

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 919**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04 (2010.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2020 PCT/DE2020/100771**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2021 WO21063437**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2020 E 20774874 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024 EP 4038294**

54 Título: **Engranaje planetario de una turbina eólica**

30 Prioridad:
02.10.2019 DE 102019126551

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.07.2024

73 Titular/es:
**SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG
(100.0%)
Industriestraße 1-3
91074 Herzogenaurach, DE**

72 Inventor/es:
**HEMPEL, THOMAS;
PLOGMANN, MICHAEL y
JUNGHAEHNEL, MARIO**

74 Agente/Representante:
MORENO NOGALES, Ángeles

ES 2 974 919 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

Engranaje planetario de una turbina eólica

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a engranajes planetarios de turbinas eólicas, en particular, a los cojinetes de deslizamiento de planetas en ejes planetarios de dichos engranajes planetarios.

10 Las turbinas eólicas comprenden, en general, un generador dispuesto en una góndola para convertir la energía eólica en energía eléctrica. Este generador se acciona por un rotor sobre el que actúan las fuerzas del viento. Los engranajes planetarios, que también están dispuestos en la góndola de la turbina eólica, se han impuesto para elevar las velocidades de giro relativamente pequeñas que se generan por los rotores a una velocidad de giro adecuada utilizable para la generación de corriente y para el generador. Para ello, la velocidad de giro del rotor conectado a un árbol de entrada de engranaje se traduce de lenta a rápida por el engranaje planetario y se pone a disposición del generador a través de un árbol de salida de engranaje.

Dichos engranajes planetarios están contruidos, en general, de modo que se proporcione una corona coaxialmente con respecto a un sol, estando provisto el sol de dentado exterior y la corona de dentado interior. Están previstos planetas, que tienen dentado exterior, en una distancia radial entre el sol y la corona. Este dentado exterior de los planetas se engrana con el respectivo dentado de la corona y del sol. Para soportar de forma giratoria los planetas, están previstos ejes planetarios que alojan los planetas de forma rotatoria y que están conectados sin posibilidad de giro con un portador planetario. Además de este soporte habitual de planetas, también puede estar previsto que los planetas estén conectados sin posibilidad de giro con los ejes planetarios y los ejes planetarios estén soportados de forma rotatoria en el portador planetario.

Normalmente estos planetas están soportados de forma giratoria en los ejes planetarios por medio de cojinetes de rodillos.

30 Además de este cojinete de rodillos, también se conocen cojinetes de deslizamiento de planetas en ejes planetarios. Así, el documento DE102013221265 A1 muestra un engranaje planetario en el que los respectivos planetas están en contacto deslizante exclusivo con los respectivos ejes planetarios. Para mejorar el deslizamiento mutuo de las superficies implicadas y disipar el calor resultante, se genera una película de lubricante entre las superficies implicadas, en la que está previsto un baño de inmersión de lubricante, que atraviesan los planetas durante su giro alrededor del sol.

Además de esta lubricación en baño de inmersión, también se conocen cojinetes de deslizamiento en los que el lubricante se introduce directamente entre las superficies de deslizamiento que están en contacto deslizante.

40 El documento DE 19 85 822 U divulga un engranaje planetario de una turbina eólica, en cuyos ejes planetarios están soportados de forma deslizante los planetas y en una superficie de una de ambas parejas de deslizamiento está conformada una cavidad en contacto deslizante. En este caso, la guía de aceite especial sirve, por una parte, para proporcionar una lubricación suficiente del cojinete de deslizamiento, por otra parte, la cantidad de aceite necesaria para enfriar el cojinete, con altos momentos de giro en el portaplanetas y altas velocidades de giro del planeta.

Otra posibilidad de lubricación se conoce a partir del documento DE 2702321 A1, donde en una de las superficies de deslizamiento implicadas se introducen cavidades en las que terminan directamente bocas de un dispositivo de suministro de lubricante. El extremo del dispositivo de suministro de lubricante alejado de la boca está en conexión operativa con una bomba que bombea lubricante en el dispositivo de suministro de lubricante, que, a continuación, sale por las bocas y llena las cavidades.

El llenado constante de estas cavidades con una cantidad de lubricante suficiente asegura que, durante el giro de las parejas de deslizamiento implicadas, el lubricante llegue a la zona de carga de este cojinete de deslizamiento, lo que conforma una película de lubricante que separa ambas parejas de deslizamiento en las condiciones de presión hidrodinámica que prevalecen allí. Este llenado de las cavidades ciertamente también se puede efectuar mediante una bomba que introduce lubricante a alta presión en el dispositivo de suministro de lubricante, lo que compensa las pérdidas de lubricante que inevitablemente se producen. Sin embargo, esto no es deseable porque las presiones de bomba tan altas incrementan inevitablemente la cantidad de lubricante que sale del cojinete de deslizamiento. Si se quiere evitar que salga demasiado lubricante del cojinete de deslizamiento, también se puede efectuar un llenado suficientemente bueno de las cavidades introduciendo grandes volúmenes de lubricante en las cavidades con una presión de bombeo baja. Sin embargo, esto requiere de forma correspondiente un dispositivo de distribución de lubricante con una sección transversal grande, presentando el dispositivo de distribución de lubricante una pluralidad de canales con una sección transversal pequeña o bien algunos con una sección transversal grande. Sin embargo, dado que los canales del dispositivo de distribución de lubricante para el suministro de las cavidades del cojinete de deslizamiento se guían mediante al menos una de las parejas de

deslizamiento, dichos canales dieron lugar a un debilitamiento de la correspondiente pareja de deslizamiento. Si se quiere compensar este debilitamiento de la pareja de deslizamiento de modo que siga siendo capaz de transmitir grandes cargas, esto solo se puede efectuar configurando más grande la correspondiente pareja de deslizamiento o todo el cojinete de deslizamiento. Además del requisito de espacio de instalación, una configuración tan grande también da lugar inevitablemente a un mayor peso, lo que no es deseable en una turbina eólica debido a la acomodación de dichos engranajes planetarios en la góndola.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es especificar un engranaje planetario para una turbina eólica, cuyos planetas tengan en los ejes planetarios un cojinete de deslizamiento mejorado que excluya los inconvenientes previos.

Representación de la invención

Este objetivo se resuelve mediante los rasgos característicos especificados en la reivindicación 1. Se pueden desprender conformaciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención de las reivindicaciones dependientes.

Se proporciona un llenado suficiente en todo momento del cojinete de deslizamiento con lubricante con una presión de bombeo baja si cada cavidad prevista en una superficie de una de ambas parejas de deslizamiento en contacto deslizante es una bolsa de lubricante, cuya longitud axial L es al menos un 60 % de la anchura axial B del planeta, está prevista una ranura circunferencial que discurre íntegramente en la pareja de deslizamiento, que está dispuesta coaxialmente con respecto a la otra pareja de deslizamiento provista de al menos una bolsa de lubricante de este tipo, y/o que se extiende en la pareja de deslizamiento provista de la al menos una bolsa de lubricante en su circunferencia exclusivamente entre la bolsa o las bolsas de lubricante, y

que el dispositivo de distribución de lubricante comprende segundas bocas que terminan en ranuras circunferenciales o bien en sentido opuesto a ellas.

Esto se basa en el conocimiento de que, al prever ranuras circunferenciales, se produce un depósito de lubricante en el propio cojinete de deslizamiento, que se puede llenar con pequeña presión de bombeo a través de uno o dos canales radiales, desde donde el lubricante recibido allí fluye hacia las bolsas de lubricante y garantiza un llenado suficiente de estas bolsas de lubricante con lubricante, incluso si la primera longitud axial L1 de las bolsas de lubricante es mayor/igual a un 60 % de la anchura axial B del planeta para lograr una buena separación de ambas parejas de deslizamiento en el área de carga del cojinete de deslizamiento. Además, la conexión axial de la respectiva bolsa de lubricante o bolsas de lubricante con la ranura circunferencial está conformada con la misma segunda profundidad de desnivel radial T2. Mediante prolongaciones de las respectivas bolsas de lubricante en sus extremos axiales, que, al menos en dirección circunferencial, tienen un ensanchamiento B4 reducido con respecto a un ensanchamiento de esta bolsa de lubricante en dirección circunferencial B5 y la primera profundidad de desnivel radial T1, se evitan rodaduras de borde en el cojinete de deslizamiento durante el decalaje de los planetas en los ejes planetarios.

El montaje se simplifica si la anchura axial B1 de la ranura circunferencial es más grande que el diámetro D de las segundas bocas y menor que la primera longitud axial L1 de la al menos una bolsa de lubricante, porque, mediante la anchura B1 más grande de la ranura circunferencial, incluso durante una alineación errónea debida a tolerancias de ambas parejas de deslizamiento, las dos segundas bocas siempre terminan completamente en la respectiva ranura circunferencial, es decir, cuyo diámetro D no se superponga mediante una alineación errónea.

Para conformar una película de lubricante en la zona de carga LZ del cojinete de deslizamiento, es ventajoso si el eje de simetría axial de cada bolsa de lubricante mantiene un ángulo α entre 90° y 120° con respecto al centro de la zona de carga LZ de ambas parejas de deslizamiento en contacto deslizante.

La fabricación de engranajes planetarios o la conformación de cojinetes de deslizamiento en planetas y ejes planetarios se simplifica en el manejo si, a diferencia de los planetas o ejes planetarios grandes y pesados, están previstos casquillos cuyas primeras superficies de revestimiento estén conectadas sin posibilidad de giro con el orificio interior del planeta o bien con la circunferencia exterior del eje planetario y se traspasen por perforaciones radiales, y cuya segunda superficie de revestimiento, que se extiende en una distancia radial con respecto a la primera superficie de revestimiento, es la superficie en contacto deslizante con la superficie de la respectiva otra pareja de deslizamiento.

Las superficies de revestimiento opuestas a las primeras superficies de revestimiento forman las superficies en contacto deslizante con las superficies de las otras parejas de deslizamiento.

La alineación de los casquillos en el planeta o del eje planetario se simplifica si el dispositivo de distribución de lubricante comprende canales radiales que se extienden en una de las parejas de deslizamiento, y están previstas hendiduras circunferenciales que se encuentran en la primera superficie de revestimiento del casquillo o bien en una superficie circunferencial del planeta o eje planetario, con que el casquillo se conecta sin posibilidad de giro, y

si los canales radiales, cuya anchura axial es menor con respecto a la anchura axial de las hendiduras circunferenciales, desembocan en las respectivas hendiduras, porque mediante las hendiduras axialmente más anchas tampoco se impide una pequeña alineación errónea axial del casquillo con respecto al planeta o al eje planetario del flujo de lubricante.

5 El arranque axial se mejora si están previstos discos axiales en los planetas o en el portador planetario, un borde anular de cada uno de los cuales en contacto deslizante axial con una pareja de deslizamiento axial.

10 Se proporciona una buena resistencia al desgaste del cojinete de deslizamiento si la superficie de una de las parejas de deslizamiento presenta una mayor dureza con respecto a la superficie de la respectiva otra pareja de deslizamiento.

15 Se obtienen buenas propiedades de deslizamiento con poco desgaste y fabricación simple si la pequeña dureza de la superficie de una pareja de deslizamiento es una dureza de acero puro y si la mayor dureza de la superficie de la respectiva otra pareja de deslizamiento está formada por un recubrimiento de material duro.

Breve descripción de las figuras

Muestran:

- 20 la fig. 1 una primera forma de conformación de un engranaje planetario de una turbina eólica;
- la fig. 2 una segunda forma de conformación de acuerdo con la fig. 1;
- 25 la fig. 3 una tercera forma de conformación de acuerdo con la fig. 1;
- la fig. 4 una cuarta forma de conformación de acuerdo con la fig. 1;
- la fig. 5 una vista de una turbina eólica;
- 30 la fig. 6a y b dos secciones a través de un eje planetario y
- la fig. 7a y b otra realización de un casquillo

Modos de realizar la invención

La invención se explicará ahora con más detalle con referencia a las figuras.

40 En la fig. 5 se muestra esquemáticamente una turbina eólica 1, que aloja, entre otras cosas, un engranaje planetario 4 y un generador 5 en una góndola 3 fijada en una torre 2. Además, se proporciona un rotor 7 conectado con un árbol de entrada de engranaje 6. Cuando este rotor 7 recibe energía del viento incidente, el árbol de entrada de engranaje 6 comienza a girar y la velocidad de giro del árbol de entrada de engranaje 6 se traduce de lenta a más rápida por medio del engranaje planetario 4 y se suministra al generador 5 a través de un árbol de salida de engranaje 8.

45 En la fig. 1 se muestra un primer modo de realización de un engranaje planetario 4 de una turbina eólica 1. Este engranaje planetario 4 está formado por una corona 9 y un sol 10, estando dispuestos el sol 10 y la corona 9 coaxialmente entre sí. En la distancia radial entre la corona 9 y el sol 10 están dispuestos planetas 11, de los cuales en la fig. de 1 a 4 solamente es visible un planeta 11. El dentado exterior (no designado) de los planetas 11 se engrana con el dentado exterior (no designado) del sol 9 y el dentado interior (no designado) de la corona 10. Los respectivos planetas 11 están dispuestos de forma giratoria en un eje planetario 12. Debido a la disposición coaxial de los respectivos planetas 11 en los respectivos ejes planetarios 12, se forma un cojinete de deslizamiento entre la superficie 13.1 interior del planeta 11 de la pareja de deslizamiento y la superficie 13.2 exterior del eje planetario 12 como la otra pareja de deslizamiento. Si el engranaje planetario 4 está montado, entre las superficies 13.1, 13.2 de las parejas de deslizamiento 11, 12 implicadas en la fig. 1 se produce una estrecha muesca anular 14, que está representada exageradamente grande para representar mejor las condiciones en la fig. 1, 2-4 y 7.

60 Como se puede desprender de la fig. 1, los ejes planetarios 12 están conectados sin posibilidad de giro con un portador planetario 15.

65 Además, en el eje planetario 12 están previstos dos discos axiales 16, cada uno de los cuales está dispuesto entre el portador planetario 15 y el planeta 11 y está conectado con el portador planetario 15, mantiene una pequeña distancia axial A1 con respecto a los planetas 11 y, junto con el planeta 11, forma un cojinete de deslizamiento axial, estando los bordes anulares 33 de los discos axiales 16 en contacto deslizante axial con los planetas 11. Solo para completar la información, cabe señalar que, en otro ejemplo de modo de realización no representado, los discos axiales 16 también pueden estar conectados con el planeta 11, formando, a continuación, el portador

planetario 15 la otra pareja de deslizamiento axial.

Para mejorar la capacidad de deslizamiento y la estabilidad a largo plazo del eje planetario 12 y de los planetas 11, ambos formados de acero, está previsto que una superficie 13.1; 13.2 de una de ambas parejas de deslizamiento 11; 12 solamente esté templada, es decir, tenga una dureza de acero bruto, y que la superficie 13.1; 13.2 de la otra pareja de deslizamiento 11; 12 esté recubierta adicionalmente con un recubrimiento 17 de material duro, que presente una mayor dureza con respecto a la dureza de acero de la otra superficie 13.1; 13.2. En particular, este recubrimiento de material duro se puede conformar como recubrimiento 17 de óxido, nitruro, oxinitruro o carburo. En particular, en un primer modo de realización preferente, esta capa de material duro contiene uno de los elementos titanio, aluminio, cromo y molibdeno. La capa de material duro está formada preferentemente de al menos un material del grupo que comprende TiN, TiCN, AL₂O₃, TiAlN, CrN, AlCrN, MoN. En otro modo de realización preferente, la primera capa está conformada como una capa de carbono amorfa o una capa de diamante. En el ejemplo de modo de realización mostrado en la fig. 1, la superficie 13.1 exterior del eje planetario 12 formado de acero está recubierta con un recubrimiento 17 de Triondur CX⁺, que es un recubrimiento de DLC conocido de la solicitante y que tiene una dureza de capa mayor/igual a 1000 HV. Esta superficie 13.2 recubierta del eje planetario 12 está en contacto deslizante directo con las superficies 13.1 interiores de los planetas 11, que solamente tienen una dureza superficial correspondiente a la dureza de acero de 55 a 62 HRC. Solo para completar la información, cabe señalar que la realización de la invención no se limita necesariamente a un recubrimiento 17 de la superficie 13.2 del componente estacionario, es decir, el eje planetario 12. Más bien, en otro ejemplo de modo de realización, la superficie 13.2 del eje planetario 12 también solo puede presentar una dureza de acero y la superficie 13.1 del planeta 11 se puede recubrir con uno de los recubrimientos 17 mencionados anteriormente para lograr una mayor dureza con respecto a la dureza de acero de la superficie 13.2 del eje planetario 12.

Lo que se explicó en el último párrafo en conexión con el cojinete de deslizamiento radial entre el planeta 11 y el eje planetario 12, por supuesto, también se aplica de forma análoga a los cojinetes de deslizamiento axiales entre los portadores planetarios 15 y los discos axiales 16 o entre los discos axiales 16 y el planeta 11. Por lo tanto, en la fig. 1 los discos axiales 16 también están provistos de un recubrimiento 17 de material duro en su lado orientado hacia los planetas 11.

Los cojinetes de deslizamiento radiales y los cojinetes de deslizamiento axiales mostrados en la fig. 1 son cojinetes de deslizamiento hidrodinámicos. Dichos cojinetes de deslizamiento hidrodinámicos se basan en la idea de que una presión de lubricante suficientemente alta que separa ambas parejas de deslizamiento 11, 12 se forma automáticamente en el punto del cojinete donde se realiza la transmisión de fuerza entre ambas parejas de deslizamiento 11, 12. Dado que, al igual que en los cojinetes de rodillos, también en los cojinetes de deslizamiento la transmisión de fuerza se realiza en la zona de carga LZ de este cojinete de deslizamiento, es decir, en el lugar en el que las cargas recibidas por una de las parejas de deslizamiento intentan soportarse en la otra pareja de deslizamiento, la muesca anular 14 se estrecha en el área de la zona de carga LZ casi en forma de cuña, de modo que el lubricante presente fuera de este estrechamiento en forma de cuña en la muesca anular 14 se arrastre en el estrechamiento mediante la rotación de una pareja de deslizamiento 11; 12 con respecto a la otra pareja de deslizamiento 12; 11, con lo que se obtiene allí una película de lubricante con presión de lubricante suficientemente alta que separa las dos parejas de deslizamiento 11, 12.

Para garantizar un llenado suficiente con lubricante de la muesca anular 14, está previsto un dispositivo de distribución de lubricante 18, que se alimenta por una bomba 19. En detalle, de acuerdo con la fig. 1, esto se realiza de modo que la bomba 19 suministre lubricante en un canal axial 20 que discurre en el eje planetario 12 bajo pequeña presión que se encuentra por debajo de 5 bar. A este canal axial 20 se conectan canales radiales 21.1 - 3 dispuestos en tres grupos, manteniendo los canales radiales 21.1 - 3, que pertenecen a un grupo, una distancia axial A2 a lo largo del eje planetario 12 con respecto a los canales radiales 21.1. - 3 de cada uno de los otros grupos y teniendo un diámetro D. Además, los canales radiales 21.1 - 3 están abiertos en dirección de la muesca anular 14, teniendo estos primera y segunda bocas 22.1, 22.2. Estas bocas 22.1, 22.2 abiertas aseguran que el lubricante suministrado desde fuera del cojinete de deslizamiento llegue finalmente a la muesca anular 14.

Como se puede desprender sencillamente en la fig. 1 y en la fig. 6a y b, que tienen como objetivo las secciones bb; aa y cc de acuerdo con la fig. 1, en la superficie 13.2 del eje planetario 12 están introducidas dos cavidades en forma de bolsas de lubricante 23, cuya respectiva longitud axial L corresponde en este ejemplo de modo de realización a aproximadamente un 90 % de la anchura B del planeta 11 y, por tanto, son adecuadas para generar un estado hidrodinámico entre ambas parejas de deslizamiento 11, 12 durante el funcionamiento de este cojinete de deslizamiento en casi toda el área en la que los planetas 12 se superponen a los ejes planetarios 11, incluso con pequeña presión de bombeo. Estas bolsas de lubricante 23 se formaron introduciendo superficies planas, por ejemplo, mediante fresado, en el contorno de revestimiento originalmente redondo del eje planetario 12. Como se puede desprender de la fig. 6a y b, los ejes de simetría axiales de cada una de ambas bolsas de lubricante 23 en el ejemplo de modo de realización mostrado en la fig. 1 mantienen respectivamente un ángulo α de 90° con respecto al centro de la zona de carga LZ, que en otro ejemplo de modo de realización —no mostrado— se puede elevar a 120° para optimizar los efectos hidrodinámicos del respectivo cojinete de deslizamiento.

Como divulgan la fig. 1, 6a y 6b, las propiedades de deslizamiento del cojinete de deslizamiento mostrado en la

fig. 1 se efectúan sustancialmente a través de un llenado suficiente de las bolsas de lubricante 23 con lubricante, porque así se garantiza que siempre se suministre una cantidad de lubricante suficientemente grande en la zona de carga LZ de este cojinete de deslizamiento bajo el movimiento relativo de ambas parejas de deslizamiento entre sí para separar ambas parejas de deslizamiento entre sí por medio de la presión hidrodinámica resultante allí. Sin embargo, dado que durante el funcionamiento de los cojinetes de deslizamiento hidrodinámicos es inevitable que salga lubricante del cojinete de deslizamiento, están previstas primera y segunda salidas 22.1, 22.2, de las que sale el lubricante suministrado por la bomba 19 a través de los canales 20, 21 y se compensa la pérdida resultante. Como se puede desprender fácilmente en las representaciones de acuerdo con la fig. 6b, que tiene como objetivo una sección aa o cc de acuerdo con la fig. 1, las primeras bocas 22.1 terminan directamente en las bolsas de lubricante 23. En cambio, las segundas bocas 22.2 solamente están en contacto indirecto con respecto las bolsas de lubricante 23, desembocando con respecto a una ranura circunferencial 24 que tiene una anchura axial B1 ligeramente más grande con respecto al diámetro D de los canales radiales 22.1 y que se ha introducido en el planeta 11, por ejemplo, mediante giro en su superficie 13.1 y, por tanto, el lubricante suministrado por la bomba 19 llega, en primer lugar, a la ranura circunferencial 24 y, a continuación, fluye hacia las bolsas de lubricante 23 en el área de solapamiento entre la bolsa de lubricante 23 y la ranura circunferencial 24. El llenado más bien tangencial de las bolsas de lubricante 23 mediante las segundas bocas 22.2 y la ranura circunferencial 24 es de suma importancia, porque a través de la ranura circunferencial 24 en todo momento se almacena una cantidad de lubricante suficiente en el propio cojinete de deslizamiento que es adecuada para compensar el llenado insuficiente de lubricante en las bolsas de lubricante 23 mediante el flujo hacia las bolsas de lubricante 23, incluso si no se pone a disposición una presión de bombeo durante un breve espacio de tiempo. Ciertamente, dicho llenado insuficiente también se podría compensar mediante canales radiales 21 que solo presenten primeras bocas 22.1 que terminen exclusivamente en las bolsas de lubricante 23. Sin embargo, esto tendría el inconveniente de que, para proporcionar un volumen de lubricante suficientemente grande y que fluya rápidamente, se tendrían que proporcionar una pluralidad de canales radiales 21 delgados o algunos canales radiales 21 gruesos, dando lugar, a continuación, a un debilitamiento del eje planetario 12 debido a los diversos o gruesos canales radiales 21, conduciendo, a continuación, inevitablemente a una realización indeseable —en el área de las turbinas eólicas— que requiere ejes planetarios 12 o engranajes planetarios 4 más grandes y pesados para compensar la resistencia insuficiente. Este efecto sobresaliente de la interacción de las segundas bocas 22.2 y la ranura circunferencial 24 para el llenado de las bolsas de lubricante 23 con lubricante puede dar lugar incluso a que, en otro ejemplo de modo de realización no representado, se pueda prescindir por completo de los canales radiales 21.1 o 21.3 con primeras bocas 22.1, 22.3 que terminan directamente en las bolsas de lubricante 23 y finalmente se realice el llenado de las bolsas de lubricante 23 a través del lubricante que permanece en la ranura circunferencial 24 y que se suministra a través de las segundas bocas 23.2.

El ejemplo de modo de realización de acuerdo con la fig. 2 se diferencia del ejemplo de modo de realización de acuerdo con la fig. 1 en que los canales 20, 21 discurren en el planeta 11, sin embargo, estando solo previsto un canal radial 21.2 que desemboca en la ranura circunferencial 24 en el planeta 11.

A diferencia del modo de realización de acuerdo con la fig. 1, en el modo de realización de acuerdo con la fig. 3 está previsto un casquillo 25, cuya primera superficie de revestimiento 27.1 está conectada sin posibilidad de giro con la superficie circunferencial 32 exterior del eje planetario 12. Por consiguiente, la segunda superficie de revestimiento 27.2 del casquillo 25, que mantiene una distancia X con respecto a la primera superficie de revestimiento 27.1, forma la pareja de deslizamiento del eje planetario 12, en contacto deslizante con el planeta 12 como la otra pareja de deslizamiento. Solo para completar la información, cabe mencionar que la segunda superficie de revestimiento 27.2 del casquillo 25, como superficie 13.3 en contacto deslizante con el planeta 11, también está provista de un recubrimiento 17 de material duro y, por lo tanto, presenta una mayor dureza con respecto a la superficie 13.2 del planeta 11, que solo tiene una dureza de acero. Al igual que el eje planetario 12 de acuerdo con la fig. 1, el eje planetario 12 de acuerdo con la fig. 3 también está penetrado por canales 20, 21. En la fig. 3, los canales radiales 21 se prolongan alineados con respecto a los canales radiales 21 en el eje planetario 12 como perforaciones radiales 26 tubulares en el casquillo 25, no estando, sin embargo, provistos los canales radiales 21, sino las perforaciones radiales 26, de las correspondientes bocas 22.1, 22.2 y, por lo tanto, introduciéndose directamente las primeras bocas 22.1 en las bolsas de lubricante 23 incrustadas en el casquillo 25 o terminando allí y saliendo las segundas bocas 22.2 del casquillo 25 con respecto a una ranura circunferencial 24 dejada en el planeta 11. Además, en la primera superficie de revestimiento 27.1 del casquillo 25, se proporcionan hendiduras circunferenciales 28 a las que se conectan las perforaciones radiales 26 en el casquillo 25. Estas hendiduras 28 facilitan el montaje del casquillo 25 en el eje planetario 12 porque, de forma contraria a la representación de acuerdo con la fig. 3, las perforaciones radiales 26 y los canales radiales 21 no se tienen que alinear necesariamente en dirección circunferencial para garantizar un flujo de lubricante seguro a través del casquillo 25. Las hendiduras 28 y los canales radiales 21 tampoco tienen que estar exactamente alineados axialmente durante el montaje porque las hendiduras 28 tienen una anchura axial B3 más grande con respecto a la anchura axial B2 de los canales radiales 21. Incluso si, de acuerdo con la realización de acuerdo con la fig. 3, las hendiduras 28 están previstas en el casquillo 25, por supuesto también se obtienen las mismas ventajas que si las hendiduras 28 están previstas directamente en el eje planetario 12, es decir, allí donde terminan los canales radiales 21.

La fig. 4 muestra una solución de casquillo para un modo de realización de acuerdo con la fig. 2. Por consiguiente,

a diferencia de la realización de acuerdo con la fig. 3, el casquillo 25 está conectado sin posibilidad de giro con una primera superficie de revestimiento 27.1 con la superficie circunferencial 32 interior del planeta 11. Los canales radiales 21 que discurren en el planeta 11 también se prolongan en el casquillo 25 como perforación radial 26, estando prevista aquí también una hendidura 28 en el casquillo 25 para facilitar una alineación del casquillo 25, en este caso, en el planeta 11 de la forma ya descrita. Mediante el uso de un casquillo 25, la ranura circunferencial 2, en la que desemboca la perforación radial 26, tampoco se introduce en el planeta 11, como en el modo de realización de acuerdo con la fig. 2, sino en el casquillo 25. A diferencia del modo de realización de acuerdo con la fig. 2, en el modo de realización de acuerdo con la fig., el eje planetario 12, sino el casquillo 25, está provisto de un recubrimiento 17 de material duro.

En los ejemplos de modo de realización anteriores se partía del supuesto de que la respectiva bolsa de lubricante 23 estaba formada por una única superficie plana, que está hundida en el contorno redondo de la respectiva pareja de deslizamiento. A diferencia del casquillo 25 mostrado en la fig. 3, en la fig. 7a y b se muestra un modo de realización de un casquillo 25, en el que a los extremos axiales de la respectiva bolsa de lubricante 23 se conectan prolongaciones 29 que extienden en dirección axial. La anchura B4 de estas prolongaciones 29 en dirección circunferencial, como muestra claramente la fig. 7a, está ligeramente menguada en dirección circunferencial con respecto a la anchura B5 de la bolsa de lubricante 23. Esta retirada asegura que, durante el decalaje inevitable de las respectivas parejas de deslizamiento, se excluyan las rodaduras de borde, que, de otro modo, serían la consecuencia si las prolongaciones 29 tuvieran una anchura B5 correspondiente a la bolsa de lubricante 23. Incluso si la sección en la fig. 7b muestra que las prolongaciones 29 con una primera profundidad de desnivel radial T1 tienen una primera profundidad de desnivel T1 disminuida con respecto a la segunda profundidad de desnivel radial T2 de la bolsa de lubricante 23, las prolongaciones 29, por supuesto, también pueden tener la misma segunda profundidad de desnivel T2 que la bolsa de lubricante 23 en otro ejemplo de modo de realización —no mostrado— para incrementar el volumen de lubricante.

El modo de realización mostrado a modo de ejemplo mediante un casquillo 25 de acuerdo con la fig. 7a y b también se diferencia de los modos de realización anteriores por que la ranura circunferencial 24 no está conformada en la pareja de deslizamiento, que está libre de bolsas de lubricante 23, sino que se extiende en la pareja de deslizamiento provista de al menos una bolsa de lubricante 23 en su circunferencia exclusivamente entre la bolsa o las bolsas de lubricante 23. Dado que el casquillo 25 mostrado en la fig. 7a está provisto de dos bolsas de lubricante 23 opuestas entre sí de forma correspondiente a la representación de acuerdo con la fig. 6a y b, también hay una ranura circunferencial 24 formada a partir de dos secciones parciales 31.1, 31.2 en el modo de realización de acuerdo con la fig. 7a y b. Estas secciones parciales 31.1, 31.2 se extienden exclusivamente entre las respectivas bolsas de lubricante 23 a lo largo del borde circunferencial 30 del casquillo 25 antes de desembocar en las bolsas de lubricante 23 dadas y asegurar, por lo tanto, un flujo de lubricante tangencial hacia las bolsas de lubricante 23. Debido a que el casquillo 25 de acuerdo con la fig. 7a y b es uno del tipo que está conectado con un eje planetario 12 no mostrado en la fig. 7a y b de forma correspondiente al modo de realización de acuerdo con fig. 3, este casquillo 25 también está penetrado por perforaciones radiales 26 en el modo de realización de acuerdo con la fig. 7a y b —como se puede desprender en la representación de acuerdo con la fig. 7b. A diferencia del modo de realización de acuerdo con la fig. 3, en el modo de realización de acuerdo con la fig. 7a y b, las extensiones radiales 26 con sus —segundas— bocas 22.2 tampoco terminan, por lo tanto, en la segunda superficie de revestimiento 27.2 de los casquillos 25, como en la fig. 3, sino en las secciones parciales 31.1, 31.2 de la ranura circunferencial 24. Siempre que el depósito de lubricante formado mediante las secciones 31.1, 31.2 aún no sea adecuado para poner a disposición suficiente lubricante para el flujo hacia las bolsas de lubricante 23, también puede estar prevista otra ranura circunferencial 24' opuesta a las secciones parciales 31.1, 31.2 en el planeta 11 que rodea el casquillo 25 mostrado de acuerdo con la fig. 7b. Dado que esta otra ranura circunferencial 24' solo debe estar prevista en caso necesario, también se ha representado solo como una líneas de puntos. Solo para completar también la información, cabe señalar que las diversas segundas bocas 22.2 mostradas en la fig. 7a y b solo son a modo de ejemplo y en otro ejemplo de modo de realización —no mostrado— también se pueden limitar a una o dos de dichas segundas bocas 22.2.

Lista de referencias

- 1 turbina eólica
- 2 torre
- 3 góndola
- 4 engranaje planetario
- 5 generador
- 6 árbol de entrada de engranaje
- 7 rotor

ES 2 974 919 T3

	8	árbol de salida de engranaje
	9	sol
5	10	corona
	11	planeta
10	12	eje planetario
	13.n	superficies
	14	muesca anular
15	15	portador planetario
	16	discos axiales
20	17	recubrimiento
	18	conjunto de distribución de lubricante
	19	bomba
25	20	canal axial
	21	canal radial
30	22.1, 22.2	primera o segunda bocas
	23	bolsa de lubricante
	24	ranura circunferencial
35	25	casquillo
	26	perforación radial
40	27.1, 27.2	primera o segunda superficie de revestimiento
	28	hendiduras circunferenciales
	29	prolongación
45	30	borde circunferencial
	31.1, 31.2	secciones parciales
50	32	superficie circunferencial
	33	borde anular
	B	anchura axial
55	B4	ensanchamiento en dirección circunferencial
	D	diámetro
60	L1	primera longitud axial
	LZ	zona de carga
	T1	primera profundidad de desnivel radial (T1)
65	T2	segunda profundidad de desnivel radial (T2)
	X	distancia radial

REIVINDICACIONES

1. Engranaje planetario de una turbina eólica

5 con una corona (10), un sol (9), varios planetas (11) y un portador planetario (15), en cuyos ejes planetarios (12) están dispuestos los planetas (11) soportados de forma deslizante, estando dispuestos en estos los planetas (11) coaxialmente con respecto a los ejes planetarios (12),

10 con al menos una bolsa de lubricante (23) en una superficie (13.1; 13.2) de una de ambas parejas de deslizamiento (11, 12) en contacto deslizante, ensanchándose cada bolsa de lubricante (23) axialmente y en dirección circunferencial en la superficie (13.1; 13.2) de la respectiva pareja de deslizamiento (11; 12) y estando conformada radialmente rebajada con respecto al contorno de revestimiento restante de esta pareja de deslizamiento (11; 12), y

15 con un dispositivo de distribución de lubricante (18; 20, 21), que se alimenta por una bomba (19) y que presenta las primeras bocas (22.1), terminando estas primeras bocas (22.1) en la bolsa o las bolsas de lubricante (23),

20 siendo cada una una bolsa de lubricante (23) prevista en una superficie (13.1; 13.2) de una de ambas parejas de deslizamiento (11; 12) en contacto deslizante, cuya longitud axial (L) es al menos un 60 % de la anchura axial (B) del planeta (11),

25 estando prevista una ranura circunferencial (24; 31.1, 31.2), que discurre íntegramente en la pareja de deslizamiento (11; 12), que está dispuesta coaxialmente con respecto a la otra pareja de deslizamiento (12; 11) provista de al menos una bolsa de lubricante (23) de este tipo, y/o extendiéndose en la pareja de deslizamiento (11; 12) provista de la al menos una bolsa de lubricante (23) en su circunferencia exclusivamente entre la bolsa o las bolsas de lubricante (23), y

30 comprendiendo el dispositivo de distribución de lubricante (18) segundas bocas (22.2) que terminan en ranuras circunferenciales (24; 31.1, 31.2) o bien en sentido opuesto a ellas,

caracterizado por

35 que la conexión axial de la respectiva bolsa de lubricante (23) o bolsas de lubricante (23) con la ranura circunferencial (24, 30.1, 30.2) está conformada de forma continua con una misma segunda profundidad de desnivel radial (T2) y que la respectiva bolsa de lubricante (23) presenta, en sus extremos axiales, prolongaciones (29) que tienen, al menos en dirección circunferencial, un ensanchamiento (B4) reducido con respecto al ensanchamiento de esta bolsa de lubricante (23) en dirección circunferencial (B5) y una primera profundidad de desnivel radial (T1).

40 2. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1

caracterizado por

45 que el eje de simetría axial de cada bolsa de lubricante (23) mantiene un ángulo α entre 90° y 120° con respecto al centro de la zona de carga (LZ) de ambas parejas de deslizamiento (11, 12) en contacto deslizante.

3. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2

caracterizado por

50 que está previsto un casquillo (25), cuya primera superficie de revestimiento (27.1) está conectada sin posibilidad de giro con el orificio interior del planeta (11) o bien con la circunferencia exterior del eje planetario (12) y que se traspasa por perforaciones radiales (26), y

55 que su segunda superficie de revestimiento (27.2), que se extiende en una distancia radial (X) con respecto a la primera superficie de revestimiento (27.1), es la superficie (13.3) en contacto deslizante con la superficie (13.1; 13.2) de la respectiva otra pareja de deslizamiento (11; 12).

60 4. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3

caracterizado por

65 que el dispositivo de distribución de lubricante (18) comprende canales radiales (21) que se extienden en una de las parejas de deslizamiento (11; 12),

que están previstas hendiduras circunferenciales (28), que se encuentran en la primera superficie de revestimiento

(27.1) del casquillo (25) o bien en una superficie circunferencial (32) del planeta (11) o eje planetario (12), con las que el casquillo (25) está conectado sin posibilidad de giro, y

5 que los canales radiales (21), cuya anchura axial es menor con respecto a la anchura axial de las hendiduras circunferenciales (28), desembocan en las respectivas hendiduras (28).

5. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4

caracterizado por

10

que en los planetas (11) o en el portador planetario (15) están previstos discos axiales (16), un borde anular (33) de cada uno de los cuales en contacto deslizante axial con una pareja de deslizamiento (11; 15) axial.

6. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5

15

caracterizado por

que la superficie (13.1, 13.2, 13.3) de una pareja de deslizamiento (11, 12, 25) presenta una dureza mayor con respecto a la superficie (13.1, 13.2, 13.3) de la respectiva otra pareja de deslizamiento (11, 12, 25).

20

7. Engranaje planetario de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 6

caracterizado por

25

que la pequeña dureza de la superficie (13.1, 13.2, 13.3) de una pareja de deslizamiento (11, 12, 25) es una dureza de acero puro y

que la mayor dureza de la superficie (13.1, 13.2, 13.3) de la respectiva otra pareja de deslizamiento (11, 12, 25) está formada por un recubrimiento (17) de material duro.

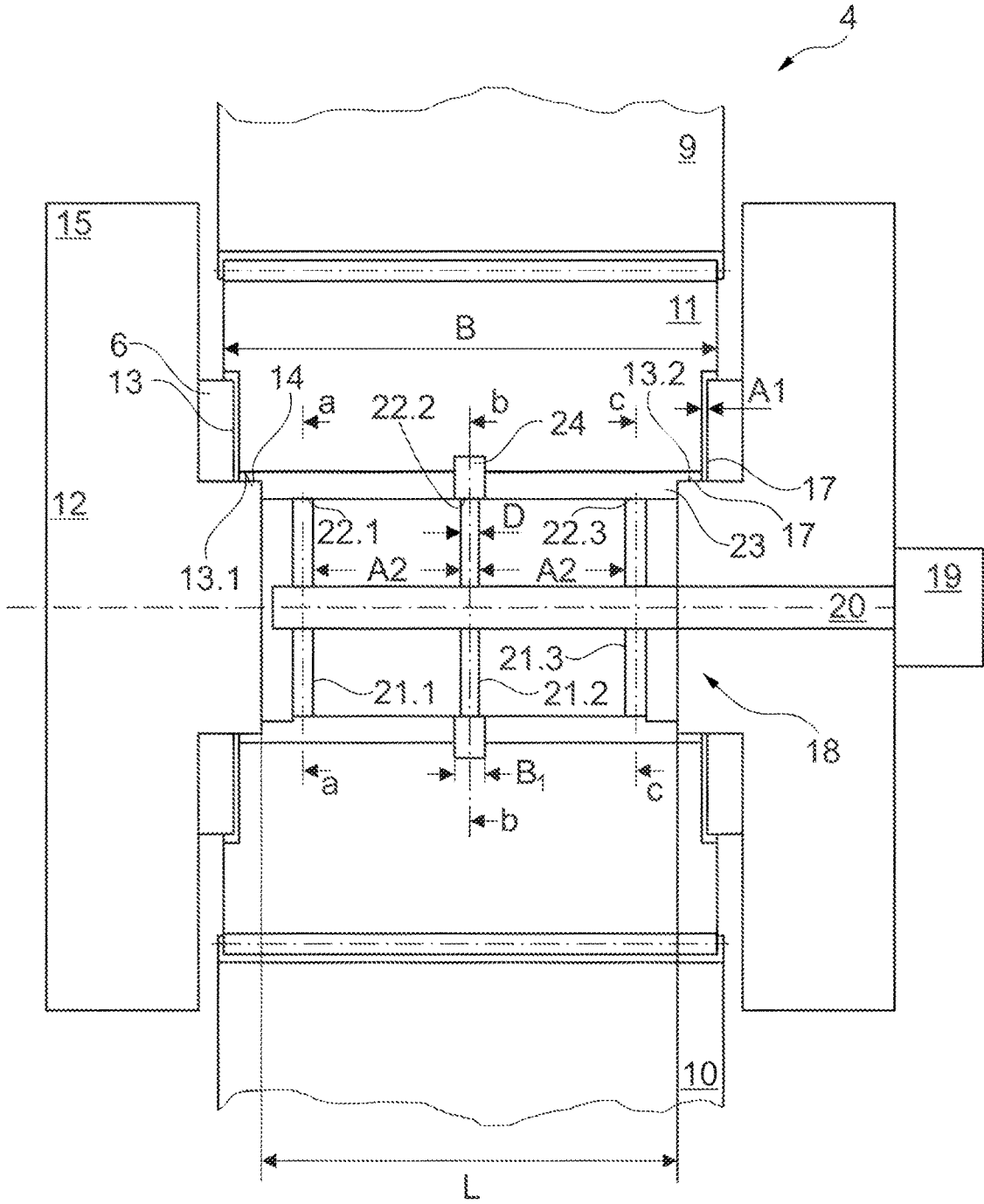


Fig. 1

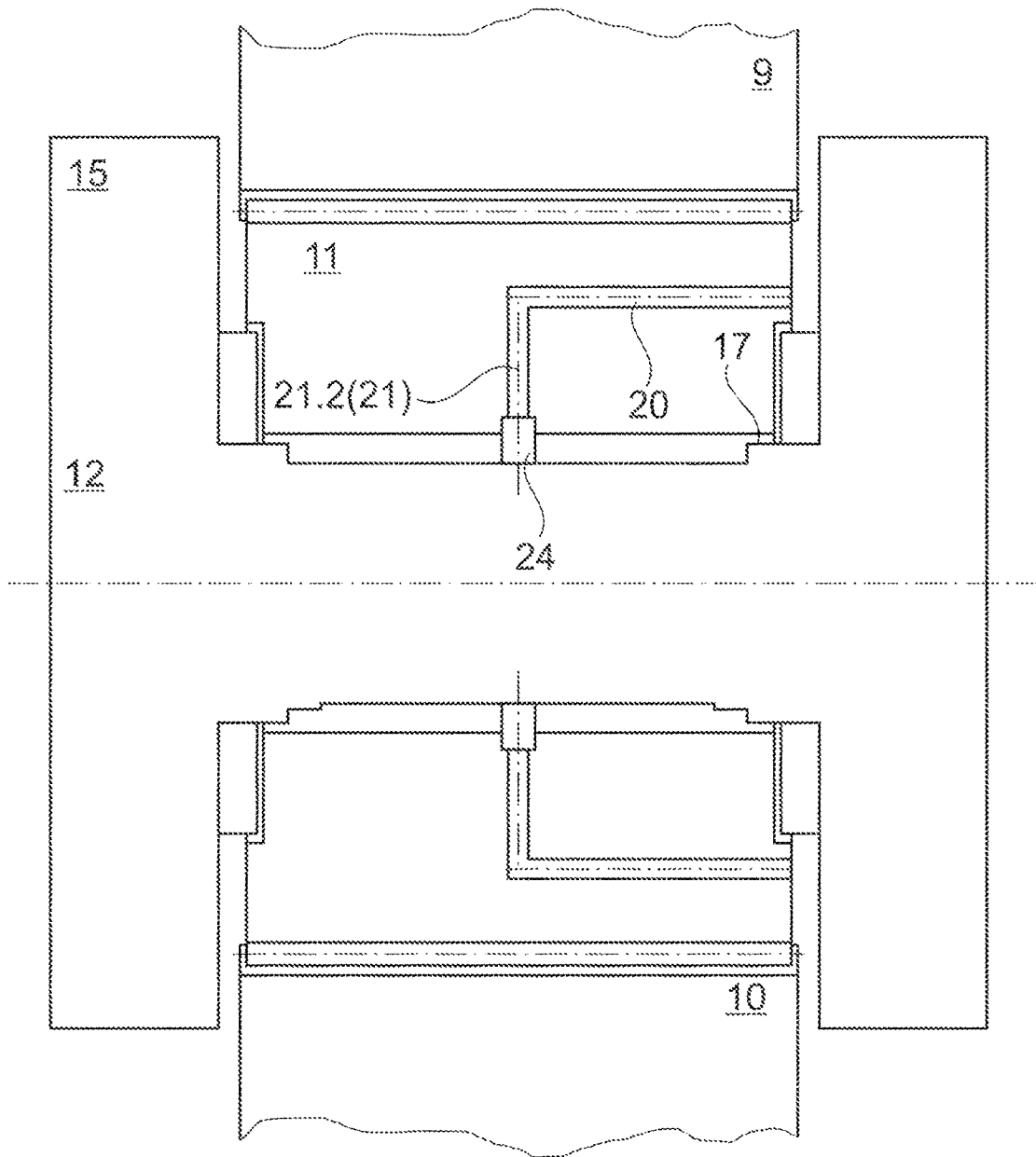


Fig. 2

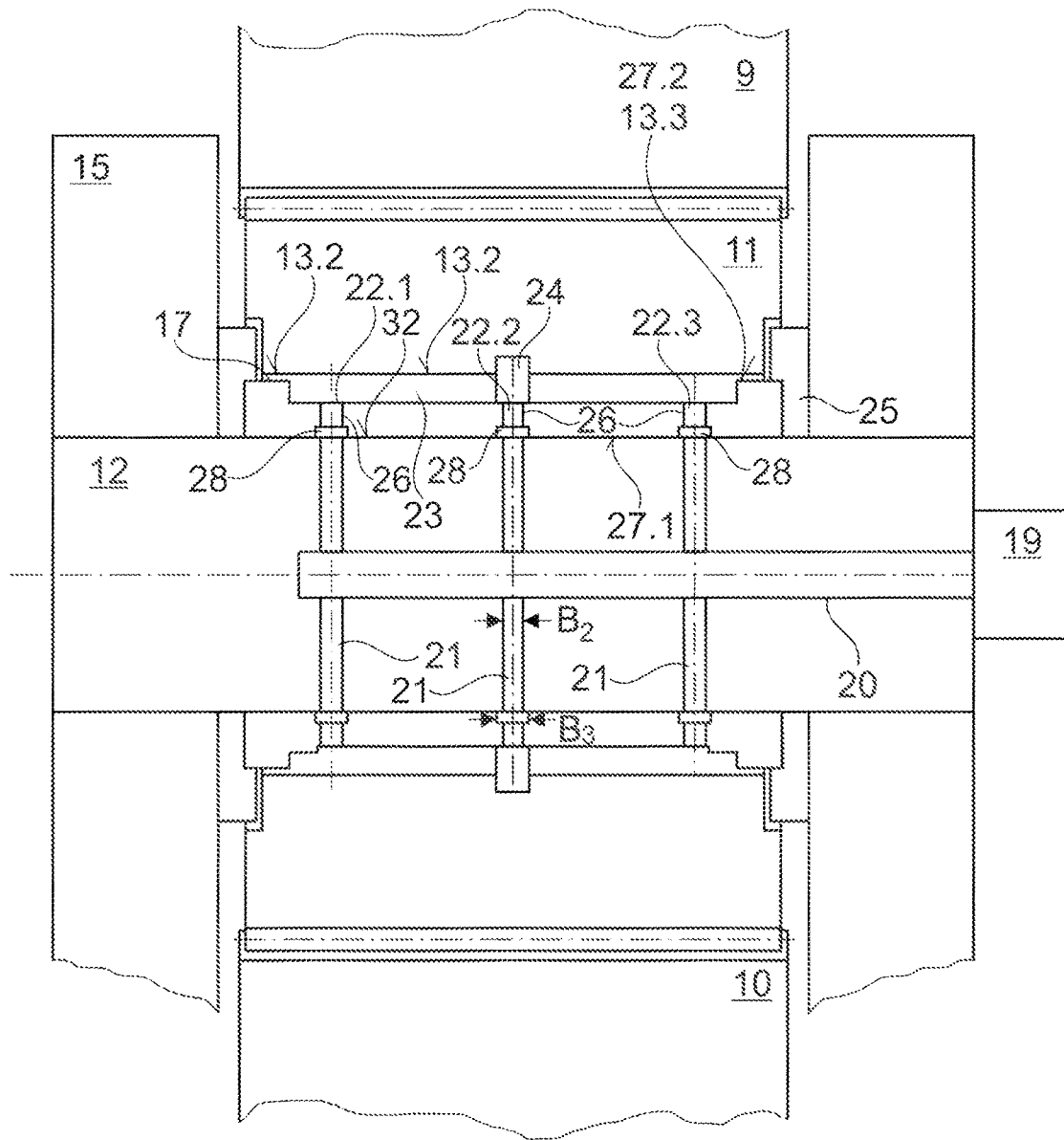


Fig. 3

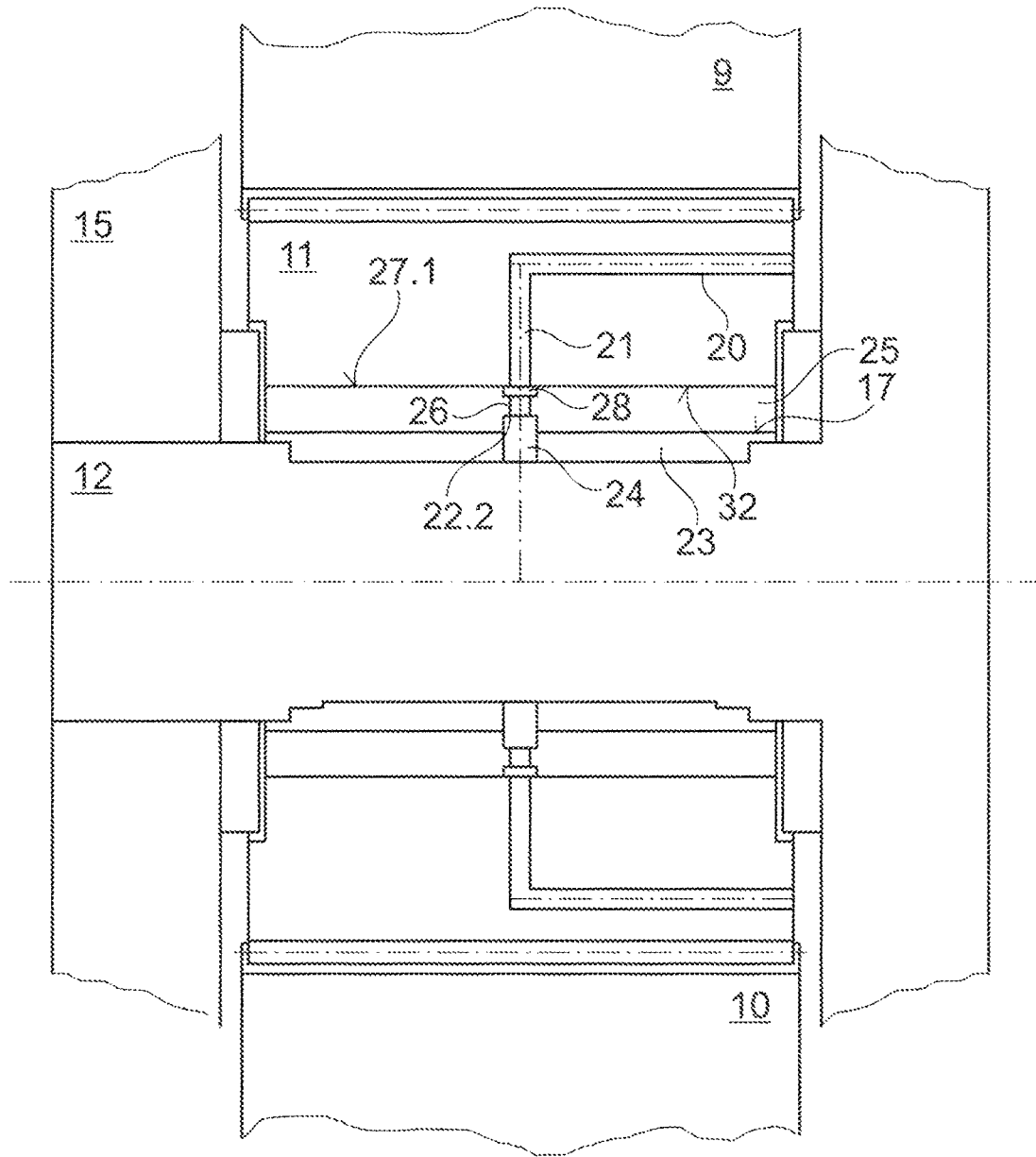


Fig. 4

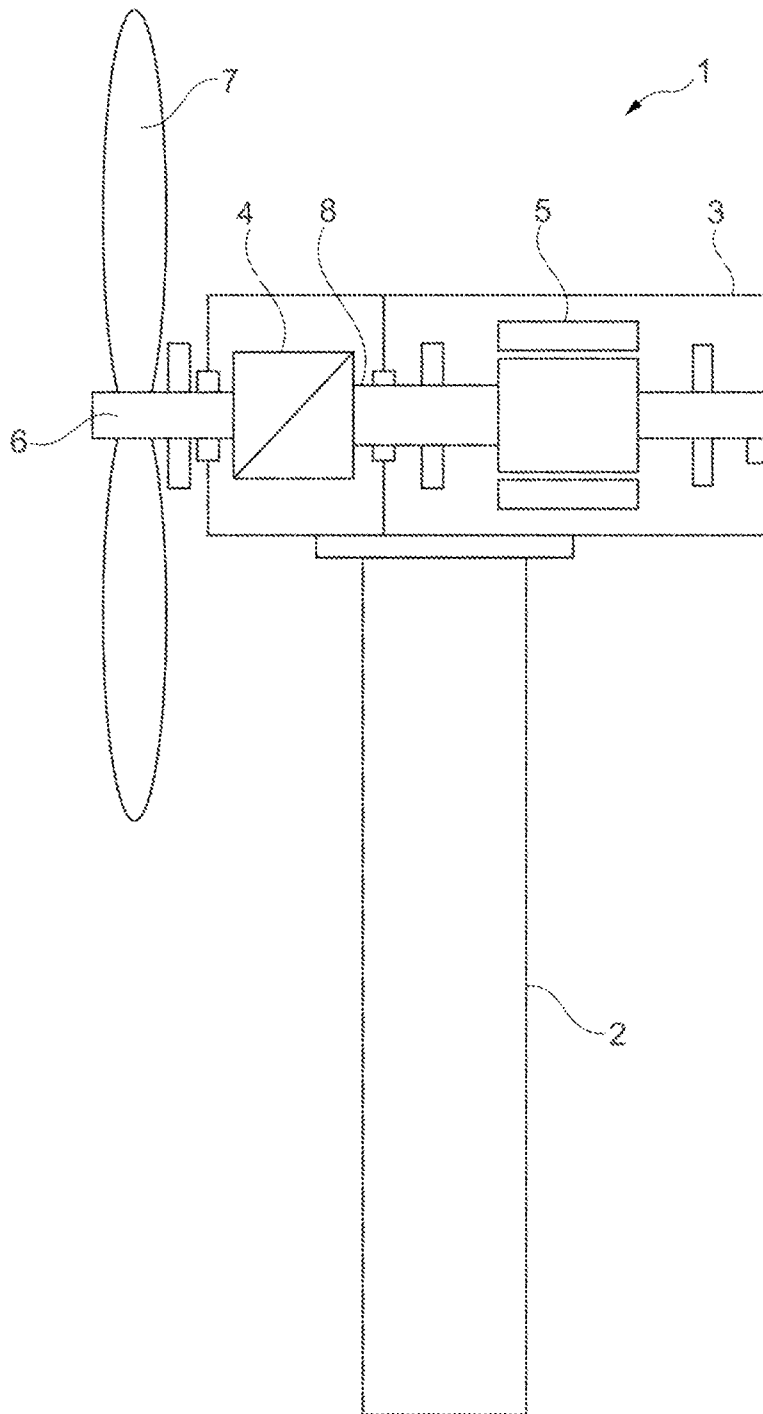


Fig. 5

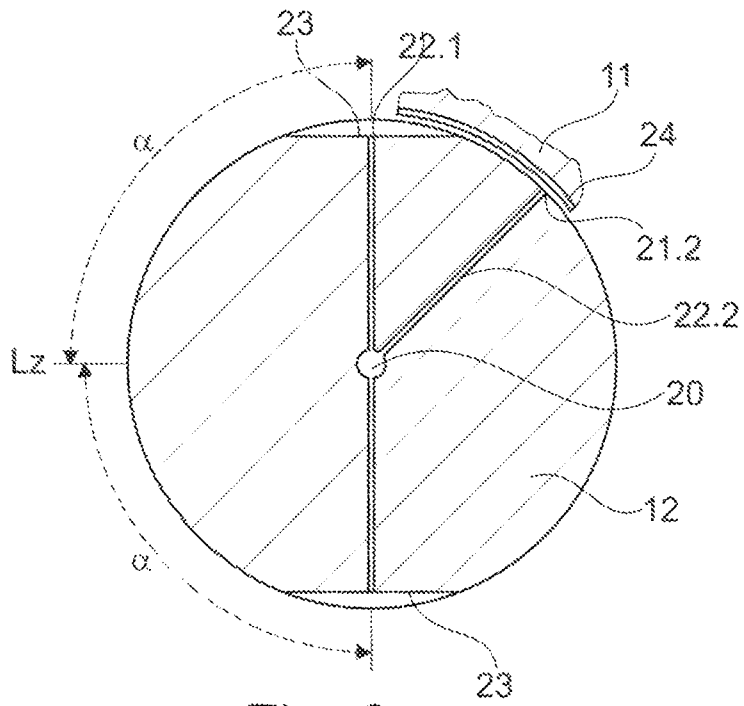


Fig. 6a

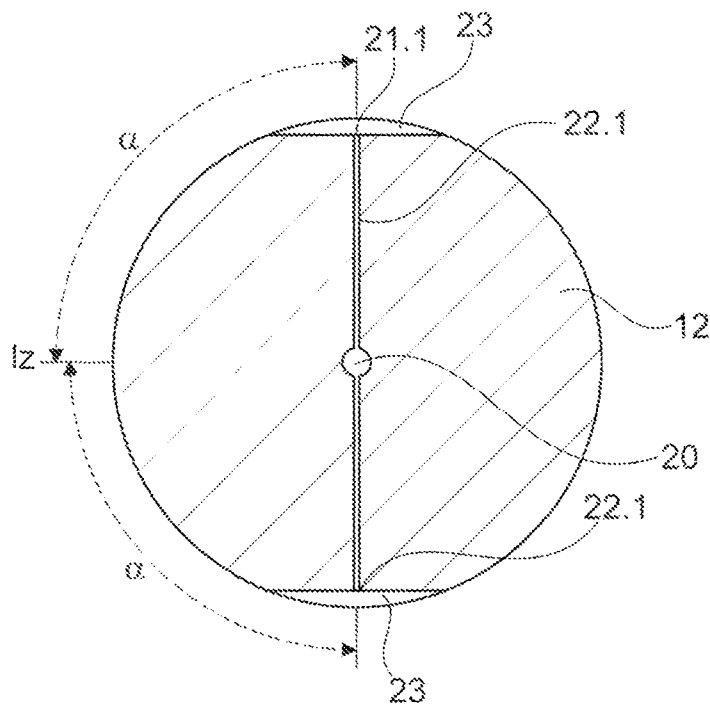


Fig. 6b

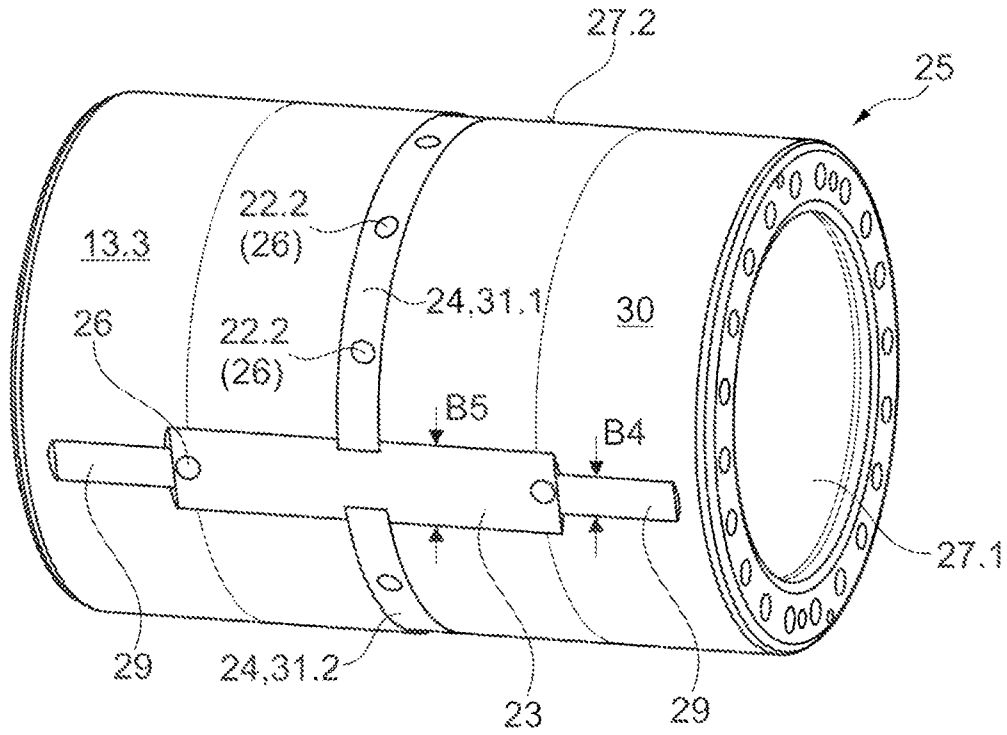


Fig. 7a

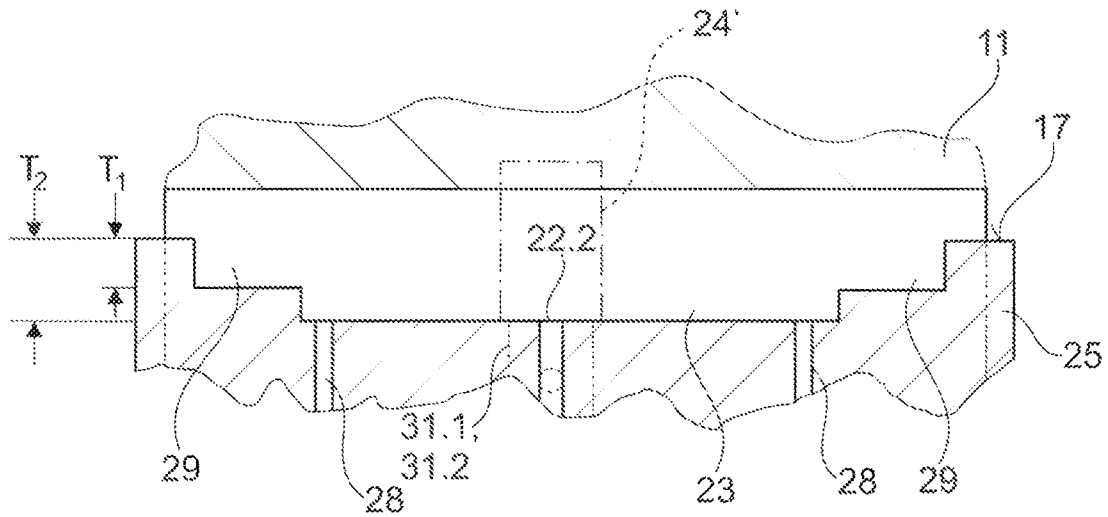


Fig. 7b