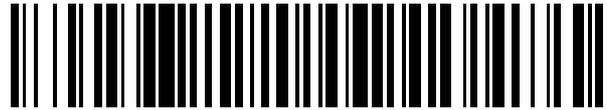


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 193**

51 Int. Cl.:

F03D 13/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F16D 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.03.2014 PCT/JP2014/055415**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14141944**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2014 E 14763488 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2985457**

54 Título: **Embrague unidireccional y unidad de embrague unidireccional para dispositivo de generación de energía eólica**

30 Prioridad:
12.03.2013 JP 2013048937

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2019

73 Titular/es:
**JTEKT CORPORATION (100.0%)
5-8, Minamisemba 3-chome, Chuo-ku, Osaka-shi
Osaka 542-8502, JP**

72 Inventor/es:
FUJIWARA, HIDEKI

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 193 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

Embrague unidireccional y unidad de embrague unidireccional para dispositivo de generación de energía eólica

Campo técnico

5 Una realización de la presente invención se refiere a un embrague unidireccional y una unidad de embrague unidireccional, por ejemplo, para un dispositivo de generación de energía eólica.

Antecedentes de la técnica

En un dispositivo de generación de energía eólica de acuerdo con los antecedentes de la técnica de la presente aplicación, al recibir energía eólica, las palas hacen girar el eje principal conectado a las mismas, y un engranaje de aceleración aumenta el giro del eje principal, accionando así un generador de energía.

10 Sin embargo, en el dispositivo de generación de energía eólica mencionado anteriormente, la velocidad de giro del eje principal cambia debido al cambio en la velocidad del viento o la dirección del viento, por lo que el dispositivo de generación de energía eólica tiene una desventaja de que el par de giro del eje principal a introducir desde el engranaje de aceleración al generador de energía cambia y la eficiencia de generación de energía del dispositivo de generación disminuye. Por ello, en el dispositivo de generación de energía eólica, es necesaria una tecnología para
15 suprimir el cambio en el par de giro y mejorar la eficiencia de generación de energía.

Además, el dispositivo de generación de energía eólica se instala suponiendo que el dispositivo de generación se suele utilizar durante mucho tiempo, 10 o más años. Por otra parte, el dispositivo de generación de energía eólica se instala, por ejemplo, en zonas montañosas o costeras o en el mar debido al ruido causado por el giro del eje principal y el accionamiento del generador de energía, las condiciones del viento, etc. Además, debido a la
20 necesidad de que los componentes principales del dispositivo de generación de energía eólica se instalen en un lugar alto, tal como una torre de generación de energía eólica, y los propios componentes son grandes y pesados, hace falta una gran cantidad de trabajo para instalar y eliminar los componentes en el momento del mantenimiento. Por ello, es deseable que el mantenimiento sea necesario en la menor medida posible, y hay necesidad de un dispositivo de generación de energía eólica con una vida prolongada y alta fiabilidad.

25 Por otro lado, con el fin de manejar un generador de energía síncrono en paralelo en un estado de funcionamiento sincronizado con un generador de energía en otro sistema, se propone proporcionar un embrague unidireccional entre el árbol de salida del engranaje de aceleración del generador de energía síncrono y el árbol de transmisión del generador de energía (consultar documento JP-A-H04-344198, por ejemplo).

30 El documento JP 2011 085 192 A desvela un embrague unidireccional que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Problema a solucionar por la invención

35 En el dispositivo de generación de energía eólica mencionado anteriormente, se produce un agarrotamiento (un fenómeno en el que se ocasiona un gripado sobre una capa superficial) sobre las caras rodantes de los elementos rodantes, tales como rodillos, y las caras de superficie de rodadura de los anillos de giro de los cojinetes de rodillos, tales como cojinetes de rodillos, para soportar el árbol de salida del dispositivo de generación de energía eólica que gira a alta velocidad, y esto provoca una situación en la que las vidas de los cojinetes de rodillos, tales como cojinetes de rodillos, se reducen.

40 Además, en el embrague unidireccional, en el caso en el que el rango de fluctuación del giro es pequeño, por ejemplo, como en caso de que continúe un estado en el que la fluctuación de la velocidad del viento sea pequeña, se forma una película lubricante de forma dura entre la cara de engranaje de cada elemento de engranaje del embrague y la cara de superficie de rodadura del anillo interior del mismo y entre la cara de engranaje y la cara de superficie de rodadura del anillo exterior del mismo, y esto provoca una situación en la que la cara de engranaje del elemento de engranaje y las caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior están sujetas al
45 desgaste y tienen dificultad para mantener una dureza suficiente para su uso durante mucho tiempo.

Teniendo en cuenta las situaciones anteriores encontradas en la tecnología mencionada anteriormente, un aspecto de la presente invención tiene por objeto proporcionar un embrague unidireccional y una unidad de embrague unidireccional para un dispositivo de generación de energía eólica, capaz de eliminar eficientemente que se produzca agarrotamiento en los cojinetes de rodillos para soportar el árbol de salida del engranaje de aceleración del
50 dispositivo de generación de energía eólica y también capaz de mantener una dureza suficiente para su uso durante mucho tiempo incluso después de la abrasión a largo plazo. Esto se consigue mediante las respectivas materias objeto de las reivindicaciones 1 y 5. Otros desarrollos ventajosos son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes.

Medios para solucionar el problema

Los inventores de la presente invención han investigado seriamente el mecanismo que causa el agarrotamiento. Como resultado, han descubierto que, cuando la velocidad de giro del eje principal cae súbitamente debido a la caída de energía eólica, la velocidad de giro del árbol de transmisión del generador de energía llega a superar la velocidad de giro del árbol de salida debido a la inercia del rotor del generador de energía que tiene una masa pesada, y se produce la denominada omisión de par (omisión de carga); que la carga radial ejercida a los cojinetes de rodillos, tales como cojinetes de rodillos, para soportar el árbol de salida se reduce debido a esta omisión de par; que, por ejemplo, la resistencia de fricción deslizante entre los elementos rodantes, tales como los rodillos de los cojinetes de rodillos, y la caja que los contiene llegue a superar la resistencia de fricción rodante entre los elementos rodantes (por ejemplo, rodillos) de los cojinetes de rodillos, tales como los cojinetes de rodillos, y sus anillos de giro; y que el giro de los propios elementos rodantes, tales como los rodillos, se retrase. Además, también han descubierto que, cuando la velocidad de giro del eje principal aumenta súbitamente desde el estado mencionado anteriormente por el aumento de energía eólica, se añade el par de inercia debido al aumento de velocidad y la carga radial ejercida a los cojinetes de rodillos, tales como cojinetes de rodillos, para soportar el árbol de salida aumenta, por lo que, en el momento del aumento, los rodillos se deslizan sobre las caras de contacto entre los rodillos y los anillos de giro en el estado en el que la carga elevada se aplica a los rodillos, la temperatura en las caras de contacto sube, y se produce el agarrotamiento; basándose en estos descubrimientos, los inventores han finalizado la presente invención.

Más específicamente, un aspecto de la presente invención proporciona un embrague unidireccional que incluye: un anillo interior provisto sobre un cuerpo giratorio fuera de un cuerpo giratorio de entrada provisto para girar integralmente con el árbol de salida de un engranaje de aceleración de un dispositivo de generación de energía eólica y un cuerpo giratorio de salida provisto para girar integralmente con un árbol de transmisión de un generador de energía al que se transmite el giro del árbol de salida y coaxialmente dispuesto radialmente fuera o dentro del cuerpo giratorio de entrada; un anillo exterior provisto sobre el otro cuerpo giratorio y dispuesto radialmente fuera del anillo interior; y una pluralidad de elementos de engranaje dispuestos individualmente en una pluralidad de espacios formados entre ambas caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior, en el que, en un estado en el que una velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada es superior a una velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida, los elementos de engranaje enganchan con ambas caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior para conectar el cuerpo giratorio de entrada al cuerpo giratorio de salida para que los rotores puedan girar integralmente, y en un estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada es inferior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida, los elementos de engranaje liberan el engranaje para interrumpir la conexión entre el cuerpo giratorio de entrada y el cuerpo giratorio de salida, y en el que la pluralidad de elementos de engranaje o el anillo interior y el anillo exterior están fabricados de un material de base obtenido sometiendo un material de acero inoxidable martensítico a tratamiento de nitruración suave, y la dureza Vickers de una parte hasta 20 μm desde una superficie de una parte de contacto en la que el material de base contacta con un miembro coincidente debido al deslizamiento o engranaje entre el material de base y el miembro coincidente varía entre 1000 y 1500 Hv.

Además, otro aspecto de la presente invención proporciona una unidad de embrague unidireccional que incluye: el embrague unidireccional mencionado anteriormente; y un cojinete de rodillos que se proporciona junto al embrague unidireccional y entre el cuerpo giratorio de entrada provisto para girar integralmente con el árbol de salida del engranaje de aceleración del dispositivo de generación de energía eólica y el cuerpo giratorio de salida provisto para girar integralmente con el árbol de transmisión del generador de energía al que se transmite el giro del árbol de salida y coaxialmente dispuesto radialmente fuera o dentro del cuerpo giratorio de entrada, y que soporta el cuerpo giratorio de entrada y el cuerpo giratorio de salida para que los cuerpos giratorios puedan girar uno respecto a otro.

Con el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional en los que se adopta la configuración mencionada anteriormente, en un estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada es superior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida, los elementos de engranaje enganchan con ambas caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior para conectar el cuerpo giratorio de entrada al cuerpo giratorio de salida para que los cuerpos giratorios puedan girar integralmente, y en un estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada es inferior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida, los elementos de engranaje liberan el engranaje para interrumpir la conexión entre el cuerpo giratorio de entrada y el cuerpo giratorio de salida; por tanto, incluso si la velocidad de giro del árbol de salida cae súbitamente por medio del eje principal debido a la caída de una fuerza externa, puede evitarse que el giro inercial del rotor del generador de energía se transmita al árbol de salida por medio del árbol de transmisión, por lo que pueden eliminarse la disminución en la carga radial ejercida a los cojinetes de rodillos para soportar el árbol de salida y el retraso en el giro de los propios elementos rodantes acompañado por la disminución. Por ello, con el embrague unidireccional en el que se adopta la configuración mencionada anteriormente, cuando la velocidad de giro del eje principal aumenta súbitamente debido al cambio en la fuerza externa y se aplica una carga elevada a los elementos rodantes desde el estado mencionado anteriormente, los elementos rodantes apenas se deslizan sobre las caras de contacto que hacen contacto con los anillos de giro, por lo que el hecho del agarrotamiento sobre los cojinetes de rodillos para soportar el árbol de salida del engranaje de aceleración del dispositivo de generación de energía eólica puede eliminarse eficazmente.

Además, con el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional en los que se adopta la configuración mencionada anteriormente, puesto que se utiliza el material de base obtenido sometiendo el material de acero inoxidable martensítico a tratamiento de nitruración suave, y la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie de la parte de contacto varía entre 1000 y 1500 Hv, pueden mantenerse las caras de engranaje de la pluralidad de respectivos elementos de engranaje o las caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior para que tengan suficiente dureza para su uso en el dispositivo de generación de energía eólica incluso después de la abrasión a largo plazo.

En el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional para el dispositivo de generación de energía eólica descrito anteriormente, una dureza interna de la parte de contacto es preferentemente de 54 HRC o superior. En este caso, puesto que la dureza interna de la parte de contacto es suficiente para su uso en el dispositivo de generación de energía eólica, puede asegurarse suficiente resistencia a la fatiga.

Por otra parte, en el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional descritos anteriormente, la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie de la parte de contacto varía preferentemente entre 1150 y 1500 Hv. En este caso, puede asegurarse suficiente dureza incluso si se tiene en cuenta su cantidad de abrasión estimada durante 10 años, y las caras de engranaje de la pluralidad de respectivos elementos de engranaje o las caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior pueden mantenerse para que tengan una mayor dureza de superficie incluso después de la abrasión a largo plazo.

Aún más, en el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional descritos anteriormente, es preferible que: los elementos de engranaje sean rodillos cilíndricos o cuñas, y se proporcione una separación entre la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de entrada en una dirección axial y una cara opuesta del árbol de transmisión frente a la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de entrada en la dirección axial y se proporcione otra separación entre la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de salida en la dirección axial y una cara opuesta del cuerpo giratorio de entrada frente a la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de salida en la dirección axial, por lo que se permite que el anillo interior y el anillo exterior se muevan relativamente en la dirección axial; y que la dureza Vickers de una parte hasta 20 µm desde una superficie de una parte con la que se desliza o engancha el elemento de engranaje se deslice o engrane relativamente cuando el cuerpo giratorio de entrada o el cuerpo giratorio de salida se expande o contrae en la dirección axial debido a un cambio de temperatura varíe entre 1000 y 1500 Hv. En este momento, en el embrague unidireccional mencionado anteriormente, los cojinetes de rodillos son cojinetes de rodillos. En este caso, incluso si se produce un desplazamiento en la parte con la que se desliza o engancha relativamente el elemento de engranaje debido a un cambio de temperatura, pueden mantenerse las caras de engranaje de la pluralidad de respectivos elementos de engranaje o las caras de superficie de rodadura del anillo interior y el anillo exterior para que tengan suficiente dureza para su uso en el dispositivo de generación de energía eólica incluso después de la abrasión a largo plazo.

Ventajas de la invención

Con el embrague unidireccional y la unidad de embrague unidireccional para el dispositivo de generación de energía eólica de acuerdo con la presente invención, puede evitarse que se produzca agarrotamiento sobre los cojinetes de rodillos para soportar el árbol de salida del engranaje de aceleración del dispositivo de generación de energía eólica, y puede mantenerse suficiente dureza para su uso durante mucho tiempo incluso después de la abrasión a largo plazo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral esquemática que muestra un dispositivo de generación de energía eólica que incorpora un embrague unidireccional de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una vista transversal que muestra la parte de conexión entre el árbol de salida del engranaje de aceleración y el árbol de transmisión del generador de energía en el dispositivo de generación de energía eólica mostrado en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista transversal que muestra el embrague unidireccional de acuerdo con la realización de la presente invención.

Las Figuras 4(a) a 4(i) son diagramas de procedimiento que muestran un ejemplo del procedimiento para producir los elementos de engranaje (rodillos cilíndricos 73) para su uso en el embrague unidireccional de acuerdo con la realización de la presente invención.

La Figura 5 es un diagrama que muestra condiciones de tratamiento térmico y similares en el Ejemplo 1.

La Figura 6 es un diagrama que muestra condiciones de tratamiento térmico y similares en el Ejemplo 2.

La Figura 7 es una fotografía que sustituye a un dibujo que muestra el resultado de observación de la estructura transversal de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 1.

La Figura 8 es un gráfico que muestra la relación entre la dureza Vickers y la profundidad desde la superficie de la cara periférica interna de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 1.

La Figura 9 es una fotografía que sustituye a un dibujo que muestra el resultado de observación de la estructura de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 2.

La Figura 10 es un gráfico que muestra la relación entre la dureza Vickers y la profundidad desde la superficie de la cara periférica interna de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 2.

Modo de llevar a cabo la invención

(Configuración del dispositivo de generación de energía eólica)

A continuación se describirá una realización de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

5 La Figura 1 es una vista lateral esquemática que muestra un dispositivo de generación de energía eólica que incorpora un embrague unidireccional de acuerdo con una realización de la presente invención. Este dispositivo de generación de energía eólica 1 está provisto de un eje principal 2 que gira al recibir energía eólica, un engranaje de aceleración 3 conectado a este eje principal 2, un generador de energía 4 conectado a este engranaje de
10 aceleración 3 para girar integralmente con el mismo, un cuerpo giratorio de entrada 5 proporcionado sobre el árbol de salida 35 del engranaje de transmisión 41 del generador de energía 4 para girar integralmente con el mismo, un embrague unidireccional 7 dispuesto entre el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6, y un par de cojinetes de rodillos 8 dispuestos sobre ambos lados del embrague unidireccional 7 en la dirección axial. En este dispositivo de generación de energía eólica 1, el giro del eje principal 2 que gira mediante energía eólica aumenta gracias al el engranaje de
15 aceleración 3 y se transmite al generador de energía 4, y el generador de energía 4 se acciona para generar electricidad.

A la parte de extremo en punta del eje principal 2, se conectan palas (no mostradas) que actúan como miembros receptores de viento, por ejemplo, a la parte de extremo en punta del eje principal 2 para girar integralmente con la misma. Las palas están diseñadas para girar junto con el eje principal 2 al recibir energía eólica.

20 El generador de energía 4 tiene el árbol de transmisión 41 que se hace girar cuando el giro aumentado mediante el engranaje de aceleración 3 se introduce dentro, un rotor 42 incorporado en el generador de energía 4, un estátor, no mostrados, etc. El rotor 42 se conecta al árbol de transmisión 41 para girar integralmente con el mismo, y el árbol de transmisión 41 gira para accionar el rotor 42, generando así electricidad.

25 El engranaje de aceleración 3 está provisto de un mecanismo de engranaje (mecanismo de transmisión de giro) 30 en el que se introduce el giro del eje principal 2 y en el que se aumenta el giro. Este mecanismo de engranaje 30 está provisto de un mecanismo de engranaje planetario 31 y un mecanismo de engranaje de la etapa de alta velocidad 32 en el que se introduce el giro aumentado por el mecanismo de engranaje planetario 31 y en el que se aumenta más el giro.

30 El mecanismo de engranaje planetario 31 tiene un engranaje interno 31a, siendo una pluralidad de engranajes planetarios 31b contenidos por un portador planetario (no mostrado) que se conecta al eje principal 2 para girar integralmente con el mismo, y un engranaje solar 31c enganchado con los engranajes planetarios 31b. Con esta configuración, cuando se hace girar el portador planetario junto con el eje principal 2, se hace girar el engranaje solar 31c por medio de los engranajes planetarios 31b, y el giro se transmite al árbol de baja velocidad 33 del mecanismo de engranaje de la etapa de alta velocidad 32.

35 El mecanismo de engranaje de la etapa de alta velocidad 32 está provisto del árbol de baja velocidad 33 que tiene un engranaje de baja velocidad 33a, un árbol intermedio 34 que tiene un primer engranaje intermedio 34a y un segundo engranaje intermedio 34b, y el árbol de salida 35 que tiene un engranaje de alta velocidad 35a.

40 El árbol de baja velocidad 33 está formado por un árbol de gran giro y dispuesto coaxialmente con el eje principal 2. Ambas partes de extremo del árbol de baja velocidad 33 en la dirección axial están giratoriamente soportadas por cojinetes de rodillos 36a y 36a.

El árbol intermedio 34 se dispone encima del árbol de baja velocidad 33. Además, ambas partes de extremo del árbol intermedio 34 en la dirección axial están giratoriamente soportadas por cojinetes de rodillos 37a y 37a. El primer engranaje intermedio 34a del árbol intermedio 34 se engancha con el engranaje de baja velocidad 33a, y el segundo engranaje intermedio 34b se engancha con el engranaje de alta velocidad 35a.

45 El árbol de salida 35 se dispone encima del árbol intermedio 34 y se diseña para producir par de rotación. La una parte de extremo 35b y la otra parte de extremo (parte de extremo de salida) 35c del árbol de salida 35 en la dirección axial están giratoriamente soportadas por cojinetes de rodillos 38 y 39, respectivamente.

50 Con la configuración mencionada anteriormente, el giro del eje principal 2 se aumenta en tres etapas de acuerdo con la relación de transmisión del mecanismo de engranaje planetario 31, la relación de transmisión entre el engranaje de baja velocidad 33a y el primer engranaje intermedio 34a, y la relación de transmisión entre el segundo engranaje intermedio 34b y el engranaje de alta velocidad 35a, y el giro se utiliza para accionar el generador de energía 4.

La Figura 2 es una vista transversal que muestra la parte de conexión (unidad de embrague unidireccional) entre el árbol de salida 35 del engranaje de aceleración 3 y el árbol de transmisión 41 del generador de energía 4.

La unidad de embrague unidireccional 9 mostrada en la Figura 2 está provista del cuerpo giratorio de entrada 5, el

- 5 cuerpo giratorio de salida 6, el embrague unidireccional 7, y el par de cojinetes de rodillos 8. El embrague unidireccional 7 y los cojinetes de rodillos 8 están diseñados para transmitir el giro del árbol de salida 35 al árbol de transmisión 41 por medio del cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6. Aunque la unidad de embrague unidireccional 9 mostrada en la Figura 2 tiene los cojinetes de rodillos 8 dispuestos sobre ambos lados del embrague unidireccional 7 en la dirección axial, es posible utilizar una unidad de embrague unidireccional teniendo el cojinete de rodillos 8 dispuesto solo sobre un lado del embrague unidireccional 7 en la dirección axial.
- 10 El cuerpo giratorio de entrada 5 se dispone coaxialmente con el árbol de salida 35 y tiene una parte de pestaña 51, una parte de gran diámetro 52 y una parte de pequeño diámetro 53 en este orden en la dirección desde una parte de extremo (la parte de extremo izquierda en la Figura 2) a la otra parte de extremo (la parte de extremo derecha en la Figura 2) del mismo en la dirección axial.
- 15 La parte de pestaña 51 está formada para extenderse radialmente hacia fuera desde la cara periférica externa de la parte de gran diámetro 52 y se fija de forma separable a la parte de extremo de salida 35c del árbol de salida 35. Más específicamente, mientras hace contacto con la parte de pestaña 35c1 formada en la parte de extremo de salida 35c, la parte de pestaña 51 se asegura y se fija a la parte de pestaña 35c1 utilizando pernos y tuercas, no mostradas.
- El cuerpo giratorio de salida 6 se dispone sobre el exterior del cuerpo giratorio de entrada 5 en la dirección radial para ser coaxial con el mismo y tiene una parte cilíndrica 61 y una parte de pestaña 62 formadas sobre la otra parte de extremo (la parte de extremo derecha en la Figura 3) de la parte cilíndrica 61 en la dirección axial.
- 20 La parte de pestaña 62 se forma para extenderse radialmente hacia fuera desde la cara periférica externa de la parte cilíndrica 61 y se fija de forma separable a una parte de extremo del árbol de transmisión 41. Más específicamente, mientras hace contacto con la parte de pestaña 41a formada sobre la una parte de extremo del árbol de transmisión 41, la parte de pestaña 62 se asegura y se fija a la parte de pestaña 41a utilizando pernos y tuercas, no mostrados.
- 25 La cara periférica interna de la parte cilíndrica 61 es una cara cilíndrica, y se proporciona un miembro de sellado en forma de anillo 10 para sellar herméticamente el espacio en forma de anillo entre la parte cilíndrica 61 y la parte de pequeño diámetro 53 del cuerpo giratorio de entrada 5 en la separación entre la cara periférica interna de una parte de extremo de la parte cilíndrica 61 en la dirección axial (la parte de extremo izquierda en la Figura 3) y la cara periférica externa de la parte de gran diámetro 52 del cuerpo giratorio de entrada 5.
- 30 El embrague unidireccional 7 se dispone entre el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6. El embrague unidireccional 7 se proporciona para transmitir el giro del árbol de salida 35 al árbol de transmisión 41 por medio del cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6 para poder conectarse al mismo y desconectarse del mismo.
- 35 Los respectivos cojinetes de rodillos 8 utilizados como un par están dispuestos entre la parte de pequeño diámetro 53 del cuerpo giratorio de entrada 5 y la parte cilíndrica 61 del cuerpo giratorio de salida 6 y soportan el árbol de salida 35 y el árbol de transmisión 41 para que el árbol de salida 35 y el árbol de transmisión 41 sean rotatorios uno respecto a otro por medio del cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6. Además, los cojinetes de rodillos 8 se disponen respectivamente junto a ambos lados del embrague unidireccional 7 en la dirección axial para que las partes de extremo de los cojinetes en la dirección axial can respectivamente hagan contacto con ambas caras de extremo de la caja 74 del embrague unidireccional 7 en la dirección axial.
- 40 El cojinete de rodillos 8 es un cojinete de rodillos cilíndrico provisto de un anillo interior 81, un anillo exterior 82, y una pluralidad de rodillos cilíndricos 83 dispuestos giratoriamente entre el anillo interior 81 y el anillo exterior 82.
- 45 El anillo interior 81 tiene una cara de superficie de rodadura del anillo interior 81a formada sobre la periferia exterior del mismo y partes de nervio del anillo interior 81b formadas para sobresalir hacia fuera en la dirección radial sobre ambos lados de la cara de superficie de rodadura del anillo interior 81a en la dirección axial. Ambas caras de extremo del rodillo cilíndrico 83 respectivamente hacen contacto deslizante con las caras internas de las partes de nervio del anillo interior 81b. Por otra parte, la cara externa 81b1 de la parte de nervio del anillo interior 81b junto al embrague unidireccional 7 se utiliza como una cara de contacto con la que la cara externa de la parte en forma de anillo 74a de la caja 74 que actúa como la cara de extremo de la caja 74 del embrague unidireccional 7 en la dirección axial hace contacto.
- 50 La región A y la región C en ambas partes de extremo de la parte cilíndrica 61 del cuerpo giratorio de salida 6 en la dirección axial se utilizan como los anillos exteriores 82 de los cojinetes de rodillos 8, y la cara de superficie de rodadura del anillo exterior 82a del anillo exterior 82 se forma sobre la cara periférica interna de cada una de las regiones A y C. Los rodillos cilíndricos 83 se disponen giratoriamente entre la cara de superficie de rodadura del anillo exterior 82a y la cara de superficie de rodadura del anillo interior 81a.
- 55 En la presente invención, el cuerpo giratorio de entrada y el cuerpo giratorio de salida pueden formarse para integrarse con el árbol de salida y el árbol de transmisión, respectivamente. Además, el cuerpo giratorio de salida puede disponerse sobre el interior del cuerpo giratorio de entrada en la dirección radial. En este caso, la cara periférica interna del anillo exterior del embrague unidireccional puede formarse simplemente como una cara de leva,

y la cara periférica externa del anillo interior del mismo puede formarse simplemente como una cara cilíndrica. Además, en este caso, la cara periférica externa del anillo interior puede formarse sobre la cara periférica externa del cuerpo giratorio de salida, y el cuerpo giratorio de salida también puede utilizarse como el anillo interior.

5 Por otra parte, los anillos exteriores del embrague unidireccional y los cojinetes de rodillos pueden proporcionarse como miembros separados del cuerpo giratorio de salida.

Es más, aunque los cojinetes de rodillos cilíndricos se utilizan como los cojinetes de rodillos para disponerse entre el cuerpo giratorio de entrada y el cuerpo giratorio de salida para permitir que el cuerpo giratorio de salida se mueva en la dirección axial, también pueden utilizarse cojinetes de bolas en el caso de que no se permita que el cuerpo giratorio de salida se mueva en la dirección axial.

10 Además, los anillos exteriores de los cojinetes de rodillos pueden proporcionarse como miembros separados del cuerpo giratorio de salida, y puede hacerse que la caja del embrague unidireccional contacte con los anillos exteriores.

(Configuración de embrague unidireccional)

15 La Figura 3 es una vista transversal que muestra el embrague unidireccional 7. Tal y como se muestra en las Figuras 2 y 3, el embrague unidireccional 7 está provisto de un anillo interior 71, un anillo exterior 72, y una pluralidad de rodillos cilíndricos 73 que actúan como elementos de engranaje dispuestos entre la cara periférica externa 71a del anillo interior 71 y la cara periférica interna 72a del anillo exterior 72.

20 A veces, la cara periférica externa 71a del anillo interior 71 y la cara periférica interna 72a del anillo exterior 72 pueden denominarse conjuntamente "las caras de superficie de rodadura 71a y 72a de los anillos interiores y exteriores 71 y 72" en las siguientes descripciones.

25 El anillo interior 71 se encaja sobre la parte central de la parte de pequeño diámetro 53 del cuerpo giratorio de entrada 5 en la dirección axial para girar integralmente con la parte de pequeño diámetro 53. La región B en la parte central de la parte cilíndrica 61 del cuerpo giratorio de salida 6 en la dirección axial se utiliza como el anillo exterior 72 del embrague unidireccional 7. Por ello, la cara periférica interna 72a se forma sobre la cara periférica interna de la región B de la parte cilíndrica 61. Los rodillos cilíndricos 73 tienen una forma cilíndrica, y los rodillos cilíndricos, ocho en total, se disponen en la dirección radial en esta realización.

El embrague unidireccional 7 también está provisto de la caja en forma de anillo 74 para retener los respectivos rodillos cilíndricos 73 a intervalos predeterminados en la dirección circunferencial y una pluralidad de miembros elásticos 75 para activar elásticamente los rodillos cilíndricos 73 en una dirección.

30 La caja 74 tiene un par de partes en forma de anillo 74a opuestas entre sí en la dirección axial y una pluralidad de partes de pilar 74b que se extienden en la dirección axial entre ambas partes en forma de anillo 74a y de disponen a intervalos iguales en la dirección circunferencial para conectar ambas partes en forma de anillo 74a. Cada uno de una pluralidad de bolsillos 74c se forma entre las partes en forma de anillo 74a y las partes de pilar 74b juntas entre sí, por lo que cada rodillo cilíndrico 73 se aloja en cada bolsillo 74c.

35 El miembro elástico 75, formado por un muelle helicoidal de compresión, se aloja en cada bolsillo 74c de la caja 74 y se fija a la parte de pilar 74b.

40 Sobre la cara periférica externa 71a del anillo interior 71 se forman la misma cantidad de caras de leva 71a1 planas (ocho) que los rodillos cilíndricos 73. Además, la cara periférica interna 72a del anillo exterior 72 se forma como una cara cilíndrica. Una pluralidad (ocho) de espacios (espacios cuneiformes) S se forman en la dirección circunferencial entre las caras de leva 71a1 del anillo interior 71 y la cara cilíndrica del anillo exterior 72. Por otra parte, el rodillo cilíndrico 73 se dispone en cada espacio cuneiforme S, y el miembro elástico 75 activa el rodillo cilíndrico 73 en la dirección de estrechar el espacio cuneiforme S. La cara periférica externa del rodillo cilíndrico 73 actúa como una cara de contacto 73a que hace contacto con la cara de leva 71a1 del anillo interior 71 y la cara cilíndrica del anillo exterior 72, y esta cara de contacto 73a se forma recta en la dirección del ancho (en la dirección axial). Grasa, un lubricante que contiene un compuesto de éster como aceite de base, que contiene un compuesto de urea como espesante y al que apenas afecta un cambio de temperatura, se administra entre el anillo interior 71 y el anillo exterior 72.

45 En el embrague unidireccional 7 configurado de la forma descrita anteriormente, en el caso en que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada 5 llega a superar la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida 6 cuando el giro del cuerpo giratorio de entrada 5 se aumenta, el anillo interior 71 tiende a girar relativamente con respecto al anillo exterior 72 en una dirección (la dirección contraria a las agujas del reloj en la Figura 3). En este caso, el rodillo cilíndrico 73 se mueve ligeramente en la dirección de estrechar el espacio cuneiforme S mediante la fuerza activadora del miembro elástico 75. Entonces, la cara de contacto 73a del rodillo cilíndrico 73 hace contacto de presión con la cara periférica externa 71a del anillo interior 71 y la cara periférica interna 72a del anillo exterior 72, por lo que los rodillos cilíndricos 73 se enganchan entre el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 en el embrague unidireccional 7. Como resultado, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 pueden rotar integralmente en la una

dirección, por lo que el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6 pueden conectar entre sí para poder girar integralmente.

Además, después de que el giro del cuerpo giratorio de entrada 5 aumente y cuando la velocidad de giro del mismo llegue a ser constante e igual que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida 6, los rodillos cilíndricos 73 se mantienen en un estado de estar enganchados entre el anillo interior 71 y el anillo exterior 72. Por ello, el embrague unidireccional 7 mantiene el giro integrado del anillo interior 71 y el anillo exterior 72 en la una dirección, y el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6 siguen rotando integralmente.

Por otro lado, en el caso en que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada 5 llega a ser menor que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida 6 cuando el giro del cuerpo giratorio de entrada 5 se disminuye, el anillo interior 71 tiende a girar relativamente con respecto al anillo exterior 72 en la otra dirección (la dirección de las agujas del reloj en la Figura 3). En este caso, el rodillo cilíndrico 73 se mueve ligeramente en la dirección de ensanchar el espacio cuneiforme S contra la fuerza activadora del miembro elástico 75, por lo que el engranaje entre los rodillos cilíndricos 73 y el anillo interior 71 y el engranaje entre los rodillos cilíndricos 73 y el anillo exterior 72 se liberan. Puesto que el engranaje de los rodillos cilíndricos 73 se libera de este modo, se interrumpe la conexión entre el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6.

Como se ha descrito anteriormente, en el estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada 5 es superior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida 6, el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización conecta el cuerpo giratorio de entrada 5 al cuerpo giratorio de salida 6 para ser rotatorios integralmente, y en el estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada 5 es inferior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida 6, el embrague unidireccional 7 interrumpe la conexión entre el cuerpo giratorio de entrada 5 y el cuerpo giratorio de salida 6, por lo que, aunque la velocidad de giro del árbol de salida 35 se reduzca súbitamente por medio del eje principal 2 debido a la caída de energía eólica, puede evitarse que el giro inercial del rotor 42 del generador de energía 4 se transmita al árbol de salida 35 por medio del árbol de transmisión 41, por lo que la disminución en la carga radial ejercida a los cojinetes de rodillos 38 y 39 para soportar el árbol de salida 35 y el retraso en el giro de los propios rodillos acompañado por la disminución pueden eliminarse. Por ello, en el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización, cuando la velocidad de giro del eje principal 2 se aumenta súbitamente debido al cambio en la energía eólica y se aplica una carga elevada a los rodillos desde el estado mencionado anteriormente, el deslizamiento de los rodillos sobre las caras de contacto que hacen contacto con los anillos de giro llega a ser difícil, por lo que el hecho del agarrotamiento sobre los cojinetes de rodillos puede eliminarse eficazmente.

En el dispositivo de generación de energía eólica 1, puesto que los miembros que constituyen el dispositivo de generación de energía eólica 1 son generalmente grandes, las cantidades de expansión/contracción de los mismos debido a un cambio de temperatura llegan a ser grandes.

A diferencia del caso de un cojinete de bolas, el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización no se constriñe en la dirección axial. En otras palabras, tal y como se muestra en la Figura 2, en el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización, se proporciona una separación S1 entre la parte de extremo en punta 51a del cuerpo giratorio de entrada 5 en la dirección axial y la cara 41b del árbol de transmisión 41 opuesta a la parte de extremo en punta 51a del cuerpo giratorio de entrada 5 en la dirección axial. Además, se proporciona una separación S2 entre la parte de extremo en punta 61a del cuerpo giratorio de salida 6 en la dirección axial y la cara 51b del cuerpo giratorio de entrada 5 opuesta a la parte de extremo en punta 61a del cuerpo giratorio de salida 6 en la dirección axial. Puesto que las separaciones S1 y S2 se proporcionan en la dirección axial en el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización, se permite que el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 se muevan relativamente en la dirección axial.

Por ello, en el caso en que el árbol de salida 35 y el árbol de transmisión 41, por ejemplo, se expanden o contraen en la dirección axial debido a un cambio de temperatura y la distancia entre los dos árboles se cambie, las posiciones de las partes que se deslizan o enganchan relativamente con los elementos de engranaje (rodillos cilíndricos 73) son distintas a las posiciones de las caras de superficie de rodadura en el caso de uso con una temperatura normal. Por lo tanto, no solo se desea que las posiciones de las caras de superficie de rodadura en el caso de uso con una temperatura normal, sino también las partes que se deslizan o enganchan relativamente con los elementos de engranaje (rodillos cilíndricos 73) en el momento cuando el cuerpo giratorio de entrada 5 o el cuerpo giratorio de salida 6 se expande o contrae en la dirección axial debido a un cambio de temperatura dentro del rango que incluye una cantidad de desplazamiento posicional asumida, se sometan a tratamiento térmico para que la dureza Vickers de las partes de hasta 20 µm desde las superficies de las partes mencionadas anteriormente varíe entre 1000 y 1500 Hv y para que la dureza interna de las partes mencionadas anteriormente sea de 54 HRC o superior. La cantidad de desplazamiento posicional puede estimarse asumiendo un rango de cambio de temperatura (por ejemplo, entre -40 y 60 °C) en función de la temperatura ambiental en la que se utilice el dispositivo de generación de energía eólica 1, el valor térmico del generador de energía durante el uso, etc. y obteniendo las cantidades de expansión/contracción de los respectivos miembros en el rango de cambio de temperatura mediante experimentos o cálculos.

En esta realización, los rodillos cilíndricos 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 del embrague unidireccional 7

se fabrican de un material de base obtenido a partir de un material de acero inoxidable martensítico. Aunque SUS440, SAE51440 y AIS440, etc. se toman como los ejemplos de material de acero inoxidable martensíticos, la presente invención no solo se limita a estos ejemplos. De los materiales de acero inoxidable martensíticos mencionados anteriormente, SUS440 es preferible y SUS440C es más preferible con vistas a garantizar la dureza de las caras de superficie de rodadura del embrague unidireccional.

Los rodillos cilíndricos 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 se fabrican de un material de base obtenido sometiendo un material de acero inoxidable martensítico a tratamiento de nitruración suave. La cara de engranaje 73a del rodillo cilíndrico 73 es una parte de contacto que se desliza o engancha relativamente entre el rodillo cilíndrico y el anillo interior 71 y entre el rodillo cilíndrico y el anillo exterior 72. Además, las caras de superficie de rodadura 71a y 72a de los anillos interiores y exteriores 71 y 72 son partes de contacto que se deslizan o enganchan relativamente entre los respectivos anillos y el rodillo cilíndrico 73.

En esta realización, aunque el rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 del embrague unidireccional 7 se fabrican todos del material de base obtenido a partir del material de acero inoxidable martensítico, al menos uno del rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 pueden fabricarse del material de base obtenido a partir del material de acero inoxidable martensítico en la presente invención. Con vistas a garantizar suficiente dureza, al menos el anillo interior 71 puede fabricarse simplemente del material de base obtenido a partir del material de acero inoxidable martensítico, y el rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 pueden fabricarse todos del material de base obtenido a partir del material de acero inoxidable martensítico.

Por otra parte, en la cara de engranaje 73a del rodillo cilíndrico 73 que actúa como una parte de contacto que se desliza o engancha relativamente entre el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 y en el anillo interior 71 y el anillo exterior 72, los valores de dureza (dureza Vickers) de las partes de hasta 20 µm desde las superficies de las caras de superficie de rodadura 71a y 72a que actúan como partes de contacto que se deslizan o enganchan relativamente entre los respectivos anillos y el rodillo cilíndrico 73 son de 1000 Hv o superiores. Los valores de dureza varían preferentemente entre 1000 y 1500 Hv o inferiores con vistas a garantizar suficiente dureza para su uso en el dispositivo de generación de energía eólica. Los valores de dureza (dureza Vickers) se obtienen haciendo mediciones de acuerdo con el JIS Z 2244 en posiciones a una profundidad predeterminada desde las partes de contacto en las estructuras transversales del rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72.

Es obligatorio que todos los valores de dureza de superficie de la cara de engranaje 73a y las caras de superficie de rodadura 71a y 72a sean de 1000 Hv o superiores en esta realización; sin embargo, de los valores de dureza de superficie del rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72, solo los valores de dureza de superficie de las partes de contacto de los miembros fabricados del material de base obtenido a partir del material de acero inoxidable martensítico pueden ser de 1000 Hv o superiores en la presente invención. Con vistas a mejorar la resistencia de abrasión, el valor de dureza (dureza Vickers) de la parte hasta 20 µm desde la superficie de al menos la cara de superficie de rodadura 71a del anillo interior 71 puede ser simplemente de 1000 Hv o superior, y los valores de dureza de superficie de la totalidad de la cara de engranaje 73a del rodillo cilíndrico 73 y las caras de superficie de rodadura 71a y 72a de los anillos interiores y exteriores 71 y 72 pueden ser de 1000 Hv o superiores.

Además, en la cara de engranaje 73a del rodillo cilíndrico 73 actúa como la parte de contacto que se desliza o engancha relativamente entre el rodillo cilíndrico y el anillo interior 71 y entre el rodillo cilíndrico y el anillo exterior 72 y en el anillo interior 71 y el anillo exterior 72, los valores de dureza interna (dureza Rockwell (escala C)) en las caras de superficie de rodadura 71a y 72a que actúan como las partes de contacto que se deslizan o enganchan relativamente entre las respectivas caras de superficie de rodadura y el rodillo cilíndrico 73 son de 54 HRC o superiores con vistas a garantizar suficiente dureza incluso después de la abrasión a largo plazo. El límite superior de la dureza interna no suele ser superior a la dureza de superficie. Los valores de dureza interna se obtienen haciendo mediciones de acuerdo con el JIS Z 2245 en posiciones a una profundidad predeterminada desde las partes de contacto en las estructuras transversales del rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72.

Es obligatorio que los valores de dureza interna de la cara de engranaje 73a y las caras de superficie de rodadura 71a y 72a sean de 54 HRC o superiores en esta realización; sin embargo, de los valores de dureza interna del rodillo cilíndrico 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72, solo los valores de dureza interna de las partes de contacto de los miembros fabricados del material de base mencionado anteriormente pueden ser de 54 HRC o superiores en la presente invención. Con vistas a garantizar suficiente dureza incluso después de la abrasión a largo plazo, el valor de dureza interna de al menos la cara de superficie de rodadura 71a del anillo interior 71 puede ser simplemente de 54 HRC o superior, y los valores de dureza interna de la totalidad de la cara de engranaje 73a del rodillo cilíndrico 73 y las caras de superficie de rodadura 71a y 72a de los anillos interiores y exteriores 71 y 72 pueden ser de 54 HRC o superior.

Aunque los rodillos cilíndricos se utilizan como los elementos de engranaje en esta realización, también pueden utilizarse cuñas como los elementos de engranaje en la presente invención.

Los rodillos cilíndricos 73, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 para su uso en el embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización pueden obtenerse, por ejemplo, utilizando el material de acero inoxidable martensítico y

llevando a cabo un procedimiento que incluye los respectivos procedimientos mostrados en las Figuras 4(a) a 4(i). Aunque un procedimiento para producir los elementos de engranaje (rodillos cilíndricos 73) para su uso en el embrague unidireccional de acuerdo con la realización de la presente invención se toma como ejemplo y se describe a continuación, la presente invención no se limita solamente a este ejemplo.

- 5 Las Figuras 4(a) a 4(i) son diagramas de procedimiento que muestran un ejemplo del procedimiento para producir los elementos de engranaje (rodillos cilíndricos 73) para su uso en el embrague unidireccional de acuerdo con la realización de la presente invención.

10 En primer lugar, se produce una pieza de trabajo W cilíndrica (véase Figura 4(a)) fabricada de acero inoxidable martensítico a partir del material de acero inoxidable martensítico, y la pieza de trabajo W obtenida se somete a un procedimiento de corte y demás para conformarse en una forma predeterminada para obtener el material de forma irregular 101 de un rodillo que tiene un juego de molienda en partes en las que se forman respectivamente una cara periférica externa 101a y caras de extremo 101b1 y 101b2 ("procedimiento de mecanizado preliminar", véase la Figura 4(b)).

15 A continuación, las partes en las que la cara periférica externa 101a y las caras de extremo 101b1 y 101b2 del material de forma irregular 101 se forman respectivamente se someten a un procedimiento de molienda, y la parte en la que se forma la cara periférica externa 101a se somete además a un procedimiento de superacabado para que la cara periférica externa tenga una precisión predeterminada ("procedimiento de acabado", véase la Figura 4(c)).

20 Entonces, el material intermedio obtenido en el procedimiento de acabado se somete a tratamiento de temple ("procedimiento de temple", véase la Figura 4(d)). Este tratamiento de temple se lleva a cabo, por ejemplo, calentando el material intermedio a entre 1000 y 1100 °C durante 5 o más minutos y después enfriando rápidamente el material intermedio.

El enfriamiento rápido se lleva a cabo mediante refrigeración por aceite utilizando aceite refrigerante en un baño de aceite.

25 A continuación, el material intermedio después del tratamiento de temple se somete a tratamiento bajocero ("procedimiento de tratamiento bajocero", véase la Figura 4(e)). Este tratamiento bajocero se lleva a cabo, por ejemplo, calentando el material intermedio a entre -80 y -60 °C durante 5 o más minutos.

A continuación, el material intermedio después del tratamiento bajocero se somete a tratamiento de revenido ("tratamiento de revenido", véase la Figura 4(f)). Este tratamiento de revenido se lleva a cabo, por ejemplo, calentando el material intermedio a una temperatura superior a 400 °C, generalmente, entre 450 y 550 °C.

30 A continuación, se elimina la película de óxido 103 que se produce sobre la superficie de la parte en la que se forma la cara periférica externa 101a del material intermedio 102 después del tratamiento de revenido ("tratamiento de eliminación de película de óxido superficial", véase la Figura 4(g)).

35 En el caso del material de acero inoxidable martensítico, se forma una película de óxido sobre la superficie del material de acero llevando a cabo un tratamiento térmico o similar; por tanto, si no se elimina la película de óxido, es difícil formar una capa fabricada de un nitruro sobre la superficie del material de acero llevando a cabo tratamiento de nitruración. Por ello, el material intermedio 102 después del tratamiento de revenido se somete al tratamiento de eliminación de película de óxido superficial como se ha descrito anteriormente, por lo que el tratamiento de nitruración suave de gas después del tratamiento de eliminación de película puede realizarse de forma eficaz.

40 La película de óxido 103 puede eliminarse desde la superficie del material intermedio 102, por ejemplo, dejando el material intermedio 102 en una atmósfera de gas reductor. Aunque el fluoruro de nitrógeno se toma como ejemplo de un gas reductor, la presente invención no se limita solamente a este ejemplo.

A continuación, el material intermedio 104 obtenido después del tratamiento de eliminación de película de óxido superficial se somete a tratamiento de nitruración suave de gas ("procedimiento de tratamiento de nitruración suave de gas", véase la Figura 4(h)).

45 Como resultado, se obtiene el rodillo cilíndrico 73 que actúa como el elemento de engranaje del embrague unidireccional 7 de acuerdo con esta realización (véase la Figura 4(i)). El elemento de engranaje se fabrica de un material de base obtenido sometiendo el acero inoxidable martensítico a tratamiento de nitruración suave. Además, la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie de la parte de contacto del elemento de engranaje varía entre 1000 y 1500 Hv, y la dureza interna de la parte de contacto es de 54 HRC o superior.

50 El tratamiento de nitruración suave de gas se lleva a cabo, por ejemplo, calentando el material intermedio 104 obtenido después del tratamiento de eliminación de película de óxido superficial a entre 400 y 500 °C en una atmósfera de nitruración suave de gas. El tiempo de calentamiento puede determinarse adecuadamente

El tratamiento de nitruración suave de gas se lleva a cabo convencionalmente en una condición de temperatura de aproximadamente 580 °C.

5 Sin embargo, en el procedimiento de producción de acuerdo con esta realización, puesto que el material de acero inoxidable martensítico con un alto contenido de cromo en comparación con otros materiales de acero se utiliza como el material de acero, la dispersión de nitruros en la estructura del acero inoxidable martensítico y la precipitación de nitruros en la estructura pueden realizarse fácilmente. Además, puesto que el material de acero inoxidable martensítico, cuya estructura apenas cambia aunque se caliente hasta una temperatura de hasta aproximadamente 500 °C, se utiliza en el procedimiento de producción de acuerdo con esta realización, pueden eliminarse los cambios en las dimensiones y la dureza sin causar un cambio estructural ajustando la temperatura de retención de calor en el tratamiento de nitruración suave de gas a 500 °C o inferior.

10 Por consiguiente, puesto que la temperatura de retención de calor en el tratamiento de nitruración suave de gas se ajusta a menos de 500 °C en el procedimiento de producción de acuerdo con esta realización, no hace falta llevar a cabo un procedimiento de acabado después del tratamiento de nitruración suave de gas, por lo que los procedimientos de producción pueden simplificarse y el coste de la producción puede reducirse.

El gas atmosférico para su uso en el tratamiento de nitruración suave de gas es una mezcla de gas que contiene gas amoníaco, gas nitrógeno, gas hidrógeno, gas de monóxido de carbono, gas de dióxido de carbono, etc.

15 Aunque el procedimiento para producir el elemento de engranaje se ha tomado como ejemplo en esta realización y se ha descrito, el anillo interior 71 y el anillo exterior 72 del embrague unidireccional 7 también pueden producirse utilizando procedimientos similares a los descritos anteriormente.

Ejemplos

20 Aunque la presente invención se describe en detalle a continuación tomando los siguientes ejemplos, la presente invención no se limita a estos ejemplos.

(Ejemplo 1)

25 Un material de acero inoxidable martensítico (SUS440C) se procesó en una forma predeterminada para obtener un material de forma irregular para el anillo exterior 72 [dimensiones de diseño (75 mm de diámetro interno, 175 mm de grosor)] del embrague unidireccional 7. El material de forma irregular obtenido tiene un juego de molienda en la parte que tiene una cara periférica interna formada encima. A continuación, la parte que tiene la cara periférica interna formada encima en el material de forma irregular obtenido se sometió a un procedimiento de molienda y después a un procedimiento de superacabado para acabarse a una precisión predeterminada para obtener un material intermedio.

30 El material intermedio obtenido se sometió al tratamiento térmico mostrado en la Figura 5. Más específicamente, el material intermedio se sometió al tratamiento de temple en el que el material fue calentado a 840 °C durante 30 minutos y a 1020 °C durante 45 minutos y después enfriado rápidamente en un baño de aceite. A continuación, el material intermedio obtenido se sometió al tratamiento bajocero en el que el material se enfrió a -75 °C durante 60 minutos. Entonces, el material intermedio obtenido se sometió al tratamiento de revenido en el que el material se calentó a 520 °C durante 2 horas. El material intermedio obtenido se dejó en una atmósfera de gas reductor para eliminar la película de óxido formada sobre la superficie de la parte que tiene la cara periférica interna formada encima en el material intermedio. A continuación, el material intermedio después del tratamiento de eliminación de película de óxido superficial se sometió al tratamiento de nitruración suave de gas en el que el material se calentó a 450 °C durante 8 horas en una atmósfera de tratamiento de nitruración suave de gas. Por consiguiente, se obtuvo un anillo exterior. El cambio dimensional del anillo exterior antes y después del tratamiento de nitruración suave de gas fue inferior a la tolerancia ($\pm 20 \mu\text{m}$).

(Ejemplo 2)

45 En el Ejemplo 1, salvo el ajuste de la temperatura de retención de calor a 500 °C y el periodo de retención de calor a 3 horas durante el tratamiento de nitruración suave de gas, en lugar de ajustar la temperatura de retención de calor a 450 °C y ajustar la temperatura de retención de calor a 8 horas durante el tratamiento de nitruración suave de gas, también se llevaron a cabo operaciones similares a las llevadas a cabo en el Ejemplo 1 para obtener una pieza de prueba (anillo exterior). La Figura 6 muestra las condiciones del tratamiento térmico llevado a cabo en el Ejemplo 2. El cambio dimensional del anillo exterior antes y después del tratamiento de nitruración suave de gas fue inferior a la tolerancia ($\pm 30 \mu\text{m}$).

(Ejemplo de prueba 1)

50 Las respectivas estructuras transversales de las piezas de prueba obtenidas en los Ejemplos 1 y 2 se observaron con un microscopio electrónico. Además, se examinaron las distribuciones de dureza de superficie de las respectivas piezas de prueba obtenidas en los Ejemplos 1 y 2. La dureza de superficie se midió de acuerdo con el JIS Z 2244.

55 Además, se examinaron las distribuciones de dureza transversal de las piezas de prueba obtenidas en los Ejemplos 1 y 2. La dureza transversal se midió de acuerdo con el JIS Z 2244 utilizando las estructuras transversales de las respectivas piezas de prueba.

5 La Figura 7 muestra el resultado de observación de la estructura transversal de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 1; La Figura 8 muestra el resultado del examen de la relación entre la dureza Vickers y la profundidad desde la superficie de la cara periférica interna de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 1; La Figura 9 muestra el resultado de observación de la estructura de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 2; y la Figura 10 muestra el resultado del examen de la relación entre la dureza Vickers y la profundidad desde la superficie de la cara periférica interna de la pieza de prueba obtenida en el Ejemplo 2.

10 En el Ejemplo 1 (véanse las Figuras 7 y 8) en el que se llevó a cabo el tratamiento de eliminación de película de óxido superficial y después se llevó a cabo el tratamiento de nitruración suave de gas a la temperatura de retención de calor de 450 °C como en la presente invención, se descubrió que se observa una capa de difusión, que la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie varía entre 1138 y 1348 Hv y la dureza interna de la parte en la profundidad de 50 mm o superior desde la superficie es de 658 Hv (aproximadamente 58 HRC) o superior, y que una capa compuesta apenas se observa sobre la superficie (la parte superior de la capa de difusión).

15 Por otra parte, en el Ejemplo 2 (véanse las Figuras 9 y 10) en el que se llevó a cabo el tratamiento de eliminación de película de óxido superficial y después se llevó a cabo el tratamiento de nitruración suave de gas a la temperatura de retención de calor de 500 °C como en la presente invención, se descubrió que se observa una capa de difusión, que la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie varía entre 1203 y 1370 Hv o superior y la dureza interna es de 580 Hv (aproximadamente 54 HRC) o superior, y que una capa compuesta apenas se observa sobre la superficie (la parte superior de la capa de difusión).

Descripción de signos de referencia

20 1: dispositivo de generación de energía eólica, 3: engranaje de aceleración, 4: generador de energía, 5: cuerpo giratorio de entrada, 6: cuerpo giratorio de salida, 7: embrague unidireccional, 8: cojinete de rodillos (cojinete de rodillos cilíndrico), 9: unidad de embrague unidireccional, 30: mecanismo de engranaje (mecanismo de transmisión de giro), 35: árbol de salida, 38: cojinete de rodillos, 41: árbol de transmisión, 42: rotor, 71a: parte de contacto (cara periférica externa de anillo interior), 72a: parte de contacto (cara periférica interna de anillo exterior), 73: rodillo, S:
25 espacio (espacio cuneiforme)

REIVINDICACIONES

1. Un embrague unidireccional (7) para un dispositivo de generación de energía eólica (1), que comprende:

un anillo interior (71) provisto sobre un (5) cuerpo giratorio fuera de un cuerpo giratorio de entrada (5) provisto para girar integralmente con el árbol de salida (35) de un engranaje de aceleración (3) de un dispositivo de generación de energía eólica (1) y un cuerpo giratorio de salida (6) provisto para girar integralmente con un árbol de transmisión (41) de un generador de energía (4) al que se transmite el giro del árbol de salida (35) y coaxialmente dispuesto radialmente fuera o dentro del cuerpo giratorio de entrada (5);

un anillo exterior (72) provisto sobre el otro cuerpo giratorio y dispuesto radialmente fuera del anillo interior; y una pluralidad de elementos de engranaje (73) dispuestos individualmente en una pluralidad de espacios formados entre ambas caras de superficie de rodadura (71a, 72a) del anillo interior (71) y el anillo exterior (72), en el que, en un estado en el que una velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada (5) es superior a una velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida (6), los elementos de engranaje (73) enganchan con ambas caras de superficie de rodadura (71a, 72a) del anillo interior (71) y el anillo exterior (72) para conectar el cuerpo giratorio de entrada (5) al cuerpo giratorio de salida (6), de forma que los rotores puedan girar integralmente, y en un estado en el que la velocidad de giro del cuerpo giratorio de entrada (5) es inferior a la velocidad de giro del cuerpo giratorio de salida (6), los elementos de engranaje (73) liberan el engranaje para interrumpir la conexión del cuerpo giratorio de entrada (5) y el cuerpo giratorio de salida (6), y

caracterizado porque la pluralidad de elementos de engranaje (73) o el anillo interior (71) y el anillo exterior (72) se fabrican de un material de base obtenido sometiendo un material de acero inoxidable martensítico a tratamiento de nitruración suave de manera que la dureza Vickers de una parte que tiene una profundidad hasta 20 µm desde una superficie de una parte de contacto en la que el material de base contacta con un miembro coincidente debido al deslizamiento o engranaje entre el material de base y el miembro coincidente varía entre 1000 y 1500 Hv.

2. El embrague unidireccional (7) para un dispositivo de generación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una dureza interna de la parte de contacto es de 54 HRC o superior.

3. El embrague unidireccional (7) para un dispositivo de generación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la dureza Vickers de la parte hasta 20 µm desde la superficie de la parte de contacto varía preferentemente entre 1150 y 1500 Hv.

4. El embrague unidireccional (7) para un dispositivo de generación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los elementos de engranaje (73) son rodillos cilíndricos o cuñas, y se proporciona una separación entre la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de entrada (5) en una dirección axial y una cara opuesta del árbol de transmisión frente a la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de entrada (5) en la dirección axial y se proporciona otra separación entre la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de salida (6) en la dirección axial y una cara opuesta del cuerpo giratorio de entrada (5) frente a la parte de extremo en punta del cuerpo giratorio de salida en la dirección axial, por lo que se permite que el anillo interior (71) y el anillo exterior (72) se muevan relativamente en la dirección axial, y

en el que la dureza Vickers de una parte hasta 20 µm desde una superficie de una parte con la que se desliza o engancha relativamente el elemento de engranaje cuando el cuerpo giratorio de entrada (5) o el cuerpo giratorio de salida (6) se expande o contrae en la dirección axial debido a un cambio de temperatura varía entre 1000 y 1500 Hv.

5. Una unidad de embrague unidireccional (9) para un dispositivo de generación de energía eólica (1), que comprende:

el embrague unidireccional (7) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; y un cojinete de rodillos (8) que se proporciona junto al embrague unidireccional (7) y entre el cuerpo giratorio de entrada (5) provisto para girar integralmente con el árbol de salida (35) del engranaje de aceleración (3) del dispositivo de generación de energía eólica (1) y el cuerpo giratorio de salida (6) provisto para girar integralmente con el árbol de transmisión (41) del generador de energía (4) al que se transmite el giro del árbol de salida (35) y coaxialmente dispuesto radialmente fuera o dentro del cuerpo giratorio de entrada (5), y que soporta el cuerpo giratorio de entrada (5) y el cuerpo giratorio de salida (6) para que los cuerpos giratorios puedan girar uno respecto a otro.

6. La unidad de embrague unidireccional para un dispositivo de generación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 5,

en el que los elementos de engranaje (73) son rodillos cilíndricos o cuñas, y se proporciona una separación (S1) entre la parte de extremo en punta (51a) del cuerpo giratorio de entrada en una dirección axial y una cara opuesta (41b) del árbol de transmisión (41) frente a la parte de extremo en punta (51a) del cuerpo giratorio de entrada (5) en la dirección axial y se proporciona otra separación (S2) entre la parte de extremo en punta (61a) del cuerpo giratorio de salida en la dirección axial y una cara opuesta (51b) del cuerpo giratorio de entrada (5) frente a la parte de

- extremo en punta (61a) del cuerpo giratorio de salida (6) en la dirección axial, por lo que se permite que el anillo interior (71) y el anillo exterior (72) se muevan relativamente en la dirección axial, y en el que la dureza Vickers de una parte hasta 20 μm desde una superficie de una parte con la que se desliza o engancha relativamente el elemento de engranaje cuando el cuerpo giratorio de entrada (5) o el cuerpo giratorio de salida (6) se expande o contrae en la dirección axial debido a un cambio de temperatura varía entre 1000 y 1500 Hv.
- 5

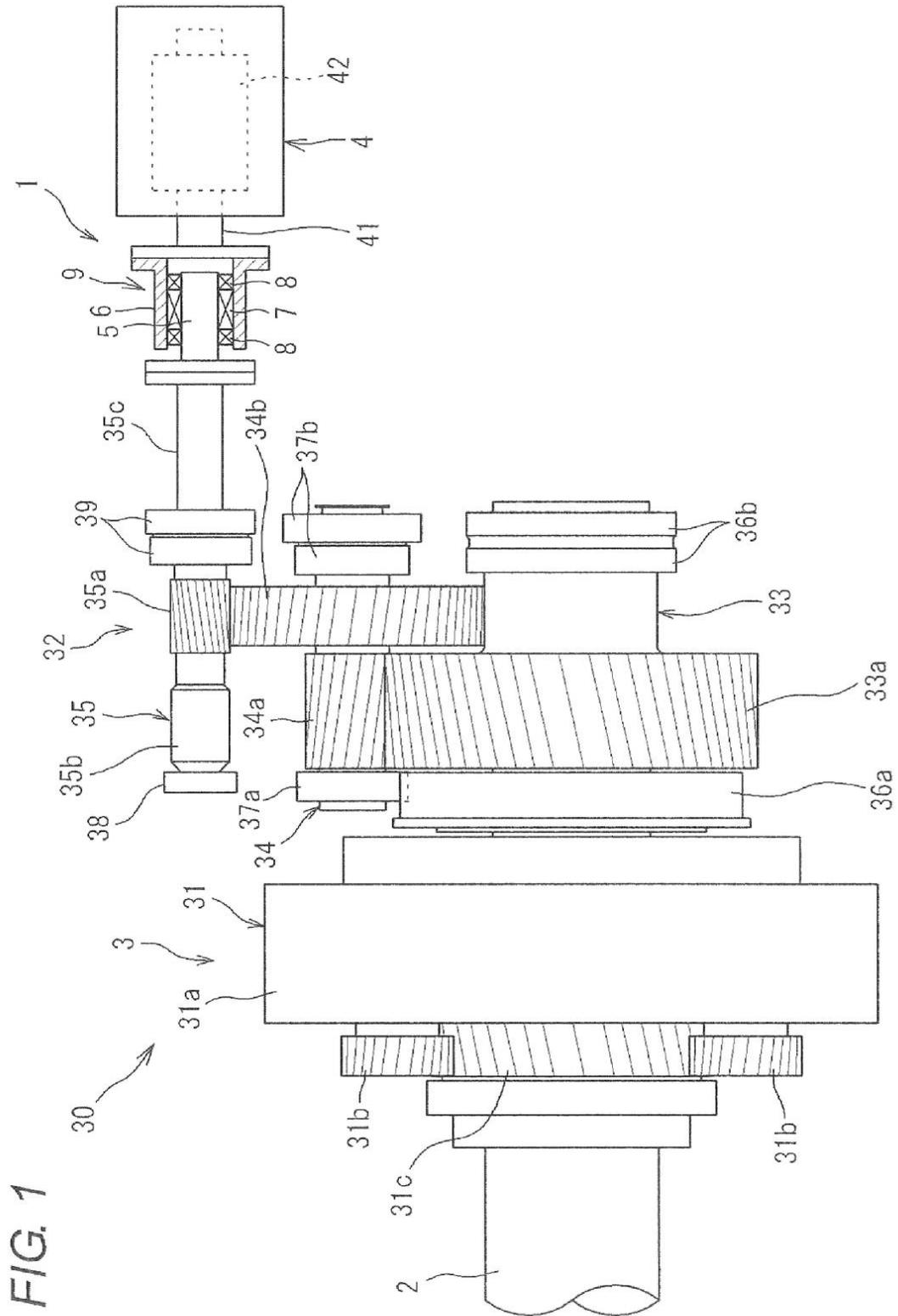
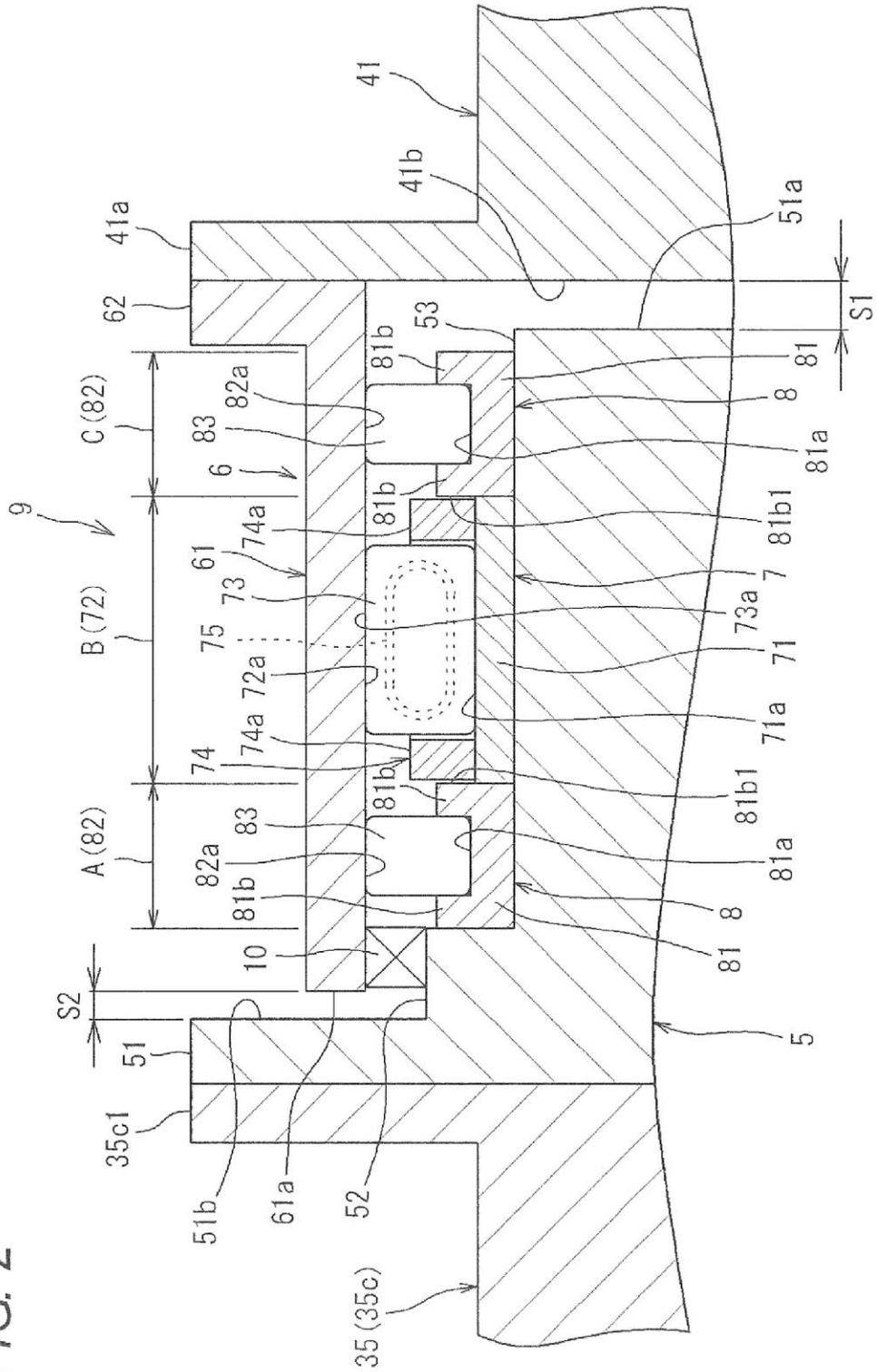


FIG. 2



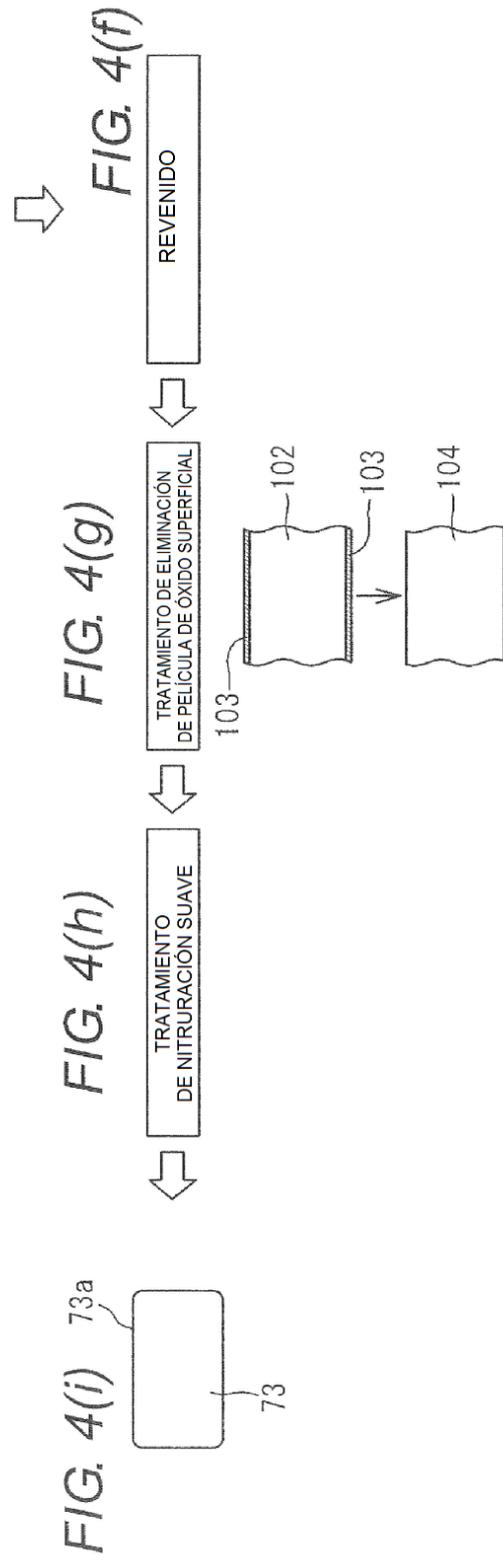
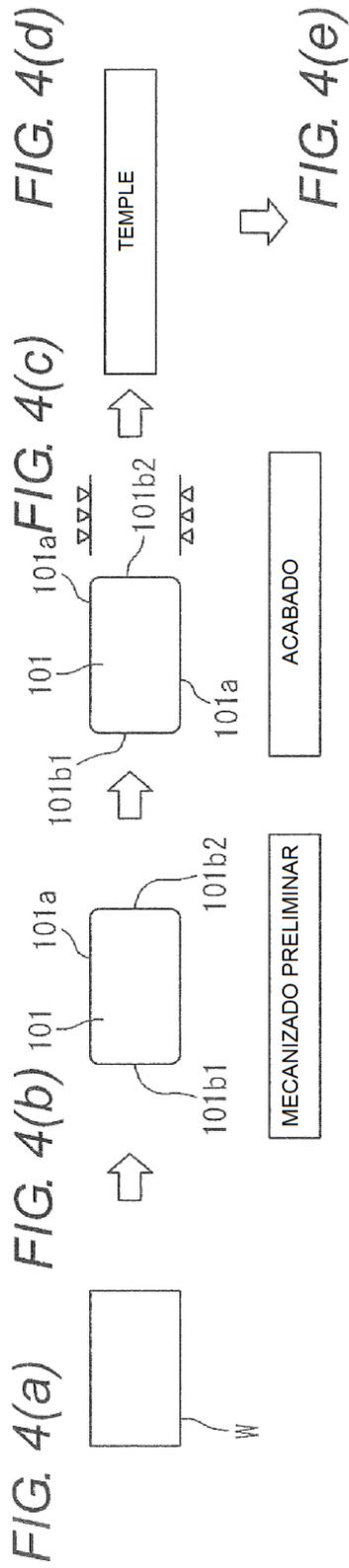


FIG. 5

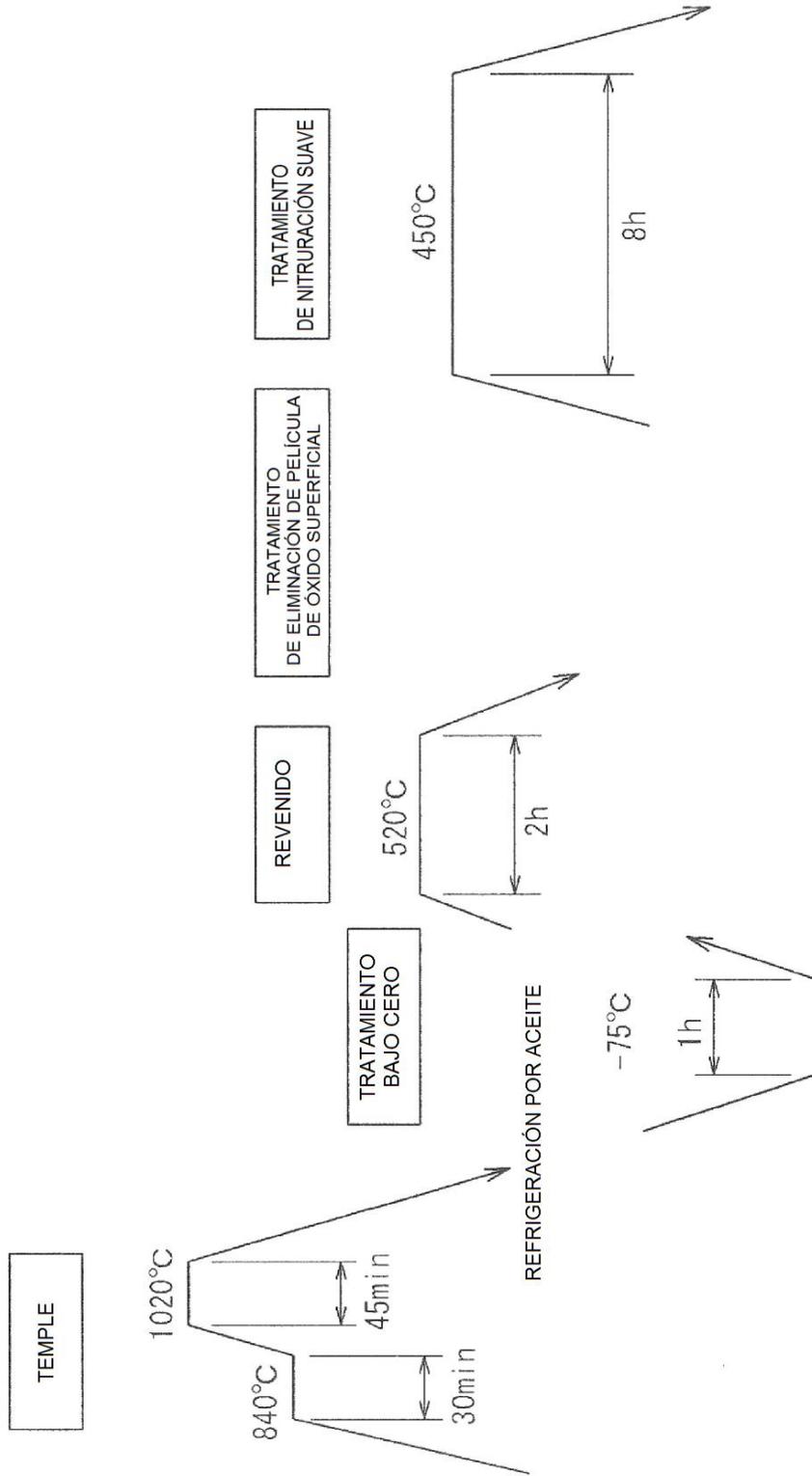


FIG. 6

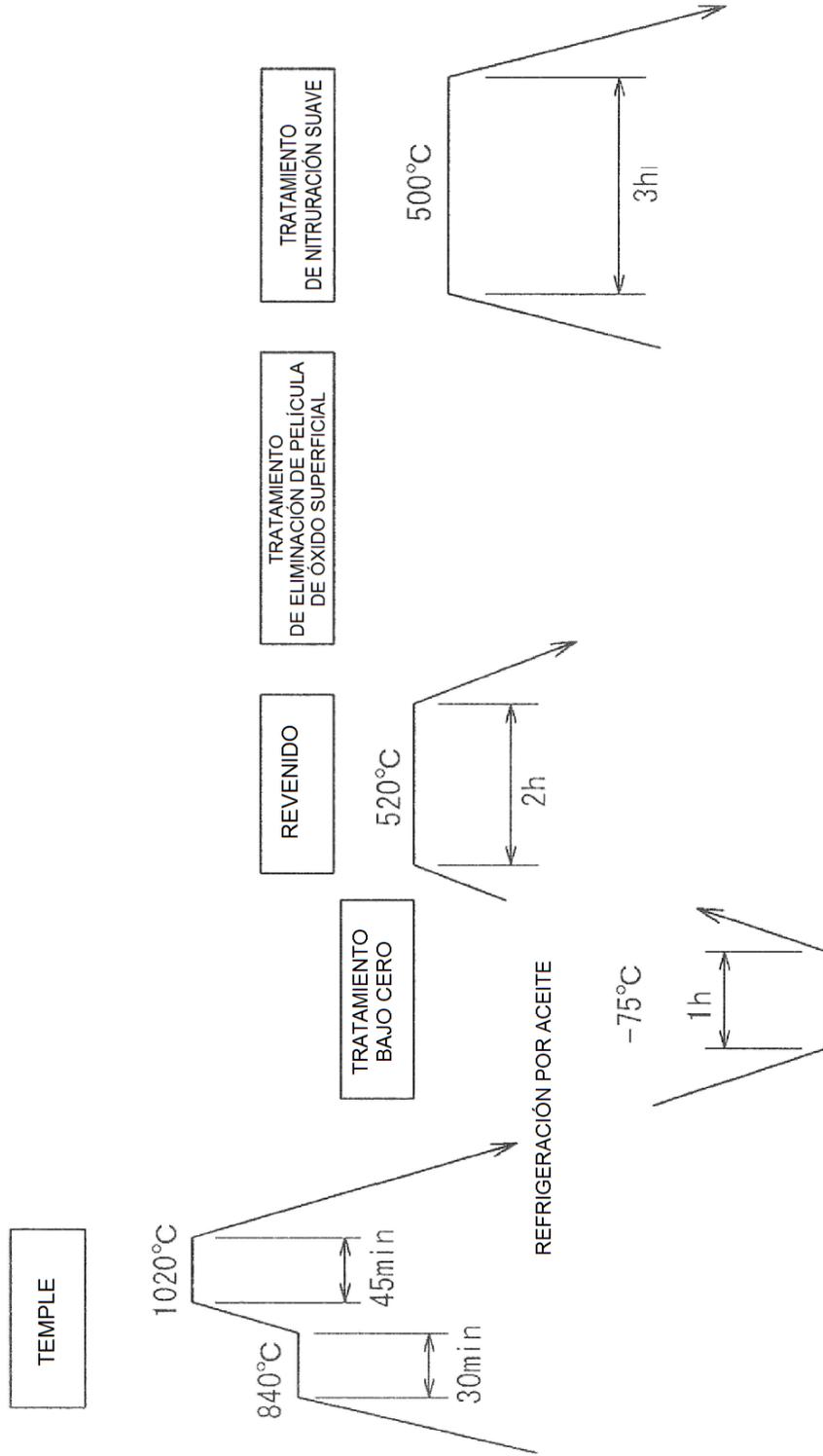


FIG. 7

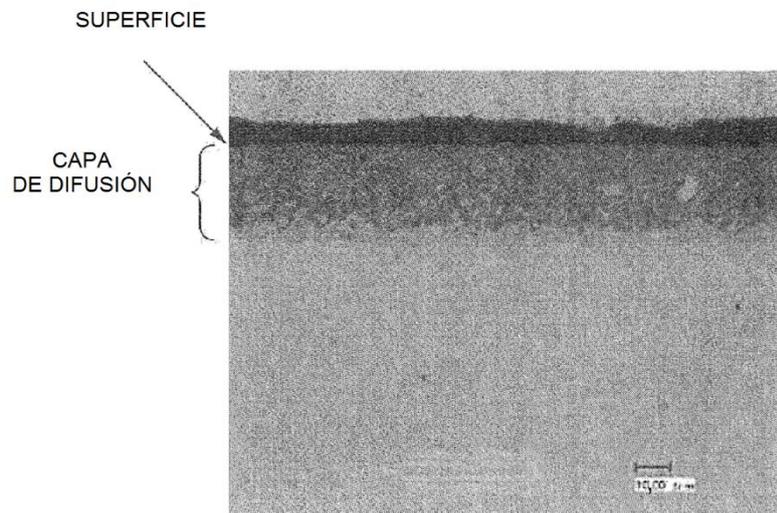


FIG. 8

DUREZA VICKERS [HV]

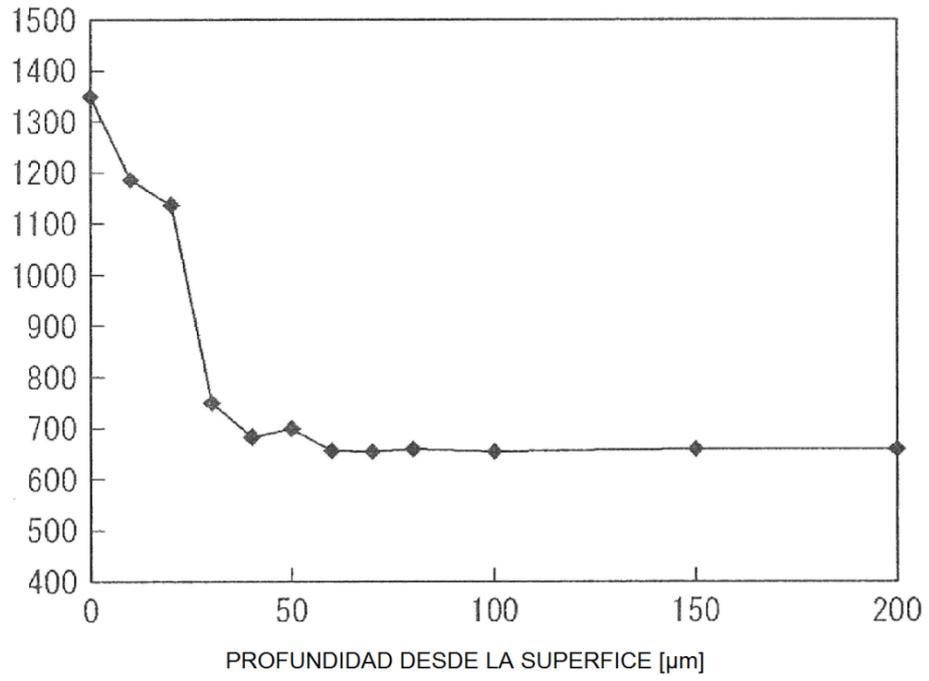


FIG. 9

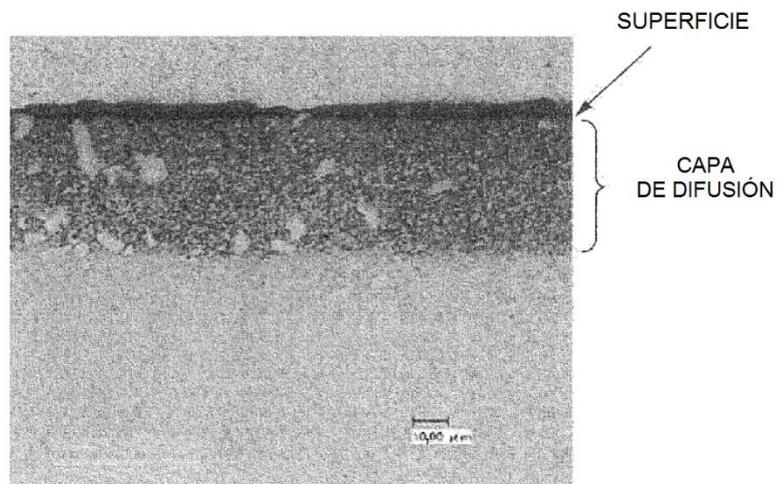


FIG. 10

DUREZA VICKERS [HV]

