

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 267**

51 Int. Cl.:

F16C 23/08 (2006.01)

F16C 33/58 (2006.01)

F16C 33/60 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

F16C 35/063 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2020 PCT/DE2020/100143**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2020 WO20182251**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2020 E 20711495 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2023 EP 3938670**

54 Título: **Cojinete de rotor de una turbina eólica**

30 Prioridad:

12.03.2019 DE 102019106276

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

30.10.2023

73 Titular/es:

**SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG
(100.0%)**

**Industriestrasse 1-3
91074 Herzogenaurach, DE**

72 Inventor/es:

**BIERLEIN, ANDREAS y
SCHRÖDER, RAINER**

74 Agente/Representante:

MORENO NOGALES, Ángeles

ES 2 952 267 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 rotor de una turbina eólica

- 5 La invención se refiere a un cojinete de rotor de una turbina eólica, en particular, a un cojinete de rotor con transmisión de fuerza axial mejorada en el anillo interior.

10 A partir del documento DE 10 2009 041 7474 A1 se conoce un cojinete de rotor convencional para una turbina eólica. Allí, se usa un cojinete de rodillos a rótula de dos hileras como cojinete de rodillos, que presenta un anillo interior, un anillo exterior y elementos rodantes que ruedan entre las dos pistas. En este sentido, la longitud axial del anillo interior corresponde a la longitud axial del anillo exterior. Para soportar un eje de rotor de una turbina eólica, este penetra en el orificio del anillo interior, mientras que el anillo exterior del cojinete de rodillos se aloja en una carcasa. Este último se puede deducir del documento DE 103 10 639 A1. También se puede deducir de este documento que están previstos dos resaltos para sujetar axialmente el anillo interior a una sección circundante del eje de rotor, que delimitan axialmente la sección circundante. Esta delimitación axial de la sección circundante se realiza en el lado cercano al rotor mediante un resalto de eje, estando previsto un anillo espaciador separado entre el resalto de eje y el anillo interior para transmitir fuerzas axiales del eje de rotor al anillo interior en el ángulo más pequeño posible. La delimitación axial de la sección circundante en el lado alejado del rotor se puede realizar mediante una tuerca de eje, como se puede deducir del documento DE 102009 059 655 A1. El documento EP1 457 673 A1 muestra, además, un cojinete de rotor en el que el cojinete fijo presenta un anillo de retención que está conformado como disco de contracción y está previsto para soportar las fuerzas axiales dirigidas en dirección del buje. El documento EP 1 457 673 A1 divulga los rasgos característicos del preámbulo de la reivindicación 1.

25 Incluso si en el documento DE 10 2009 041 7474 A1 los elementos rodantes de las dos hileras de rodillos tienen un ángulo de contacto simétrico, la hilera de rodillos alejada del rotor puede tener un mayor ángulo de contacto que la hilera de rodillos cercana al rotor para absorber mejor las fuerzas axiales, como se muestra en el documento DE 10 2015 204 970 A1.

30 Además, los anillos de cojinete no tienen que estar necesariamente conformados como anillos cerrados, sino que, como muestra el documento DE 10 2017 110 742 A1, pueden estar formados por dos mitades de anillo, cada una para mejorar la capacidad de reemplazo del cojinete de rodillos, que se mantienen juntas por medio de anillos de inmovilización después de la terminación para formar un anillo interior, por ejemplo, colocando los segmentos de anillo de inmovilización que forman el anillo de inmovilización alrededor del anillo interior formado y conectándolos por medio de tornillos atornillados a través de los segmentos de anillo de inmovilización.

35 Sin embargo, si los anillos de cojinete están divididos radialmente, con cargas elevadas surge el problema de que los anillos de cojinete divididos y sujetos por medio de anillos de inmovilización, tienen una estabilidad axial algo menor, lo que tiene un efecto desfavorable sobre la vida útil de dichos cojinetes de rodillos.

40 Por lo tanto, la invención se basa en el objetivo de especificar un cojinete de rotor que esté conformado de forma simplificada y esté caracterizado por una estabilidad mejorada.

Representación de la invención

45 Este objetivo se logra con los rasgos característicos de acuerdo con la reivindicación 1. Se pueden deducir las conformaciones y los perfeccionamientos ventajosos de la invención de las reivindicaciones 2 a 10.

50 Si el anillo interior presenta una primera sección axial de longitud L2, que corresponde a la longitud axial L3 del anillo exterior, y dos segundas secciones de diferentes longitudes axiales L4; L4.1, L4.2, axialmente contiguas a la primera sección, debido a que el anillo interior llena completamente la sección circundante entre los dos resaltos del eje de rotor, se realiza la transmisión de fuerza axial desde el eje de rotor directamente al anillo interior en un ángulo más plano y, por lo tanto, más ventajoso, sin que adicionalmente sean necesarios anillos espaciadores que incrementen el gasto. Debido a que el anillo interior tiene una mayor longitud axial con respecto al anillo exterior y se extiende como un componente de una pieza al menos axialmente entre los dos resaltos de la sección circundante, mediante esta construcción de una pieza se mejora, en general, el ajuste del anillo interior en el eje de rotor. Este es el caso, en particular, si la sección de mayor longitud axial es contigua al lado del anillo interior que se orienta hacia el rotor.

60 La transferencia de potencia axial se mejora adicionalmente si un cojinete de rodillos es un cojinete de rodillos a rótula de dos hileras, presentando los elementos rodantes de la hilera de rodillos más cercana al rotor un menor ángulo de contacto en comparación con los elementos rodantes de la otra hilera de rodillos.

Si el cojinete de rodillos está conformado como cojinete de rodillos dividido radialmente, se simplifica el reemplazo del cojinete de rodillos.

65 Se consigue una buena conexión entre el anillo interior y el eje de rotor si están previstos al menos dos segmentos

de anillo de inmovilización, que, en estado conectado, producen un anillo de inmovilización, y el anillo interior se mantiene unido al eje de rotor mediante anillos de inmovilización, que, para este fin, rodean las segundas secciones del anillo interior.

5 El sellado se simplifica si los anillos de inmovilización proporcionan superficies circundantes al menos radialmente exteriores que forman la al menos una superficie de sellado que coopera con un compañero de sellado. En este sentido, las superficies de sellado pueden estar en conexión operativa tanto con un sello en contacto como con una superficie de acoplamiento sin contacto separada por una pequeña distancia.

10 Se crea una superficie de sellado ininterrumpida si una distancia A mutua que queda entre las superficies de extremo de dos segmentos de anillo de inmovilización montados se llena con un plástico o metal de modo que la superficie circundante de un segmento de anillo de inmovilización se fusione sin juntas o sin transición en la superficie circundante del otro segmento de anillo de inmovilización. Los anillos de inmovilización que ahorran espacio y material se proporcionan si la expansión axial de los anillos de inmovilización a lo largo del eje de rotación
15 del eje de rotor es de diferentes tamaños, comenzando desde el centro del orificio, es decir, las superficies de sellado solo se proporcionan en el lado de los anillos de inmovilización donde son necesarias con respecto a los orificios.

20 El efecto de sellado se mejora adicionalmente si están previstos sellos entre los anillos de inmovilización y las segundas secciones de los anillos interiores.

Breve descripción de las figuras

Muestran:

25 la fig. 1 el eje de rotor soportado por un cojinete de rodillos a rótula asimétrico dividido radialmente,
la fig. 2a, b la transición entre dos segmentos de anillo de inmovilización que forman un anillo de inmovilización,
30 la fig. 3 una variante de una realización de acuerdo con la fig. 1,
la fig. 4 una variante adicional de una realización de acuerdo con la fig. 1,
la fig. 5 una variante adicional de una realización de acuerdo con la fig. 1, y
35 la fig. 6 una transición entre dos anillos exteriores divididos radialmente.

Modos de realizar la invención

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

En la fig. 1, se muestra un eje de rotor 1 de una turbina eólica. Con un extremo de este eje de rotor 1 está conectado un rotor 2 indicado en la fig. 1, que acciona el eje de rotor 1. En este ejemplo de modo de realización, este eje de rotor 1 se soporta por un cojinete de rodillos 3 en forma de cojinete de rodillos a rótula de dos hileras, que presenta
45 un anillo interior 4, un anillo exterior 5, elementos rodantes 6, que están dispuestos en dos hileras entre los anillos de cojinete 4, 5, y elementos de jaula 12 no especificados con más detalle que separan los elementos rodantes 6 en dirección circundante. Los elementos rodantes 6 de las diferentes hileras de rodillos ruedan con diferentes ángulos de contacto α , β entre los dos anillos de cojinete 4, 5, teniendo los elementos rodantes 6 de la hilera de rodillos opuesta al rotor 2 el mayor ángulo de contacto β en comparación con los elementos rodantes 6 de la otra
50 hilera de rodillos.

Para facilitar el reemplazo del cojinete de rodillos 3, tanto el anillo interior 4 como el anillo exterior 5 están divididos radialmente, estando formado cada uno dos anillos de cojinete 4, 5 por dos semicubiertas 4.1, 4.2; 5.1, 5.2 (solo parcialmente visibles en la fig. 1) que se complementan entre sí para dar lugar a un anillo de cojinete 4, 5. Del
55 sombreado mostrado se puede deducir que las dos semicubiertas 4.1., 4.2 del anillo interior 4 y las dos semicubiertas 5.1, 5.2 del anillo exterior 5 descansan una contra otra a las 9 y las 3 horas en estado montado.

El cojinete de rodillos 3 está conectado con el eje de rotor 1 con su anillo interior 4. Esto se realiza de modo que el anillo interior 4 o las semicubiertas 4.1, 4.2 que forman el anillo interior 4 estén colocadas alrededor del eje de rotor
60 1. Para evitar un desplazamiento axial del anillo interior 4 formado a lo largo del eje de rotor 1, en el lado del rotor descansa un resalto de eje 7 en las primeras superficies frontales 8.1 del anillo interior 4 formado. En la sección circundante 9 del eje de rotor 1 opuesta al rotor 2 y para alojar el anillo interior 4, el resalto necesario para sujetar axialmente el anillo interior 4 se forma por una tuerca de eje 9, que se aprieta después del montaje del cojinete de rodillos 3, y, por lo tanto, descansa en la segunda superficie frontal 8.2 del anillo interior 4 formado.

65 Para incrementar esta rigidez axial del cojinete de rodillos 3 en el eje de rotor 1 y simultáneamente transmitir fuerzas

axiales en un ángulo plano desde el resalto de eje 7 al anillo interior 4, el anillo interior 4 formado no solo presenta una longitud axial L3 que corresponde a la longitud axial L2 del anillo exterior 5 formado, sino que, con respecto al anillo exterior 5 dispuesto en él, está conformado de forma prolongada en las dos direcciones axiales alrededor de las secciones 10.1, 10.2 de longitud L4: 4.1, 4.2, extendiéndose la sección 10.1 con la mayor longitud axial L4.1 en dirección del rotor 2. En consecuencia, la sección circundante 1.1 del eje de rotor 1, que aloja el anillo interior 4 entre el resalto de eje 7 y la tuerca de eje 8, tiene una longitud L1, es decir, L3 más L4.1 más L4.2, y, por lo tanto, también se llena completamente por el anillo interior 4.

Para sujetar el anillo interior 4 formado por las dos semicubiertas 4.1, 4.2 también radialmente en el eje de rotor 1, están previstos anillos de inmovilización 11. Cada uno de estos anillos de inmovilización 11 se forma por dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 en forma de semicubierta que se complementan entre sí para dar lugar a un anillo, de los que solo un segmento de anillo de inmovilización 11.1 es visible en la fig. 1 en la representación seleccionada. Dado que los respectivos segmentos de anillo de inmovilización 11.1 (11.2), que forman un anillo de inmovilización 11, se apoyan a las 6 y las 12 horas, las superficies de extremo 12 en el lado circundante de los segmentos de anillo de inmovilización 11.1 también están representadas sin sombrear en la fig. 1.

Para sujetar axialmente los anillos de inmovilización 11 formados en el anillo interior 4, los anillos de inmovilización 11 o los segmentos de anillo de inmovilización 11.1 (11.2) presentan salientes 13 que miran radialmente hacia el interior, que encajan en ranuras de anillo 14 previstas en el anillo interior 4 en el área de las secciones 10.1, 10.2 después del montaje. Para mejorar el sellado entre el anillo interior 4 y los anillos de inmovilización 11, están previstos sellos 20.2 en forma de juntas tóricas entre los anillos de inmovilización 11 y el anillo interior 4.

A través de los respectivos segmentos de anillo de inmovilización 11.1 (11.2), que forman un anillo de inmovilización 11 en estado conectado, se guían orificios 15 que, como se muestra para la semicubierta 11.1, discurren perpendiculares al plano del papel. A través de estos orificios 15 se atornillan tornillos avellanados 16 para conectar los dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1 (11.2) para dar lugar a un anillo de inmovilización 11.

Si los respectivos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 están montados para dar lugar a un anillo de inmovilización 11 en el anillo interior 4, se crea una superficie circundante 17 anular exterior, que, en este ejemplo de modo de realización, está en contacto de sellado como una superficie de sellado 18 con un labio de sellado 19 de un sello 20.1 en contacto que actúa como compañero de sellado. Para evitar que el labio de sellado 19 se desgaste al entrar en contacto con los orificios 15, la superficie de sellado 18 comienza en el extremo axialmente exterior 21 del anillo de inmovilización 11 y termina donde penetran los orificios 15 de diámetro D los anillos de inmovilización 11. Con respecto al orificio 15, esto significa que la parte de la superficie circundante 17 que sirve como superficie de sellado 18 tiene una mayor extensión axial que la superficie circundante en el otro lado del orificio 15. Para una mejor representación de las relaciones, la superficie de sellado 18, que comienza en el extremo axial 21 del anillo de inmovilización 11 y termina en el diámetro D del orificio 15, se muestra más gruesa en la fig. 1.

En la fig. 2a, se muestran en sección dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 que forman un anillo de inmovilización 11. Los dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 están conectados por medio de un tornillo 16 que está atornillado a través de orificios 15 previstos en los segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2. Si finalmente se montan los dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 mediante apriete del tornillo 16 en el anillo interior 4, queda una pequeña distancia A entre las superficies de extremo 12 de los dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 para generar el efecto de sostén requerido. En este ejemplo de modo de realización, esta distancia A está llena con un material plástico a base de resina epoxi de modo que la superficie circundante 17 de un segmento de anillo de inmovilización 11.1 se fusione sin transición con la superficie circundante 17 del otro segmento de anillo de inmovilización 11.2, pero manteniendo el radio de curvatura R1 especificado por los segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2.

La fig. 2b muestra una vista en planta de la transición entre dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 de acuerdo con la fig. 2a. Esta representación también muestra que la superficie circundante 17 se expande en diferentes extensiones en dirección axial con respecto al orificio 15 y que el área con la mayor expansión axial sirve como superficie de sellado 18.

La realización de acuerdo con la fig. 3 se diferencia de la realización de acuerdo con la fig. 1 solamente en que el sello mostrado allí no es ningún sello 20.1 en contacto, sino un sello 20.3 sin contacto. Este sello 20.3 sin contacto se forma sustancialmente por los anillos de inmovilización 11 montados y un componente 24 que está conectado con la carcasa 25. En este sentido, no solo la superficie circundante 17 exterior, sino también la superficie de extremo 21 exterior axial del anillo de inmovilización 11, forma una superficie de sellado 18.1 que discurre de forma angular común que coopera con una superficie de sellado 18.2 correspondiente, que mantiene una pequeña distancia de la superficie de sellado 18.1 y se proporciona por el componente 24. Para mejorar adicionalmente el efecto de sellado de este sello 20.3 sin contacto, los anillos de inmovilización 11 siguen presentando proyecciones de anillo 26 dirigidas axialmente hacia el exterior en el área de sus superficies de extremo 12, que encajan en los

correspondientes rebajes 27 en el componente 24.

En la fig. 4 se muestra una variante de un cojinete de rotor de acuerdo con la fig. 1. En esta variante, los respectivos anillos de cojinete 4, 5 están conectados con el eje de rotor 1 como anillos de cojinete 4, 5 no divididos. Por lo tanto, en esta variante tampoco son necesarios anillos de inmovilización 11. Para fabricar un sellado de esta variante por medio de un sello 20.1 en contacto, los labios de sellado 19 discurren sobre las superficies de sellado 18 proporcionadas por el anillo interior 4 en el área de las secciones 10.1, 10.2. Por supuesto, también puede estar prevista una variante de acuerdo con la fig. 4 de un sello 20.3 sin contacto en un desarrollo posterior simplificado de las realizaciones de la fig. 3.

La variante mostrada en la fig. 5 muestra un cojinete de rodillos a rótula de dos hileras como cojinete de rodillos 3, en el que los elementos rodantes 6 ruedan en ambas hileras de rodillos con el mismo ángulo de contacto α , β .

La fig. 6 muestra la transición 28 entre dos semicubiertas 5.1, 5.2 que forman un anillo exterior 5 de un cojinete de rodillos 3 correspondiente al modo de realización de acuerdo con la fig. 1. Esta vista, que discurre en dirección del eje de rotación DA del cojinete de rodillos 3, muestra una pista de rodadura 29 en el anillo exterior 5 (5.1, 5.2) en la que ruedan los elementos rodantes 6. A excepción de la transición 28 entre dos semicubiertas 5.1, 5.2, la pista de rodadura 29 en el anillo exterior 5 o en las semicubiertas 5.1, 5.2 está conformada de forma circular, lo que se indica mediante el radio R2. La pista de rodadura 29 discurre como secante solamente en el área de la transición 28 entre los dos puntos P1 y P2.

Aunque el cojinete de rodillos 3 siempre está representado como cojinete de rodillos a rótula en los ejemplos de modo de realización, no se realiza ninguna sujeción este tipo de cojinete. Asimismo, no es necesario que el eje de rotor 1 sea el de una turbina eólica. Por ejemplo, en lugar del eje de rotor, también se pueden soportar otros ejes de máquina por medio del cojinete de rodillos mostrado, por ejemplo, cuando es muy complejo desmontar todo el eje de máquina para reemplazar los cojinetes de rodillos 3.

Lista de referencias

1	Eje de rotor
2	Rotor
3	Cojinete de rodillos
4	Anillo interior
5	Anillo exterior
6	Elemento rodante
7	Resalto de eje
8	Superficies frontales
9	Tuerca de eje
10	Sección
11	Anillo de inmovilización
12	Superficie de extremo
13	Saliente
14	Ranura de anillo
15	Orificio
16	Tornillos
17	Superficie circundante
18	Superficie de sellado
19	Labio de sellado

	20	Sello
5	21	Extremo axial
	22	---
	23	---
10	24	Componente
	25	Carcasa
15	26	Proyección de anillo
	27	Rebajes
	28	Transición
20	29	Pista de rodadura

REIVINDICACIONES

1. Cojinete de rotor de una turbina eólica

5 con un cojinete de rodillos 3, que presenta un anillo exterior 5, un anillo interior 4 y elementos rodantes 6 que ruedan entre el anillo exterior 5 y el anillo interior 4,

10 con un eje de rotor 1 que, entre dos resaltos 7, 9 radiales dispuestos a distancia axial entre sí, pone a disposición una sección circundante 1.1 axial de longitud L1, que aloja el anillo interior 4 del cojinete de rodillos 3, y con un rotor 2 que está conectado con el eje de rotor 1,

caracterizado por

15 que el anillo interior 4 presenta una primera sección axial de longitud L2, que corresponde a la longitud axial L3 del anillo exterior 5, y dos segundas secciones 10.1, 10.2 de diferentes longitudes axiales L4.1, L4.2, axialmente contiguas a la primera sección.

2. Cojinete de rotor de acuerdo con la reivindicación 1

20 caracterizado por

que la sección 10.1 del anillo interior 4, que es la axialmente más larga de las dos secciones, mira hacia la dirección del rotor 2 conectado con el eje de rotor 1 en estado conectado con el eje de rotor 1.

25 3. Cojinete de rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2

caracterizado por

30 que el cojinete de rodillos 3 es un cojinete de rodillos a rótula de dos hileras, presentando los elementos rodantes 6 de la hilera de rodillos más cercana al rotor 2 un menor ángulo de contacto α en comparación con el ángulo de contacto β de los elementos rodantes 6 de la otra hilera de rodillos.

4. Cojinete de rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3

35 caracterizado por

que el cojinete de rodillos es un cojinete de rodillos dividido radialmente.

5. Cojinete de rotor de acuerdo con la reivindicación 4

40 caracterizado por

45 que están previstos al menos dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2, que, en estado conectado, producen un anillo de inmovilización 11, y que el anillo interior 4 se mantiene unido en el eje de rotor 1 mediante anillos de inmovilización 11, que rodean las segundas secciones 10.1, 10.2.

6. Cojinete de rotor de acuerdo con la reivindicación 5

50 caracterizado por

que los anillos de inmovilización 11 proporcionan superficies circundantes 17 al menos radialmente exteriores, que forman la al menos una superficie de sellado 18 que coopera con un compañero de sellado 19, 20; 18.1.

7. Cojinete de rotor de acuerdo con la reivindicación 6

55 caracterizado por

60 que los respectivos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 están conectados por medio de tornillos 16, que atraviesan orificios 15 de diámetro D en respectivos dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 adyacentes, y

65 que la expansión axial de la respectiva superficie de sellado 18 comienza en el extremo axialmente exterior 21 del respectivo segmento de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 y termina donde penetra el respectivo orificio 15 de este segmento de anillo de inmovilización 11.1, 11.2.

8. Cojinete de rotor de acuerdo con la reivindicación 7

caracterizado por

5 que la expansión axial de los anillos de inmovilización 11 a lo largo del eje de rotación del eje de rotor 1, es de diferentes tamaños comenzando desde el centro del orificio 15.

9. Cojinete de rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8

caracterizado por

10

que los extremos 12 en el lado circundante de los segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 mantienen una pequeña distancia A mutua en dirección circundante en estado montado y que esta distancia A se llena con un plástico o metal para formar una transición suave y sin juntas entre dos segmentos de anillo de inmovilización 11.1, 11.2 montados.

15

10. Cojinete de rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9

caracterizado por

20

que entre los anillos de inmovilización 11 y las segundas secciones 10.1, 10.2 de los anillos interiores 4 están previstos sellos 20.2.

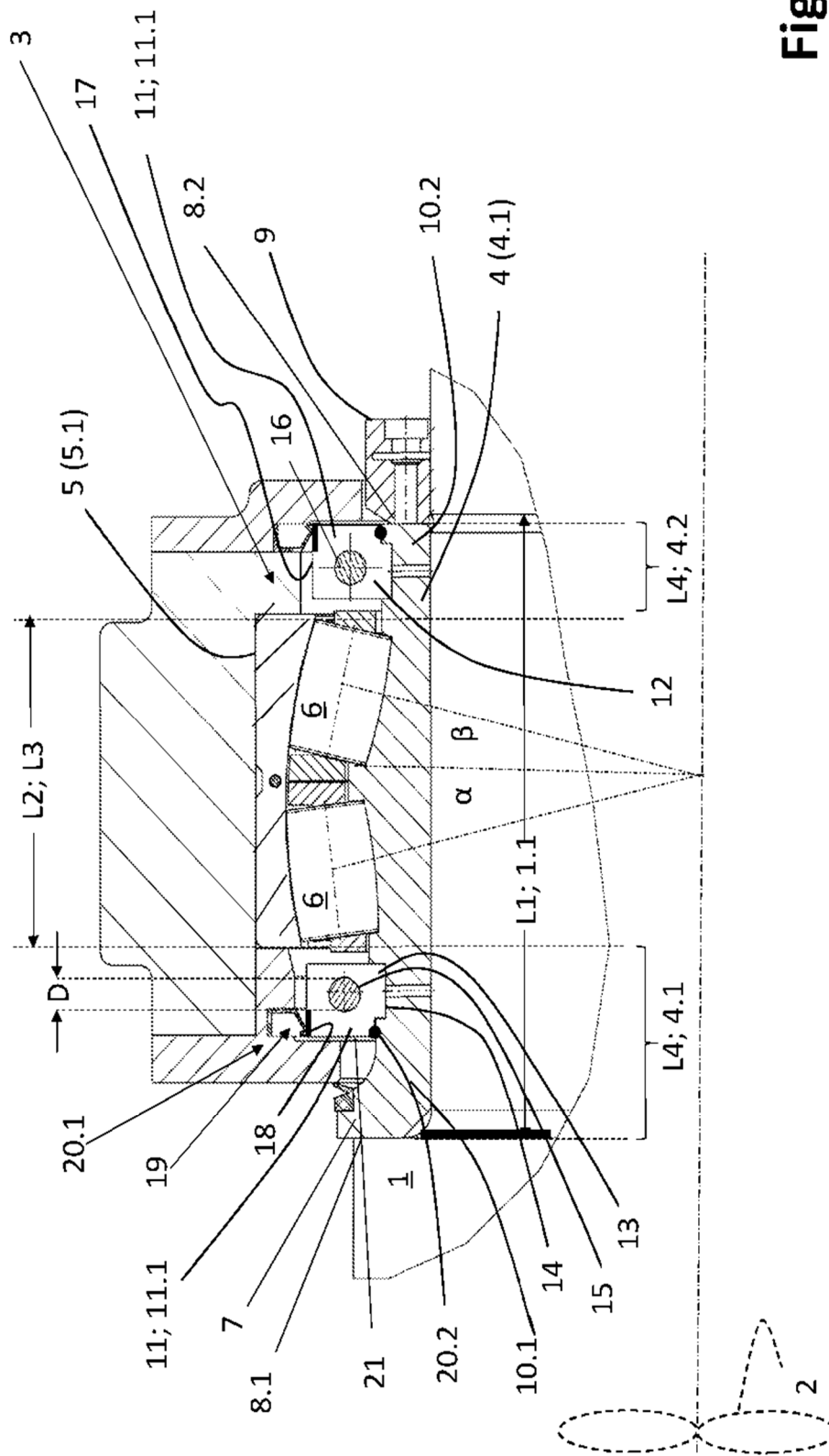


Fig. 1

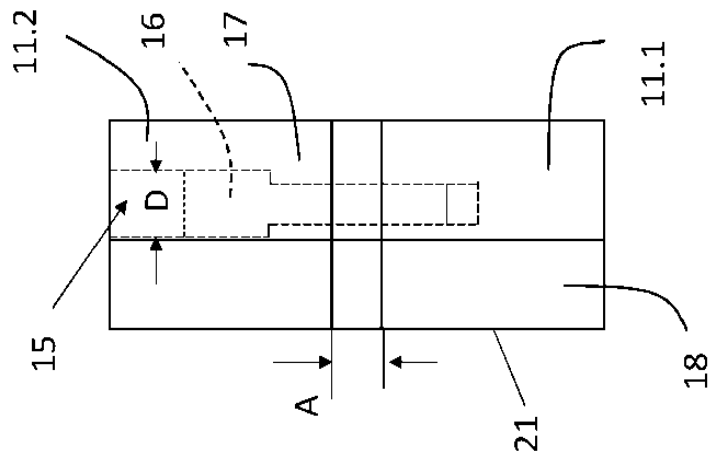


Fig. 2b

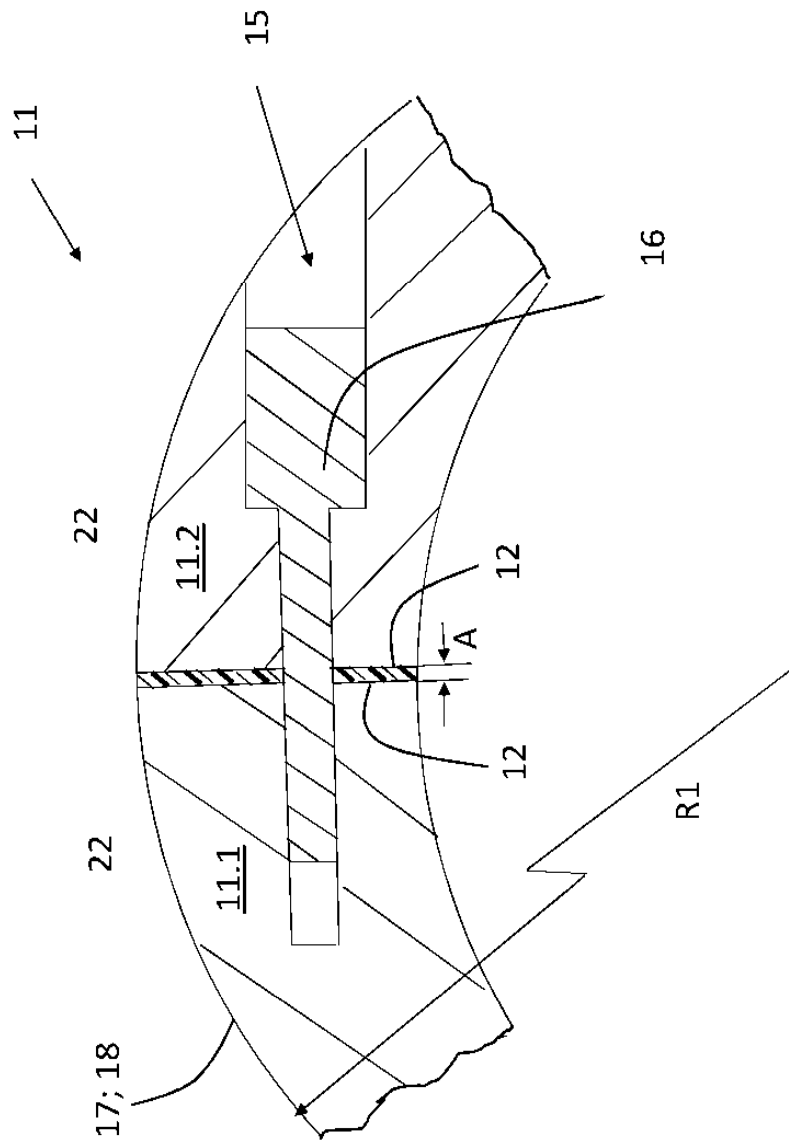


Fig. 2a

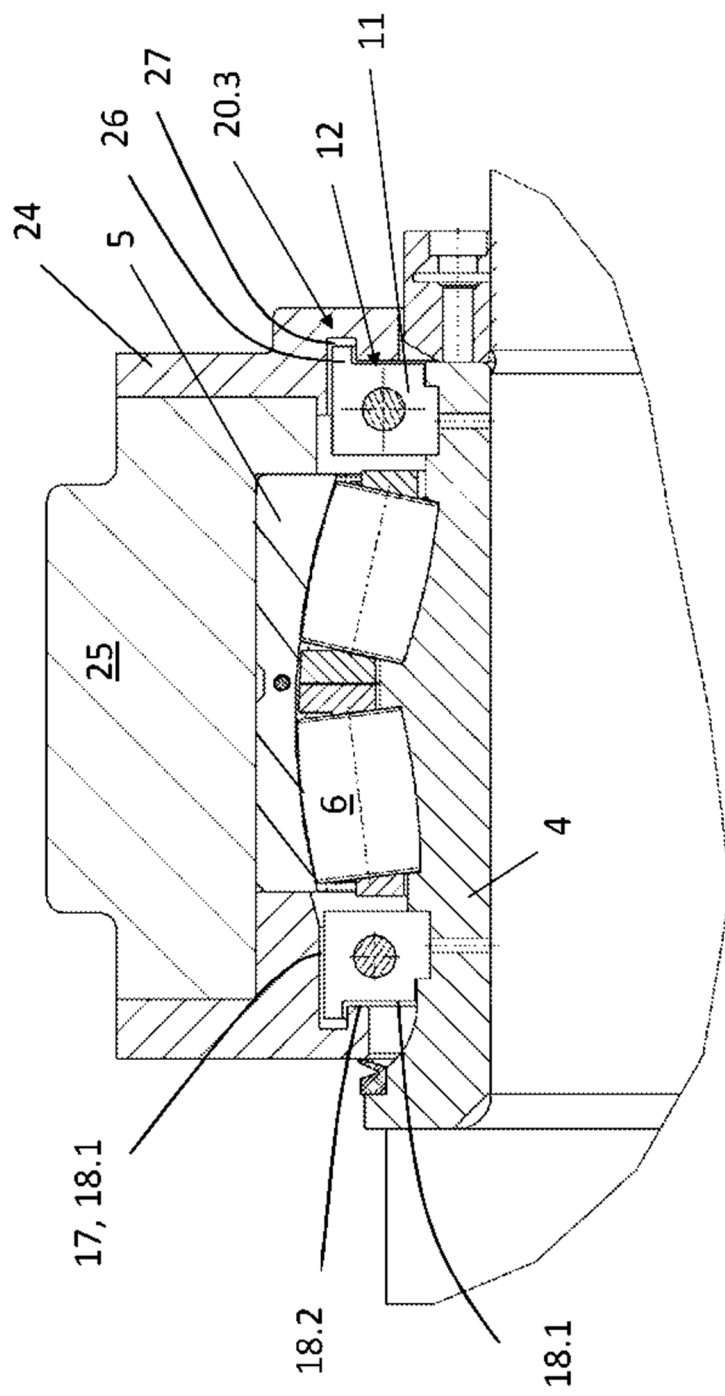


Fig. 3

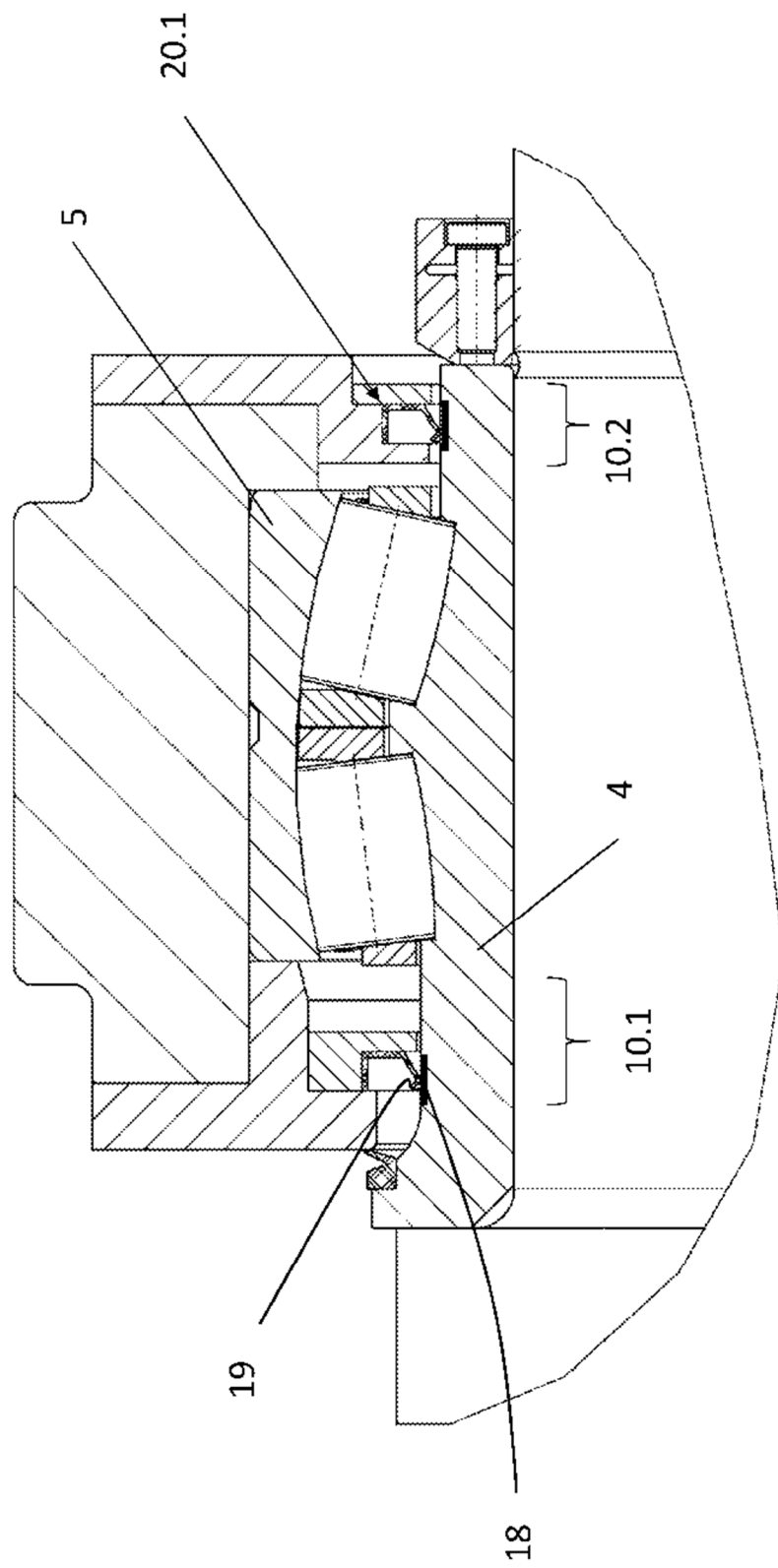


Fig. 4

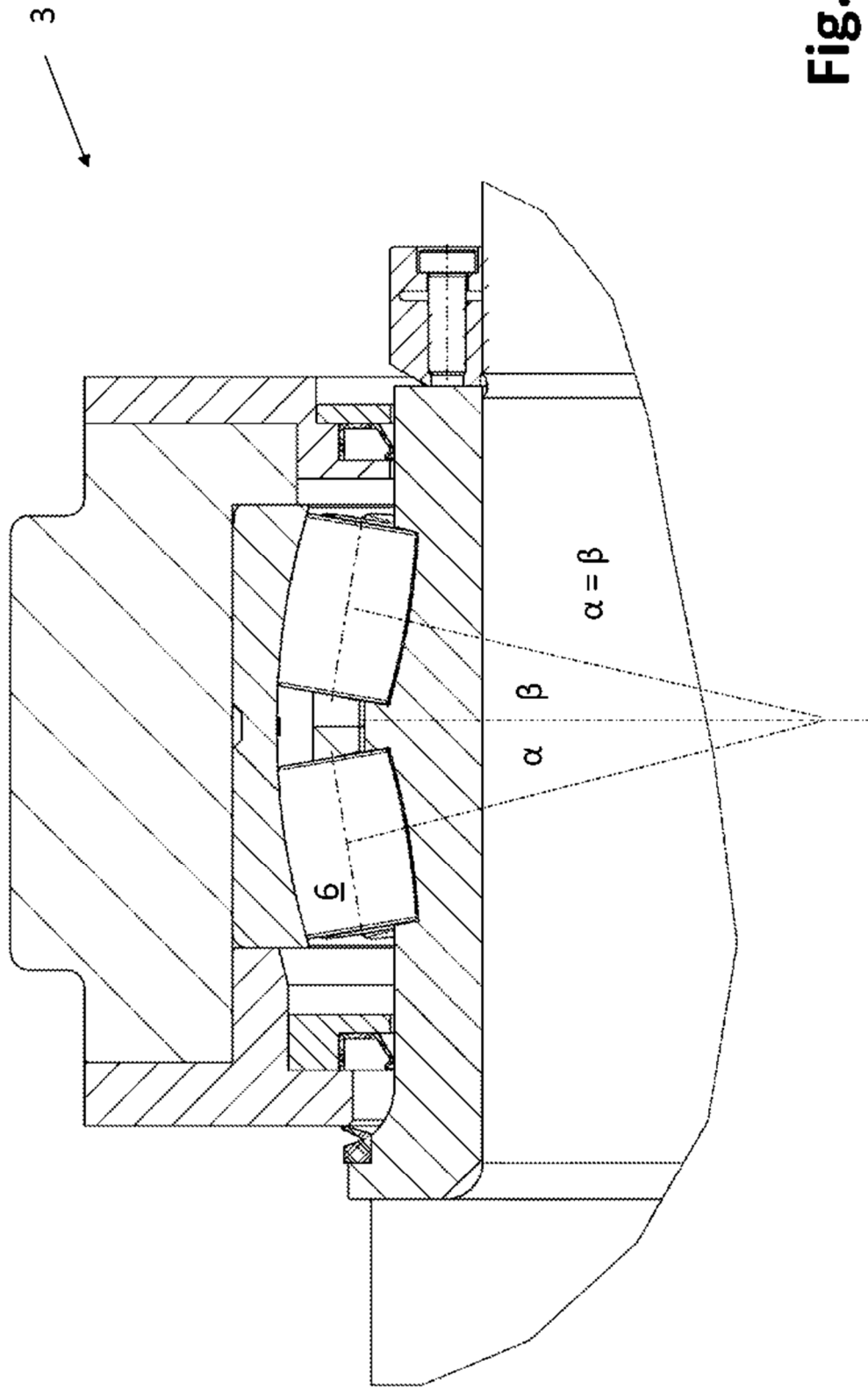


Fig. 5

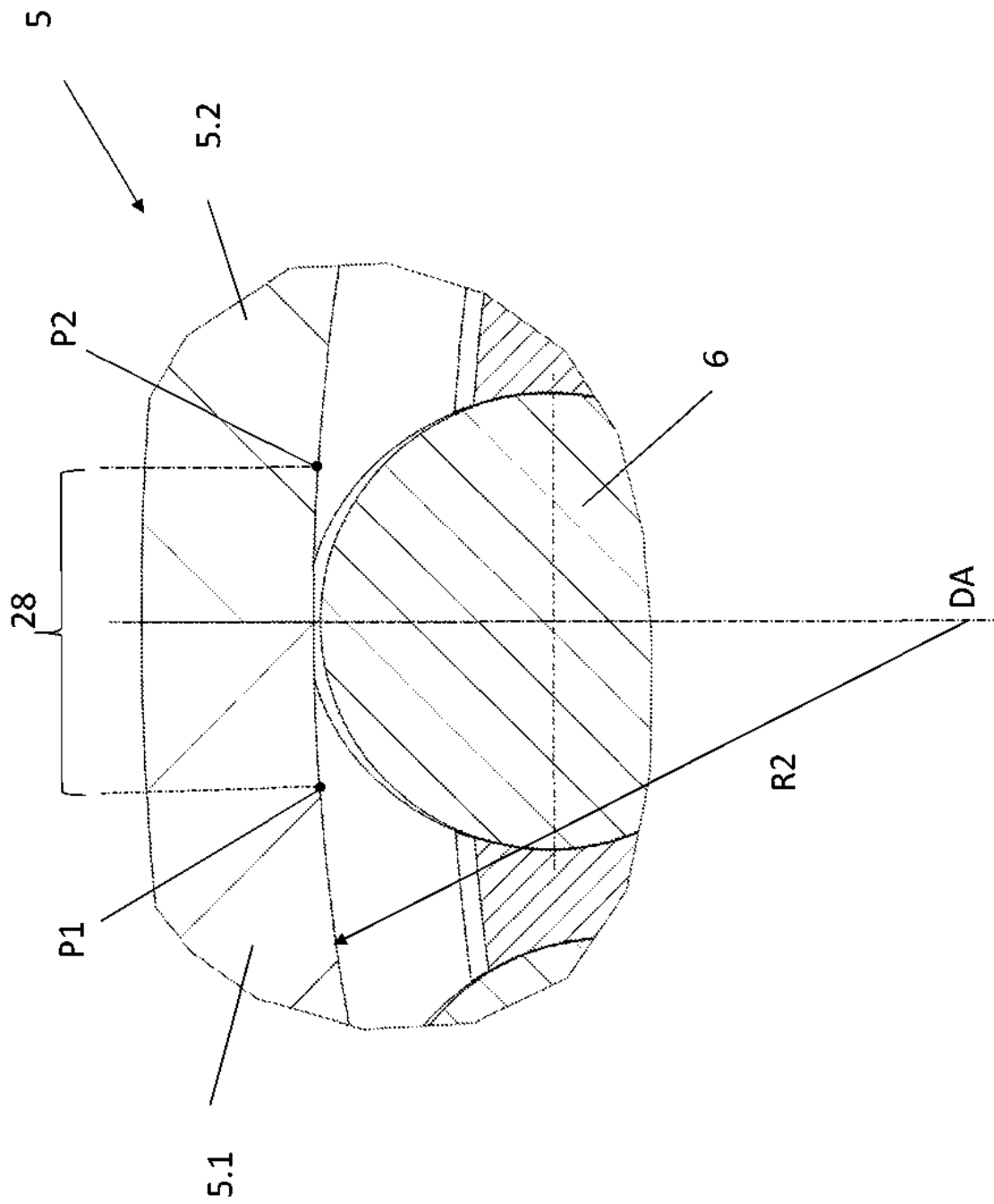


Fig. 6