

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 288**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)

F03D 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2018** **PCT/DK2018/050343**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019** **WO19238179**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2018** **E 18821999 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3807532**

54 Título: **Conexión de tren de potencia de turbina eólica**

30 Prioridad:

14.06.2018 DK PA201870391

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

19.10.2023

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

SKIFTER, LARS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 951 288 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

Conexión de tren de potencia de turbina eólica

Campo de la invención

La invención se refiere a un tren de potencia para una turbina eólica que comprende al menos un primer componente de trenes de potencia y un segundo componente de trenes de potencia, estando acoplada una salida rotatoria del primer componente de trenes de potencia a una entrada rotatoria del segundo componente de trenes de potencia y estando conectado un alojamiento del primer componente de trenes de potencia a un alojamiento del segundo componente de trenes de potencia de turbina eólica. La invención se refiere además a un método para conectar un primer componente de trenes de potencia de turbina eólica a un segundo componente de trenes de potencia de turbina eólica.

Antecedentes de la invención

Los trenes de potencia de turbinas eólicas convierten una rotación de baja velocidad de un buje de rotor impulsado por el viento en una rotación de mayor velocidad de un árbol de entrada para un generador eléctrico. Un componente importante del tren de potencia es la caja de engranajes. La caja de engranajes comprende normalmente varias etapas de caja de engranajes para un aumento gradual de la velocidad de rotación. Las etapas de caja de engranajes están encerradas por un alojamiento de cajas de engranajes. En la entrada de la caja de engranajes, un árbol de entrada de baja velocidad acopla la caja de engranajes al buje de rotor. Un cojinete principal soporta el árbol de rotación y la rotación del buje. En algunas turbinas eólicas, parte del árbol de baja velocidad y un elemento de acoplamiento entre el árbol de baja velocidad y la entrada de caja de engranajes están encerradas por un alojamiento de acoplamiento.

Las conexiones entre el alojamiento de cajas de engranajes y el alojamiento de acoplamiento se proporcionan generalmente mediante una pluralidad de pernos que se extienden a través de los alojamientos que van a conectarse. Para la transferencia óptima de par motor en el tren de potencia es importante que estén bien alineados los componentes de trenes de potencia posteriores y que las conexiones entre ellos estén apretadas y sean permanentes. Sin embargo, debido a las vibraciones y los pares motor grandes en el tren de potencia de una turbina eólica en funcionamiento, a lo largo del tiempo los pernos pueden aflojarse o incluso romperse. Cuando los primeros pernos se aflojan, la situación puede empeorar rápidamente. Cuando los dos alojamientos no están conectados de manera apretada, esto también puede dar como resultado una transferencia reducida de par motor entre los dos componentes de trenes de potencia. En algunas turbinas eólicas, el alojamiento de cojinete principal está soportado sobre un pedestal sobre el suelo de la góndola, con el elemento de acoplamiento, la caja de engranajes y el generador unidos al mismo en una disposición en voladizo. En una disposición de este tipo, el alojamiento de cojinete principal, el alojamiento de acoplamiento, la caja de engranajes y el generador están unidos con pernos junto con conexiones de brida y montados sobre el marco principal como disposición en voladizo. Normalmente, los momentos de flexión provocados por el peso de los componentes y los pares motor provocados por las aceleraciones de la góndola son asumidos por los pernos en las conexiones de brida. La transferencia de par motor en las conexiones de brida también son asumidos normalmente por la fricción resultante del pretensado de pernos. Debido al peso de especialmente la caja de engranajes y el generador y los altos pares motor que están asociados con el funcionamiento de la turbina eólica, una disposición de este tipo provoca una tensión adicional sobre los pernos que conectan los alojamientos de los diferentes componentes de trenes de potencia.

Para evitar estos problemas, son necesarias operaciones de mantenimiento regulares para reemplazar los pernos rotos y apretar los aflojados. El mantenimiento es una actividad que requiere tiempo y es costosa y habitualmente requiere la interrupción de la producción de energía por la turbina eólica. Esto es especialmente un problema para turbinas eólicas en el mar que son más difíciles de alcanzar y generalmente producen más potencia, lo que significa que se "pierde" más energía interrumpiendo la producción de energía.

Un enfoque conocido para reforzar las conexiones entre dos alojamientos de componentes de trenes de potencia de turbinas eólicas es simplemente usar más pernos de mayor tamaño. Los pernos están instalados habitualmente en una brida circular que rodea el árbol de rotación. Sin embargo, el éxito de este enfoque está limitado por el radio de la brida circular. Cuando la mayor parte de la brida ya está ocupada por pernos, sólo será posible añadir más proporcionando un alojamiento mayor. Otros ejemplos de documentos de la técnica anterior están disponibles en los documentos EP 2 808 545 A1, CN 104 653 647 y US 2017/023125.

Considerando los problemas indicados anteriormente en trenes de potencia de turbinas eólicas actuales, es un objeto de la invención mejorar las conexiones entre los alojamientos de diferentes componentes de trenes de potencia de turbina eólica.

Sumario de la invención

Según la invención, se logra este objeto proporcionando un tren de potencia para una turbina eólica que comprende al menos un primer componente de trenes de potencia y un segundo componente de trenes de potencia, estando acoplada una salida rotatoria del primer componente de trenes de potencia a una entrada rotatoria del segundo

- componente de trenes de potencia y encerrando un alojamiento de trenes de potencia los componentes de trenes de potencia. El alojamiento de trenes de potencia comprende al menos una primera sección de alojamiento de trenes de potencia que encierra al menos parte del primer componente de trenes de potencia y una segunda sección de alojamiento de trenes de potencia que encierra al menos parte del segundo componente de trenes de potencia. Una
- 5 conexión entre las dos secciones de alojamiento de trenes de potencia comprende una pluralidad de pernos instalados en los correspondientes orificios de perno de las dos secciones de alojamiento de trenes de potencia, y una pluralidad de pasadores de espiga instalados en los correspondientes orificios de pasador de espiga de las dos secciones de alojamiento de trenes de potencia, estando instalados los pasadores de espiga en los orificios de pasador de espiga mediante ajuste por contracción.
- 10 El uso de una conexión de este tipo entre dos secciones de alojamiento de trenes de potencia conduce a una distribución de carga más uniforme y puede ayudar a evitar micromovimientos entre las secciones de alojamiento y corrosión por fricción en, por ejemplo, las bridas o los orificios de pasador. Cuando se combinan los pernos y pasadores de espiga de ajuste por contracción según se reivindica, los pernos asumirán normalmente los momentos de flexión provocados por el peso de los componentes de trenes de potencia, mientras que los pasadores de espiga
- 15 asumen todas las fuerzas de cizalladura del par motor ejercido sobre el alojamiento de trenes de potencia.
- El ajuste por contracción es una técnica conocida para, por ejemplo, sistemas de tuberías industriales o la instalación de cojinetes. Con el ajuste por contracción, se logra un ajuste con apriete mediante un cambio de tamaño relativo después del ensamblado. Esto se logra habitualmente calentando o enfriando un componente antes del ensamblado y permitiendo que vuelva a la temperatura ambiental después del ensamblado, empleando el fenómeno
- 20 de la dilatación térmica para formar una junta. Por ejemplo, la dilatación térmica de una pieza de una tubería de desagüe metálica permite a un constructor fijar la pieza más fría a la misma. A medida que las piezas unidas alcanzan la misma temperatura, la junta se tensa y refuerza. Hasta ahora, no se ha considerado el ajuste por contracción para el fin de proporcionar una conexión apretada entre las secciones de alojamiento que encierran dos componentes de trenes de potencia de turbina eólica interconectados.
- 25 Por ejemplo, los pasadores de espiga pueden instalarse usando una herramienta guía para sujetar el pasador de espiga e insertar el pasador de espiga en un baño de nitrógeno líquido. Luego se desliza el pasador de espiga en uno de los orificios de pasador de espiga, donde se dilatará y establecerá una sujeción apretada en las secciones de alojamiento que encierran ambos componentes de trenes de potencia. Estas conexiones de ajuste por contracción son más fuertes y más permanentes que las conexiones de perno ya conocidas y, por tanto, permiten aumentar el
- 30 apriete del ajuste y reducir considerablemente el trabajo de mantenimiento que debe hacerse, sin la necesidad de proporcionar un alojamiento de trenes de potencia de mayor diámetro.
- Preferiblemente, los pasadores de espiga comprenden una característica de acoplamiento para permitir que se sujete la espiga mediante una herramienta guía cuando los pasadores de espiga se instalan en los orificios de pasador de espiga. Las características de acoplamiento pueden comprender, por ejemplo, uno o más orificios
- 35 roscados o no roscados. Cuando se sujeta el pasador de espiga con la herramienta guía, la herramienta guía puede usarse para sumergir el pasador de espiga en un baño de criógeno y/o empujarlo hacia uno de los orificios de pasador de espiga. El orificio roscado también puede usarse para facilitar la retirada del pasador de espiga cuando se desensambla (parte de) el tren de potencia con la ayuda de un cilindro hidráulico hueco y una varilla roscada que se monta en el orificio roscado.
- 40 Para una distribución óptima de todas las fuerzas mecánicas que trabajan en las secciones de alojamiento de trenes de potencia, la pluralidad de pernos pueden estar dispuestos en una disposición sustancialmente circular alrededor de la salida y/o entrada rotatoria.
- Para un fácil acceso de los pernos y los pasadores de espiga y para tener una gran área superficial para establecer la conexión, la primera sección de alojamiento de trenes de potencia y/o la segunda sección de alojamiento de
- 45 trenes de potencia puede comprender una brida sustancialmente circular y la pluralidad de pernos pueden estar dispuestos en la brida circular.
- Preferiblemente, al menos algunos de los pasadores de espiga se proporcionan en una posición entre dos de los pernos. Los pasadores de espiga no son necesariamente parte del círculo formado por los pernos, pero teniendo los pasadores de espiga instalados cerca de y en línea con los pernos se reducirá la tensión ejercida sobre los pernos.
- 50 Por ejemplo, al menos algunos de los pasadores de espiga se proporcionan en posiciones entre dos pares de los pernos. En una disposición de este tipo habrá aproximadamente el doble de pernos que de pasadores de espiga. Cada pasador de espiga en el círculo de conexión está seguido por dos pernos. Alternativamente, uno de los pasadores de espiga se proporciona entre cada par de pernos adyacentes.
- La conexión mejorada según la invención puede proporcionarse, por ejemplo, entre una caja de engranajes y un
- 55 componente de trenes de potencia distinto de una caja de engranajes, tal como entre un alojamiento de acoplamiento de árbol de baja velocidad y un alojamiento de cajas de engranajes, o entre un alojamiento de cajas de engranajes y un alojamiento de generador. Pero debe quedar claro que la invención no está limitada a estas conexiones y también puede usarse para conectar otros componentes de trenes de potencia de turbina eólica. Por ejemplo, una o ambas de la primera y segunda secciones de alojamiento de trenes de potencia puede ser una

sección intermedia de alojamiento de trenes de potencia. Con el término sección intermedia de alojamiento de trenes de potencia se entiende una sección de alojamiento de trenes de potencia, que no pretende tener en su interior un elemento específico, sino simplemente acoplar otras dos secciones de alojamiento. En particular esto podría ser un acoplamiento de las secciones de alojamiento del alojamiento de cojinete principal y el alojamiento de cajas de engranajes.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para conectar un primer componente de trenes de potencia de turbina eólica a un segundo componente de trenes de potencia de turbina eólica. El método comprende las etapas de alinear el primer componente de trenes de potencia con el segundo componente de trenes de potencia, insertar al menos un perno en un orificio de perno en una primera sección de alojamiento de trenes de potencia que encierra al menos parte del primer componente de trenes de potencia y en un correspondiente orificio de perno en una segunda sección de alojamiento de trenes de potencia que encierra al menos parte del segundo componente de trenes de potencia, fijar el perno, ajustar por contracción un pasador de espiga en un orificio de pasador de espiga en la primera sección de alojamiento de trenes de potencia y en un correspondiente orificio de pasador de espiga en la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia.

La etapa de alinear puede asistirse insertando al menos un pasador guía, ya conectado a la primera sección de alojamiento de trenes de potencia en un orificio guía de la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia, o viceversa. Los pasadores guía pueden ser una parte integral de una de las secciones de alojamiento y/o pueden instalarse antes de alinear las dos secciones. Según una realización especial de la invención, el pasador guía está conectado a una de las secciones de alojamiento de trenes de potencia insertando el pasador guía en uno de sus orificios de pasador de espiga. Luego un correspondiente orificio de pasador de espiga en las otras secciones de alojamiento de trenes de potencia funciona como orificio guía y recibe el pasador guía durante la alineación de las dos secciones de alojamiento. Cuando las dos secciones de alojamiento están alineadas, preferiblemente después de haberse ya unos pocos pernos (no necesariamente apretados del todo), luego se retira el pasador guía del orificio de pasador de espiga para permitir que se ajuste un pasador de espiga en el mismo.

Se apreciará que pueden combinarse características preferidas y/u opcionales del primer aspecto de la invención con los otros aspectos de la invención. Se define la invención en sus diversos aspectos en las reivindicaciones independientes a continuación y se definen características ventajosas en las reivindicaciones dependientes a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, algunas realizaciones de la invención se describirán ahora con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

La figura 1 muestra esquemáticamente una turbina eólica en la que la presente invención podría usarse ventajosamente.

La figura 2 muestra una vista más cercana en parte del tren de potencia de turbina eólica.

La figura 3 muestra un acoplamiento que está alineado con un alojamiento de cajas de engranajes.

La figura 4 muestra una vista frontal de la caja de engranajes de un tren de potencia de turbina eólica según la invención.

La figura 5 muestra un pasador de espiga que está insertado en un orificio de pasador de espiga.

La figura 6 muestra una sección transversal de un pasador de espiga y una herramienta guía de pasador de espiga.

Descripción detallada

La figura 1 muestra esquemáticamente una turbina eólica 100 en la que podría usarse ventajosamente la presente invención. La turbina eólica 100 comprende una torre 10 con una góndola 20 encima de la misma, que comprende muchas de las partes funcionales de la turbina eólica 100. Un buje de rotor 30 se monta de manera rotatoria en el extremo delantero de la góndola 20 y porta varias palas de rotor 40. La turbina eólica 100 mostrada en este caso comprende tres palas de rotor 40, pero también son posibles turbinas eólicas con más o menos palas de rotor 40. La turbina eólica 100 produce energía eléctrica haciendo girar (guiñada) la góndola 20 de modo que el plano en el que las palas de rotor 40 rotan está posicionado más o menos perpendicular a la dirección del viento. En la góndola 20, se usa un generador para convertir la rotación del buje en electricidad.

La figura 2 muestra una vista más cercana de parte del tren de potencia de turbina eólica. En funcionamiento, el viento provoca la rotación de las palas de rotor 40 y del buje de rotor 30 (ambos no mostrados en esta figura). Un tren de potencia que está encerrado por la góndola 20 convierte la rotación del buje de rotor 30 en potencia eléctrica. Los cables de potencia discurren desde el tren de potencia, hacia abajo a través de la torre 10, hasta el suelo, donde puede usarse la potencia eléctrica, almacenarse en una batería o transferirse a una red eléctrica. El tren de potencia de esta turbina eólica 100 comprende un cojinete principal 21, proporcionado para soportar el árbol principal 24,

también denominado árbol de baja velocidad 24, con el buje de rotor 30 unido al mismo y facilitando su rotación. El árbol de baja velocidad 24, que rota junto con el buje de rotor 30, forma la entrada de una caja de engranajes 22 posterior. El árbol de entrada de baja velocidad 24 está acoplado a la entrada de la caja de engranajes mediante un acoplamiento 26. El cojinete principal 21, el acoplamiento 26 y la caja de engranajes 22 están cada uno encerrados por un alojamiento 211, 261, 221. Los alojamientos 211, 261, 221 de componentes de trenes de potencia 21, 26, 22 posteriores también están conectados entre sí. En la figura 2, sólo pueden observarse los alojamientos 211, 261, 221 de estos componentes de trenes de potencia 21, 26, 22. Los números de referencia que hacen referencia al cojinete principal 21, el acoplamiento 26 y la caja de engranajes 22, por tanto, también apuntan a los alojamientos 211, 261, 221 de los respectivos componentes de trenes de potencia 21, 26, 22.

En la caja de engranajes 22, la velocidad de rotación del buje de rotor de baja velocidad 30 en la entrada de la caja de engranajes se convierte en una velocidad de rotación mayor para el generador eléctrico 23 en la salida de la caja de engranajes. La caja de engranajes 22 comprende normalmente múltiples secciones para aumentar la velocidad de rotación en dos o más etapas. Las secciones de caja de engranajes forman juntas una unidad individual de caja de engranajes 22 que está encerrada por un alojamiento de cajas de engranajes 221. Un generador eléctrico 23 convierte la potencia rotatoria del árbol de salida de la caja de engranajes de alta velocidad en potencia eléctrica útil que luego se transporta hacia abajo a través de la torre de turbina eólica 10. En este tren de potencia, el alojamiento 231 del generador eléctrico 23 está unido con pernos al alojamiento de cajas de engranajes 221. Alternativamente, un segundo acoplamiento puede instalarse entre la caja de engranajes 22 y el generador 23. Este segundo acoplamiento puede estar encerrado por un segundo alojamiento de acoplamiento. Alternativamente, este segundo acoplamiento está completa o parcialmente encerrado por porciones extensoras del alojamiento de cajas de engranajes 221 y/o el alojamiento de generador 231. Debe observarse, que un alojamiento de acoplamiento 261 también puede proporcionarse entre el alojamiento de cojinete principal 211 y el alojamiento de cajas de engranajes 221 o entre cualesquiera otros dos componentes de trenes de potencia, incluso si no existe un componente de trenes de potencia independiente encerrado por un alojamiento de acoplamiento 261 de este tipo. Por ejemplo, el alojamiento de cojinete principal 211 puede conectarse directamente a la caja de engranajes 22, mientras que un alojamiento de acoplamiento 261 acopla el alojamiento de cojinete principal 211 al alojamiento de cajas de engranajes 221.

En este tren de potencia a modo de ejemplo, adaptado para su uso en una turbina eólica en el mar grande, el alojamiento de cojinete principal 211 está soportado sobre un pedestal 25 de pie sobre el suelo de la góndola. El acoplamiento 26, la caja de engranajes 22 y el generador 23 están todos en voladizo con respecto al alojamiento de cojinete principal 211. Para una construcción de este tipo para soportar la caja de engranajes 22 y el generador 23 pesados, es importante tener una fuerte conexión entre el alojamiento de cojinete principal 211 y el alojamiento de acoplamiento 261, así como entre el alojamiento de acoplamiento 261 y el alojamiento de cajas de engranajes 221.

A continuación, la conexión entre el alojamiento de acoplamiento 261 y el alojamiento de cajas de engranajes 221 se describe con más detalle. Sin embargo, la invención no está limitada a esta conexión particular entre los componentes de trenes de potencia y es, por ejemplo, también aplicable al alojamiento de cojinete principal 211 para acoplar la conexión de alojamiento 261 y/o para conexiones entre el alojamiento de cajas de engranajes 221 y el alojamiento de generador 231. Se observa además que secciones independientes del alojamiento de trenes de potencia pueden encerrar, tal como se describe a continuación, componentes de trenes de potencia independientes. Sin embargo, también es posible que una sección de alojamiento de trenes de potencia sólo encierre una porción del componente de trenes de potencia. La sección de alojamiento que encierra el componente de trenes de potencia posterior puede tener luego una porción extendida para cubrir la porción aún no encerrada del componente de trenes de potencia anterior. Alternativamente, una sección intermedia de alojamiento de trenes de potencia puede acoplar las secciones de alojamiento que encierran dos componentes de trenes de potencia adyacentes. Ambas de tales conexiones a una sección intermedia de alojamiento de trenes de potencia pueden usar el concepto inventivo tal como se describe en el presente documento.

La figura 3 muestra una caja de engranajes 22 que está alineada con el alojamiento de acoplamiento 261. En este caso, el alojamiento de acoplamiento 261 puede conectarse ya al alojamiento de cojinete principal 211 cuando se usa una grúa para acercar la caja de engranajes 22 a la cara del extremo opuesto del alojamiento de acoplamiento 261. En una realización, en primer lugar se conectan entre sí el alojamiento de acoplamiento 261 y el alojamiento de cajas de engranajes 221, antes de conectarse al alojamiento de cojinete principal 211. Esta conexión entre el alojamiento de acoplamiento 261 y el alojamiento de cajas de engranajes 221 pueden realizarse ya en la fábrica, lejos de la ubicación donde se colocará la turbina eólica 100. Los pasadores guía 63 que son una parte integral del alojamiento de cajas de engranajes 221, o que acaban de insertarse en el mismo, indican donde tienen que ubicarse los correspondientes orificios guía (no mostrados) en el alojamiento de acoplamiento 261 para permitir la unión del alojamiento de cajas de engranajes 221 al alojamiento de acoplamiento 261. Los orificios guía en el alojamiento de acoplamiento 261 pueden ser orificios dedicados que únicamente se usan en la fase de alineación. Alternativamente, los pasadores guía 63 se insertan en un orificio de pasador de espiga o un orificio de perno del alojamiento de cajas de engranajes 221 y se retirarán más tarde en el procedimiento de conexión. En este dibujo, se muestra que los pernos 42 ya se han insertado en los orificios de perno del alojamiento de cajas de engranajes 221 antes de que se alineen apropiadamente los dos alojamientos 221, 261, pero también pueden proporcionarse más tarde, después de la fase de alineación. Por supuesto, es igualmente posible tener los pasadores guía 63 sobresaliendo del alojamiento de acoplamiento 261 y alinear los pasadores guía 63 con orificios guía, orificios de

pasador de espiga 431 u orificios de perno 421 en el alojamiento de cajas de engranajes 221.

La figura 4 muestra una vista frontal de la caja de engranajes 22 de un tren de potencia de turbina eólica 100 según una realización de la invención. El alojamiento de cajas de engranajes 221 comprende una brida circular 41 con orificios de perno 421 y orificios de pasador de espiga 431 dispuestos todos alrededor de la brida 41. Uno o más de estos orificios 421, 431 pueden usarse como orificio guía durante la fase de alineación. Puede usarse un marcador visual para indicar qué orificio 421, 431 debe usarse como orificio guía. De manera similar, puede marcarse visualmente el correspondiente orificio guía en el alojamiento de acoplamiento 261. En esta realización, se usan el doble de orificios de perno 421 que de orificios de pasador de espiga 431. Cada orificio de pasador de espiga 431 está seguido por dos orificios de perno 421. Por supuesto, también son posibles otras disposiciones, tal como por ejemplo tener un orificio de pasador de espiga 431 después de cada orificio de perno.

La figura 5 muestra un pasador de espiga 43 que está insertado en un orificio de pasador de espiga 431. Se usa una herramienta guía 50 para sujetar y mover el pasador de espiga 43 mientras que se inserta en los correspondientes orificios de pasador de espiga 431 del alojamiento de cajas de engranajes 22 y el acoplamiento 26. En esta figura, el pasador de espiga 43 insertado desde el lado de caja de engranajes, pero dependiendo del diseño de caja de engranajes, puede ser más sencillo o igual de fácil de insertar los pasadores de espiga 43 desde el otro lado. Antes de insertar el pasador de espiga 43 en los orificios de pasador de espiga 431, puede enfriarse para contraerse a un tamaño suficientemente pequeño para ajustarse a los orificios 431. El enfriamiento se realiza, por ejemplo, insertando el pasador de espiga 43 en un baño de nitrógeno líquido o un criógeno diferente. Debido a que la manipulación de nitrógeno líquido es más fácil en una fábrica que en una góndola encima de una torre de turbina eólica, el alojamiento de acoplamiento 261 y el alojamiento de cajas de engranajes 221 se conectan ya preferiblemente en una fábrica y luego se transportan a la turbina eólica como una única unidad. También otros componentes, tales como el generador 23 pueden conectarse ya en la fábrica. Luego se usa la herramienta guía 50 para llevar el pasador de espiga 43 al orificio de pasador de espiga 431 y empujarlo hacia el interior. Si está muy ajustado, puede usarse un martillo deslizante 53 proporcionado opcionalmente en el árbol 51 de la herramienta guía 53 para martillar el pasador de espiga 43 por el orificio 431. Por supuesto, podría realizarse un trabajo similar usando un martillo normal. Puede proporcionarse una superficie de alineación plana 52 en la superficie de contacto de la herramienta guía 50 con el pasador de espiga 43 para asegurarse de que el pasador de espiga 43 no se empuja hasta una profundidad excesiva en los orificios de pasador de espiga 431.

La figura 6 muestra una sección transversal de un pasador de espiga 43 y una herramienta guía de pasador de espiga 50. Además de lo que ya se ha mostrado en y explicado con referencia a la figura 5, esta sección transversal también muestra una característica de acoplamiento en el pasador de espiga 43 en forma de un rebaje 44. El rebaje 44 permite que un elemento de sujeción 54 de la herramienta guía 50 que va a insertarse en y acoplarse con el pasador de espiga 43. El rebaje 44 y el elemento de sujeción 54 pueden comprender roscas de cooperación o el elemento de sujeción puede comprender material magnético para sujetarse al pasador de espiga 43. Alternativa o adicionalmente, seleccionando un material adecuado para el elemento de sujeción, el elemento de sujeción puede ajustarse por contracción al pasador de espiga 43 tras la inserción en el baño de nitrógeno. Cuando se calienta de nuevo después de la inserción en los orificios de pasador de espiga 431, el elemento de sujeción 54 y el rebaje 44 volverán a sus tamaños originales de nuevo permitiendo una retirada fácil de la herramienta guía 50 del rebaje 44.

Se apreciará que pueden combinarse características preferidas y/u opcionales del primer aspecto de la invención con los otros aspectos de la invención. La invención en sus diversos aspectos se define en las reivindicaciones independientes y se definen características ventajosas en las reivindicaciones dependientes a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) que comprende al menos un primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) y un segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26), estando acoplada una salida rotatoria del primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) a una entrada rotatoria del segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) y encerrando un alojamiento de trenes de potencia los componentes de trenes de potencia (21, 22, 23, 26), comprendiendo el alojamiento de trenes de potencia al menos una primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) que encierra al menos parte del primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) y una segunda sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) que encierra al menos parte del segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26), una conexión entre la primera y la segunda secciones de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) que comprende:

una pluralidad de pernos (42) instalados en los correspondientes orificios de perno (421) de la primera y la segunda secciones de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261), y

una pluralidad de pasadores de espiga (43) instalados en los correspondientes orificios de pasador de espiga (431) de la primera y la segunda secciones de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261), habiéndose instalado los pasadores de espiga (43) en los orificios de pasador de espiga (431) mediante ajuste por contracción.
2. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 1, en el que los pasadores de espiga (43) comprenden una característica de acoplamiento para permitir que el pasador de espiga (43) se sujete mediante una herramienta guía cuando se instala en los orificios de pasador de espiga (431).
3. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 1 o 2, en el que el ajuste por contracción comprende enfriar los pasadores de espiga (43).
4. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pluralidad de pernos (42) están dispuestos en una disposición sustancialmente circular alrededor de la salida y/o entrada rotatoria.
5. Un tren de potencia para turbina eólica (100) según la reivindicación 4, en el que la primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) y/o la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) comprenden una brida sustancialmente circular (41) y en el que la pluralidad de pernos (42) están dispuestos en la brida circular (41).
6. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 4 o 5, en el que al menos algunos de los pasadores de espiga (43) se proporcionan en una posición entre dos de los pernos (42).
7. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 6, en el que al menos algunos de los pasadores de espiga (43) se proporcionan en una posición entre dos pares de los pernos (42).
8. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 6, en el que uno de los pasadores de espiga (43) se proporciona entre cada par de pernos (42) adyacentes.
9. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia es un alojamiento de cajas de engranajes (221) y la primera sección de alojamiento de trenes de potencia no es un alojamiento de cajas de engranajes.
10. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según la reivindicación 9, en el que la primera sección de alojamiento de trenes de potencia es una sección intermedia de alojamiento de trenes de potencia entre un alojamiento de cojinete principal (211) y un alojamiento de cajas de engranajes (221).
11. Un tren de potencia para una turbina eólica (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el primer componente de trenes de potencia es una caja de engranajes (22) y el segundo componente de trenes de potencia es un generador (23).
12. Un método para conectar un primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) de turbina eólica (100) a un segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) de turbina eólica (100), comprendiendo el método las etapas de:

alineal el primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) con el segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26),

insertar al menos un perno (42) en un orificio de perno (421) en una primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) que encierra al menos parte del primer componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26) y en un correspondiente orificio de perno (421) en una segunda sección de

alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) que encierra al menos parte del segundo componente de trenes de potencia (21, 22, 23, 26),

fijar el perno,

5 ajustar por contracción un pasador de espiga (43) en un orificio de pasador de espiga (431) en la primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) y en un correspondiente orificio de pasador de espiga (431) en la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261).

13. Un método según la reivindicación 12, en el que el ajuste por contracción comprende enfriar el pasador de espiga (43), preferiblemente enfriar el pasador de espiga (43) con el uso de un criógeno, tal como nitrógeno líquido.

10 14. Un método según la reivindicación 12, en el que la etapa de alinear comprende insertar al menos un pasador guía (63), ya conectado a la primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) en un orificio guía de la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261), o viceversa.

15 15. Un método según la reivindicación 14, en el que el pasador guía (63) está conectado a la primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261) insertando el pasador guía (63) en un orificio de pasador de espiga (431) de la primera sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261),

el orificio guía es un correspondiente orificio de pasador de espiga (431) de la segunda sección de alojamiento de trenes de potencia (211, 221, 231, 261), y

20 el método comprende además retirar el pasador guía (63) de los orificios de pasador de espiga (431) y ajustar por contracción un pasador de espiga (43) en los mismos.

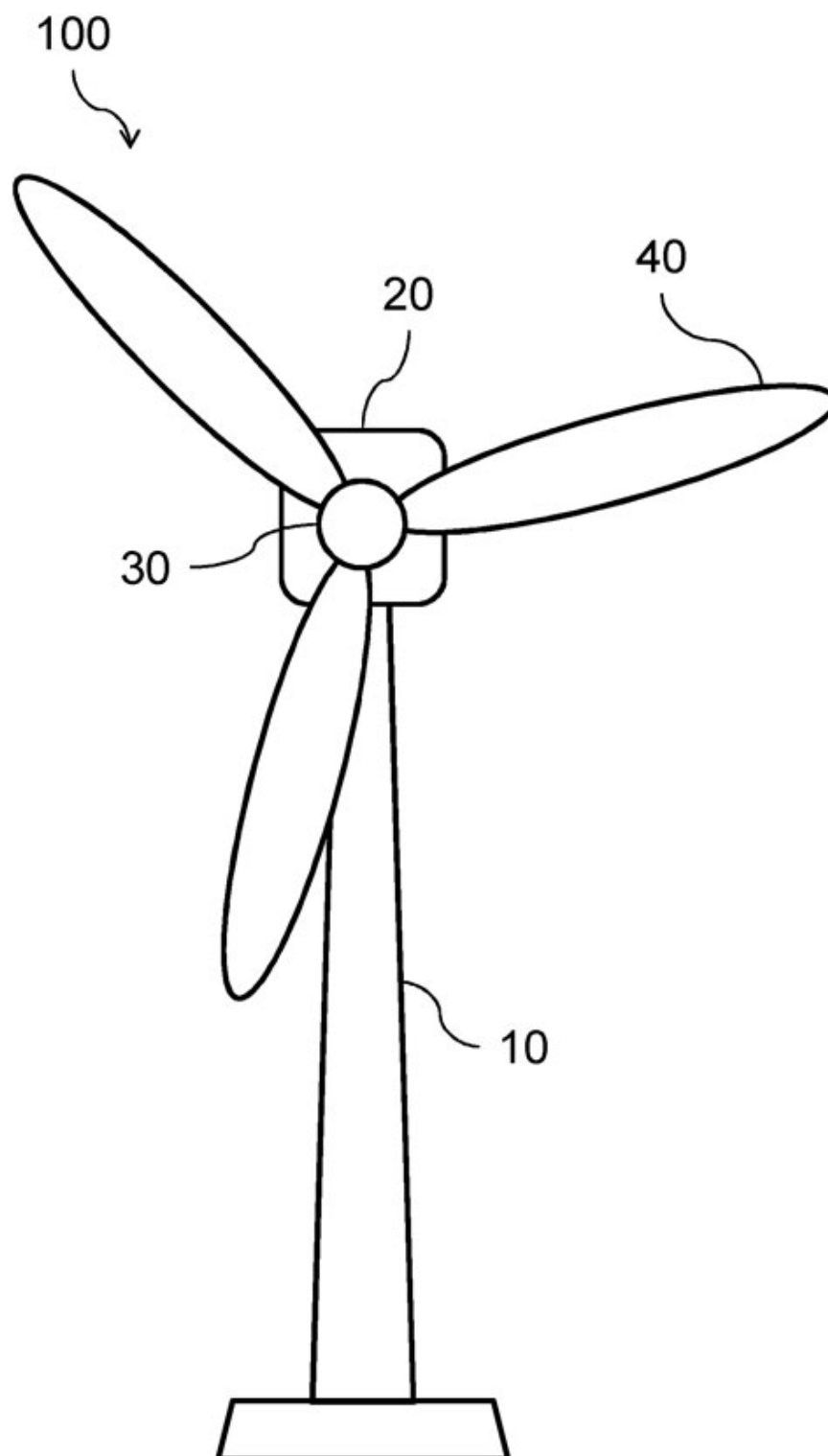


Fig. 1

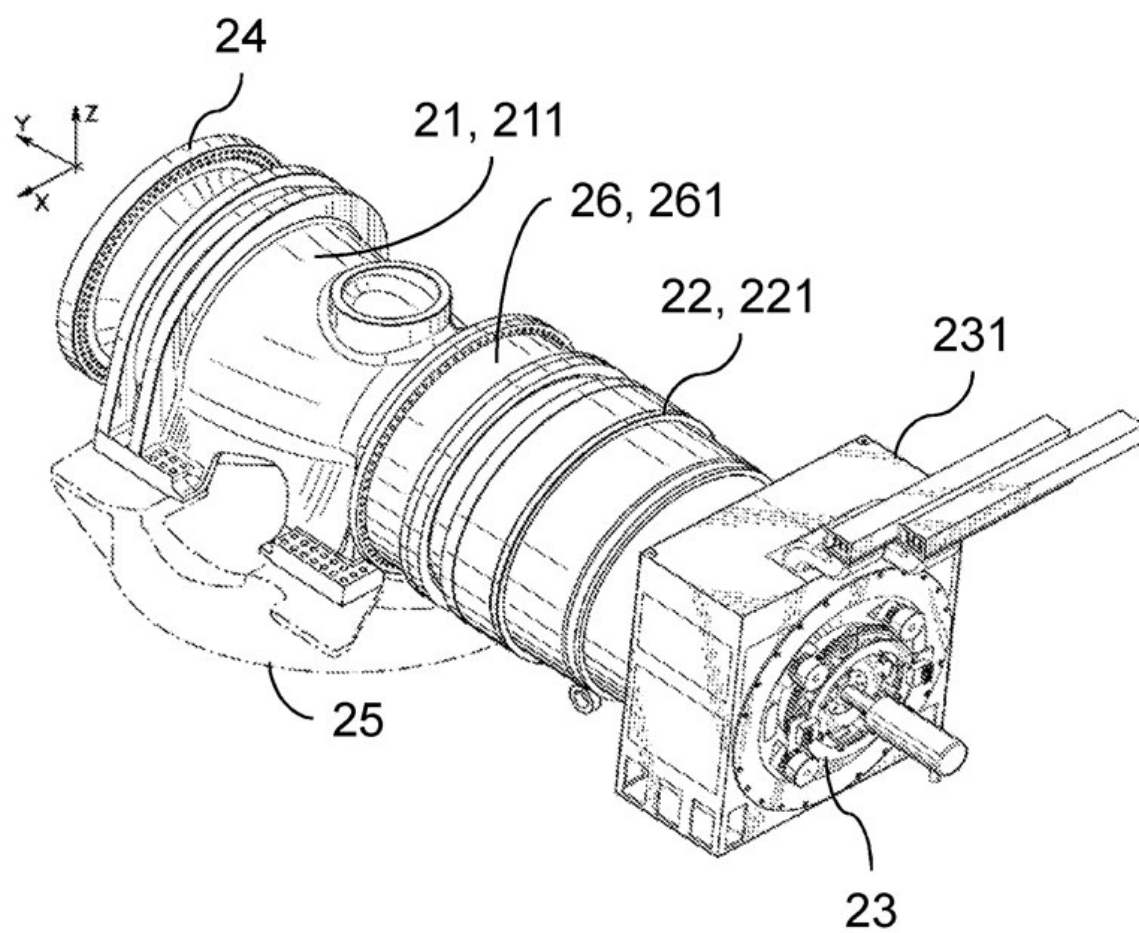


Fig. 2

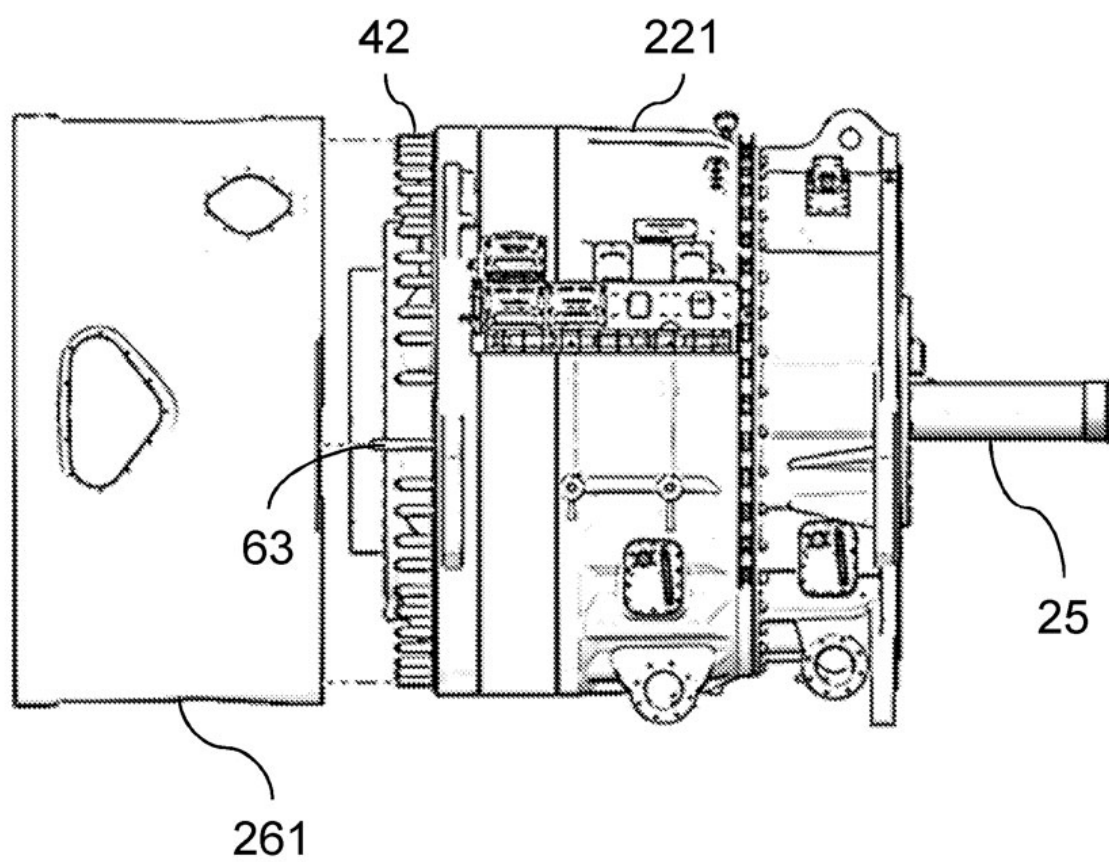


Fig. 3

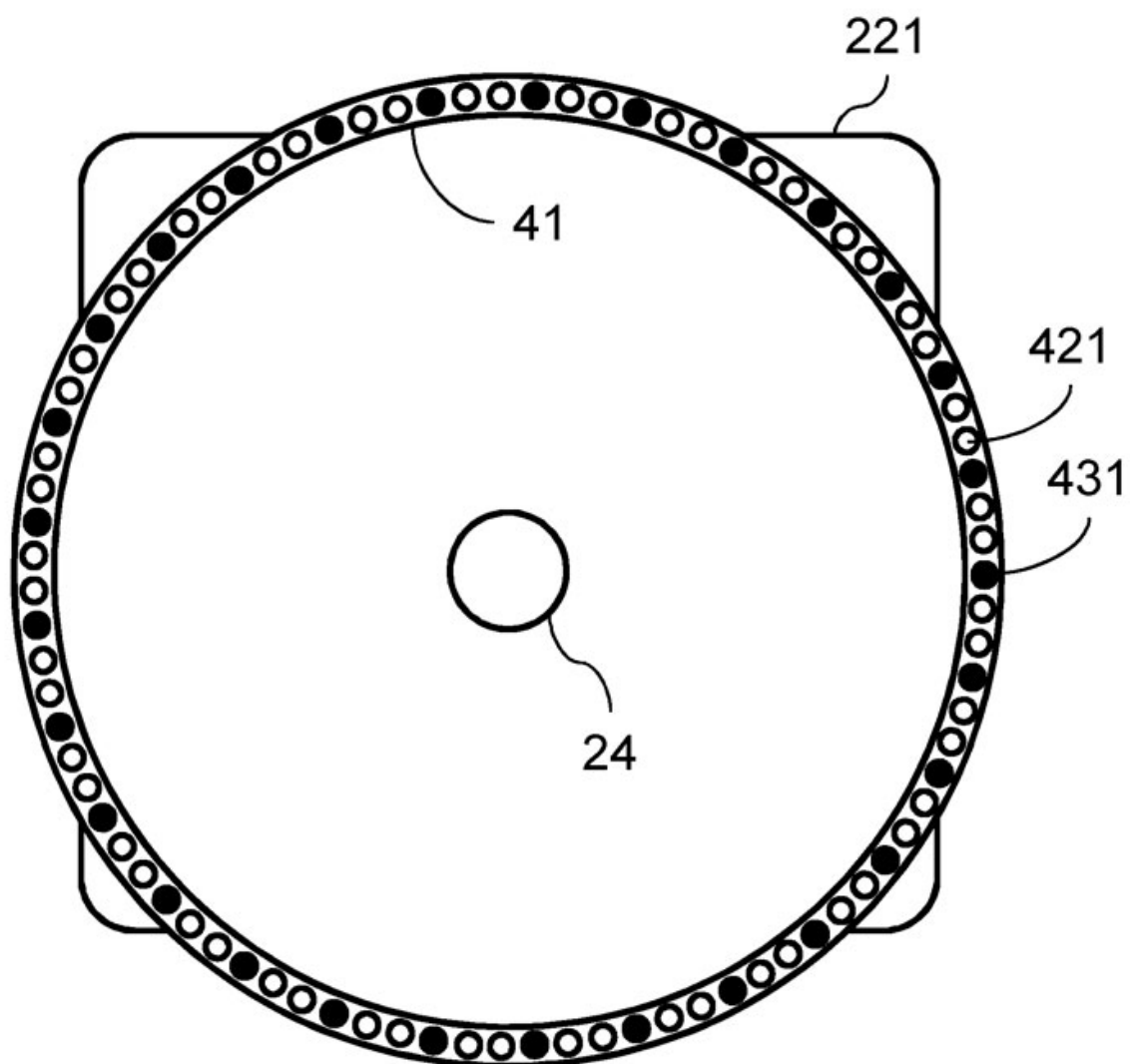


Fig. 4

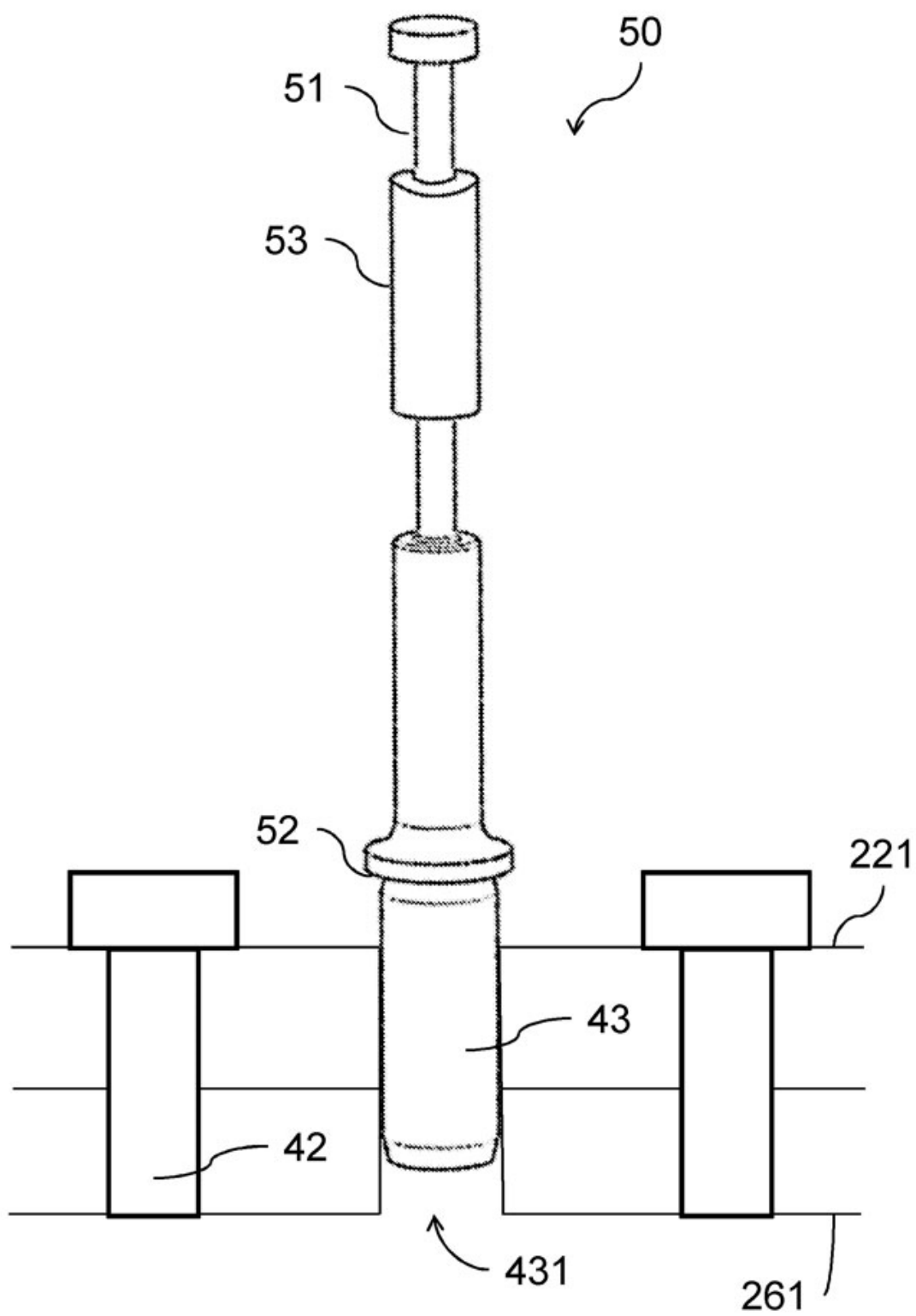


Fig. 5

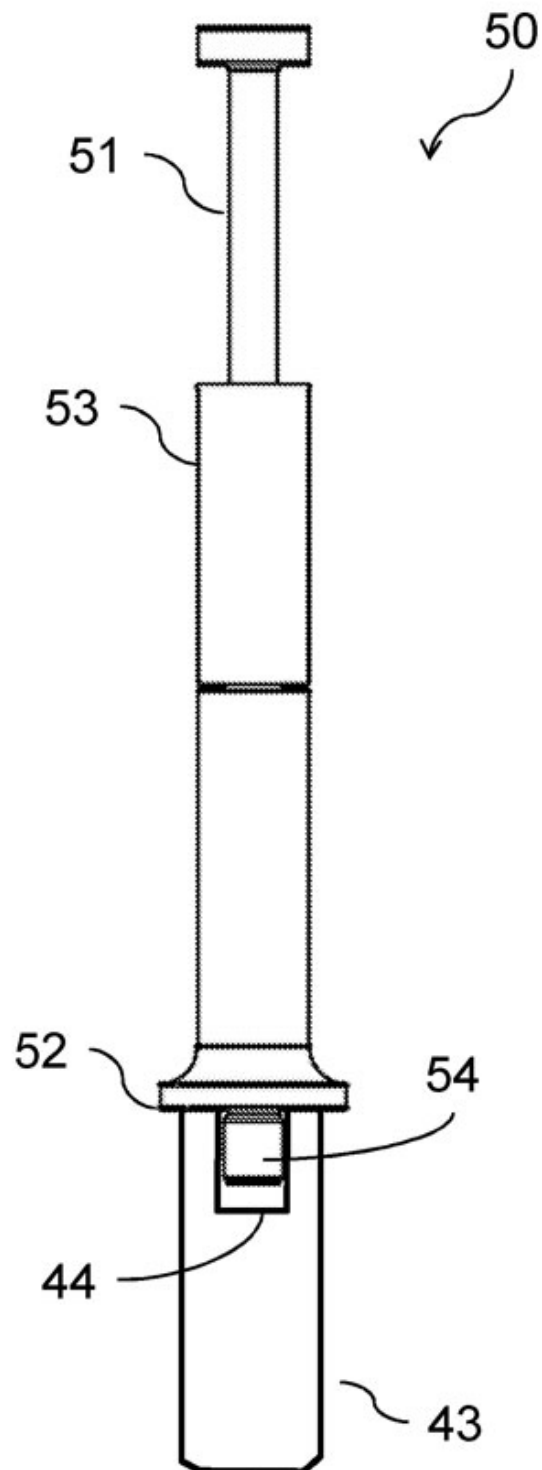


Fig. 6