

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 588**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2013 E 13730472 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2859230**

54 Título: **Conjunto de cojinete principal para una turbina eólica**

30 Prioridad:

10.06.2012 US 201261657846 P
12.09.2012 DK 201270558

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
19.05.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BITSCH, MICHAEL LUNDGAARD

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 570 588 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

Conjunto de cojinete principal para una turbina eólica

Campo técnico

- 5 La invención se refiere a una cadena de tracción para una turbina eólica de eje horizontal, que comprende un árbol principal provisto con un reborde de unión de un rotor adaptado para conectarse con un rotor de la turbina eólica, y un alojamiento de cojinete principal que soporta el árbol principal por medio de un primer cojinete y un segundo cojinete. La invención se refiere igualmente a un alojamiento de un cojinete principal para una turbina eólica de eje horizontal, adaptado para rodear al menos parcialmente un árbol principal conectado a un rotor de la turbina eólica, presentando el alojamiento de cojinete principal un reborde de unión de componente sustancialmente circular para una conexión del alojamiento de cojinete principal a un componente adicional de la cadena de tracción, en el que el componente adicional de la cadena de tracción y el rotor se ubican en extremos opuestos del alojamiento de cojinete principal.

Antecedentes

- 15 Las turbinas eólicas de eje horizontal incluyen usualmente una torre que soporta en su parte superior una góndola, y un rotor montado en una cadena de tracción que se aloja en la góndola. La cadena de tracción incluye habitualmente un árbol principal, una transmisión y un generador. En muchas turbinas, el árbol principal está soportado, mediante dos cojinetes distanciados axialmente, por un alojamiento de cojinete principal. La conexión entre el árbol principal y el árbol de entrada a la transmisión puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo podría ser una conexión rígida, o podría incluir un acoplamiento de baja velocidad como se ejemplifica en el documento WO2012052022A1 que permite algo de flexibilidad en el alineamiento de los árboles. En algunos casos, cada uno del alojamiento de cojinete principal, la transmisión y el generador tiene su soporte directo respectivo a una estructura de soporte de la góndola. En otros casos, la transmisión y el generador están en voladizo, como se ejemplifica a continuación, con respecto al alojamiento de cojinete principal, y en tales casos la articulación entre el alojamiento de cojinete principal y un cuerpo fijo de la transmisión experimentará fuerzas relativamente grandes. Además, ciertos tipos de acoplamientos de baja velocidad tienen un diámetro relativamente grande. Esto requerirá un diámetro grande de cualquier conexión fija entre el alojamiento de cojinete principal y el cuerpo fijo de la transmisión. Por ejemplo, el alojamiento de cojinete principal y la transmisión se pueden conectar mediante una cubierta relativamente grande para un acoplamiento de baja velocidad entre el árbol principal y el árbol de entrada a la transmisión. Sin embargo, puede ser deseable proporcionar un árbol principal que tenga un diámetro relativamente pequeño en su conexión con la transmisión, y por lo tanto un cojinete pequeño entre el árbol principal y el alojamiento de cojinete principal.

Resumen

- 30 Un objeto de la invención es proporcionar un soporte del cojinete del árbol principal eficaz y fiable en una turbina eólica, y una conexión eficaz, en particular en lo que se refiere a cargas, entre un alojamiento de cojinete principal y un componente adicional de la cadena de tracción, tal como una transmisión.

- 35 Este objeto se consigue con una cadena de tracción para una turbina eólica de eje horizontal, cadena de tracción para una turbina eólica de eje horizontal que comprende:

- un árbol principal provisto con un reborde de unión del rotor adaptado para conectarse con un rotor de la turbina eólica, y un alojamiento de cojinete principal que tiene un cuerpo principal que rodea al menos parcialmente el árbol principal y se extiende desde un primer extremo hasta un segundo extremo, siendo una distancia desde el segundo extremo al reborde de unión del rotor más grande que una distancia desde el primer extremo al reborde de unión del rotor, presentando el cuerpo principal en el segundo extremo un reborde de unión de componente para una conexión del alojamiento a un componente adicional de la cadena de tracción,

- soportando el alojamiento de cojinete principal el árbol principal mediante un primer cojinete y un segundo cojinete, siendo una distancia entre el segundo cojinete y el reborde de unión del rotor más grande que una distancia entre el primer cojinete y el reborde de unión del rotor,

- 45 teniendo el alojamiento de cojinete principal un primer asiento para el primer cojinete, y un segundo asiento para el segundo cojinete,

- comprendiendo el alojamiento de cojinete principal un reborde del asiento que se extiende desde el cuerpo principal al menos parcialmente hacia dentro de modo radial, situándose el segundo asiento en un extremo distal del reborde del asiento.

- 50 Preferiblemente, el cuerpo principal del alojamiento de cojinete principal se extiende a lo largo del eje de giro del árbol

principal. En algunos modos de realización, el componente adicional de la cadena de tracción es una cubierta de acoplamiento de baja velocidad. En otros modos de realización, el reborde de unión de componente del alojamiento de cojinete principal está adaptado para una conexión directa del alojamiento con una parte fija de una transmisión o un generador.

- 5 El reborde del asiento que se extiende desde el cuerpo principal del alojamiento al menos parcialmente hacia dentro de modo radial proporciona que el reborde de unión de componente se ubique radialmente en relación a un eje de giro del árbol principal, por fuera del segundo asiento, esto es, la extensión del reborde del asiento tiene un componente en la dirección radial; podría tener igualmente un componente paralelo al eje de giro, pero en cualquier caso el reborde se orienta hacia dentro desde el cuerpo principal con un ángulo distinto a cero respecto al eje de giro.
- 10 La invención permitirá mejorar la gestión de fuerzas en cadenas de tracción en las que el componente/componentes adicional(es) de la cadena de tracción está(n) en voladizo respecto al alojamiento de cojinete principal. La razón es que la conexión entre el (los) componente(s) adicional(es) y el alojamiento de cojinete principal se puede hacer relativamente grande para reducir las fuerzas inducidas por el momento de flexión provocado por la disposición en voladizo, sin comprometer el diseño del conjunto de cojinete del árbol principal, que se puede mantener relativamente pequeño como dicta el tamaño del eje principal.

Así pues, las fuerzas reducidas permitirán una reducción en el material. Igualmente, como la conexión entre el alojamiento de cojinete principal y el componente adicional de la cadena de tracción se puede diseñar independientemente del conjunto de cojinete del árbol principal, se puede proporcionar una trayectoria de carga relativamente recta en el alojamiento de cojinete principal para los esfuerzos en los que incurre la disposición en voladizo, con un diámetro grande en la conexión con el componente adicional de la cadena de tracción.

Igualmente, la invención puede ser ventajosa cuando un acoplamiento de baja velocidad tiene un diámetro relativamente grande que requiere una cubierta grande para el acoplamiento. El reborde de unión de componente se puede hacer grande para una conexión a la cubierta, mientras que el cojinete del árbol principal se puede mantener considerablemente más pequeño para alojar el árbol principal.

- 25 El reborde del asiento se conforma como un cono truncado, en el que el extremo distal es el extremo más estrecho del cono truncado, y en el que la distancia del extremo distal al reborde de unión del rotor es mayor que la distancia desde el extremo más ancho del cono truncado al reborde de unión del rotor. La forma de cono truncado del reborde del asiento proporcionará un alineamiento del reborde del asiento con la trayectoria de fuerza asociada con el segundo cojinete, en particular cuando el segundo cojinete es un cojinete de rodillos ahusado, que presenta un ángulo de la siguiente manera
- 30 (como se ejemplifica en los dibujos descritos a continuación): cada uno de los rodillos del cojinete tiene un primer extremo del rodillo y un segundo extremo del rodillo, siendo la distancia entre el reborde de unión del rotor y el primer extremo del rodillo menor que la distancia entre el reborde de unión del rotor y el segundo extremo del rodillo, y siendo la distancia entre el eje de giro del árbol principal y el primer extremo del rodillo menor que la distancia entre el eje de giro y el segundo extremo del rodillo.

- 35 La invención proporciona igualmente un alojamiento de cojinete principal para una turbina eólica de eje horizontal, adaptado para rodear al menos parcialmente un árbol principal conectado a un rotor de la turbina eólica, presentando el alojamiento de cojinete principal un reborde de unión de componente sustancialmente circular para una conexión del alojamiento de cojinete principal a un componente adicional de la cadena de tracción, en el que el componente adicional de la cadena de tracción y el rotor se sitúan en extremos opuestos del alojamiento de cojinete principal, teniendo el
- 40 alojamiento de cojinete principal un primer asiento para un primer cojinete entre el alojamiento de cojinete principal y el árbol principal, y un segundo asiento para un segundo cojinete entre el alojamiento de cojinete principal y el árbol principal, siendo la distancia desde el reborde de unión de componente al primer asiento del cojinete mayor que la distancia desde el reborde de unión de componente al segundo asiento del cojinete, siendo el diámetro del reborde de unión de componente más grande que el diámetro del primer asiento del cojinete, y siendo el diámetro del segundo
- 45 asiento del cojinete igual a, o menor que, el diámetro del primer asiento del cojinete.

Así pues, como se ha mencionado anteriormente, el gran reborde de unión de componente proporciona una buena capacidad de gestión de fuerzas a la vista del componente adicional de la cadena de tracción que está en voladizo respecto al alojamiento de cojinete principal, mientras que se puede proporcionar un segundo cojinete relativamente pequeño de modo que se adapte a un diseño optimizado del árbol principal.

- 50 En este caso, el diámetro del reborde de unión de componente se entiende como el diámetro de una región para la transferencia de cargas entre el reborde de unión de componente y el componente adicional de la cadena de tracción. Por ejemplo, cuando hay una conexión de perno entre el reborde de unión de componente y el componente adicional de la cadena de tracción, con una única hilera de pernos y con los pernos orientados sustancialmente en paralelo con un eje de giro del árbol principal, el diámetro del reborde de unión de componente es el diámetro de un círculo imaginario formado

por las líneas centrales de la serie de pernos distribuidos a lo largo del reborde de unión de componente. Los diámetros de los asientos de cojinete se entienden como los diámetros de superficies respectivas de los asientos orientadas radialmente hacia dentro y que soportan los cojinetes respectivos.

- 5 Preferiblemente, la diferencia entre el diámetro del reborde de unión de componente y el diámetro del segundo asiento del cojinete es al menos el doble, preferiblemente el triple, de grande que la diferencia entre los diámetros de los asientos de los cojinetes primero y segundo. Preferiblemente, el diámetro del reborde de unión de componente es al menos un 30%, preferiblemente al menos un 40%, más preferiblemente al menos un 50%, más grande que el diámetro del asiento del segundo cojinete.

Descripción de los dibujos

- 10 A continuación se describirán modos de realización de la invención con referencia a los dibujos, en los cuales:
- la fig. 1 muestra una vista lateral parcial de una turbina eólica de eje horizontal,
- la fig. 2 muestra una vista en sección transversal de una parte de una cadena de tracción para una turbina eólica, coincidiendo la sección con el eje de giro de un rotor de la turbina eólica,
- la fig. 3 muestra una vista en perspectiva de la parte de cadena de tracción de la fig. 2,
- 15 la fig. 4 muestra una vista en perspectiva de la cadena de tracción parcialmente mostrada en la fig. 3,
- la fig. 5 muestra una vista en sección trasversal de una parte de una cadena de tracción de una turbina eólica de acuerdo con un modo de realización alternativo de la invención, coincidiendo la sección con el eje de giro de un rotor de la turbina eólica, y
- 20 la fig. 6 muestra una vista en sección transversal de una parte de una cadena de tracción para una turbina eólica de acuerdo con un modo de realización alternativo de la invención, coincidiendo la sección con el eje de giro de un rotor de la turbina eólica.

Descripción detallada

- 25 La turbina eólica de eje horizontal 1 de la fig. 1 incluye una torre que soporta en su parte superior una góndola 3 adaptada para oscilar alrededor de un eje vertical con relación a la torre. La turbina eólica incluye igualmente un rotor 4 con un buje 41 que soporta tres palas 42; alternativamente, podría haber más o menos de tres palas en el buje 41. El buje se monta en una cadena de tracción que se aloja en la góndola 3. La cadena de tracción incluye un árbol principal 5, una transmisión 6 y un generador 7.

- 30 La fig. 2 muestra partes de la cadena de tracción incluyendo el árbol principal 5. El eje de giro del rotor 4 y el árbol principal 5 se indica en la fig. 2 con una línea discontinua A. El árbol principal 5 está provisto, en un primer extremo (a la izquierda en la fig. 2) con un reborde de unión del rotor 5C que se conecta de modo fijo con el buje 41 (fig. 1). En un segundo extremo (a la derecha en la fig. 2), el árbol principal 5 se conecta a un acoplamiento de baja velocidad 61, conectado a su vez con un árbol de entrada 62 de la transmisión 6. El árbol principal 5 está soportado mediante un conjunto de cojinete principal 52, 53 mediante un alojamiento de cojinete principal 51. Como se puede observar en la fig. 3, el alojamiento de cojinete principal 51 se monta de modo fijo en un bastidor 31 de la estructura de góndola. Como se puede observar en la fig. 2, el conjunto de cojinete principal incluye unos cojinetes primero y segundo 52, 53, distribuidos a lo largo del eje de giro A del árbol principal 5. Los cojinetes primero y segundo son, en este modo de realización, cojinetes de rodillos, pero cualquiera de ellos podría ser alternativamente de cualquier tipo de cojinete, por ejemplo un cojinete de bolas.

- 40 El primer cojinete 52 se sitúa más cerca del buje que el segundo cojinete 53. El primer cojinete 52, o más concretamente, un anillo externo del primer cojinete 52, está ajustado en un primer asiento 511 presentado por el alojamiento de cojinete principal 51. El segundo cojinete 52 se sitúa cerca del acoplamiento de baja velocidad 61. Un anillo externo del segundo cojinete 53 se ajusta en un segundo asiento 512, presentado igualmente por el alojamiento de cojinete principal. Unos anillos internos de los cojinetes primero y segundo 52, 53 se ajustan en asientos 5A, 5B respectivos, presentados por el árbol principal 5.

- 45 El alojamiento de cojinete principal 51 comprende un cuerpo principal 514 que rodea el árbol principal 5 y se extiende sustancialmente en paralelo con el eje de giro A desde un primer extremo 5141 a un segundo extremo 5142. El primer extremo está más cerca del rotor que el segundo extremo. En el segundo extremo 5142 el cuerpo principal 514 presenta un reborde de unión de componente 513 para una conexión fija del alojamiento de cojinete principal 51 con una cubierta de acoplamiento de baja velocidad 611 (véase igualmente la fig. 3), dispuesta para cubrir el acoplamiento de baja velocidad 61. El reborde de unión de componente tiene una sección trasversal sustancialmente circular. El reborde de

unión de componente 513 se sitúa radialmente con relación al eje de giro A por fuera del segundo asiento 512. Dicho de otro modo, el reborde de unión de componente 513 se sitúa más alejado del eje de giro A que el segundo asiento 512.

Como se ilustra en la fig. 4, la transmisión 6 y el generador 7 no están soportados directamente sobre la estructura de la góndola. Antes bien, están en voladizo respecto al alojamiento de cojinete principal 51 por medio de la cubierta del acoplamiento de baja velocidad 611. Esto significa que el alojamiento de cojinete principal 51 y la cubierta del acoplamiento de baja velocidad 611 estarán sometidas a fuerzas relativamente grandes de los pesos de los componentes en voladizo 6, 7. Como se puede observar en la fig. 3, el cuerpo principal 514 del alojamiento de cojinete principal está en una parte 516 que se extiende desde el reborde de unión de componente 513 hacia el reborde de unión del rotor 5C conformado como un cono truncado. Esto proporcionará una trayectoria de carga relativamente recta para esfuerzos en el cuerpo principal provocados por los componentes en voladizo.

Para proporcionar la distancia radial más corta del segundo asiento 512, el alojamiento de cojinete principal está provisto con un reborde del asiento 515. El reborde del asiento 515 se extiende radialmente hacia dentro desde una superficie interna del cuerpo principal 514. El reborde del asiento 515 está provisto con el segundo asiento en su extremo distal interno. El reborde del asiento 515 presenta un ángulo distinto de cero con respecto a un plano imaginario orientado perpendicularmente al eje de giro A, y tiene por lo tanto la forma de un cono truncado con el extremo con el segundo asiento 512 que es el extremo más estrecho 5151 del cono truncado y situado más alejado del rotor 4 en comparación con el extremo más ancho 5152 del cono truncado donde el reborde del asiento 515 se une con el cuerpo principal 514. La unión entre el reborde del asiento 515 y el cuerpo principal 514 se sitúa a una distancia del segundo extremo 5142 y el reborde de unión de componente 513.

El acoplamiento de baja velocidad 61 puede ser de cualquier tipo, por ejemplo una de las soluciones descritas en el documento WO2012052022A1. En este ejemplo, el acoplamiento de baja velocidad tiene dos discos flexibles 612, que están en bordes internos respectivos conectados de modo fijo con el árbol principal 5 y el árbol de entrada a la transmisión 62, respectivamente. En bordes externos respectivos los discos flexibles 612 se unen de modo fijo mediante un cilindro 613. Tal acoplamiento de baja velocidad proporcionará alguna flexibilidad para permitir desalineamientos y otros fenómenos indeseados que pueden ocurrir en la cadena de tracción.

Debido al diseño del acoplamiento de baja velocidad 61, este tendrá un diámetro relativamente grande, y por lo tanto así lo tendrá la cubierta de acoplamiento de baja velocidad 611. Como se expuso, el cuerpo principal 514 del alojamiento de cojinete principal está en una parte 516 que se extiende desde el reborde de unión de componente 513 hacia el rotor conformada como un cono truncado (fig. 3), y esto proporciona una trayectoria de carga relativamente recta para esfuerzos en los que incurre el conjunto en voladizo. Además, el reborde del asiento 515 permitirá que el cuerpo principal 514 del alojamiento de cojinete principal presente el reborde de unión de componente 513 de gran diámetro, a la vez que proporciona un soporte rígido para el segundo cojinete 53. Realmente, el diámetro del cuerpo principal 514 es más grande en el segundo extremo 5142 que en el primer extremo 5141. El diámetro grande del reborde de unión de componente 513 es ventajoso a la vista de las cargas, ya que los momentos de flexión provocados por la disposición en voladizo quedarán contrarrestados por fuerzas en el reborde de unión de componente 513 que son menores de lo que habrían sido con un reborde de unión de componente más pequeño.

Además, la forma de cono truncado del reborde del asiento 515 proporciona un alineamiento del reborde con la trayectoria de fuerza asociada con el segundo cojinete 53, en particular donde este último es un cojinete de rodillos ahusado, que presenta un ángulo como el indicado en los dibujos. Como se puede observar en la fig. 4, cada uno de los rodillos del cojinete tiene un primer extremo del rodillo 531 y un segundo extremo del rodillo 532, siendo la distancia entre el reborde de unión del rotor 5C y el primer extremo del rodillo 531 menor que la distancia entre el reborde de unión del rotor 5C y el segundo extremo del rodillo 532, y siendo la distancia entre el eje de giro A del árbol principal 5 y el primer extremo del rodillo 531 menor que la distancia entre el eje de giro A y el segundo extremo del rodillo 532.

El diámetro del reborde de unión de componente 513 es mayor que el diámetro del primer asiento del cojinete 511, y el diámetro del segundo asiento del cojinete 512 es menor que el diámetro del primer asiento del cojinete 511. Hay una conexión de perno entre el reborde de unión de componente 513 y la cubierta de acoplamiento de baja velocidad 611, con una única hilera de pernos 5131 orientados sustancialmente en paralelo con el eje de giro A. En este caso, el diámetro del reborde de unión de componente 513 se entiende como el diámetro de un círculo imaginario formado por las líneas centrales de la serie de pernos 5131 distribuidos a lo largo del reborde de unión de componente 513. Los diámetros de los asientos del cojinete 511, 512 se entienden como los diámetros de superficies respectivas de los asientos orientadas radialmente hacia dentro y que soportan los cojinetes 52, 53 respectivos.

La fig. 5 muestra un modo de realización en el que el reborde de unión de componente 513 se sitúa contiguamente a la periferia externa del reborde del asiento 515, esto es, el reborde de unión de componente 513 se sitúa contiguamente a la conexión entre el reborde del asiento 515 y el cuerpo principal 514 del alojamiento de cojinete principal.

5 La invención es aplicable igualmente a turbinas sin ninguna transmisión en la cadena de tracción, esto es, las denominadas turbinas de accionamiento directo. Así pues, la invención podría ser particularmente útil cuando, como se ilustra en la fig. 6, el generador 7 está en voladizo respecto al alojamiento de cojinete principal 51, y el árbol principal 5 se conecta a rotor 71 del generador 7, por ejemplo directamente (como en la fig. 6) o por medio de un acoplamiento de baja velocidad, por ejemplo como se describe en el mencionado documento WO2012052022A1.

REIVINDICACIONES

1. Una cadena de tracción para una turbina eólica de eje horizontal (1), que comprende:

un árbol principal (5) provisto con un reborde de unión del rotor (5C) adaptado para conectarse con un rotor (4) de la turbina eólica, y

- 5 un alojamiento de cojinete principal (51) que tiene un cuerpo principal (514) que rodea al menos parcialmente el árbol principal y se extiende desde un primer extremo (5141) hasta un segundo extremo (5142), siendo una distancia desde el segundo extremo al reborde de unión del rotor más grande que una distancia desde el primer extremo al reborde de unión del rotor, presentando el cuerpo principal en el segundo extremo un reborde de unión de componente (513) para una conexión del alojamiento a un componente adicional de la cadena de tracción,

- 10 soportando el alojamiento de cojinete principal (51) el árbol principal mediante un primer cojinete (52) y un segundo cojinete (53), siendo una distancia entre el segundo cojinete y el reborde de unión del rotor más grande que una distancia entre el primer cojinete y el reborde de unión del rotor,

teniendo el alojamiento de cojinete principal (51) un primer asiento (511) para el primer cojinete, y un segundo asiento (512) para el segundo cojinete,

- 15 comprendiendo el alojamiento de cojinete principal (51) un reborde del asiento (515) que se extiende desde el cuerpo principal al menos parcialmente hacia dentro de modo radial, situándose el segundo asiento en un extremo distal del reborde del asiento,

caracterizado porque

- 20 el reborde del asiento está conformado como un cono truncado, en el que el extremo distal es el extremo más estrecho del cono truncado, en el que la distancia desde el extremo distal al reborde de unión del rotor es más grande que la distancia desde el extremo más ancho del cono truncado al reborde de unión del rotor.

- 25 2. Una cadena de tracción de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segundo cojinete es un cojinete de rodillos, en el que cada uno de los rodillos del cojinete tiene un primer extremo del rodillo (531) y un segundo extremo del rodillo (532), siendo la distancia entre el reborde de unión del rotor y el primer extremo del rodillo menor que la distancia entre el reborde de unión del rotor y el segundo extremo del rodillo, y siendo la distancia entre el eje de giro del árbol principal y el primer extremo del rodillo menor que la distancia entre el eje de giro y el segundo extremo del rodillo.

- 30 3. Una cadena de tracción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el diámetro de dicho reborde de unión de componente es más grande que el diámetro del primer asiento del cojinete, y el diámetro del segundo asiento del cojinete es igual a, o menor que, el diámetro del primer asiento del cojinete.

4. Una cadena de tracción de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la diferencia entre el diámetro del reborde de unión de componente y el diámetro del segundo asiento del cojinete es al menos dos veces, preferiblemente tres veces, más grande que la diferencia entre los diámetros de los asientos de los cojinetes primero y segundo.

- 35 5. Una cadena de tracción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, en la que el diámetro del reborde de unión de componente es al menos un 30%, preferiblemente al menos un 40%, más preferiblemente al menos un 50%, mayor que el diámetro del segundo asiento del cojinete.

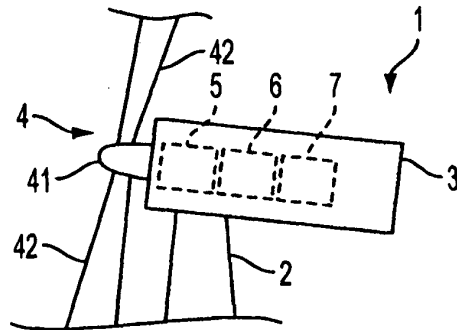


FIG. 1

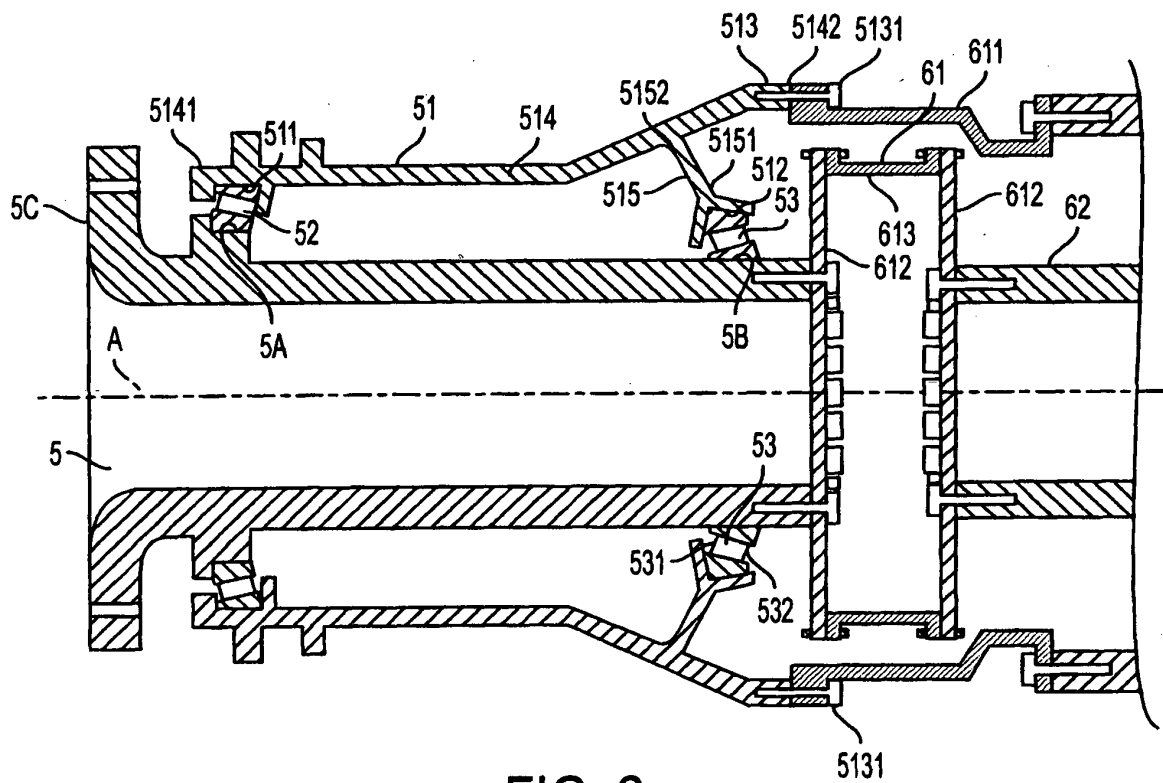


FIG. 2

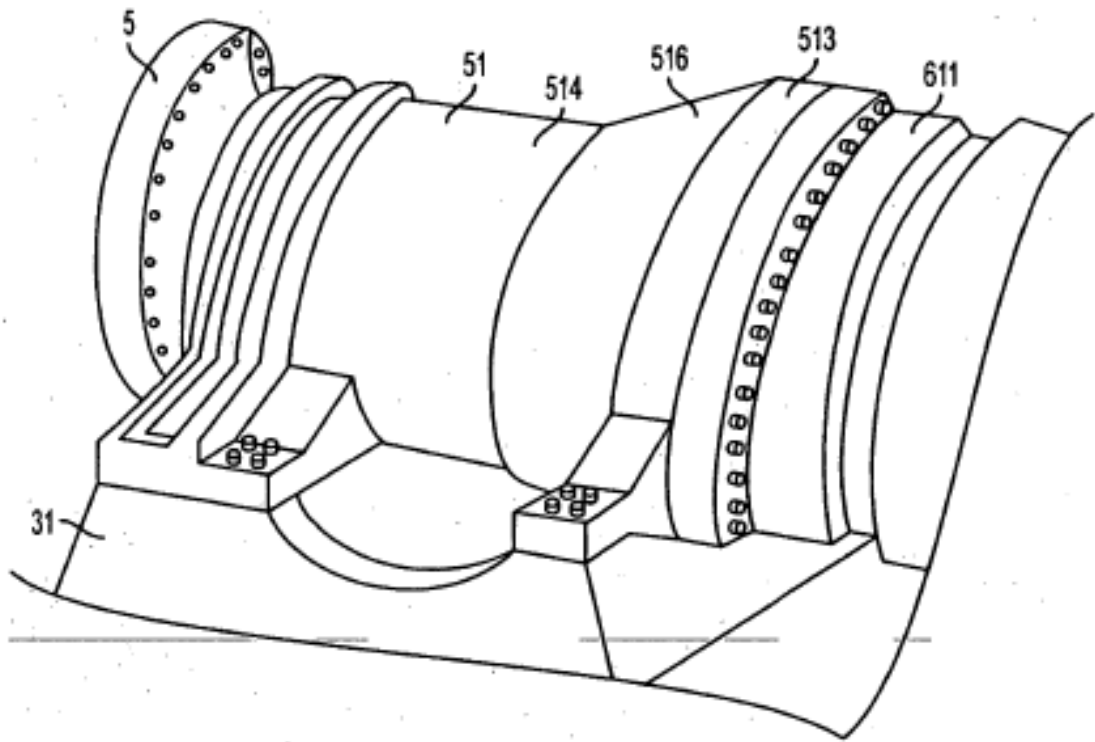


FIG. 3

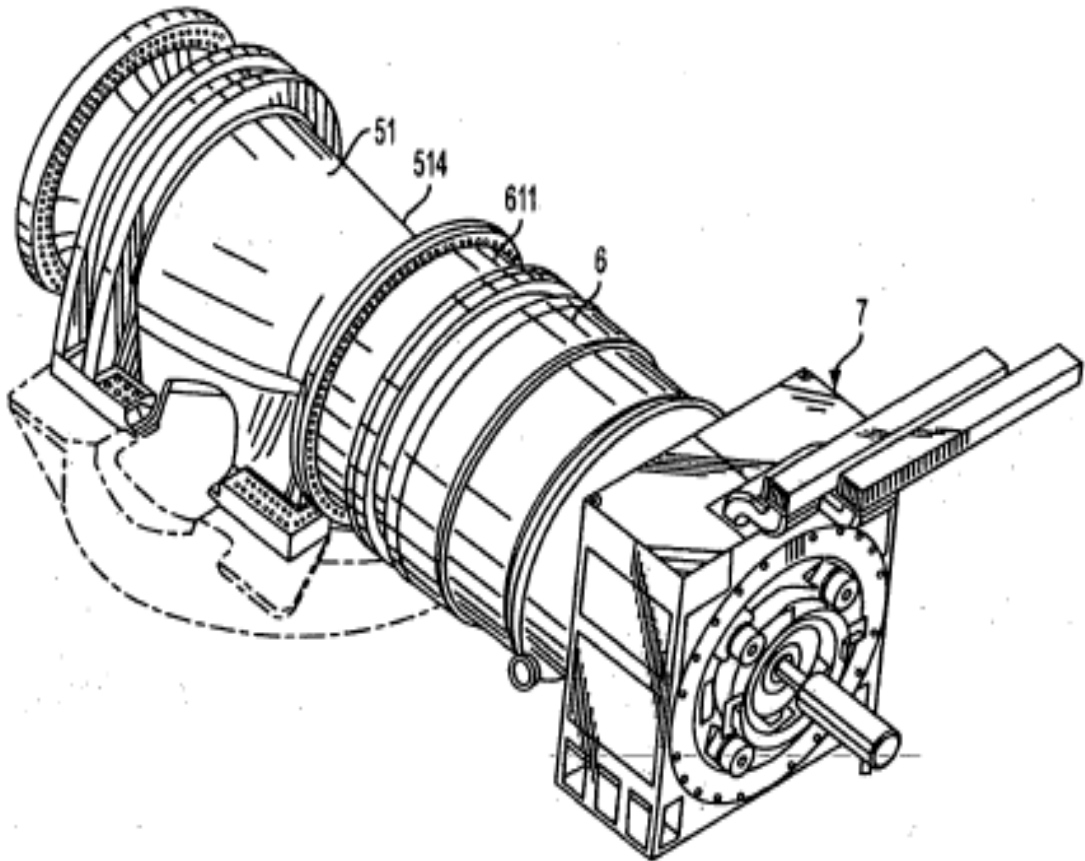


FIG. 4

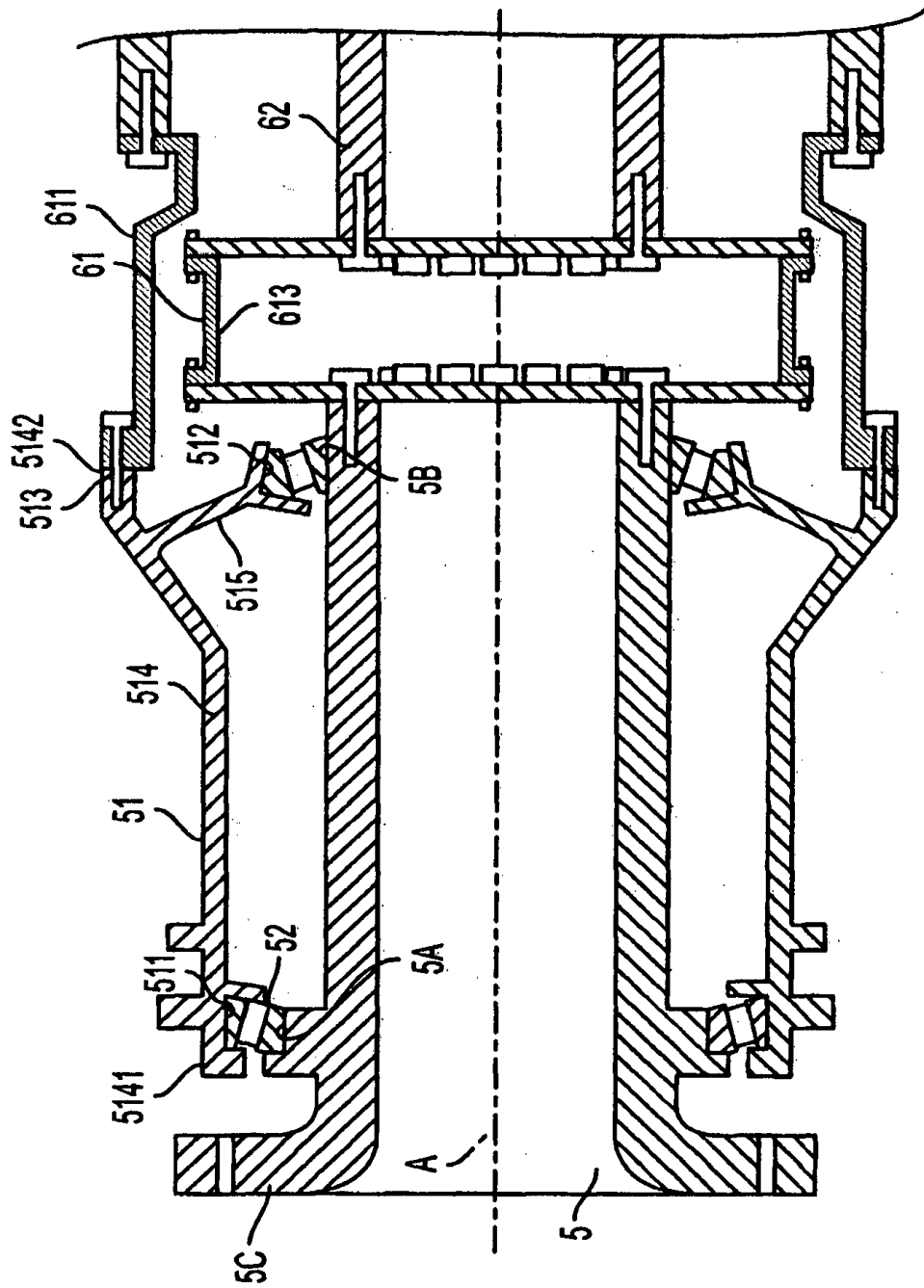


FIG. 5

