

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 943**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)
F16C 35/06 (2006.01)
B23P 15/00 (2006.01)
F16C 19/08 (2006.01)
F16C 33/60 (2006.01)
F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2012 PCT/DK2012/050486**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO13107452**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012 E 12816237 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2805044**

54 Título: **Cojinete de pala con estructura de soporte que tiene rigidez no uniforme y método de fabricación**

30 Prioridad:

20.01.2012 US 201261588675 P
23.01.2012 DK 201270036

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.02.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LINDHOLST, PETER;
NEUBAUER, JESPER LYKKEGAARD;
MØLGAARD JEPPESEN, OLE y
BAUN, TORBEN LADEGAARD

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 655 943 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

Cojinete de pala con estructura de soporte que tiene rigidez no uniforme y método de fabricación

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a cojinetes de pala para turbinas eólicas y a métodos de fabricación de tales cojinetes.

Antecedentes

Las turbinas eólicas incluyen normalmente un rotor con grandes palas accionadas por el viento. Las palas convierten la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación. La energía mecánica se transfiere normalmente por medio de un tren de accionamiento a un generador, que entonces convierte la energía en potencia eléctrica.

10 La mayoría de turbinas eólicas modernas controlan la salida de potencia regulando el paso de las palas en relación con el viento. Por tanto, cada una de las palas está montada en un buje por un cojinete de pala que permite movimiento relativo entre la pala y el buje. Las palas se hacen rotar alrededor de su eje longitudinal por un sistema de paso que incluye uno o más accionamientos eléctricos (por ejemplo, motores eléctricos) o accionamientos hidráulicos (por ejemplo, actuadores hidráulicos).

15 El control de paso impone exigencias significativas a los cojinetes de pala porque están sometidos a altos niveles de actividad. Los movimientos cíclicos pequeños que caracterizan el control de paso pueden reducir la resistencia a la fatiga. Como resultado, se han llevado a cabo varios enfoques para aumentar la capacidad de carga de cojinetes de pala.

20 Uno de los enfoques más convencionales consiste en incluir dos o más filas de elementos de rodamiento (por ejemplo, bolas o rodillos). Los cojinetes de bola de dos filas se usan a menudo como cojinetes de pala, y los cojinetes de bola de tres filas y los cojinetes de rodillo de tres filas han suscitado cada vez más interés en los últimos años, a medida que han crecido el tamaño (y las cargas) de las turbinas eólicas.

25 Sin embargo, las filas adicionales de elementos de rodamiento pueden no ser suficientes todavía para satisfacer las cargas de diseño. Todavía, los cojinetes de pala pueden experimentar distorsiones que afectan a su capacidad. Además, las filas adicionales pueden llevar a problemas de distribución de carga. Una opción para abordar estos retos es aumentar el tamaño y el peso de los cojinetes de pala, pero esto puede llevar a un aumento significativo de los costes. No sólo para los propios cojinetes de pala, sino también para la pala y el buje, que deben aumentar su tamaño para alojar los cojinetes de pala.

30 Otra opción es hacer más rígidos los anillos de los cojinetes de pala con una estructura de soporte adicional, tal como una placa. Tales placas se montan en uno o en ambos lados de un anillo de cojinete, particularmente en el anillo interno. Aunque reforzar el anillo interno en ambos lados puede mantener las distorsiones radiales bajas, también puede limitar las desviaciones en la dirección axial. Esto puede llevar a altos ángulos de contacto para los elementos de rodamiento y a una distribución de carga escasa cuando el anillo externo se desvía en la dirección axial (inclinándose eficazmente en relación con el anillo de cojinete interno). El documento WO 2007/003866A1 da a conocer un cojinete de paso que comprende una placa reforzada con un agujero en la misma y el documento WO 35 2004/007954A1 da a conocer un cojinete de buje.

Sumario

40 A continuación se describe un cojinete de pala para montar una pala de una turbina eólica en un buje de la turbina eólica. El cojinete de pala comprende anillos interno y externo dispuestos próximos entre sí, estando configurado uno de los anillos interno y externo para montarse en la pala y estando configurado el otro para montarse en el buje. Al menos dos filas de elementos de rodamiento están situadas entre los anillos interno y externo. Las filas superior e inferior de los elementos de rodamiento están ubicadas en planos superior e inferior respectivos. El cojinete de pala incluye también una estructura de soporte sujeta al anillo interno y que se extiende en una dirección sustancialmente radial entre los planos superior e inferior. A continuación se describen ventajas particulares asociadas con una 45 disposición de este tipo, al menos en la región en la que la estructura de soporte se interconecta con el anillo interno. Sin embargo, la estructura de soporte completa no necesita estar confinada entre las filas superior e inferior de los elementos de rodamiento para proporcionar las ventajas.

50 Según la invención, la estructura de soporte tiene características de rigidez no uniforme en una dirección circunferencial (diferentes partes de la estructura de soporte a la misma distancia radial de su centro tienen diferentes características de rigidez). Las características de rigidez no uniforme se proporcionan por una o más partes de grosor aumentado. Se obtienen ventajas particulares cuando las partes corresponden a sectores angulares en los que la pala se carga de manera pesada.

También se proporciona un método correspondiente de fabricación de un cojinete de pala para una turbina eólica. El método comprende formar los anillos interno y externo, sujetar la estructura de soporte al anillo interno antes de que

5 los anillos interno y externo se ensamblen entre sí, y mecanizar una superficie de rodadura en el anillo interno después de sujetar la estructura de soporte. La superficie de rodadura está configurada para soportar las filas de elementos de rodamiento. Por tanto, en algún momento después de sujetar la estructura de soporte y mecanizar el anillo interno, las filas de elementos de rodamiento se disponen en la superficie de rodadura. Los anillos interno y externo se disponen después próximos entre sí de manera que las filas de elementos de rodamiento se retengan entre los anillos interno y externo.

Como aspecto adicional de la invención, la estructura de soporte se moldea a partir de un primer material y los anillos interno y externo están formados a partir de un segundo material. Las ventajas asociadas con esto y el cojinete de pala en general resultarán más evidentes basándose en la siguiente descripción.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica.

La figura 2 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un cojinete de pala para una turbina eólica.

La figura 3 es una vista en perspectiva del cojinete de pala que se muestra en la figura 2.

La figura 3A es una vista esquemática del cojinete de pala en relación con otros componentes de la turbina eólica.

15 La figura 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3.

La figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 5-5 en la figura 3.

La figura 6 es una vista en sección transversal de una realización alternativa de un cojinete de pala.

La figura 7 es una vista en sección transversal de aún otra realización de un cojinete de pala.

Descripción detallada

20 La figura 1 muestra un ejemplo de una turbina eólica 2. La turbina eólica 2 incluye un rotor que tiene palas 4 montadas en un buje 6, que está soportado por una góndola 8 sobre una torre 12. Aunque se muestra una turbina eólica instalada en el mar, debe observarse que la siguiente descripción puede aplicarse a otros tipos de turbinas eólicas. De hecho, la siguiente descripción se centra en componentes particulares comunes a la mayoría de turbinas eólicas, concretamente en cojinetes de pala para montar las palas 4 en el buje 6.

25 Las figuras 2 y 3 ilustran un ejemplo de un cojinete de pala 20 según la invención. El cojinete de pala incluye anillos interno y externo 22, 24 dispuestos próximos entre sí. El anillo interno 22 está configurado para montarse en la pala por medio de pernos (no mostrados) que se extienden a través de orificios de perno 26. El anillo externo 24 está configurado para montarse en el buje por medio de pernos (no mostrados) que se extienden a través de orificios de perno 28. Al menos dos filas de elementos de rodamiento (por ejemplo, bolas o rodillos; no mostrados) están situadas entre los anillos interno y externo 22, 24.

30 El cojinete de pala 20 incluye también una estructura de soporte 30 sujeta al anillo interno 22. La estructura de soporte 30 se muestra como un elemento en forma de placa que cubre una abertura definida por el anillo interno 22, aunque alternativamente puede ser anular o tienen alguna otra forma. La manera en que la estructura de soporte 30 y el anillo interno 22 están sujetos también puede variar. Algunas posibilidades incluyen ajuste por contracción y apriete, aunque se apreciarán otros métodos de unión y fijación mecánica. La estructura de soporte 30 puede incluso estar moldeada alrededor o dentro de una parte del anillo interno 22 si se usan diferentes materiales. Independientemente, la estructura de soporte 30 puede situarse entre las superficies superior e inferior del anillo interno 22 usando estas técnicas. En otras palabras, al contrario de la técnica anterior, en la que las estructuras de soporte están montadas en uno o ambos lados de un anillo de cojinete, la estructura de soporte 30 está dispuesta en algún lugar entre los lados. Esto se describirá con más detalle a continuación. Además, esta disposición puede lograrse sin pernos que se extienden radialmente hacia el interior del anillo interno 22 de modo que no se requiere que material de cojinete adicional aloje la conexión. Aunque los pernos siguen siendo una posibilidad, preferiblemente, el anillo interno 22 y la estructura de soporte 30 están sujetos entre sí durante el proceso de producción de cojinete usando una de las técnicas mencionadas previamente.

45 La estructura de soporte 30 puede tener características de rigidez no uniforme en una dirección circunferencial. Es decir, diferentes partes de la estructura de soporte 30 a la misma distancia radial de su centro pueden tener diferentes características de rigidez (radialmente, angularmente y/o axialmente). Esto puede lograrse, por ejemplo, dotando la estructura de soporte 30 de una o más partes de grosor aumentado en ubicaciones seleccionadas estratégicamente. En la realización mostrada en las figuras y comentada a continuación, las partes de grosor aumentado están definidas por diferentes nervios de soporte 40. Sin embargo, otras maneras de diseñar la estructura de soporte 30 con diferentes características de rigidez en diferentes ubicaciones se apreciarán por el experto en el campo técnico de la invención.

Los nervios de soporte 40 tienen el tamaño y están dispuestos de manera que la estructura de soporte 30 tiene

rigidez axial, angular y radial aumentada en ciertas partes (sectores angulares) del cojinete de pala 20. Por ejemplo, generalmente se observan partes primera, segunda, tercera y cuarta en la figura 2 en 32, 34, 36 y 38, respectivamente. Las partes primera y tercera 32, 36 tienen una rigidez mayor que las partes segunda y cuarta 34, 38 debido a los nervios de soporte 40.

5 Ventajosamente, las partes primera y tercera 32, 36 son diametralmente opuestas y generalmente alineadas con la dirección en el sentido del borde de las palas cuando la turbina eólica está produciendo potencia. Esto puede observarse mejor con referencia a las figuras 3, 3A, y 4. La figura 3A ilustra esquemáticamente el cojinete de pala 20 en relación con un buje 50 y el árbol principal 52 de la turbina eólica, y la figura 4 es una sección transversal a través del cojinete de pala 20 en la primera parte 32. Los pernos que conectan el anillo interno 22 con una pala están
10 puestos continuamente en tensión y compresión mientras rota el rotor. Tal como se apreciará, el cojinete de pala 20 está cargado de manera pesada en las partes primera y tercera 32, 36 debido al peso significativo de las palas. La rigidez aumentada proporcionada por la estructura de soporte 30 en estas ubicaciones refuerza el anillo interno 22 para ayudar a prevenir que el anillo interno 22 se mueva en relación con el anillo externo en la dirección axial (es decir, “deslizamiento”), dirección angular (es decir, “inclinación”), dirección radial (es decir, “ovalización”). Por tanto,
15 se minimiza el rendimiento escaso debido a altos ángulos de contacto con los elementos de rodamiento (no mostrados).

Las partes segunda y cuarta 34, 38 también son diametralmente opuestas, pero generalmente están ubicadas a una distancia angular de 90° de las partes primera y tercera 32, 36. Por consiguiente, las partes segunda y cuarta 34, 38 pueden estar generalmente alineadas con la dirección en el sentido del batimiento de la pala cuando el rotor está rotando para producir potencia (véanse las figuras 3A y 5). En estas ubicaciones, los pernos no están cargados de manera tan pesada; reforzar la conexión por perno es menos preocupante. Sin embargo, debido a la naturaleza de las cargas de cojinete, el anillo externo 24 puede instarse a “inclinarse” en relación con el anillo interno 22. La estructura de soporte 30 está desprovista de nervios de soporte 40 en estas ubicaciones, de modo que tiene una rigidez relativamente más baja, dotando así el anillo interno 22 de flexibilidad aumentada, de manera que el anillo interno 22 también puede inclinarse.
20
25

La figura 5 ilustra este principio con más detalle. Tal como puede observarse, la estructura de soporte 30 está dispuesta en relación con el anillo interno 22 de manera que la inclinación da como resultado una distribución de carga deseada/adecuada entre las filas de elementos de rodamiento (no mostrados). En particular, la estructura de soporte 30 se extiende en una dirección sustancialmente radial entre las filas de elementos de rodamiento. Por tanto, la estructura de soporte 30 está dispuesta principal o enteramente entre los planos en los que están ubicadas las filas superior e inferior de los elementos de rodamiento, al menos en la región en la que la estructura de soporte 30 se encuentra con el anillo interno 22. Esta disposición permite que el anillo interno 22 “siga” más eficazmente (es decir, coincida con) cualquier inclinación del anillo externo 24 debido a las cargas de cojinete. Por tanto, se minimizan los efectos adversos en la distribución de carga entre las filas de elementos de rodamiento cuando el anillo externo se inclina.
30
35

Una de las ventajas asociadas con el cojinete de pala 20 es que la estructura de soporte 30 y el anillo interno 22 pueden estar compuestos de diferentes materiales. Esto puede llevar a significativos ahorros de coste. Por ejemplo, los anillos de cojinete normalmente están compuestos de aleaciones relativamente caras y se someten a diversas etapas de endurecimiento y mecanizado. Aunque este procesamiento y esta selección de material aumentan los costes, generalmente se considera necesario garantizar que las superficies de rodadura son de calidad suficiente y que tienen la resistencia a la fatiga necesaria. Las aleaciones son relativamente blandas para permitir mecanizado. Los anillos de cojinete están dimensionados como corresponde para ayudar a prevenir distorsiones y garantizar capacidad de carga suficiente a pesar del material relativamente blando/flexible.
40

Con el cojinete de pala 20 descrito anteriormente, el material del anillo interno 22 puede mantenerse en un mínimo. Gran parte de la carga se gestiona por la estructura de soporte 30, que puede estar moldeada a partir de una aleación más barata sin operaciones de acabado significativas. El anillo interno 22 no necesita tener dimensiones significativas para compensar su material relativamente más blando.
45

Una ventaja particular asociada con el moldeo de la estructura de soporte 30 es que pueden producirse fácilmente formas deseadas. Tal como se ha mencionado anteriormente, los nervios de soporte 40 son meramente una manera posible de proporcionar la estructura de soporte 30 con una rigidez no uniforme. Puede lograrse el mismo efecto con muchas otras formas y configuraciones de la estructura de soporte 30, tales como grosores aumentados en las partes en las que se desea rigidez aumentada.
50

La figura 6 ilustra una realización alternativa de un cojinete de pala 60 que ilustra además el grado en el que la estructura de soporte puede ayudar a reducir el material del anillo interno. En la figura 6 se usan los mismos números de referencia para referirse a elementos que corresponden con los comentados anteriormente. En esta realización, la estructura de soporte 30 incluye incluso los orificios de perno 26 para la conexión por pernos con la pala. El anillo interno 22 está reducido esencialmente a un inserto que contiene la superficie de rodadura. El anillo externo 24 puede estar construido de manera similar. Es decir, reducido a un inserto que contiene la superficie de rodadura. El inserto está rodeado por una estructura de soporte 62 que da como resultado la construcción de dos piezas que parecen un anillo de cojinete más convencional.
55
60

La figura 7 ilustra aún otra realización de un cojinete de pala 70, usando de nuevo los mismos números de referencia para referirse a elementos que corresponden con los comentados anteriormente. En esta realización, la estructura de soporte 30 comprende las partes primera y segunda 30a, 30b. La primera parte 30a proporciona principalmente las funcionalidades previstas de la estructura de soporte, concretamente hacer rígido el anillo interno 22 de la manera descrita anteriormente. La segunda parte 30b se usa para apretar el anillo interno 22 a la estructura de soporte 30. El orificio de perno 26 incluye las partes primera y segunda 26a, 26b que se extienden a través de las partes primera y segunda 30a, 30b respectivas. Por tanto, las partes primera y segunda 30a, 30b que van a retenerse entre sí usando los pernos que sujetan la pala al cojinete. El anillo externo 24 y la estructura de soporte 62 pueden estar dispuestos de manera similar (es decir, la estructura de soporte 62 que tiene las partes primera y segunda 62a, 62b para facilitar sujetar el anillo externo 24).

Ahora se describirá un posible método de fabricación de cojinetes de pala según la invención (que incluye los ejemplos anteriores). Los anillos interno y externo están formados, pero el anillo interno no está mecanizado o tratado para su forma final. En cambio, el anillo interno primero se sujeta a la estructura de soporte. La mecanización final del anillo tiene lugar algún momento después, así como otros tratamientos. Esto incluye mecanizar la superficie de rodadura en el anillo interno.

El anillo externo también se mecaniza y trata para su forma final. Esto puede producirse antes de o después de sujetar la estructura de soporte al anillo interno. De cualquier modo, al final los anillos interno y externo se disponen próximos entre sí y al menos dos filas de elementos de rodamiento se disponen en las superficies de rodadura. Los elementos de rodamiento se retienen entre los anillos interno y externo.

En resumen, al contrario de la técnica anterior, en la que los cojinetes se producen primero por el fabricante y las estructuras de soporte son componentes auxiliares añadidos por un usuario/cliente aguas abajo, la estructura de soporte se proporciona como parte del proceso de producción de cojinete. Esto ayuda a hacer posible que se reduzca más del material del anillo interno, puesto que la estructura de soporte proporciona refuerzo adicional durante el mecanizado final.

Las realizaciones descritas anteriormente son meramente ejemplos de la invención definida por las reivindicaciones que aparecen a continuación. Los expertos en el diseño de cojinetes de turbina eólica apreciarán modificaciones, y ventajas y ejemplos adicionales basándose en la descripción. Por ejemplo, aunque se muestra y se describe un cojinete de bola de dos filas, un cojinete de pala según la invención puede ser alternativamente un cojinete de bola de tres filas, un cojinete de rodillo de tres filas o incluso un cojinete de tres anillos con múltiples filas de elementos de rodamiento. En el último tipo de cojinete, los términos "anillo interno" y "anillo externo" son términos relativos de modo que el término "anillo externo" en las siguientes reivindicaciones puede referirse al anillo intermedio en vez de al anillo más externo. Además, aunque los anillos interno y externo 22, 24 se describen como configurados para montarse en la pala y el buje, respectivamente, en realizaciones alternativas, la disposición puede invertirse. El anillo interno puede estar configurado para montarse en el buje y el anillo externo puede estar configurado para montarse en la pala. Además, aunque las ventajas del moldeo de la estructura de soporte se han mencionado previamente, también es posible mecanizar la estructura de soporte a partir de un componente no moldeado.

Teniendo esto en cuenta, los detalles de cualquier realización particular no deben verse necesariamente como limitativos del alcance de las siguientes reivindicaciones. Además de apreciar otras modificaciones y variaciones, los expertos en la técnica entenderán cómo las características de las diversas realizaciones pueden combinarse de diferentes maneras.

REIVINDICACIONES

1. Cojinete de pala (20, 60) para montar una pala (4) de una turbina eólica (2) en un buje (6, 50) de la turbina eólica, que comprende:
 - 5 anillos de cojinete interno y externo (22, 24) dispuestos próximos entre sí, estando configurado uno de los anillos de cojinete interno y externo para montarse en la pala y estando configurado el otro para montarse en el buje;
 - al menos dos filas de elementos de rodamiento situados entre los anillos de cojinete interno y externo, en el que las filas superior e inferior de los elementos de rodamiento están ubicadas en planos superior e inferior respectivos; y
 - 10 una estructura de soporte (30) sujeta al anillo de cojinete interno, extendiéndose la estructura de soporte en una dirección sustancialmente radial y teniendo características de rigidez no uniforme en una dirección circunferencial,
 - caracterizado porque
 - la estructura de soporte se extiende entre los planos superior e inferior y porque
 - 15 la estructura de soporte incluye una o más partes (32, 34, 36, 38) de grosor aumentado para proporcionar la rigidez no uniforme.
2. Cojinete de pala según la reivindicación 1, en el que el anillo interno está configurado para montarse en la pala y el anillo externo está configurado para montarse en el buje.
3. Cojinete de pala según la reivindicación 1 ó 2, en el que la estructura de soporte se extiende radialmente hacia el interior alrededor de una circunferencia completa del anillo de cojinete interno.
4. Cojinete de pala según la reivindicación 3, en el que la estructura de soporte cubre sustancialmente una abertura definida por el anillo interno.
5. Cojinete de pala según la reivindicación 3, en el que la estructura de soporte es anular.
6. Cojinete de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte está sujeta a una superficie radial interna del anillo interno.
7. Cojinete de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte y el anillo interno están sujetos entre sí mediante un ajuste por contracción, apriete, o una combinación de los mismos.
8. Cojinete de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte y el anillo interno comprenden diferentes materiales.
9. Cojinete de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte incluye orificios de perno (28) que se extienden en una dirección axial, y además en el que el anillo interno está configurado para montarse en la pala por medio de los orificios de perno de la estructura de soporte.
10. Cojinete de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte tiene una periferia que incluye partes primera, segunda, tercera y cuarta, y en el que:
 - las partes primera y tercera son diametralmente opuestas y tienen una primera rigidez; y
 - las partes segunda y cuarta son diametralmente opuestas y tienen una segunda rigidez menor que la primera rigidez.
11. Cojinete de pala según la reivindicación 10, en el que las partes primera y tercera están ubicadas a una distancia angular de aproximadamente 90° de las partes segunda y cuarta, y en el que la estructura de soporte tiene una rigidez máxima en las partes primera y tercera y una rigidez mínima en las partes segunda y cuarta.
12. Método de fabricación de un cojinete de pala según las reivindicaciones 1 a 11, para una turbina eólica, que comprende:
 - 45 formar anillos interno y externo, estando configurado uno de los anillos de cojinete interno o externo para montarse en una pala de la turbina eólica y estando configurado el otro para montarse en un buje de la turbina eólica;
 - sujetar una estructura de soporte al anillo interno antes de ensamblar los anillos interno y externo entre sí,

en el que la estructura de soporte tiene una rigidez no uniforme;

mecanizar una superficie de rodadura en el anillo interno después de sujetar la estructura de soporte, estando configurada la superficie de rodadura para soportar al menos dos filas de elementos de rodamiento;

- 5 disponer las filas de elementos de rodamiento en la superficie de rodadura; y
- disponer los anillos interno y externo próximos entre sí de manera que las filas de elementos de rodamiento se retengan entre los anillos interno y externo.
13. Método según la reivindicación 12, en el que la estructura de soporte se moldea a partir de un primer material y los anillos interno y externo están formados a partir de un segundo material.
- 10 14. Método según la reivindicación 12 ó 13, en el que disponer las filas de elementos de rodamiento comprende disponer una fila superior de los elementos de rodamiento en un plano superior y una fila inferior de los elementos de rodamiento en un plano inferior, y además en el que la estructura de soporte se extiende en una dirección sustancialmente radial entre los planos superior e inferior.

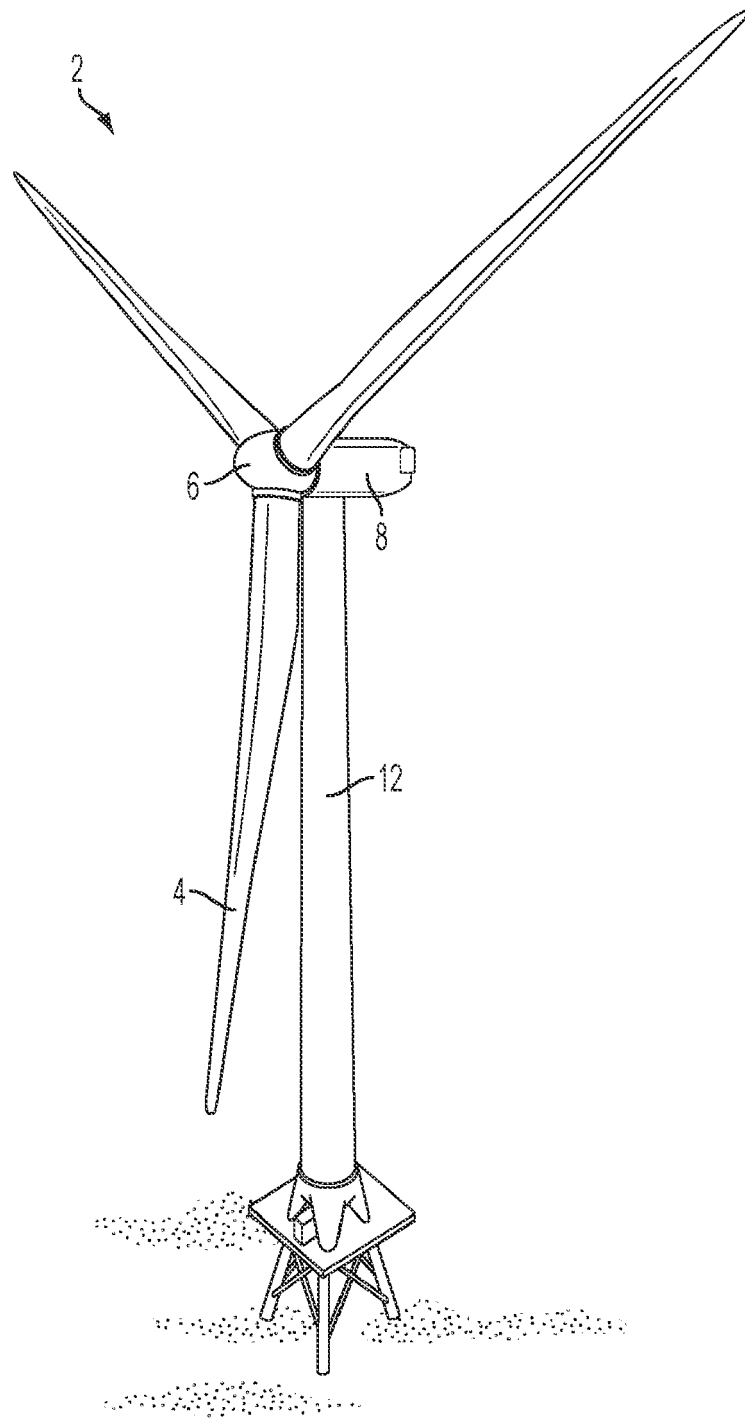


FIG. 1

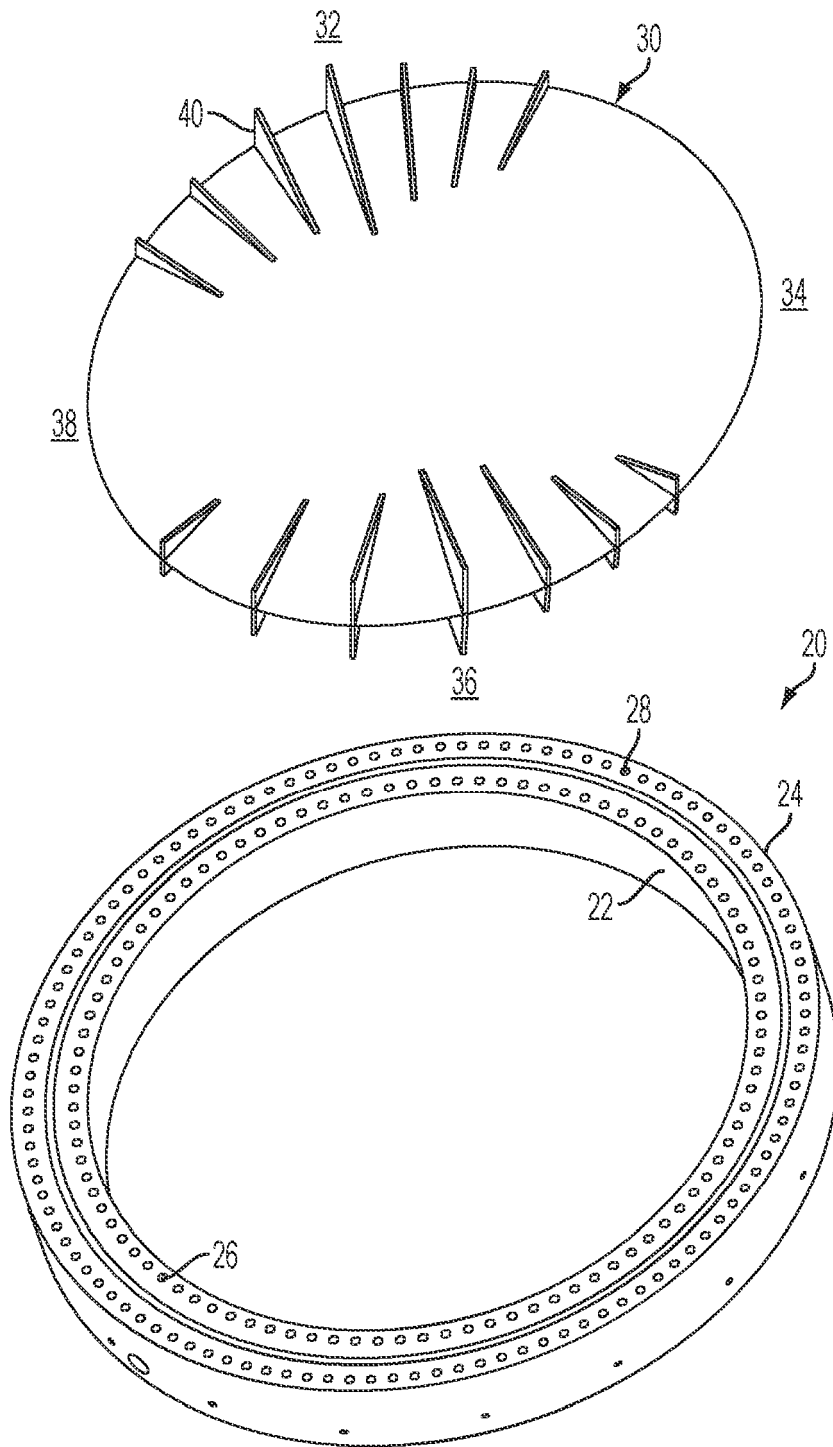


FIG. 2

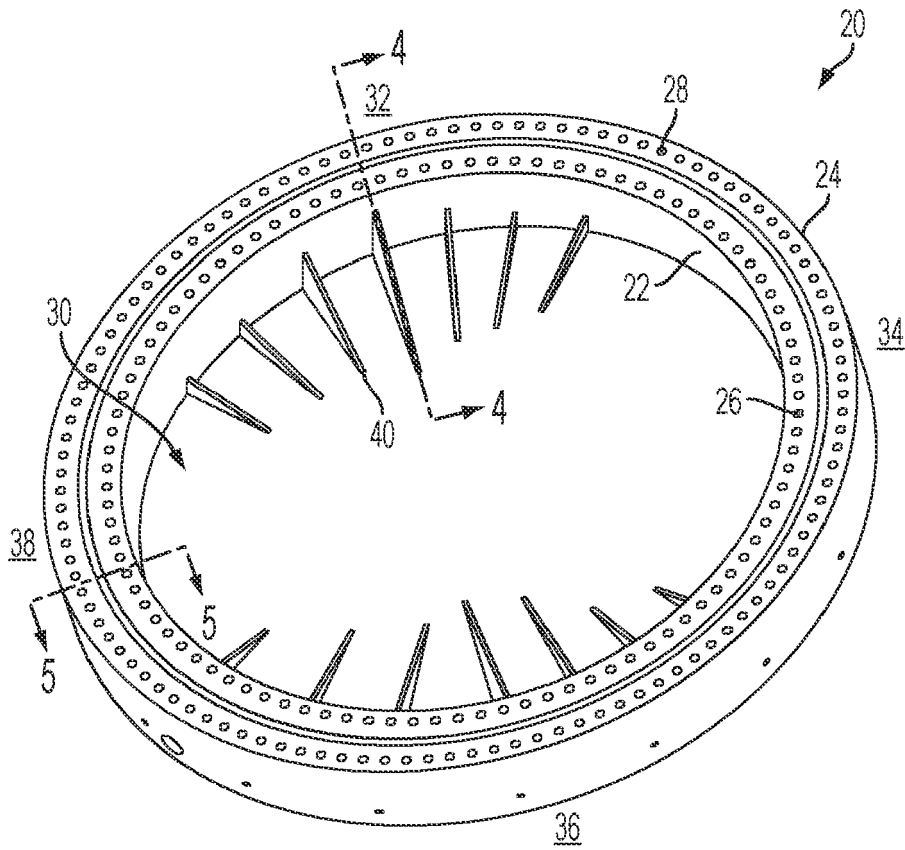


FIG. 3

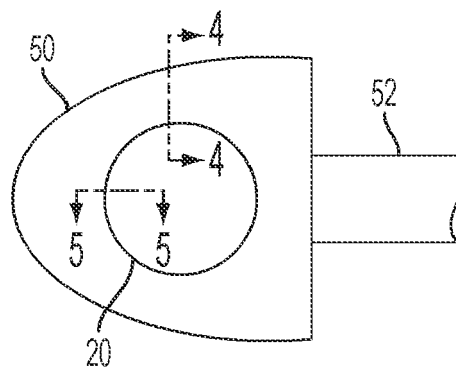


FIG. 3A

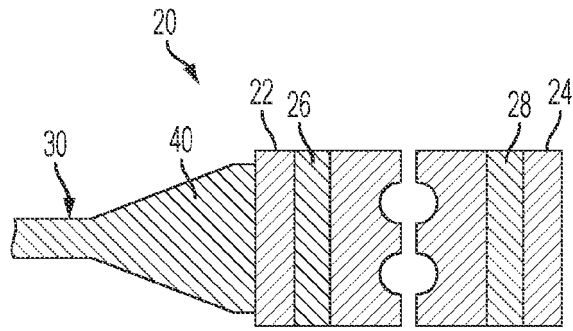


FIG. 4

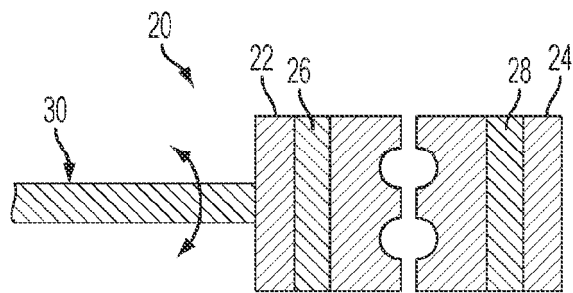


FIG. 5

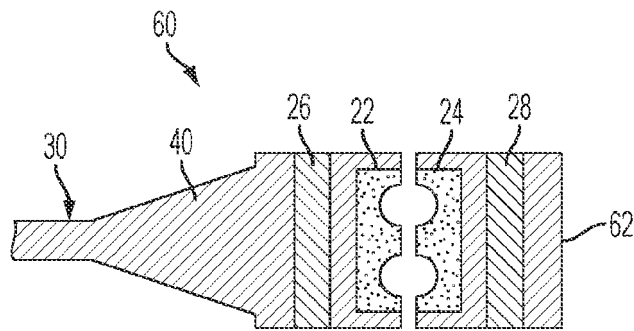


FIG. 6

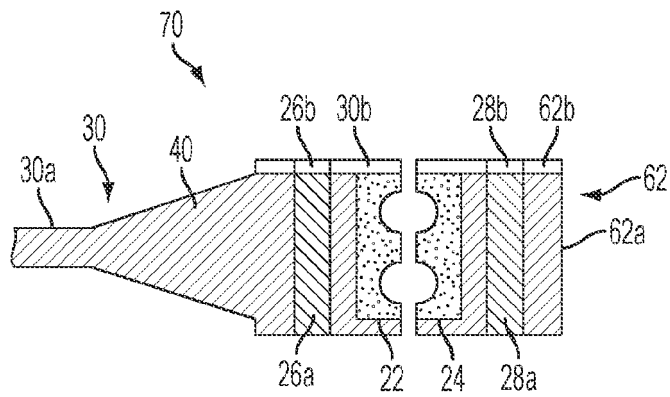


FIG. 7