), frenar la rotación del árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor 48 o liberar el árbol de accionamiento 48a de ser frenado. En un estado donde la rotación del árbol de accionamiento 48a es frenada, el número de rotaciones del árbol de accionamiento 48a se reduce, y por tanto eventualmente, el árbol de accionamiento 48a puede dejar de girar por completo. Por otro lado, en un estado donde el árbol de accionamiento 48a se libera de ser frenado, sin ser frenado por la unidad de freno del motor 50, el árbol de accionamiento 48a puede girar básicamente en un número apropiado de rotaciones correspondientes a la energía eléctrica suministrada a la unidad de accionamiento del motor 48. La fuerza de accionamiento (potencia de rotación) del árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor 48 se transmite al árbol de salida 24 a través de la unidad de reducción de velocidad 25.

**[0044]** La unidad de freno del motor 50 de este ejemplo se monta en una porción de extremo de una cubierta 72 de la unidad de accionamiento del motor 48 en un lado opuesto a la unidad de reducción de velocidad 25 e incluye una carcasa 51, una placa de fricción 56, una armadura 57, un miembro elástico 55, un electroimán 53, una porción de conexión de primera placa de fricción 77, etc. La carcasa 51 es una estructura que aloja la placa de fricción 56, la armadura 57, el miembro elástico 55, el electroimán 53, la porción de conexión de primera placa de fricción 77, etc., y se fija a la cubierta 72 de la unidad de accionamiento del motor 48. La placa de fricción 56 está conectada al árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor 48 a través de la porción de conexión de primera placa de fricción 77. La placa de fricción 56 tiene un orificio pasante que es penetrado por una porción de extremo del árbol de accionamiento 48a.

**[0045]** La porción de conexión de primera placa de fricción 77 de este ejemplo incluye un árbol acanalado 77a y un árbol de deslizamiento 77b. El árbol acanalado 77a se fija a una periferia externa de una porción de extremo del árbol de salida 48a a través del acoplamiento de chaveta a través de un miembro de chaveta (no se muestra) y el encaje con un anillo de tope 77c. El árbol de deslizamiento 77b está montado en el árbol acanalado 77a para que se pueda deslizar en una dirección axial. Asimismo, la porción de conexión de primera placa de fricción 77 está provista de un mecanismo de resorte (no se muestra) para situar el árbol de deslizamiento 77b en una posición predeterminada en la dirección axial con respecto al árbol acanalado 77a. Una periferia interna de la placa de fricción 56 se fija a una porción de borde de una periferia externa de una porción en forma de brida del árbol de deslizamiento 77b, de modo que la placa de fricción 56 se acopla integralmente con el árbol de deslizamiento 77b.

**[0046]** La unidad de freno del motor 50 descrita anteriormente está configurada de manera que, cuando el árbol de accionamiento 48a gira, el árbol acanalado 77a, el árbol de deslizamiento 77b y la placa de fricción 56 también giran junto con el árbol de accionamiento 48a. En un estado donde se excita el electroimán 53 mencionado posteriormente, el árbol de deslizamiento 77b y la placa de fricción 56 que están retenidos de forma deslizable en la dirección axial con respecto al árbol de accionamiento 48a y al árbol acanalado 77a están situados en una posición predeterminada en la dirección axial del árbol acanalado 77a por el mecanismo de resorte. Cuando se dispone en esta posición predeterminada, la placa de fricción 56 se separa de la armadura 57 y una placa de fricción 58, que se mencionará más adelante.

10

**[0047]** La armadura 57 puede ponerse en contacto con la placa de fricción 56 y genera una fuerza de frenado para la rotación de frenado del árbol de accionamiento 48a mediante el contacto con la placa de fricción 56. Asimismo, en este ejemplo, la placa de fricción 58 se proporciona en una ubicación en una porción de extremo de la cubierta 72 de la unidad de accionamiento del motor 48, donde la placa de fricción 58 se opone a la placa de fricción 56. La placa de fricción 58 se instala en una posición tal que pueda ponerse en contacto con la placa de fricción 56.

15

**[0048]** El miembro elástico 55 se retiene en un cuerpo electromagnético 53a del electroimán 53, que se mencionará más adelante, y desvía la armadura 57 en una dirección desde el electroimán 53 hacia la placa de fricción 56. Particularmente en este ejemplo, el miembro elástico 55 en el cuerpo electromagnético 53a incluye dos conjuntos de miembros elásticos 55 dispuestos en el lado periférico interno y en el lado periférico externo en la dirección circunferencial para que sean concéntricos alrededor del árbol de accionamiento 48a. La forma antes mencionada de disponer los miembros elásticos 55 es simplemente un ejemplo, y los miembros elásticos 55 pueden disponerse en cualquier otra forma.

20

**[0049]** El electroimán 53 incluye el cuerpo electromagnético 53a y una porción de bobina 53b y atrae la armadura 57 por una fuerza magnética para separar la armadura 57 de la placa de fricción 56. El cuerpo electromagnético 53a se fija a la carcasa 51 y, en particular, se fija a ella con una porción de extremo del cuerpo electromagnético 53a en un lado opuesto a donde el cuerpo electromagnético 53a se opone a la armadura 57. El cuerpo electromagnético 53a tiene una pluralidad de orificios de retención de miembro elástico 53c abiertos hacia la armadura 57, y los miembros elásticos 55 están dispuestos en los orificios de retención de miembro elástico 53c, respectivamente. La porción de bobina 53b está instalada dentro del cuerpo electromagnético 53a y dispuesta a lo largo de la dirección circunferencial del cuerpo electromagnético 53a. El suministro y el corte de corriente eléctrica a la porción de bobina 53b se realiza basándose en un comando del controlador 110.

25

30

**[0050]** Por ejemplo, cuando la unidad de freno del motor 50 libera el árbol de accionamiento 48a de ser frenado, basándose en un comando del controlador 110, se suministra una corriente eléctrica a la porción de bobina 53b para energizar el electroimán 53. Cuando el electroimán 53 se energiza y, por tanto, se lleva a un estado de salida, la armadura 57 se atrae a la porción de bobina 53b mediante una fuerza magnética generada en el electroimán 53. En este momento, la armadura 57 es atraída al electroimán 53 contra una fuerza elástica (una fuerza de resorte) de la pluralidad de miembros elásticos 55. Con esta configuración, la armadura 57 se separa de la placa de fricción 56 y, por tanto, el árbol de accionamiento 48a se libera de ser frenado. Por consiguiente, en un estado donde el electroimán 53 se excita y, por tanto, el árbol de accionamiento 48a se libera de ser frenado, la armadura 57 se lleva a un estado de contacto con el cuerpo electromagnético 53a.

35

40

**[0051]** Por otro lado, cuando la unidad de freno del motor 50 frena el árbol de accionamiento 48a, en función de un comando del controlador 110, se corta un suministro de una corriente eléctrica a la porción de bobina 53b para desmagnetizar el electroimán 53. Cuando el electroimán 53 se lleva a un estado desmagnetizado, la armadura 57 se desvía hacia la placa de fricción 56 por una fuerza elástica de la pluralidad de miembros elásticos 55 y, por tanto, la armadura 57 se pone en contacto con la placa de fricción 56. Con esta configuración, se genera una fuerza de fricción entre la armadura 57 y la placa de fricción 56 y, por tanto, se frena la rotación del árbol de accionamiento 48a. La Fig. 8 muestra un estado donde el electroimán 53 está desmagnetizado, en el que se frena la rotación del árbol de accionamiento 48a.

45

50

**[0052]** Asimismo, en un estado donde el electroimán 53 está desmagnetizado y, por tanto, el árbol de accionamiento 48a está frenado, la placa de fricción 56 también está en contacto con la placa de fricción 58 bajo una fuerza de polarización que actúa desde la armadura 57. Por consiguiente, cuando el electroimán 53 se desmagnetiza, la placa de fricción 56 se intercala entre la armadura 57 y la placa de fricción 58 bajo una fuerza de polarización de la pluralidad de miembros elásticos 55. Con esta configuración, la rotación del árbol de accionamiento 48a se frena mediante una fuerza de fricción generada entre la armadura 57 y la placa de fricción 56 y una fuerza de fricción generada entre la placa de fricción 56 y la placa de fricción 58.

55

60

**[0053]** Además, en el ejemplo que se muestra, se proporciona un sensor de mecanismo de freno 83 para supervisar el funcionamiento del mecanismo de freno. En el ejemplo que se muestra en la Fig. 8, el sensor de mecanismo de freno 83 supervisa la posición de la armadura 57 a lo largo de la dirección axial dl. Con el sensor de mecanismo de freno 83 supervisando la posición de la armadura 57 a lo largo de la dirección axial dl, se puede

65

determinar si la unidad de freno del motor 50 está funcionando de acuerdo con el control del controlador 110.

**[0054]** El sensor de mecanismo de freno 83 que se muestra en la Fig. 8 incluye una porción diana de detección 83b unida a la armadura 57, y una unidad de detección 83a que detecta la posición y el desplazamiento de la porción diana de detección 83b en una dirección paralela a la dirección axial dl. La porción diana de detección 83b en este ejemplo es un imán permanente fijado a la armadura 57 y puede estar unido a una parte de la porción periférica externa de la armadura 57 cerca del electroimán 53. La unidad de detección 83a se proporciona como un sensor capaz de detectar la posición y el desplazamiento de la porción diana de detección 83b que se mueve junto con la armadura 57. Es decir, la unidad de detección 83a detecta la posición y el desplazamiento de la porción diana de detección 83b en la dirección paralela al eje de rotación Cr del árbol de accionamiento 48a, para detectar la posición y el desplazamiento de la armadura 57 en la dirección paralela al eje de rotación Cr del árbol de accionamiento 48a. La unidad de detección 83a ilustrada se proporciona como un sensor que mide una intensidad y una dirección de un campo magnético generado por la porción diana de detección 83 que es un imán permanente y la unidad de detección 83a se fija a una pared interna de la carcasa 51. La unidad de detección 83a detecta la posición y el desplazamiento de la porción diana de detección 83b midiendo la intensidad y dirección del campo magnético generado por la porción diana de detección 83b. Por tanto, la unidad de detección 83a se fija preferentemente a la carcasa 51 en una posición correspondiente a la porción diana de detección 83b en la dirección paralela al eje de rotación Cr del árbol de accionamiento 48a.

**[0055]** En la turbina eólica 101 como se describió anteriormente, se puede generar una gran fuerza por alguna razón en una porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 y el engranaje anular 107. Por ejemplo, cuando la rotación del engranaje de accionamiento de un dispositivo de accionamiento está restringida debido a un fallo o por alguna otra razón y se produce una fuerza de accionamiento desde otro dispositivo de accionamiento, la fuerza de accionamiento puede actuar como una fuerza externa en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento 10 y provocar una carga excesiva en la porción de engrane. Cuando la turbina eólica 101 se somete a una ráfaga de viento o recibe un viento fuerte al iniciar el funcionamiento de los dispositivos de accionamiento 10, se puede generar una carga excesiva en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento 10. La carga excesiva generada en la porción de engrane provoca la rotura del engranaje de accionamiento 24a y de la unidad de reducción de velocidad 25, lo cual requiere reparación o reemplazo del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20. La carga excesiva en la porción de engrane también provoca la rotura del engranaje anular 107 o de los componentes alrededor del engranaje anular 107. Si el engranaje anular 107 o los componentes alrededor del engranaje anular se rompen, se requerirá un trabajo de reparación a gran escala, y el funcionamiento de la turbina eólica debe detenerse durante un largo período de tiempo. Para abordar tales fallos, es eficaz, cuando se genera una gran carga en la porción de engrane, detener la generación de energía de la turbina eólica y llevar a cabo una investigación de la causa y una reparación.

**[0056]** Sin embargo, algunas de las causas de la carga excesiva en la porción de engrane es temporal. Por ejemplo, cuando la carga excesiva se genera solo por una ráfaga de viento, la carga excesiva se eliminará con el paso del tiempo. En tal caso, es preferible reducir la carga generada en la porción de engrane, pero no hay necesidad de detener el funcionamiento de la turbina eólica 101 para llevar a cabo la investigación y reparación. Si el funcionamiento de la turbina eólica 101 se detiene cuando se genera la carga excesiva debido a una causa temporal, la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 se reduce significativamente. Por lo tanto, en el sistema de accionamiento de turbina eólica 5 descrito en esta invención, los componentes de la turbina eólica 101 se controlan de una manera más sofisticada cuando se detecta una carga excesiva en la sección móvil de la turbina eólica, lo que permite incrementar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se previene eficazmente la rotura del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 y el engranaje anular 107.

**[0057]** En lo sucesivo se proporcionará una descripción de un procedimiento de control para incrementar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se previene eficazmente la rotura del cuerpo de dispositivo de accionamiento 20 y el engranaje anular 107.

**[0058]** La Fig. 9 es un diagrama de bloques para explicar una configuración funcional del controlador 110. En este ejemplo, el sensor de carga mencionado anteriormente 40 se utiliza como una porción de detección de cantidad de estado (una unidad de detección de cantidad de estado) 80. El controlador 110 recibe un resultado de la detección de cada uno de los sensores de carga 40 proporcionados en la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 (en este ejemplo, seis dispositivos de accionamiento 10), y produce una señal de control para controlar la unidad de accionamiento del motor 48 y la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 proporcionadas en cada uno de los dispositivos de accionamiento 10. No hay ninguna limitación particular en una posición de instalación del controlador 110. El controlador 110 puede proporcionarse integralmente con cualquiera de los elementos que constituyen la turbina eólica 101 (por ejemplo, la torre 102, la góndola 103, el rotor 104 o la pala 105) o proporcionarse independientemente de estos elementos.

**[0059]** La porción de detección de cantidad de estado 80 se proporciona en cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 y se configura para detectar directa o indirectamente una carga entre el engranaje de accionamiento 24a de uno de los dispositivos de accionamiento 10 correspondientes y el engranaje anular 107. La porción de detección de cantidad de estado 80 puede estar formada por cualquier sensor. En este ejemplo, el sensor de carga

40 mencionado anteriormente funciona como la porción de detección de cantidad de estado 80. Es decir, una cantidad de una fuerza que actúa sobre el sujetador 30 se mide por el sensor de carga 40 (la porción de detección de cantidad de estado 80) para detectar "una carga generada entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107", y un resultado de la detección se envía desde cada uno de los sensores de carga 40 al controlador 110.

5

**[0060]** La porción de detección de cantidad de estado 80 no se limita al sensor de carga 40 para detectar una cantidad de estado del sujetador 30 y puede estar formada por cualquier tipo de sensor capaz de detectar cualquier cantidad de estado que varíe dependiendo de una magnitud de "una carga entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107". Por ejemplo, un sensor capaz de medir una cantidad de una fuerza que actúa sobre la

10 unidad de reducción de velocidad 25 (por ejemplo, un sensor para detectar una distorsión generada en la unidad de reducción de velocidad 25) puede instalarse en la unidad de reducción de velocidad 25 de cada uno de los dispositivos de accionamiento 10 y utilizarse como la porción de detección de cantidad de estado 80 para detectar "una carga entre la porción de engrane 24a y el engranaje anular 107". Además, también es posible que la porción de detección de cantidad de estado 80 incluya un sensor que supervisa las corrientes de control del motor eléctrico 23.

15

**[0061]** El controlador 110 realiza el control para ajustar la orientación de la góndola 103 y el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105. El controlador 110 es capaz de controlar el funcionamiento de la unidad de accionamiento del motor 48 y la unidad de freno del motor 50 por cualquier procedimiento, para controlar de esa manera la orientación de la góndola 103, por ejemplo. Además, cuando el árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor

20 48 de cada dispositivo de accionamiento 10 está girando, el controlador 110 puede ajustar el número de rotaciones y la salida de momento de torsión de cada unidad de accionamiento del motor 48. Por ejemplo, el número de rotaciones y el momento de torsión de la unidad de accionamiento del motor 48 se pueden ajustar directamente cambiando, mediante el uso de un inversor, una frecuencia o un voltaje de electricidad suministrado a la unidad de accionamiento del motor 48.

25

**[0062]** A continuación, se proporciona una descripción de un ejemplo de un flujo de procedimientos de control utilizando el controlador 110.

**[0063]** En primer lugar, con referencia a la Fig. 10, el flujo de procedimientos de control se describe para el

30 caso en que se genera una carga excesiva en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107.

**[0064]** La Fig. 10 es una vista que muestra un ejemplo del flujo de procedimientos de control. En este ejemplo, la primera etapa es determinar si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la

35 porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S11 en la Fig. 10). Se pueden utilizar varios procedimientos para evaluar si la carga anormal está presente. En el ejemplo que se muestra, el controlador 110 determina si la carga generada en la porción de engrane se encuentra o no dentro de un intervalo permitido predeterminado del resultado de la detección por los sensores de carga 40 que constituyen las porciones de detección de cantidad de estado 80. El "intervalo permitido" puede establecerse según corresponda de acuerdo con una configuración de dispositivo

40 específica y puede establecerse individualmente en función de una cantidad de estado que permita prevenir eficazmente problemas tales como una rotura de los dispositivos de accionamiento 10 o el engranaje anular 107.

**[0065]** Cuando se determina que la carga generada en la porción de engrane se encuentra dentro del intervalo permitido predeterminado y no hay carga anormal presente ("N" de S11), el controlador 110 no realiza un

45 procedimiento de reducción de carga. En este caso, la etapa S11 (véase la Fig. 10) se realiza periódicamente para determinar si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80.

**[0066]** Por otro lado, cuando se determina que la carga generada en la porción de engrane está fuera del

50 intervalo permitido predeterminado y una carga anormal está presente ("Y" de S11), el controlador 110 realiza un procedimiento de reducción de la carga (etapa S12 en la Fig. 10). En presencia de la carga anormal, existe un riesgo de rotura de los engranajes de accionamiento 24a de los dispositivos de accionamiento 10 y rotura del engranaje anular 107 y los componentes que lo rodean. Para evitar la rotura de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107, el procedimiento de reducción de carga se realiza bajo el control del controlador 110. El

55 procedimiento de reducción de carga se realiza para reducir o eliminar totalmente la carga generada en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10 y el engranaje anular 107. El procedimiento de reducción de carga se describirá en detalle más adelante con referencia a la Fig. 11.

**[0067]** Tal como se describió anteriormente, una salida de fuerza de accionamiento del engranaje de

60 accionamiento 24a de uno de los dispositivos de accionamiento 10 puede provocar una carga excesiva generada en la porción de engrane entre los engranajes de accionamiento 24a de otros dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107. Por consiguiente, cuando se genera una carga excesiva en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a de uno de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107, es preferible realizar el procedimiento de reducción de carga de manera similar para otros dispositivos de accionamiento

65 10 que comparten el engranaje anular 107 con el uno de los dispositivos de accionamiento 10.

- [0068]** Cuando se realiza el procedimiento de reducción de carga para reducir la carga en la porción de engrane, es posible reducir el riesgo de rotura de los engranajes de accionamiento 24a de los dispositivos de accionamiento 10 y rotura del engranaje anular 107 y los componentes que lo rodean. Como se muestra en la Fig. 11, el controlador 110 realiza, después del procedimiento de reducción de carga, el control para el funcionamiento de prueba del dispositivo de accionamiento 10 para verificar si hay una anomalía en un funcionamiento de prueba (etapa S13 en la Fig. 11). El procedimiento de funcionamiento de prueba se describirá en detalle más adelante con referencia a las Figs. 12 y 13.
- 10 **[0069]** Cuando se encuentra una anomalía en el funcionamiento de prueba ("Y" de S13), existe la posibilidad de que un fallo no temporal esté presente. En tal caso, la generación de energía de la turbina eólica 101 puede detenerse, por ejemplo, para llevar a cabo la reparación de averías. Cuando no se encuentra ninguna anomalía en el funcionamiento de prueba ("N" de S13), existe la posibilidad de que la causa de la carga excesiva fuera temporal. Por lo tanto, se determina nuevamente si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S11 en la Fig. 10).
- 20 **[0070]** En el flujo de procedimientos de control descrito anteriormente, cuando la porción de detección de cantidad de estado 80 detecta una anomalía, el controlador 110 primero realiza el procedimiento de reducción de la carga y a continuación realiza el control para un funcionamiento de prueba de una pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para verificar si una anomalía está presente. Es decir, tras la detección de anomalías, la generación de energía de la turbina eólica 101 no se detiene inmediatamente y, en su lugar, el procedimiento de reducción de carga se realiza para reducir el riesgo de rotura de los dispositivos de accionamiento 10 y rotura del engranaje anular 107 y los componentes del mismo. El funcionamiento de prueba de los dispositivos de accionamiento 10 se realiza a continuación en el estado donde se reduce la carga en la porción de engrane, para determinar si la causa de la carga anormal es temporal. Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica al tiempo que se previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.
- 30 **[0071]** A continuación, con referencia a la Fig. 11, se proporciona una descripción del procedimiento de reducción de carga realizado por el controlador 110. El procedimiento de reducción de carga se realiza cuando la porción de detección de cantidad de estado 80 detecta una carga anormal en la porción de engrane, y el procedimiento de reducción de carga se realiza para reducir o eliminar la carga en la porción de engrane.
- 35 **[0072]** En el ejemplo que se muestra en la Fig. 11, la primera etapa es determinar si un dispositivo de accionamiento 10 está produciendo una fuerza de accionamiento (etapa S21 en la Fig. 11). En otras palabras, se determina si el dispositivo de accionamiento 10 está funcionando. En el ejemplo que se muestra, se puede determinar si se aplica un voltaje al motor eléctrico 23 del dispositivo de accionamiento 10.
- 40 **[0073]** Cuando el dispositivo de accionamiento 10 está produciendo una fuerza de accionamiento ("Y" de la etapa S21 en la Fig. 11), el controlador 110 controla el dispositivo de accionamiento 10 de manera que el dispositivo de accionamiento 10 deja de producir una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10 al engranaje anular 107 (etapa S22 en la Fig. 11). Por ejemplo, cuando la rotación del engranaje de accionamiento 24a de un dispositivo de accionamiento 10 está restringida debido a un fallo o por alguna otra razón y una fuerza de accionamiento es producida desde otro dispositivo de accionamiento, la fuerza de accionamiento puede actuar como una fuerza externa en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento 10 y provocar una carga excesiva en la porción de engrane. Por consiguiente, la carga excesiva generada en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a de uno de los dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107 puede reducirse o eliminarse eficazmente al detener la salida de una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10 al engranaje anular 107.
- 45 **[0074]** En el ejemplo que se muestra, cuando el dispositivo de accionamiento 10 produce una fuerza de accionamiento ("Y" de la etapa S21 en la Fig. 11), el controlador 110 controla la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 de manera que la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 frena la rotación. En otras palabras, el controlador 110 controla la unidad de freno del motor 50 de manera que la unidad de freno del motor 50 produce una fuerza de frenado. Cuando la unidad de freno del motor 50 produce una fuerza de frenado, es posible que el engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10 deje de producir eficazmente una fuerza de accionamiento. Por tanto, la carga generada en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107 se puede reducir o eliminar eficazmente. La energía eólica recibida por la pala 105 actúa para hacer girar la góndola 103. Cuando una ráfaga de viento actúa como una fuerza externa para hacer girar la góndola 103, se genera una carga en la porción de engrane entre el engranaje anular 107 y el engranaje de accionamiento 24a. Cuando la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 produce una fuerza de frenado para impedir que la góndola 103 gire con respecto a la torre 102, la carga generada en la porción de engrane puede reducirse eficazmente.
- 50 **[0075]** Las operaciones para determinar si un dispositivo de accionamiento 10 está produciendo una fuerza de accionamiento (etapa S21 en la Fig. 12), el control para detener la salida de una fuerza de accionamiento y la salida

de una fuerza de frenado se realizan de forma secuencial o simultánea en la totalidad de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil de la turbina eólica 101.

5 **[0076]** Cuando el dispositivo de accionamiento 10 deja de producir una fuerza de accionamiento ("N" de la etapa S21 en la Fig. 11), se determina si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S23 en la Fig. 11). Esta etapa se realiza de la misma manera que la etapa S11 en la Fig. 10 descrita anteriormente. En el ejemplo que se muestra, cada porción de detección de cantidad de estado 80 supervisa si una carga anormal fuera del intervalo permitido está presente en la porción de engrane entre el engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10 correspondiente y el engranaje anular 107.

15 **[0077]** Cuando el controlador 110 determina que una carga anormal está presente a partir del resultado de detección de la porción de detección de cantidad de estado 80 ("Y" de la etapa S23), el dispositivo de accionamiento 10 ajusta el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105 (etapa S24 en la Fig. 11).

20 **[0078]** Tal como se describió anteriormente, la energía eólica recibida por la pala 105 actúa en la sección móvil de la góndola 103 y la torre 102 de manera que el rotor 104 mira a sotavento y el eje de rotación del rotor 104 se orienta a lo largo de la dirección del viento. En el funcionamiento de la turbina eólica 101, la posición de la góndola 103 se establece de manera que el rotor 104 mira a barlovento y el eje de rotación del rotor 104 está orientado a lo largo de la dirección del viento. Es decir, la turbina eólica 101 que funciona para la generación de energía recibe de la energía eólica tanto una fuerza externa que hace girar el rotor 104 como una fuerza externa que hace girar la góndola 103 de 180°.

25 **[0079]** Como se muestra en las Figs. 2 y 3, la pala 105 recibe la energía eólica de manera eficiente cuando el ángulo de paso  $\theta_p$  es más grande, estando el ángulo de paso  $\theta_p$  contenido entre el eje de rotación del rotor y la superficie de la pala 105. Por otro lado, cuando el ángulo de paso  $\theta_p$  es menor, la energía eólica recibida por la pala 105 se reduce. Por lo tanto, en la posición de puesta en bandera en la que el ángulo de paso  $\theta_p$  es el más pequeño, la energía eólica recibida por la pala 105 es la más pequeña. Por lo tanto, cuando la pala 105 gira con respecto al rotor 104 para reducir el ángulo de paso  $\theta_p$ , la fuerza que actúa para girar la góndola 103 con respecto a la torre 102 se reduce y la carga generada en la porción de engrane puede reducirse eficazmente en consecuencia.

30 **[0080]** En este ejemplo que se muestra en la Fig. 11, después de ajustar el ángulo de paso, se determina nuevamente si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S23 en la Fig. 11). Cuando la salida de la fuerza de accionamiento del dispositivo de accionamiento 10 se detiene y el ángulo de paso  $\theta_p$  se ajusta al estado de puesta en bandera donde el ángulo de paso  $\theta_p$  es el más pequeño, la carga en la porción de engrane es normalmente lo suficientemente pequeña y, por tanto, la carga anormal se elimina ("N" en la etapa S23). Dado que se elimina la carga anormal, se finaliza el procedimiento de reducción de carga.

40 **[0081]** También es posible que el ángulo de paso  $\theta_p$  se reduzca en una cantidad predeterminada en un ajuste y, cuando no se elimina la carga anormal, el ángulo de paso  $\theta_p$  se reduce nuevamente en la cantidad predeterminada. La reducción del ángulo de paso  $\theta_p$  es favorable para reducir la carga, pero provoca la reducción de la fuerza de rotación recibida por la pala 105 de la energía eólica. Como resultado, la reducción del ángulo de paso  $\theta_p$  conduce a la reducción de la eficiencia de generación de energía. Si el procedimiento de control descrito en esta invención se realiza mientras funciona la turbina eólica 101, la reducción del ángulo de paso  $\theta_p$  en una cantidad predeterminada permite continuar la generación de energía sin reducir excesivamente la carga generada en la porción de engrane.

45 **[0082]** En el procedimiento de reducción de carga descrito anteriormente, el ángulo de paso  $\theta_p$  se ajusta después de que el dispositivo de accionamiento 10 deje de producir la fuerza de accionamiento y la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 produzca la fuerza de frenado. El ajuste del ángulo de paso  $\theta_p$  que reduce la generación de energía de manera eficiente se realiza solo cuando la carga no se redujo lo suficiente al detener la salida de la fuerza de accionamiento y producir la fuerza de frenado. En este sentido, también es posible continuar la generación de energía sin reducir excesivamente la carga generada en la porción de engrane.

50 **[0083]** En el ejemplo que se muestra en la Fig. 11, el procedimiento de reducción de carga incluye detener la salida de la fuerza de accionamiento del dispositivo de accionamiento 10, producir la fuerza de frenado de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50, y el ajuste del ángulo de paso  $\theta_p$ . Sin embargo, este ejemplo no es limitativo. El procedimiento de reducción de carga puede tener una o más de estas etapas omitidas o incluir otras etapas. Además, el orden de estas etapas en el procedimiento de reducción de carga se puede reorganizar según sea necesario.

55 **[0084]** A continuación, con referencia a las Figs. 12 y 13, se proporciona una descripción de un ejemplo específico de un flujo de procedimientos de control para realizar un funcionamiento de prueba para determinar si una anomalía está presente (etapa S13 en la Fig. 10). Las Figs. 12 y 13 muestran diferentes funcionamientos de prueba. En el ejemplo del funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12, el controlador 110 opera secuencialmente

la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil para el funcionamiento de prueba para verificar si una anomalía está presente. Por el contrario, en el ejemplo del funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 13, el controlador 110 opera simultáneamente la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil para el funcionamiento de prueba para verificar si una anomalía está presente.

5

**[0085]** En primer lugar, se describe el ejemplo del funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12. El procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12, después del procedimiento de reducción de carga (etapa S12 en la Fig. 10), incluye la primera etapa para verificar si una anomalía está presente en la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 (etapa S31 en la Fig. 12). En la turbina eólica 101 que se muestra, el resultado de detección del sensor del mecanismo de freno 83 se puede utilizar para determinar si una anomalía está presente en la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50. Mediante el uso del sensor de mecanismo de freno 83, es posible detectar un estado anormal en el que se produce un mal funcionamiento de la unidad de freno del motor 50 que sirve como mecanismo de freno debido a la fijación de la armadura 57 o similares.

10

**[0086]** Un ejemplo del mal funcionamiento es que la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 continúa produciendo una fuerza de frenado cuando el controlador 110 realiza el control para detener la salida de la fuerza de frenado. En caso de un mal funcionamiento de este tipo de la unidad de freno del motor 50, se restringe la rotación del engranaje de accionamiento 24a del dispositivo de accionamiento 10. Como resultado, la rotación de la góndola 103 con respecto a la torre 102 también está restringida por el engrane entre el engranaje anular 107 y el engranaje de accionamiento 24a. En este momento, la salida de fuerza de accionamiento de otros dispositivos de accionamiento 10 o una ráfaga de viento actúa como una fuerza externa para generar una carga excesiva en la porción de engrane del engranaje anular 107 y uno cualquiera de los engranajes de accionamiento 24a. Una anomalía de este tipo en la unidad de freno del motor 50 puede ser provocada por la fijación de partes móviles produciéndose debido a un cambio de las condiciones ambientales tales como humedad y temperatura y dependiendo de las condiciones de uso. La fijación se puede eliminar fácilmente activando y desactivando repetidamente las señales de control para operar la unidad de freno del motor 50.

20

25

**[0087]** Por lo tanto, cuando se encuentra un mal funcionamiento de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 ("Y" de la etapa S31), el controlador 110 realiza el control para operar la unidad de freno del motor 50 (etapa S32 en la Fig. 12). Más específicamente, el controlador 110 realiza el control para conmutar la unidad de freno del motor 50 del estado en el que produce una fuerza de frenado al estado en el que detiene la salida de la fuerza de frenado, o el controlador 110 realiza el control para conmutar la unidad de freno del motor 50 del estado en el que detiene la salida de la fuerza de frenado al estado en el que produce la fuerza de frenado. Un intento de realizar un funcionamiento de prueba de este tipo puede eliminar una fijación ligera y permitir que la unidad de freno del motor 50 que tiene una anomalía funcione normalmente. Por lo tanto, en el procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12, el controlador 110 realiza el control para operar la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 y, a continuación, verifica nuevamente si la anomalía está presente en la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50.

30

35

**[0088]** Cada vez que el controlador 110 realiza el control para operar la unidad de freno del motor, el controlador 110 a continuación verifica si el número de veces que realizó el control para operar la unidad de freno del motor 50 excede un número predeterminado (etapa S33 en la Fig. 12). Cuando el número de veces que el controlador realizó el control para operar la unidad de freno del motor 50 excede el número predeterminado ("Y" de la etapa S33), el controlador 110 determina que hay una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse. En este momento, el controlador 110 determina que está presente una anomalía no temporal y maneja esta anomalía de alguna manera (etapa S14 en la Fig. 10). Por ejemplo, un medio de desconexión tal como un embrague puede desconectar el árbol de accionamiento 48a del engranaje de accionamiento 24a en cada dispositivo de accionamiento 10.

40

45

**[0089]** Cuando se determina que ninguna anomalía está presente en la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) ("N" de la etapa S31), el controlador 110 realiza el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 (etapa S34 en la Fig. 12). En otras palabras, el controlador 110 controla el dispositivo de accionamiento 10 para un funcionamiento de prueba. Más específicamente, el controlador 110 realiza el control para conmutar el dispositivo de accionamiento 10 del estado donde detiene la salida de la fuerza de accionamiento al estado donde produce la fuerza de accionamiento.

50

55

**[0090]** Existe la posibilidad de que la causa de la carga anormal aún permanezca cuando se realice el funcionamiento de prueba del dispositivo de accionamiento 10. Por consiguiente, el funcionamiento de prueba del dispositivo de accionamiento 10 puede provocar una carga excesiva en la porción de engrane del engranaje anular 107 y el engranaje de accionamiento 24a que conduce a la rotura del dispositivo de accionamiento 10 o el engranaje anular 107. Para abordar dicho fallo, el controlador 110 puede controlar el dispositivo de accionamiento 10 para producir una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento 24a al engranaje anular 107 con un momento de torsión más bajo que en un funcionamiento normal. De manera alternativa, el controlador 110 puede controlar el dispositivo de accionamiento 10 para producir una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento 24a al engranaje anular 107 a un menor número de rotaciones que en un funcionamiento normal. Dicho control protege

60

65

eficazmente el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107 de romperse debido al funcionamiento de prueba.

**[0091]** Después de realizar el control para operar el dispositivo de accionamiento 10, el controlador 110 verifica si un mal funcionamiento está presente en el dispositivo de accionamiento 10 (etapa S35 en la Fig. 12). Por ejemplo, el controlador 110 verifica si el árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor 48 y el engranaje de accionamiento 24a podrían funcionar (girar) en una cantidad predeterminada (etapa S35 en la Fig. 12). Cuando se encuentra un mal funcionamiento del dispositivo de accionamiento 10, el controlador 110 verifica si el número de veces que realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 excede un número predeterminado (etapa S36 en la Fig. 12). Cuando el número de veces que el controlador 110 realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 no excede un número predeterminado ("N" de la etapa S36 en la Fig. 12), el controlador 110 realiza nuevamente el control para operar el dispositivo de accionamiento 10. Cuando el número de veces que el controlador realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 excede el número predeterminado ("Y" de la etapa S36), el controlador 110 determina que hay una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse. En este momento, el controlador 110 determina que está presente una anomalía no temporal y maneja esta anomalía de alguna manera (etapa S14 en la Fig. 10).

**[0092]** Un huelgo (una holgura) está presente entre los dientes de los engranajes de accionamiento 24a y los dientes del engranaje anular 107. Por consiguiente, al iniciar el funcionamiento de una pluralidad de dispositivos de accionamiento 10, la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 puede necesitar girar los engranajes de accionamiento 24a respectivos en diferentes cantidades hasta que los dientes de los engranajes de accionamiento 24a entren en contacto con los dientes del engranaje anular 107. Inmediatamente después de que la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 inicien el funcionamiento, los dientes del engranaje de accionamiento 24a de un dispositivo de accionamiento 10 entran en primer contacto con los dientes del engranaje anular 107, y la energía se transmite desde este dispositivo de accionamiento 10 al engranaje anular 107. En la porción de engrane de los mismos, se puede generar una carga excesiva. La carga excesiva que puede generarse de esta manera no es un fallo de la turbina eólica 101 que deba repararse, sino que se debe a la variación de funcionamiento entre los engranajes de accionamiento 24a de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10. La causa de la carga excesiva se puede eliminar mediante la rotación secuencial de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 en la misma dirección en pequeñas cantidades hasta que los dientes de cada engranaje de accionamiento 24a entren en contacto con los dientes del engranaje anular 107. Por lo tanto, la cantidad de operación (la cantidad de rotación) del engranaje de accionamiento 24a en el funcionamiento de prueba debe ser menor que un paso de los dientes del engranaje de accionamiento 24a, o en particular, aproximadamente igual a la cantidad de huelgo entre los engranajes de accionamiento 24a y el engranaje anular 107.

**[0093]** En el ejemplo anterior del procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12, la determinación de si la anomalía está presente en el mecanismo de freno (etapa S31 en la Fig. 12) y el control para operar el mecanismo de freno para el funcionamiento de prueba (etapas S32 y S33 en la Fig. 12) se pueden realizar secuencial o simultáneamente en la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil. El control para operar el mecanismo de accionamiento para un funcionamiento de prueba y la verificación de un mal funcionamiento en un funcionamiento de prueba (etapas S34 a S36 en la Fig. 12), que se ven afectados por el funcionamiento de prueba de otros dispositivos de accionamiento 10, se realizan secuencialmente en cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil.

**[0094]** Cuando la anomalía de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 en uno o más dispositivos de accionamiento 10 no se elimina mediante la realización del control para el funcionamiento de prueba de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 durante más del número predeterminado de veces ("Y" de S33 en la Fig. 12), o cuando la anomalía del uno o más dispositivos de accionamiento 10 no se elimina mediante la realización del control para el funcionamiento de prueba de los dispositivos de accionamiento 10 durante más del número predeterminado de veces ("Y" de S36 en la Fig. 12), el controlador 110 determina que existe una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse (etapa S14 en la Fig. 10). Cuando no se encuentra ninguna anomalía en el funcionamiento de prueba de todos los dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil ("N" de la etapa S35 en la Fig. 12), el controlador 110 determina que no se encontró ninguna anomalía en el procedimiento de funcionamiento de prueba ("N" de la etapa S13 en la Fig. 10). En este caso, el controlador 110 determina que la causa de la carga anormal detectada fue temporal y ya se ha eliminado, y verifica nuevamente si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S11 en la Fig. 10).

**[0095]** A continuación, con referencia a la Fig. 13, se proporciona una descripción de otro ejemplo del flujo de procedimientos de control para realizar un funcionamiento de prueba para determinar si una anomalía está presente (etapa S13 en la Fig. 10). Al igual que con el procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12 descrito anteriormente, el procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 13 incluye la determinación de si una anomalía está presente en el mecanismo de freno (etapa S41 en la Fig. 13) y el control para el funcionamiento de prueba del mecanismo de freno (etapas S42 y S43 en la Fig. 13). Estos procedimientos de control pueden ser los mismos que la determinación de si una anomalía está presente en el mecanismo de freno (etapa S31

en la Fig. 12) y el control para el funcionamiento de prueba del mecanismo de freno (etapas S32 y S33 en la Fig. 12), que se describieron anteriormente para el procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en la Fig. 12.

5 **[0096]** En el ejemplo que se muestra en la Fig. 13, la determinación de si una anomalía está presente en el mecanismo de freno (etapa S41 en la Fig. 13) y el control para operar el mecanismo de freno para el funcionamiento de prueba (etapas S42 y S43 en la Fig. 13) pueden realizarse secuencial o simultáneamente en la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluidos en una sección móvil de la turbina eólica 101. Cuando la anomalía de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 en uno o más dispositivos de accionamiento 10 no se elimina mediante la realización del control para el funcionamiento de prueba de la unidad de freno del motor (mecanismo de freno) 50 durante más del número predeterminado de veces ("Y" de S43 en la Fig. 13), el controlador 110 determina que existe una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse (etapa S14 en la Fig. 10). Cuando se determina que ninguna anomalía está presente en las unidades de freno del motor (mecanismos de freno) de todos los dispositivos de accionamiento 10 ("N" de la etapa S41 en la Fig. 13), el controlador 110 realiza el control para operar los dispositivos de accionamiento 10.

15 **[0097]** En este momento, el controlador 110 realiza el control para operar los dispositivos de accionamiento 10 (etapa S44 en la Fig. 13). Más específicamente, el controlador 110 realiza el control para conmutar la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 simultáneamente desde el estado donde detienen la salida de la fuerza de accionamiento al estado donde producen la fuerza de accionamiento. En este funcionamiento de prueba, el controlador 20 110 puede controlar los dispositivos de accionamiento 10 para producir una fuerza de accionamiento de los engranajes de accionamiento 24a al engranaje anular 107 con un momento de torsión menor o un número menor de rotaciones que en un funcionamiento normal. Dicho control protege eficazmente el engranaje de accionamiento 24a y el engranaje anular 107 de romperse debido al funcionamiento de prueba.

25 **[0098]** Después de realizar el control para operar simultáneamente la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para el funcionamiento de prueba, el controlador 110 verifica si una anomalía está presente en la rotación de la góndola (etapa S45 en la Fig. 13). Por ejemplo, el controlador 110 verifica si la góndola (una estructura) 103 podría funcionar en una cantidad predeterminada con respecto a la torre (la otra estructura) 102. Cuando se encuentra un mal funcionamiento de la góndola 103, el controlador 110 verifica si el número de veces que realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 excede un número predeterminado (etapa S46 en la Fig. 13). Cuando el número de veces que el controlador 110 realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 no excede un número predeterminado ("N" de la etapa S46 en la Fig. 13), el controlador 110 realiza nuevamente el control para operar el dispositivo de accionamiento 10. Cuando el número de veces que el controlador realizó el control para operar el dispositivo de accionamiento 10 excede el número predeterminado ("Y" de la etapa S46), el controlador 35 110 determina que hay una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse. En este momento, el controlador 110 determina que está presente una anomalía no temporal y maneja esta anomalía de alguna manera (etapa S14 en la Fig. 10).

40 **[0099]** El funcionamiento de prueba realizada simultáneamente por la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 como se muestra en la Fig. 3 también lleva los dientes de los engranajes de accionamiento 24a de todos los dispositivos de accionamiento 10 en contacto con los dientes del engranaje anular 107. Por consiguiente, es posible eliminar a través del funcionamiento de prueba la carga anormal provocada por la variación del funcionamiento entre los engranajes de accionamiento 24a de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10. Además, también es posible determinar si esta causa no temporal se ha eliminado, verificando si la góndola (una estructura) 103 podría 45 funcionar en una cantidad predeterminada con respecto a la torre (la otra estructura) 102. En este momento, la cantidad de operación relativa (la cantidad de rotación relativa) de la torre 102 y la góndola 103 puede ser menor que un paso de los dientes del engranaje de accionamiento 24a, o en particular, aproximadamente la misma que la cantidad de huelgo entre los engranajes de accionamiento 24a y el engranaje anular 107.

50 **[0100]** En el ejemplo que se muestra en la Fig. 13, cuando la anomalía en los dispositivos de accionamiento 10 no se elimina mediante la realización del control para el funcionamiento de prueba de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 durante más del número predeterminado de veces ("Y" de S46 en la Fig. 13), el controlador 110 determina que existe una anomalía que puede provocar una carga anormal y, por tanto, debe manejarse (etapa S14 en la Fig. 10). Cuando no se encuentra ninguna anomalía en el funcionamiento de la góndola 103 utilizando la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 ("N" de la etapa S45 en la Fig. 13), el controlador 110 determina que no se encontró ninguna anomalía en el procedimiento de funcionamiento de prueba ("N" de la etapa S13 en la Fig. 10). En este caso, el controlador 110 determina que la causa de la carga anormal detectada fue temporal y ya se ha eliminado, y verifica nuevamente si una carga anormal está presente mediante la supervisión de la carga utilizando la porción de detección de cantidad de estado 80 (etapa S11 en la Fig. 10).

60 **[0101]** Tal como se describió anteriormente, en la realización, el sistema de accionamiento de turbina eólica 5 incluye: una pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 instalados en una estructura 103 en una sección móvil de una turbina eólica 101, cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 incluyendo un engranaje de accionamiento 24a que se engrana con un engranaje anular 107 instalado en otra estructura 102 en la sección móvil 65 de la turbina eólica 101; una unidad de detección de cantidad de estado (porción de detección de cantidad de estado)

80 para supervisar, para cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10, una carga generada entre el engranaje de accionamiento 24a de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 y el engranaje anular 107; y una unidad de control (controlador) 110 para realizar el control para reducir la carga cuando la unidad de detección de cantidad de estado 80 detecta una carga anormal. En la realización tal como se describió anteriormente, tras la detección de una carga anormal, la unidad de control 110 controla la turbina eólica 101 para reducir una carga en la porción de engrane. Por consiguiente, tras la detección de anomalías, la generación de energía de la turbina eólica 101 no se detiene inmediatamente, y es posible prevenir eficazmente la rotura de los dispositivos de accionamiento 10 y la rotura del engranaje anular 107 y los componentes que lo rodean. Por tanto, se puede incrementar la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101.

10

**[0102]** En la realización, cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control 110 controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para detener la salida de los engranajes de accionamiento 24a de todos los dispositivos de accionamiento 10 incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 al engranaje anular 107. En muchos casos, una carga excesiva en la porción de engrane en un dispositivo de accionamiento 10 es provocada por una salida de fuerza de accionamiento del mismo dispositivo de accionamiento 10 o una salida de fuerza de accionamiento de otros dispositivos de accionamiento 10. Por ejemplo, cuando la rotación del engranaje de accionamiento 24a de un dispositivo de accionamiento 10 está restringida debido a un fallo o por alguna otra razón, la salida de una fuerza de accionamiento de otro dispositivo de accionamiento 10 puede provocar una carga excesiva en la porción de engrane de uno de los dispositivos de accionamiento. Por consiguiente, la carga generada en la porción de engrane se puede reducir de forma rápida y eficaz al detener, tras la detección de la carga anormal, la salida de una fuerza de accionamiento de los engranajes de accionamiento 24a de todos los dispositivos de accionamiento 10 al engranaje anular 107.

15

20

**[0103]** Además, en la realización, los dispositivos de accionamiento 10 incluyen cada uno el mecanismo de freno (unidad de freno del motor) 50 para frenar la rotación transmitida al engranaje de accionamiento 24a o la salida de rotación del engranaje de accionamiento 24a. Cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control 110 controla el mecanismo de freno 50 de manera que el mecanismo de freno 50 frena la rotación. En muchos casos, una carga excesiva en la porción de engrane en un dispositivo de accionamiento 10 es provocada por una salida de fuerza de accionamiento de otros dispositivos de accionamiento 10 o una ráfaga de viento. Por consiguiente, cuando el mecanismo de freno 50 frena la rotación transmitida al engranaje de accionamiento 24a o la salida de rotación del engranaje de accionamiento 24a, la carga generada en la porción de engrane puede reducirse eficazmente.

25

30

**[0104]** Además, en la realización, cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control 110 ajusta el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105 incluida en la turbina eólica 101. En muchos casos, una carga excesiva en la porción de engrane en un dispositivo de accionamiento 10 es provocada por un viento fuerte recibido por la turbina eólica 101 a través de la pala 105. La fuerza que la turbina eólica 101 recibe del viento fuerte puede aliviarse ajustando el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105. Por consiguiente, la carga generada en la porción de engrane se puede reducir eficazmente ajustando el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105.

35

40

**[0105]** Además, en la realización, cuando la unidad de detección de cantidad de estado detecta una carga anormal, la unidad de control 110 controla primero la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para detener la salida de los engranajes de accionamiento 24a de todos los dispositivos de accionamiento 10 incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 al engranaje anular 107. En muchos casos, la carga generada en la porción de engrane puede reducirse de forma rápida y eficaz al detener la salida de una fuerza de accionamiento de los engranajes de accionamiento 24a de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 al engranaje anular 107. Cuando se genera una carga excesiva en la porción de engrane principalmente debido al viento fuerte, la carga en la porción de engrane puede no reducirse lo suficiente solo al detener la salida de la fuerza de accionamiento de los dispositivos de accionamiento 10. En la realización, cuando la carga anormal no se eliminó al detener la salida de los engranajes de accionamiento 24a al engranaje anular 107, la unidad de control 110 ajusta a continuación el ángulo de paso  $\theta_p$  de la pala 105 incluida en la turbina eólica 101 para intentar así reducir eficazmente la carga generada en la porción de engrane. Es decir, en la realización, el procedimiento de reducción de carga para reducir la carga en la porción de engrane incluye primero detener la salida de la fuerza de accionamiento y, a continuación, cuando la carga no se redujo eficazmente, ajustar el ángulo de paso  $\theta_p$  que puede afectar la eficiencia de generación de energía. Por lo tanto, es posible prevenir eficazmente la rotura de la porción de engrane debido a la reducción de la carga, mientras que incrementa eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101.

45

50

55

**[0106]** Además, en la realización, cuando la unidad de detección de cantidad de estado 80 detecta anomalías, la unidad de control 110 primero realiza el procedimiento de reducción de la carga y, a continuación, controla simultánea o secuencialmente la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para el funcionamiento de prueba. En la realización como se describió anteriormente, tras la detección de una carga anormal, la carga en la porción de engrane se reduce primero. El funcionamiento de prueba de los dispositivos de accionamiento 10 se realiza a continuación en el estado donde se reduce la carga en la porción de engrane, para determinar si la causa de la carga anormal es temporal. Durante esta operación, la reducción de la carga en la porción de engrane permite continuar el funcionamiento de la turbina eólica 101 al tiempo que previene eficazmente la rotura de los dispositivos de

60

65

accionamiento 10 y la rotura del engranaje anular 107 y los componentes que lo rodean. Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.

- 5 **[0107]** Además, en la realización, la unidad de control 110 controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para el funcionamiento de prueba para producir una fuerza de accionamiento con un momento de torsión más bajo que en un funcionamiento normal. Dado que los dispositivos de accionamiento 10 realizan el funcionamiento de prueba con un momento de torsión inferior, es posible determinar si la causa de la carga anormal es temporal al tiempo que se previene eficazmente un aumento rápido de la carga generada en la porción de engrane.
- 10 Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.

- [0108]** Además, en la realización, la unidad de control 110 controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para realizar el funcionamiento de prueba simultáneamente, para verificar de este modo si una estructura (la góndola) 103 y la otra estructura (la torre) 102 podrían funcionar una respecto a la otra. Por ejemplo, la
- 15 unidad de control 110 controla los dispositivos de accionamiento 10 para que funcionen con un momento de torsión inferior y verifica si la una estructura 103 y la otra estructura 102 podrían funcionar una respecto a la otra, para determinar de este modo si la causa de la carga excesiva generada en la porción de engrane fue temporal. Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se
- 20 previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.

- [0109]** Además, en la realización, la unidad de control 110 controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para realizar el funcionamiento de prueba secuencialmente, para verificar de este modo si los engranajes de accionamiento 24a de los dispositivos de accionamiento 10 podrían funcionar en una cantidad
- 25 predeterminada que es menor que un paso de los dientes de los engranajes de accionamiento 24a. Un huelgo (una holgura) está presente entre los dientes de los engranajes de accionamiento 24a y los dientes del engranaje anular 107. Por consiguiente, al iniciar el funcionamiento de la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10, la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 puede girar los engranajes de accionamiento 24a respectivos en diferentes cantidades hasta que los dientes de los engranajes de accionamiento 24a entren en contacto con los dientes del
- 30 engranaje anular 107. Adicionalmente, inmediatamente después de que la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 comiencen la operación, los dientes del engranaje de accionamiento 24a de un dispositivo de accionamiento 10 entran en primer contacto con los dientes del engranaje anular 107, y la energía se transmite desde este dispositivo de accionamiento 10 al engranaje anular 107. En la porción de engrane de los mismos, se puede generar una carga excesiva. Por consiguiente, el manejo de la causa temporal de la carga excesiva generada en la porción de engrane
- 35 es posible a través de la determinación de si los engranajes de accionamiento 24a de los dispositivos de accionamiento 10 podrían funcionar con un momento de torsión inferior o una velocidad de rotación inferior en una cantidad predeterminada que es menor que un paso de los dientes de los engranajes de accionamiento 24a. Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que se previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.

- 40 **[0110]** Además, en la realización, cuando la unidad de detección de cantidad de estado 80 detecta una anomalía, la unidad de control 110 realiza primero el procedimiento de reducción de la carga y, a continuación, controla el mecanismo de freno 50 para el funcionamiento de prueba. La fijación no deseada de las partes móviles del mecanismo de freno 50 puede producirse debido a un cambio de las condiciones ambientales o dependiendo de las
- 45 condiciones de uso. Cuando un dispositivo de accionamiento 10 produce una fuerza de accionamiento en el estado donde el mecanismo de freno está frenando involuntariamente la rotación, la fuerza de accionamiento puede actuar como una fuerza externa en la porción de engrane en cualquiera de los dispositivos de accionamiento 10 para generar una carga excesiva. La fijación del mecanismo de freno 50 se puede eliminar activando y desactivando repetidamente las señales de control para operar el mecanismo de freno 50. Más específicamente, cuando la unidad de detección de
- 50 cantidad de estado 80 detecta una anomalía, la unidad de control 110 realiza primero el procedimiento de reducción de la carga y, a continuación, controla el mecanismo de freno 50 para el funcionamiento de prueba. Por lo tanto, es posible eliminar un mal funcionamiento del mecanismo de freno 50 que puede haber sido la causa de la carga excesiva, mientras al tiempo que previene eficazmente que la carga excesiva continúe actuando sobre la porción de engrane. Por consiguiente, es posible mejorar eficazmente la utilización de la capacidad de la turbina eólica 101 al tiempo que
- 55 se previene eficazmente la rotura de la porción de engrane.

- [0111]** Además, en la realización, la unidad de control 110 controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento 10 para el funcionamiento de prueba de manera que los mecanismos de freno 50 funcionen primero y a continuación se produzca una fuerza de accionamiento de los engranajes de accionamiento 24a al engranaje anular
- 60 107. En la realización, se puede eliminar un fallo temporal en los mecanismos de freno 50 antes de que los dispositivos de accionamiento 10 produzcan una fuerza de accionamiento de los engranajes de accionamiento 24a. Por tanto, es posible prevenir eficazmente un aumento rápido de la carga generada en la porción de engrane a medida que los dispositivos de accionamiento 10 producen la fuerza de accionamiento.

- 65 **[0112]** Se pueden realizar diversas modificaciones a la realización anterior. A continuación se describe un

ejemplo de modificación. En la siguiente descripción, las partes que se pueden configurar de manera similar a las de la realización anterior se indican con los mismos caracteres de referencia que los utilizados para las partes correspondientes en la realización anterior, y se omiten sus descripciones duplicadas.

5 **[0113]** Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, el procedimiento de funcionamiento de prueba que se muestra en las Figs. 12 y 13, que incluye tanto el control de los mecanismos de freno para el funcionamiento de prueba como el control de los dispositivos de accionamiento para el funcionamiento de prueba, también puede configurarse para incluir adicionalmente otro funcionamiento de prueba que reemplace uno o más del control de los mecanismos de freno para el funcionamiento de prueba y el control de los dispositivos de accionamiento para el  
10 funcionamiento de prueba.

**[0114]** En la realización anterior, el mecanismo de freno está configurado como la unidad de freno del motor 50 que está construida en el motor eléctrico 23 y configurada para frenar la rotación del árbol de accionamiento 48a de la unidad de accionamiento del motor 48. Sin embargo, este ejemplo no es limitativo, y el mecanismo de freno  
15 puede configurarse para frenar la rotación de uno o más de los componentes incluidos en la unidad de reducción de velocidad 25, el árbol de salida 24 y el engranaje de accionamiento 24a.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de accionamiento de turbina eólica (5), que comprende:
- 5 una pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) instalados en una estructura en una sección móvil de una turbina eólica (101), cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) incluyendo un engranaje de accionamiento (24a) que se engrana con un engranaje anular (107) instalado en otra estructura en la sección móvil de la turbina eólica (101) y un mecanismo de freno (50) que frena la rotación transmitida al engranaje de accionamiento (24a) o la salida de rotación del engranaje de accionamiento (24a);
- 10 una unidad de detección de cantidad de estado (80) para supervisar, para cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10), una carga generada entre el engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) y el engranaje anular (107); y
- 15 una unidad de control (110) para realizar un control para reducir la carga cuando la unidad de detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, **caracterizado porque** cuando la unidad de detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, la unidad de control (110) realiza primero un procedimiento de reducción de la carga y, a continuación, controla simultánea o secuencialmente la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para un funcionamiento de prueba, y
- 20 donde la unidad de control (110) controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para el funcionamiento de prueba de manera que el mecanismo de freno (50) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) funciona primero y, a continuación, la fuerza de accionamiento se produce del engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) al engranaje anular (107).
2. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de la reivindicación 1, donde, cuando la unidad de
- 25 detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, la unidad de control (110) controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para detener la salida del engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de todos los dispositivos de accionamiento (10) incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) al engranaje anular (107).
- 30 3. El dispositivo de accionamiento de turbina eólica (5) de la reivindicación 1 o 2, donde
- cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) incluye el mecanismo de freno (50) que frena la rotación
- 35 transmitida al engranaje de accionamiento (24a) o la salida de rotación del engranaje de accionamiento (24a); y cuando la unidad de detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, la unidad de control (110) controla el mecanismo de freno (50) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) de manera que el mecanismo de freno (50) frena la rotación.
4. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde,
- 40 cuando la unidad de detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, la unidad de control (110) ajusta un ángulo de paso de una pala (105) incluida en la turbina eólica (101).
5. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de la reivindicación 1 o 3, donde, cuando la unidad de detección de cantidad de estado (80) detecta una carga anormal, la unidad de control (110) controla la pluralidad de
- 45 dispositivos de accionamiento (10) para detener la salida del engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de todos los dispositivos de accionamiento (10) incluidos en la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) al engranaje anular (107) y, a continuación, cuando la carga anormal no se elimina, ajusta un ángulo de paso de una pala (105) incluida en la turbina eólica (101).
- 50 6. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la unidad de control (110) controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para el funcionamiento de prueba para producir una fuerza de accionamiento del engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) al engranaje anular (107) con un momento de torsión menor que en un funcionamiento normal.
- 55 7. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la unidad de control (110) controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para realizar el funcionamiento de prueba simultáneamente y verifica si la una estructura y la otra estructura funcionan una con respecto a la otra.
- 60 8. El sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la unidad de control (110) controla la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) para realizar el funcionamiento de prueba secuencialmente y verifica si el engranaje de accionamiento (24a) de cada uno de la pluralidad de dispositivos de accionamiento (10) es operado por una cantidad predeterminada que es menor que un paso de dientes del engranaje de accionamiento (24a).
- 65

9. Una turbina eólica (101) que comprende el sistema de accionamiento de turbina eólica (5) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

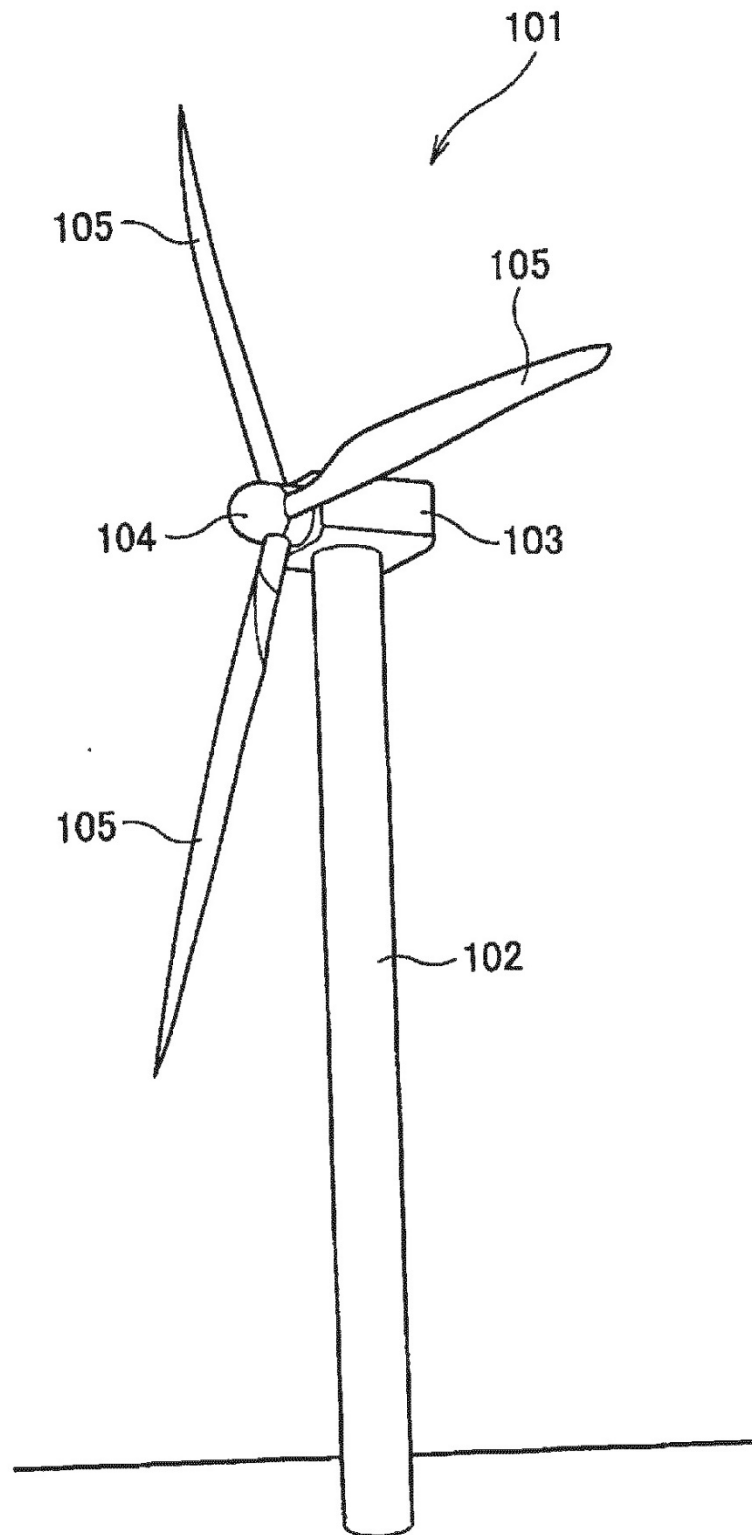


Fig. 1

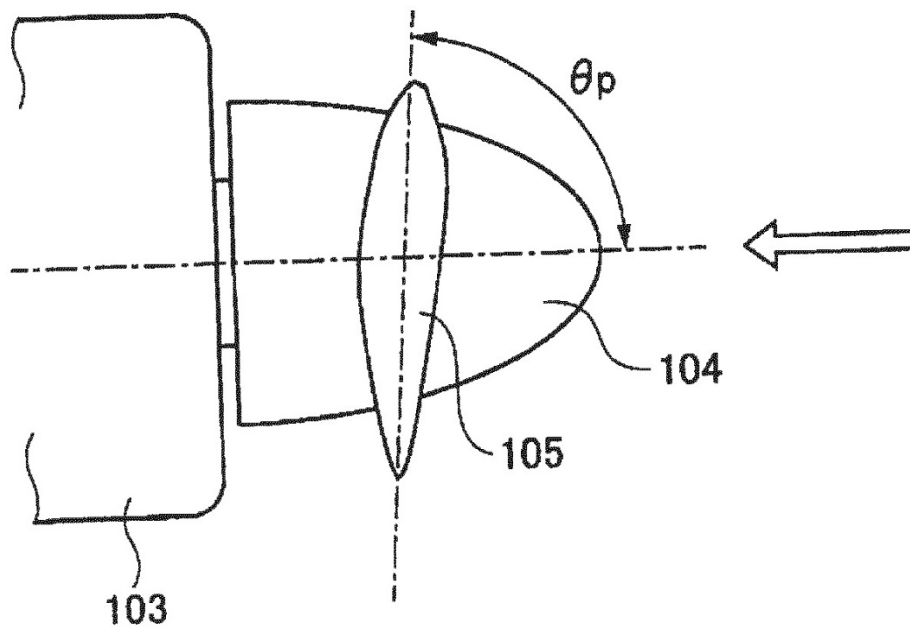


Fig. 2

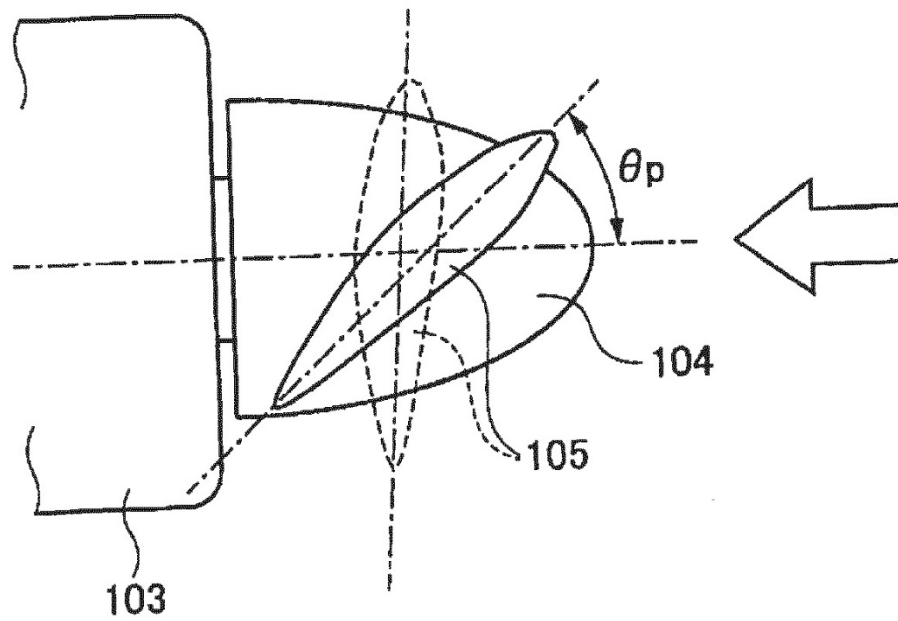


Fig. 3

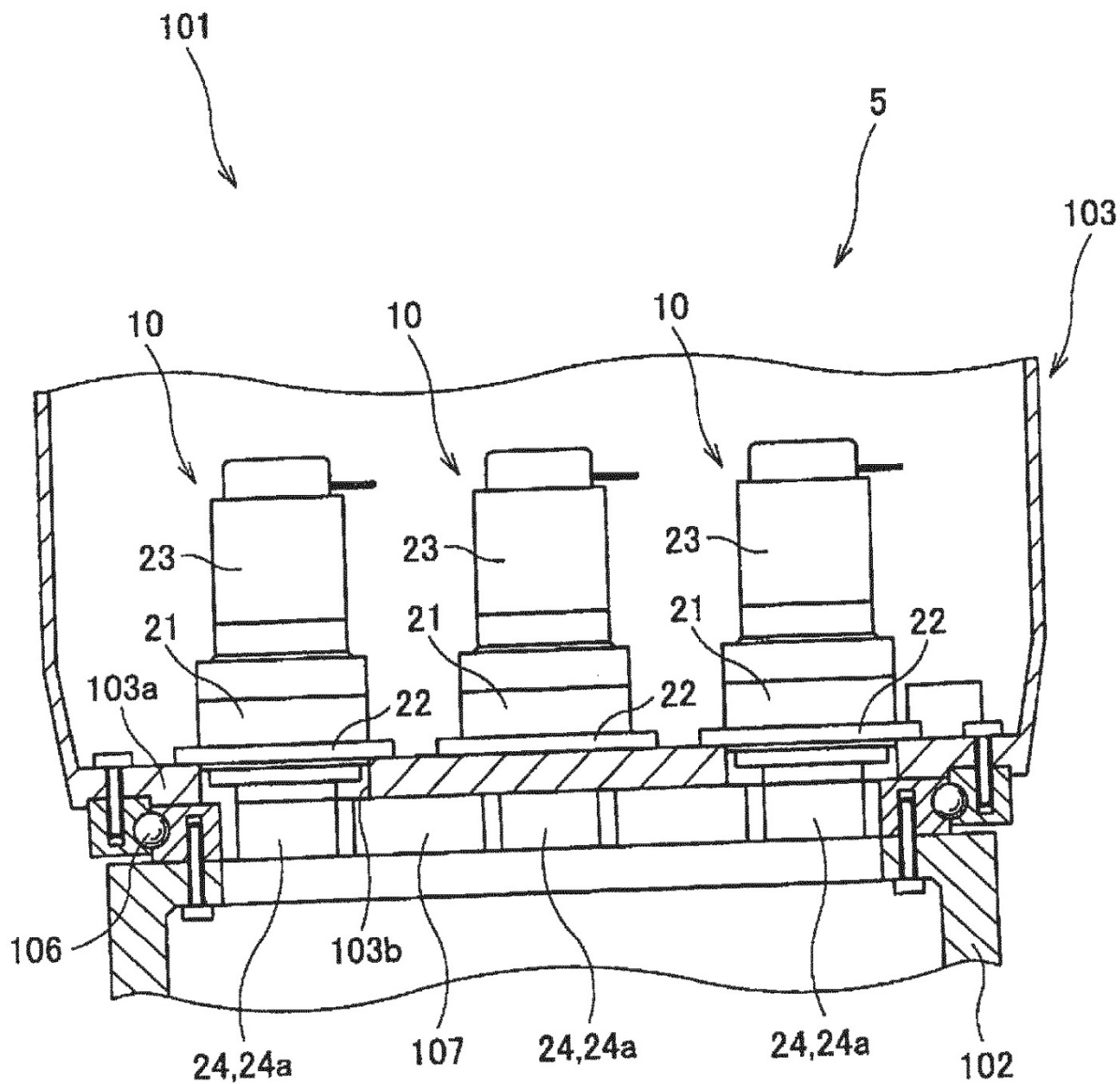


Fig. 4

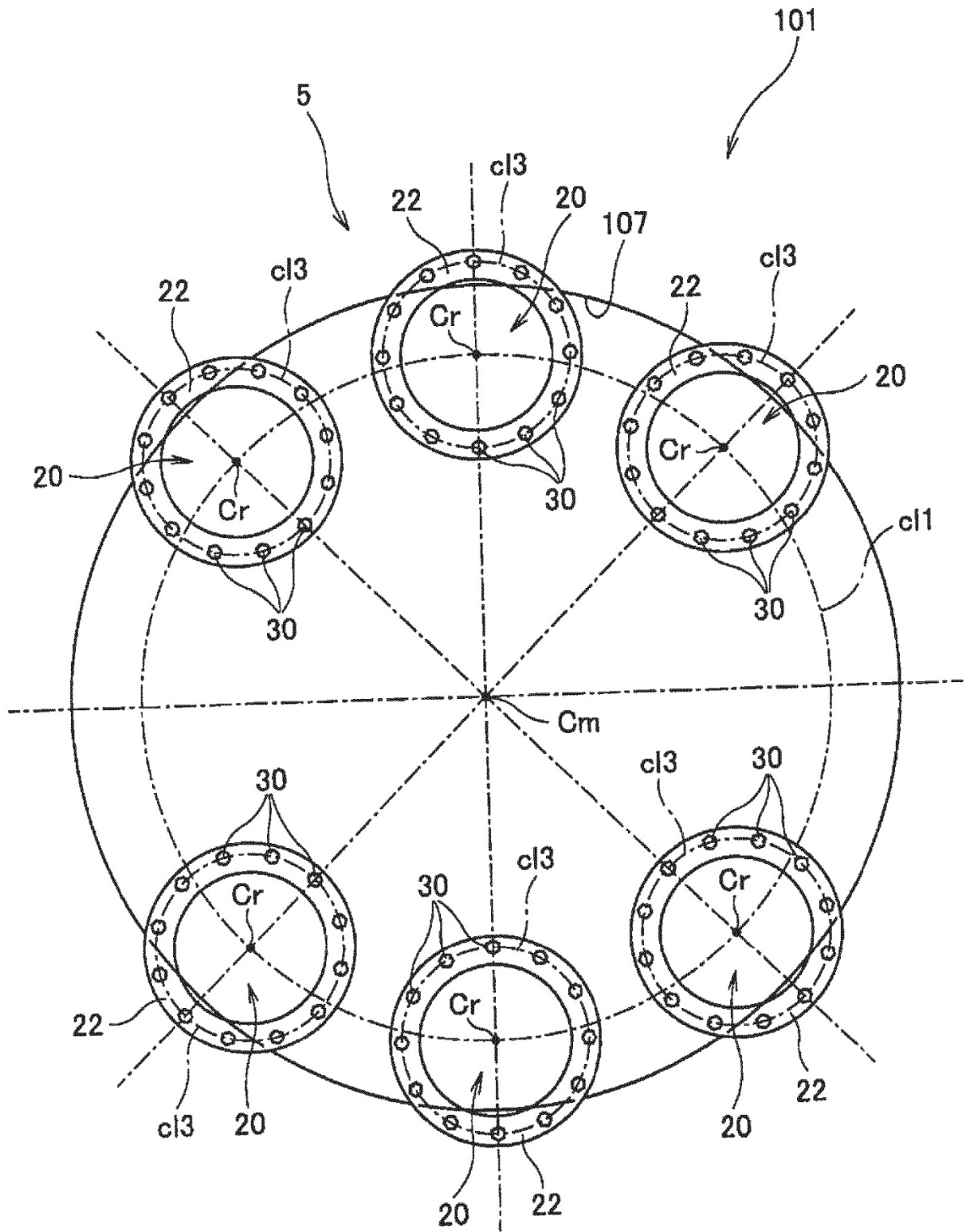


Fig. 5

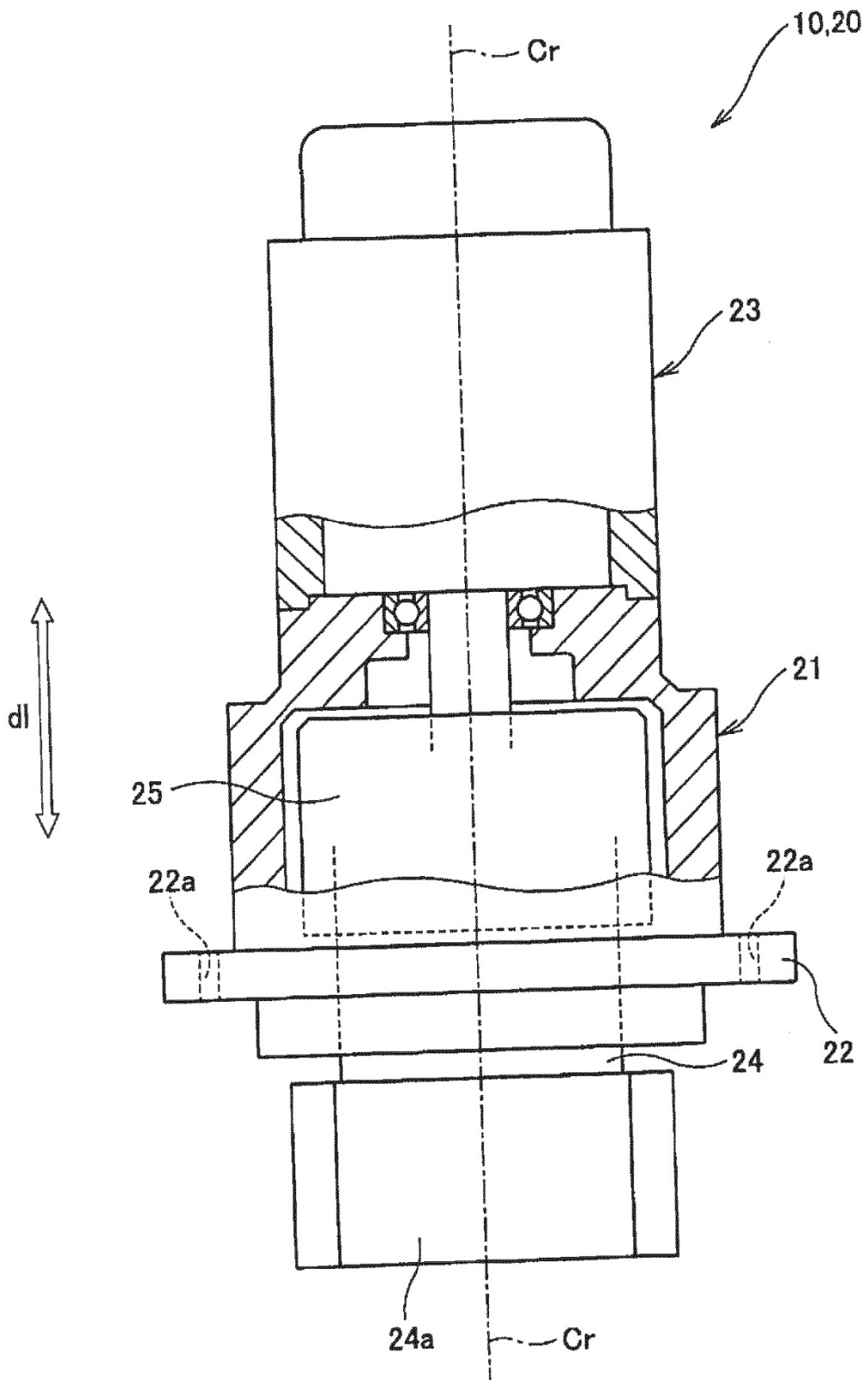


Fig. 6

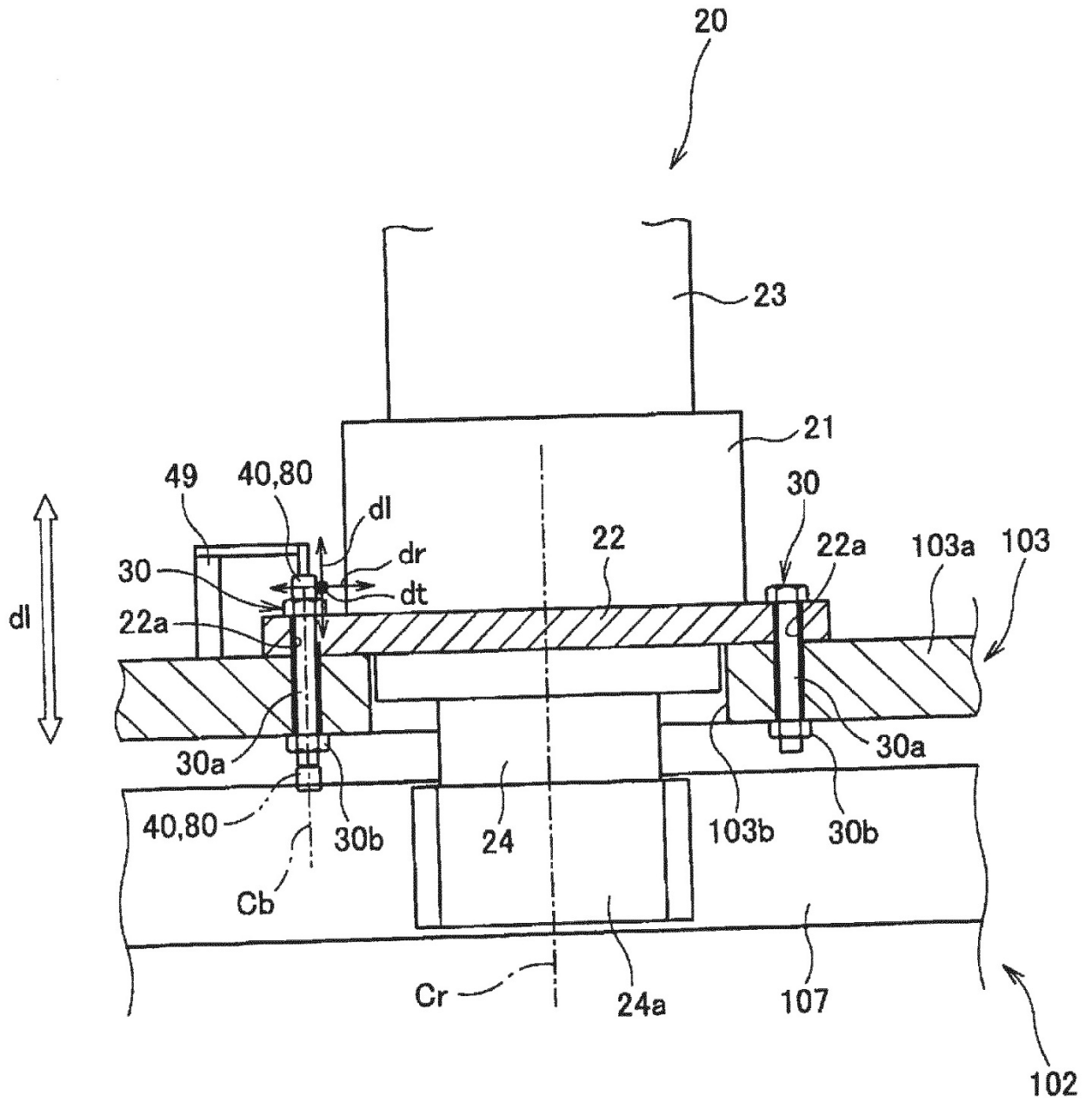


Fig. 7

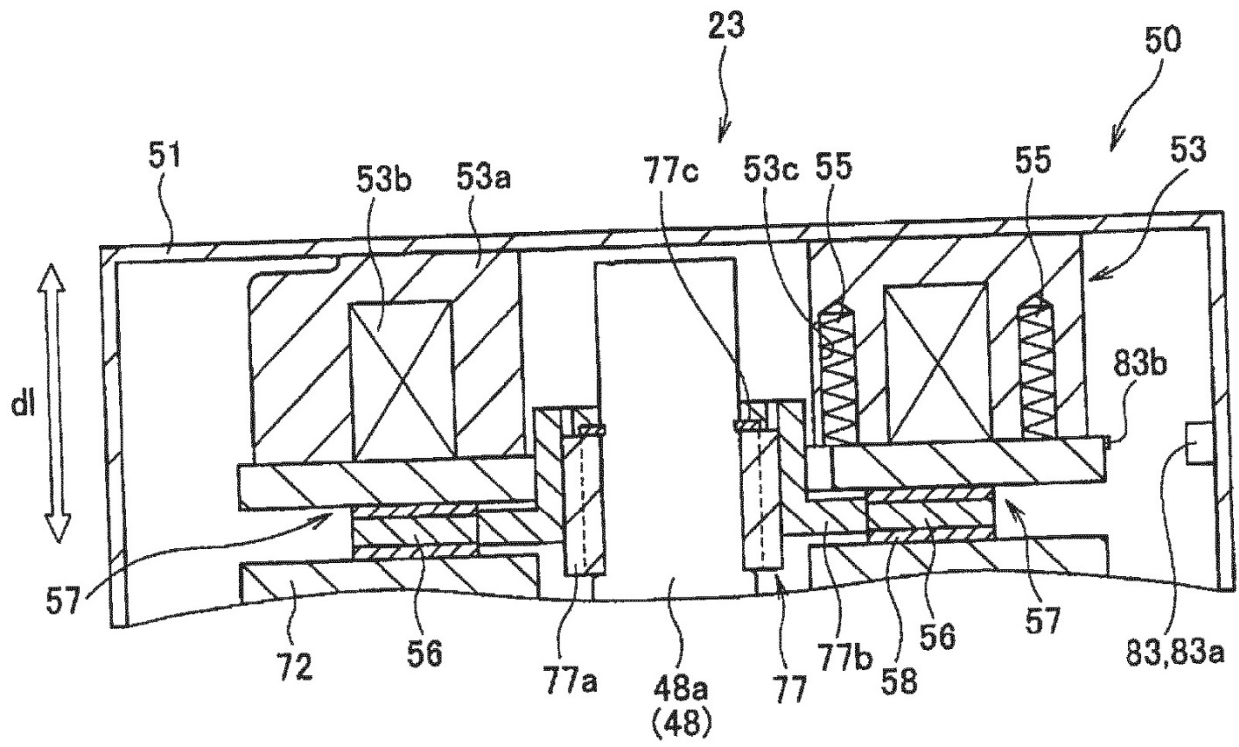


Fig. 8

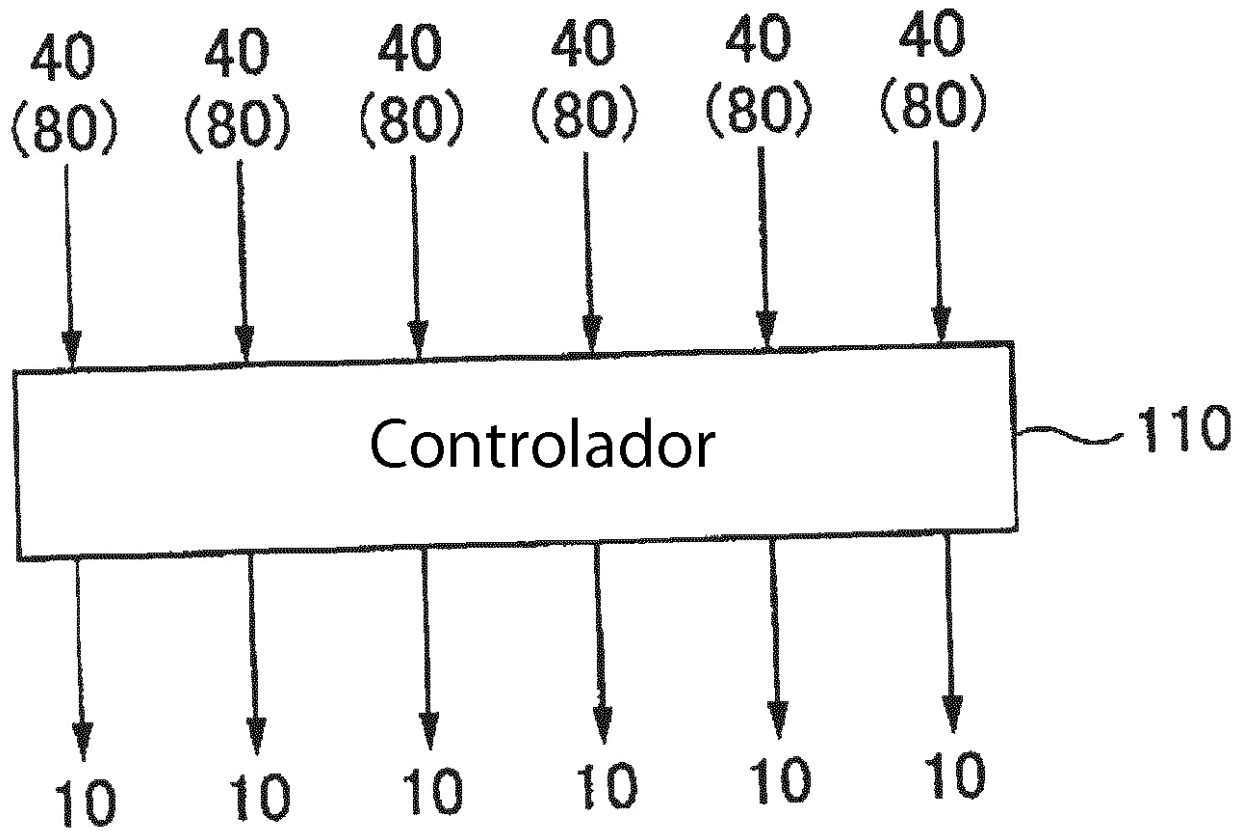


Fig. 9

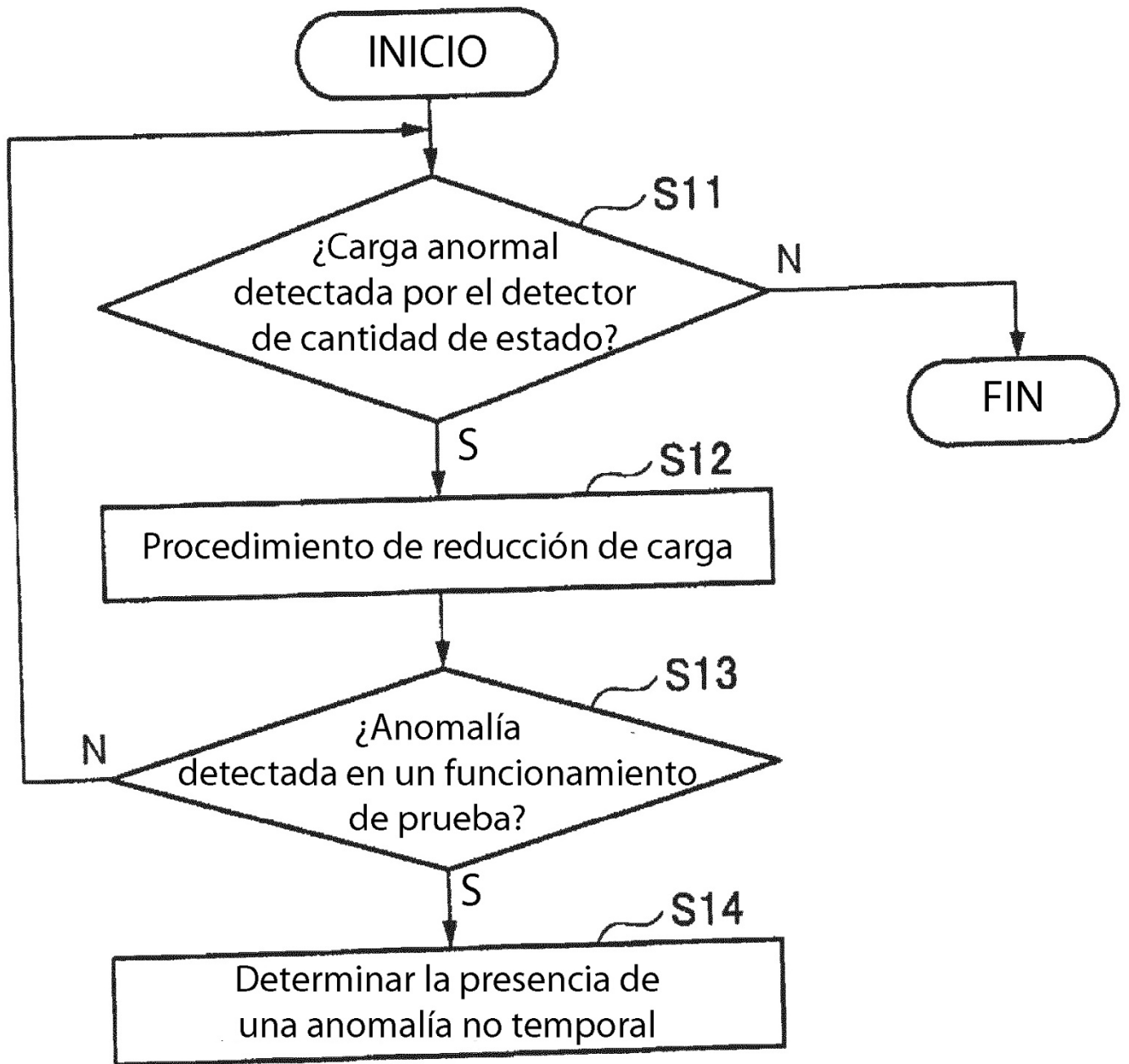


Fig. 10

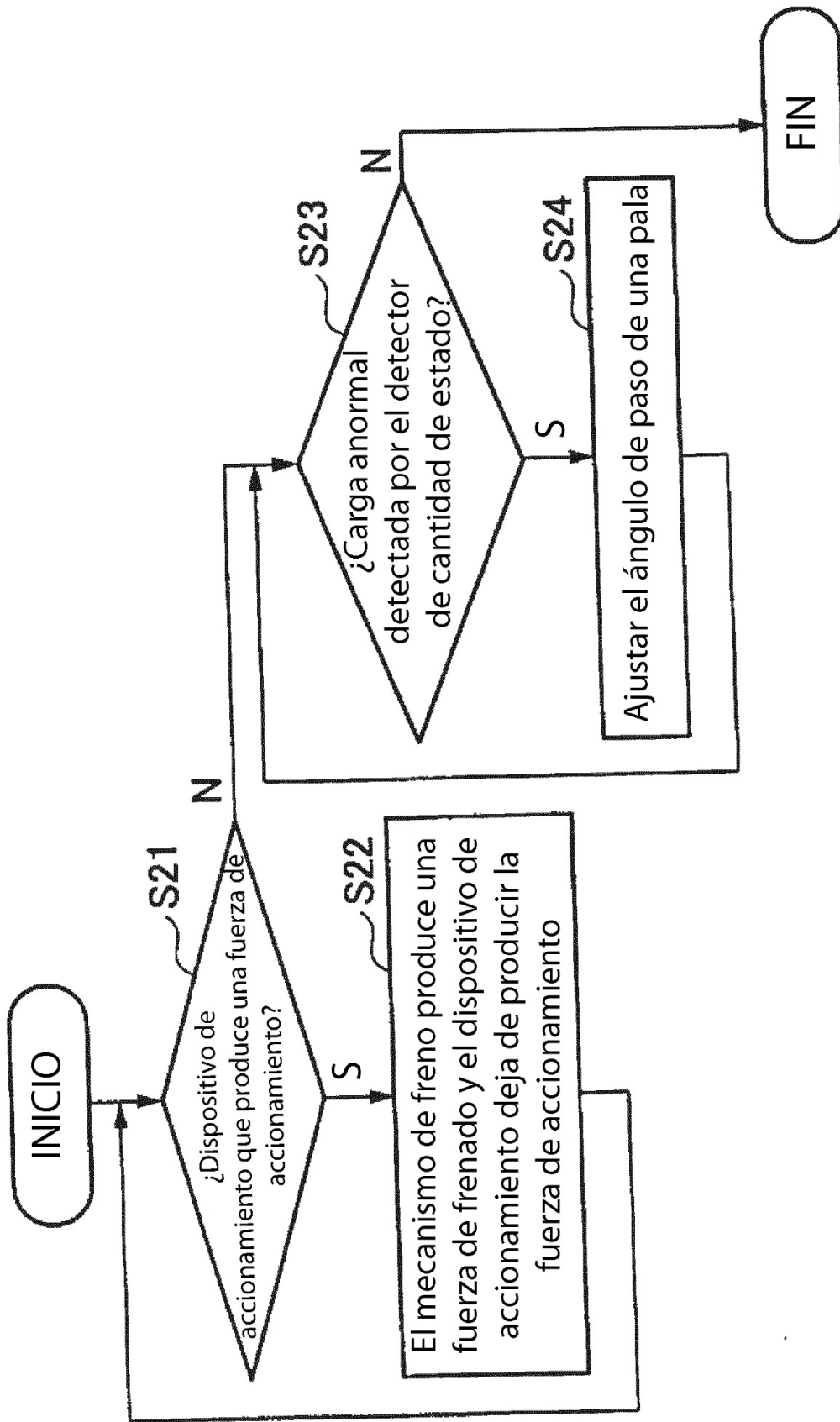


Fig. 11

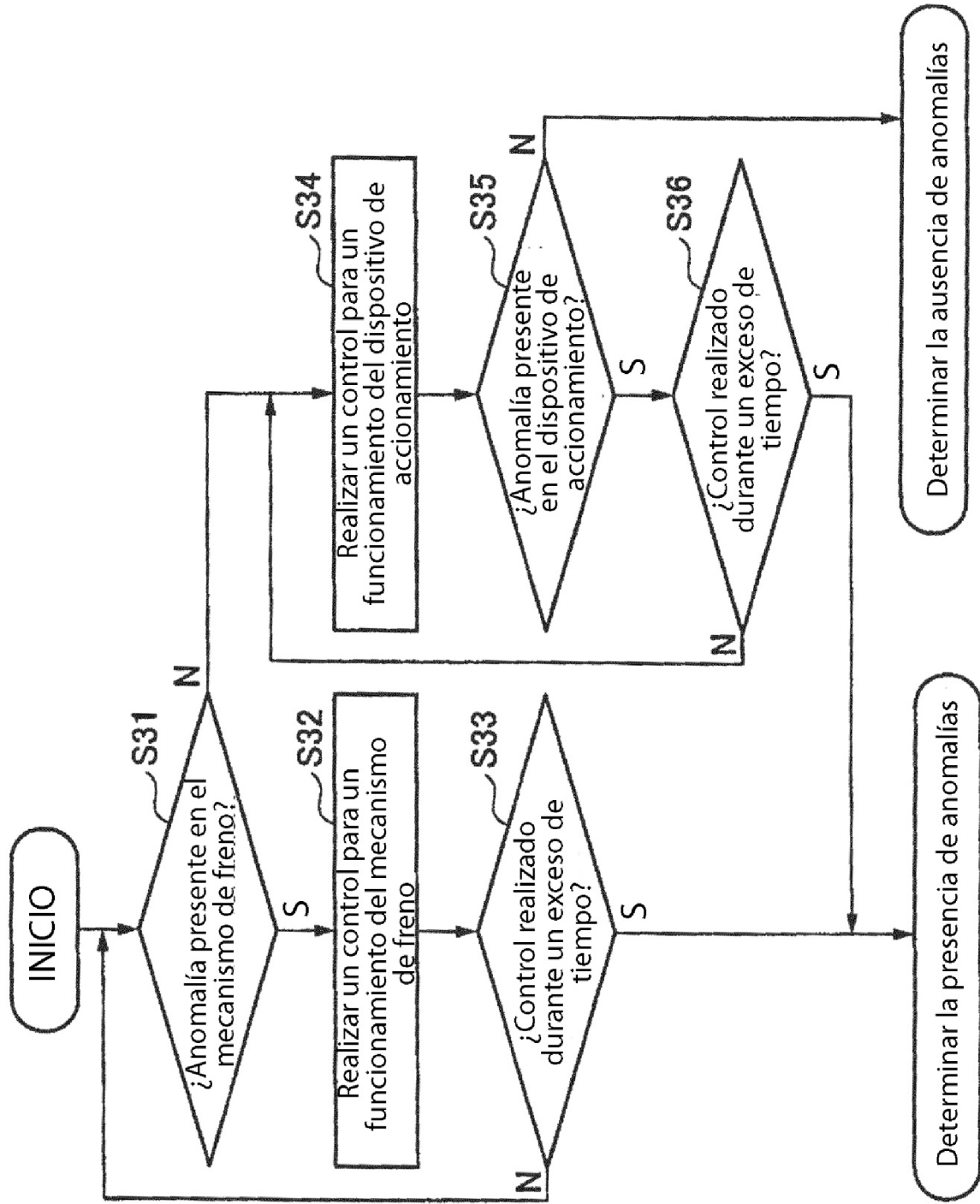


Fig. 12

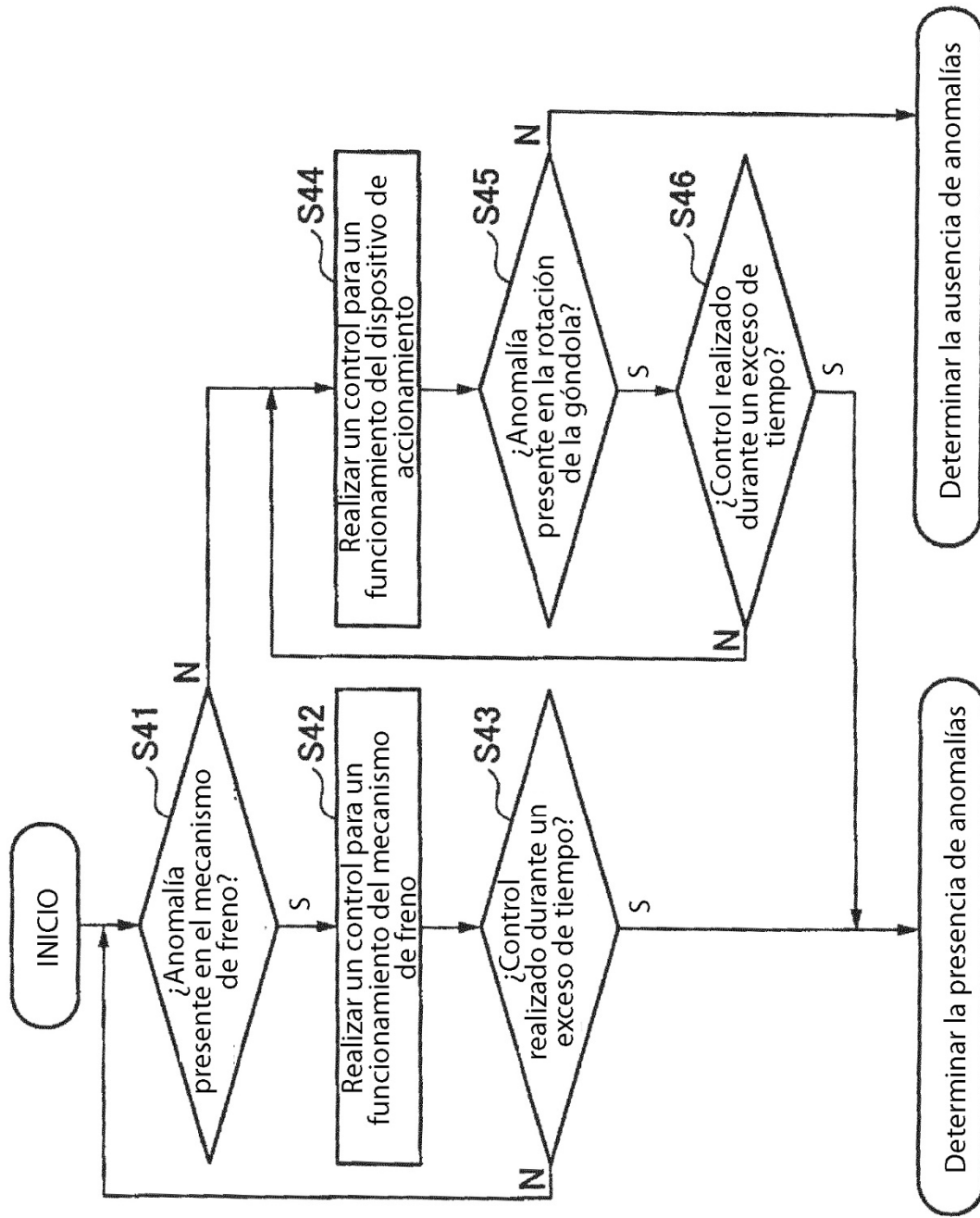


Fig. 13