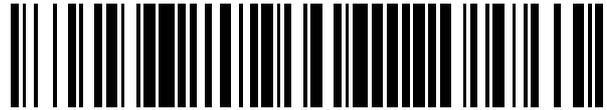


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 467**

51 Int. Cl.:

**F16C 19/38** (2006.01)

**F16C 19/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2014 PCT/EP2014/050100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2014 WO14114477**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2014 E 14700073 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2948688**

54 Título: **Rodamiento de rodillos cilíndricos**

30 Prioridad:  
**23.01.2013 DE 102013100679**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.02.2018**

73 Titular/es:  
**THYSSENKRUPP ROTHE ERDE GMBH (100.0%)  
Tremoniastraße 5-11  
44137 Dortmund, DE**

72 Inventor/es:  
**KAESLER, ANDREAS y  
MALZER, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 654 467 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

## Rodamiento de rodillos cilíndricos

La invención se refiere a un rodamiento de rodillos cilíndricos para la absorción de fuerzas axiales y radiales con un primer aro de rodamiento y un segundo aro de rodamiento, que están dispuestos concéntricamente alrededor de un eje de giro que discurre en dirección axial, presentando el segundo aro de rodamiento una ranura abierta en dirección radial, en la que encaja un resalte del primer aro de rodamiento, estando dispuestas entre el resalte y la ranura una primera serie de rodamientos radiales y dos series de rodamientos axiales distanciadas en dirección axial, sosteniendo la primera serie de rodamientos radiales el primer aro de rodamiento en una primera dirección radial contra el segundo aro de rodamiento y estando prevista una segunda serie de rodamientos, que sostiene el primer aro de rodamiento con respecto al segundo aro de rodamiento en una segunda dirección radial, opuesta a la primera dirección radial. El rodamiento de rodillos cilíndricos está previsto en particular como rodamiento axial-radial combinado para el apoyo de hojas de rotor en una turbina eólica. Tales rodamientos cilíndricos también se denominan en la práctica rodamientos reguladores de pala.

Las turbinas eólicas conocidas presentan conforme a su estructura habitual una torre, en cuyo extremo superior está dispuesto un generador con una carcasa de generador. Al generador está conectado directamente o a través de un engranaje un rotor, que normalmente lleva tres palas de rotor. Para adaptar la posición de las palas de rotor a diferentes velocidades de viento, estas están conectadas al rotor de manera que pueden girar alrededor de un eje longitudinal de pala de rotor. Para ello se utilizan rodamientos cilíndricos grandes axiales-radiales como rodamientos reguladores de pala (Erich Hau, "Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit", 2ª edición, 1996, págs. 233-234). La función de estos rodamientos y de una disposición de ajuste asociada es adaptar el ángulo de ataque de la pala de rotor asociada a la respectiva velocidad de viento o al estado operativo de la instalación.

Por el documento DE 10 2011 000 769 A1 se conoce un rodamiento cilíndrico axial-radial, que es particularmente adecuado para el apoyo de palas de rotor en una turbina eólica y que se caracteriza en un modo de construcción compacto por una gran capacidad de carga. Para el sostenimiento radial está dispuesta entre un aro interior y un aro exterior, de manera convencional, una serie de rodamientos radiales.

Por lo que respecta al sostenimiento radial se conocen rodamientos de rodillos cilíndricos construidos de manera análoga a partir del documento DE 30 34 008 C2 así como del documento EP 0 413 119 B1. El apoyo radial se produce mediante una serie de rodamientos radiales, que está dispuesta entre un aro interior y un aro exterior. Uno de los aros de rodamiento comprende una ranura abierta en dirección radial. Cuando se trata del aro exterior, la ranura está abierta en dirección radial hacia dentro hacia el eje de giro. En cambio, cuando es el aro interior el que está provisto de la ranura, está abierto hacia fuera en dirección radial. El otro aro de rodamiento en cada caso presenta un resalte, que encaja en la ranura. Un aro de este tipo también se denomina en la práctica aro con resalte. La primera serie de rodamientos radiales está dispuesta en una punta radialmente circundante del resalte, mientras que están previstas dos series de rodamientos axiales distanciadas en dirección axial en los flancos laterales del resalte. El aro interior se sostiene, con una construcción de este tipo, a través de la serie de rodamientos radiales, hacia fuera contra el aro exterior.

En función del uso del rodamiento de rodillos cilíndricos pueden aparecer fuerzas considerables, que también pueden provocar en cierta medida una deformación del rodamiento o de los aros de rodamiento que cooperan. Precisamente en rodamientos reguladores de pala, las fuerzas que aparecen durante el funcionamiento pueden deformar elásticamente, en caso de rigidez desfavorable de la estructura de conexión, los aros de rodamiento de tal manera que estos ya no presenten una forma circular. Esta deformación producida bajo carga se denomina también ovalización. En un rodamiento de rodillos cilíndricos convencional con solo una serie de rodamientos radiales, el aro interior puede alejarse locamente, debido a tal deformación, del aro exterior, de modo que en esta sección perimetral los rodillos cilíndricos como cuerpos cilíndricos ya no contribuyen a un sostenimiento, mientras que en otras zonas del perímetro aparecen mayores esfuerzos y cargas de compresión.

Para conseguir, a partir de esto, una distribución de fuerzas más uniforme y contrarrestar la deformación descrita de los aros de rodamiento se conoce a partir del documento EP 2 092 204 B1 un rodamiento de rodillos cilíndricos con las características del preámbulo de la reivindicación de patente 1. Uno de los dos aros de rodadura comprende un aro con resalte, presentando el otro aro de rodadura un saliente, que rodea el aro con resalte. De este modo resulta posible una estructura, según la cual el aro con resalte no solo es guiado en dirección axial sino también en dirección radial por en cada caso dos series opuestas de rodillos cilíndricos. Gracias al guiado por ambos lados, los aros ya no pueden deformarse en dirección radial de manera diferente uno respecto a otro, de modo que toda la estructura se caracteriza por una mayor resistencia, no pudiendo soltarse los aros de rodadura tampoco por zonas en dirección radial el uno del otro.

Sin embargo, como desventaja, sucede que, en particular en dirección radial es necesario un espacio constructivo considerable para la disposición del aro con resalte. El documento US2008/0169257 muestra en la figura 7 una propuesta con espacio constructivo reducido, siendo el montaje complicado. Ante estos antecedentes, la presente invención se basa en el objetivo de indicar un rodamiento de rodillos cilíndricos en el que se evite una deformación diferente de los aros de rodamiento que cooperan en dirección radial con una forma constructiva compacta y que al

mismo tiempo sea fácil de montar. El objeto de la invención y la solución del objetivo es un rodamiento de rodillos cilíndricos de acuerdo con la reivindicación de patente 1.

La invención se refiere a por tanto a un rodamiento de rodillos cilíndricos, en particular a un rodamiento cilíndrico grande para el apoyo de palas de rotor, para la absorción de fuerzas axiales y radiales con un primer aro de rodamiento y un segundo aro de rodamiento, que están dispuestos concéntricamente alrededor de un eje de giro que discurre en dirección axial, presentando el segundo aro de rodamiento una ranura abierta en dirección radial. El primer aro de rodamiento y el segundo aro de rodamiento forman un aro interior y un aro exterior, pudiendo elegirse la asociación de manera diferente conforme a los requisitos respectivos.

Si el segundo aro de rodamiento está previsto como aro exterior, la ranura está abierta correspondientemente en dirección radial hacia dentro hacia el eje de giro. Si el segundo aro de rodamiento forma, en cambio, el aro interior, la ranura está abierta correspondientemente en dirección radial hacia fuera apuntando en sentido contrario al eje de giro.

El primer aro de rodamiento presenta un resalte, que encaja en la ranura, estando dispuestas entre el resalte y la ranura una serie de rodamientos radiales y dos series de rodamientos axiales distanciadas en dirección axial. La primera serie de rodamientos radiales se encuentra en una punta radialmente circundante del resalte, pudiendo insertarse los rodillos cilíndricos como cuerpos cilíndricos de la primera serie de rodamientos radiales también en el resalte, a fin de minimizar adicionalmente la necesidad de espacio del rodamiento de rodillos cilíndricos en dirección radial.

Las dos series de rodamientos axiales distanciadas en dirección axial con rodillos cilíndricos están dispuestas en flancos laterales del resalte. La primera serie de rodamientos radiales sostiene el primer aro de rodamiento en una primera dirección radial contra el segundo aro de rodamiento, estando prevista también una segunda serie de rodamientos radiales con rodillos cilíndricos, que sostiene el primer aro de rodamiento con respecto al segundo aro de rodamiento en una segunda dirección radial, opuesta a la primera dirección radial. De acuerdo con la invención, el primer aro de rodamiento está dividido en dirección axial en al menos un primer aro parcial con el resalte y un segundo aro parcial, estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales a una distancia axial con respecto al resalte entre el segundo aro parcial y el segundo aro de rodamiento.

A diferencia de en los rodamientos de rodillos cilíndricos de tres series conocidos en el estado de la técnica (DE 30 34 008 C2), el primer aro de rodamiento y el segundo aro de rodamiento están sostenidos el uno contra el otro en dirección radial hacia dentro y hacia fuera, de modo que queda descartada una deformación diferente. A diferencia de en el documento EP 2 092 204 B1 genérico, ninguna de las dos series de rodamientos radiales que provocan un sostenimiento radial en sentido contrario está dispuesta en la misma conformación a modo de un resalte la una en la proximidad inmediata de la otra, sino a una distancia axial en aros parciales diferentes. De este modo es posible reducir considerablemente el espacio constructivo necesario en dirección radial. Adicionalmente, también el primer aro de rodamiento y el segundo aro de rodamiento pueden dotarse sin más de orificios de paso, que permiten una conexión sencilla del rodamiento de rodillos cilíndricos con las piezas que han de unirse entre sí de manera giratoria.

De acuerdo con un diseño preferido de la invención está previsto que el segundo aro parcial y el segundo aro de rodamiento presenten en cada caso un saliente, enganchándose los salientes en dirección axial y en dirección radial el uno por detrás del otro y estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales entre los salientes. En particular, los salientes pueden presentar en cada caso una forma de L con un brazo radial y un brazo axial libre. Para que los salientes puedan engancharse el uno sobre el otro con sus brazos libres en dirección axial y en dirección radial, está previsto en el aro de rodamiento complementario en cada caso, convenientemente, una ranura abierta en dirección axial.

De acuerdo con la invención, el primer aro de rodamiento con el resalte está dividido en dirección axial en al menos dos aros parciales. Normalmente, también el segundo aro de rodamiento está dividido en la zona de la ranura en dirección axial, a fin de poder colocar el resalte en la ranura y montar los rodillos cilíndricos dispuestos alrededor del resalte. En principio, el primer aro de rodamiento y el segundo aro de rodamiento también pueden presentar más de en cada caso dos aros parciales consecutivos en dirección axial, a fin de poder disponer, por ejemplo, más de dos series de rodamientos axiales. También es posible un diseño con más de dos series de rodamientos axiales (cf. DE 10 2011 000 769 A1) en el marco de la invención.

De acuerdo con un diseño preferido, en el caso de un diseño en dos al menos dos partes del primer aro de rodamiento está previsto que el segundo aro parcial forme en dirección axial una superficie frontal del rodamiento de rodillos cilíndricos. Durante el montaje se inserta entonces el segundo aro parcial en dirección axial sobre el primer aro parcial y con su saliente en un rebaje o ranura asociada abierta en dirección axial en la superficie frontal del segundo aro de rodamiento, debiendo disponerse allí previamente los rodillos cilíndricos de la segunda serie de rodamientos radiales.

Debido a que la segunda serie de rodamientos radiales está dispuesta a una distancia axial con respecto al resalte, es posible, tal como ya se explicó anteriormente, un modo de construcción compacto. En particular puede estar previsto que la segunda serie de rodamientos no sobresalga en dirección radial sobre la zona en la que están

5 dispuestas las series de rodamientos axiales y la primera serie de rodamientos axiales. De manera especialmente preferente, la segunda serie de rodamientos radiales no sobresale en dirección radial sobre las series de rodamientos axiales. En una representación en corte, en dirección radial está dispuesta por consiguiente la segunda serie de rodamientos radiales por encima o por debajo de las series de rodamientos axiales. En dirección radial no se obtiene de este modo una necesidad de espacio adicional para la disposición de la segunda serie radial. A este respecto ha de tenerse en cuenta que en muchas aplicaciones es posible sin más una prolongación del rodamiento de rodillos cilíndricos en dirección axial, mientras que en dirección radial resulta ventajoso una forma constructiva lo más compacta posible.

10 Puesto que la necesidad de espacio para la disposición de las series de rodamientos axiales y las series de rodamientos radiales se minimiza en dirección radial, el primer aro de rodamiento y/o el segundo aro de rodamiento pueden presentar orificios de paso distribuidos en cada caso alrededor del perímetro, para tornillos de fijación.

15 Tal como ya se explicó anteriormente, el primer aro de rodamiento puede formar un aro interior o un aro exterior, formando entonces el segundo aro de rodamiento correspondientemente el aro exterior o el aro interior asociado. Por lo demás, el primer aro de rodamiento o el segundo aro de rodamiento pueden presentar canales de alimentación radiales para lubricante. Por regla general, basta con que solo uno de los dos aros de rodamiento esté dotado de correspondientes canales de alimentación, pudiendo elegirse una alimentación de lubricante desde dentro o desde fuera en cada caso individual en función de la accesibilidad.

Por último, también es posible dotar a uno de los dos aros de rodamiento o a los dos aros de rodamiento de un dentado alrededor de todo el perímetro o alrededor de una parte del perímetro.

20 A continuación se explica la invención con ayuda de un dibujo que representa únicamente un ejemplo de realización. Muestran:

**la figura 1,** un rodamiento de rodillos cilíndricos de acuerdo con la invención,  
**las figuras 2 y 3,** variantes del rodamiento de rodillos cilíndricos de acuerdo con la invención.

25 La figura 1 muestra un rodamiento de rodillos cilíndricos de acuerdo con la invención para la absorción de fuerzas axiales y radiales, que está previsto en particular como rodamiento regulador de pala en una turbina eólica, para unir allí la pala individual con un rotor de manera que pueda girar alrededor un eje longitudinal de pala.

El rodamiento de rodillos cilíndricos presenta un primer aro de rodamiento 1 y un segundo aro de rodamiento 2, que están dispuestos concéntricamente alrededor de un eje de giro que discurre en dirección axial x.

30 En el ejemplo de realización de la figura 1, el primer aro de rodamiento 1 forma un aro interior y el segundo aro de rodamiento 2 forma un aro exterior, siendo posible, sin limitación, una asociación inversa del primer aro de rodamiento 1 y del segundo aro de rodamiento 2.

35 El segundo aro de rodamiento 2 presenta una ranura 3 abierta en dirección radial. En el diseño de acuerdo con la figura 1, en el que el segundo aro de rodamiento 2 forma el aro exterior, la ranura 3 está abierta en dirección radial hacia dentro hacia el eje de giro. En la ranura 3 del segundo aro de rodamiento 2 encaja un resalte 4 del primer aro de rodamiento 1. Entre el resalte 4 y la ranura 3 hay dispuesta una primera serie de rodamientos radiales 5 con rodillos cilíndricos 6a. Los rodillos cilíndricos 6a están dispuestos a este respecto en un rebaje adicional de la ranura 3. Alternativamente puede estar previsto un rebaje correspondiente también en el resalte 4 (cf. figura 3). Finalmente, también es posible una combinación, en la que esté previsto en cada caso un rebaje de menor altura tanto en el resalte 4 como en la zona de la ranura 3.

40 En los flancos laterales del resalte 4 están dispuestas, a una distancia axial entre sí, dos series de rodamientos axiales 7 con rodillos cilíndricos 6b, sosteniendo la primera serie de rodamientos radiales 5 el primer aro de rodamiento 1 como aro interior hacia fuera en una primera dirección radial contra el segundo aro de rodamiento 2 como aro exterior.

45 De acuerdo con la invención, a una distancia axial con respecto al resalte 4 está prevista una segunda serie de rodamientos radiales 8 con rodillos cilíndricos 6c, que actúa en dirección contraria. Mientras que el primer aro de rodamiento 1 como aro interior está limitado en el caso de una deformación por la primera serie de rodamientos radiales 5, la segunda serie de rodamientos radiales 8 hace que el primer aro de rodamiento tampoco pueda separarse por zonas hacia dentro del segundo aro de rodamiento 2 como aro exterior.

50 El primer aro de rodamiento 1 está dividido en dirección axial en un primer aro parcial 1a con el resalte 4 y un segundo aro parcial 1b, estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales 8 en el segundo aro parcial 1b del primer aro de rodamiento 1. El segundo aro parcial 1b y el segundo aro de rodamiento 2 presentan en cada caso un saliente 9, 9' en forma de L, enganchándose por detrás los extremos libres de los salientes 9, 9' tanto en dirección axial x como en dirección radial y formando un espacio intermedio para los rodillos cilíndricos 6c de la segunda serie de rodamientos 8. El primer aro de rodamiento 1, que en la forma de realización de acuerdo con la figura 1 forma el aro interior, se sostiene, por tanto, en dirección radial R hacia adentro contra el segundo aro de rodamiento 2 gracias a la segunda serie de rodamientos 8. Ninguno de los dos aros de rodamiento 1, 2 puede

deformarse de forma incontrolada gracias al doble sostenimiento radial en dirección opuesta. En particular, el problema de una denominada ovalización, en la que los dos aros de rodamiento 1, 2 se curvan de diferente manera y pierden su forma circular, puede evitarse de este modo.

5 De la figura 1 puede deducirse, por lo demás, que también el segundo aro de rodamiento 2 está dividido en dos en dirección axial x, a fin de permitir la disposición de la primera serie de rodamientos radiales 5 así como de las dos series de rodamientos axiales 7 en la zona del resalte 4. La división del segundo aro de rodamiento 2 tiene lugar a este respecto en la zona de la ranura 3, aunque estando prevista convenientemente una división fuera de una superficie de rodadura de los rodillos cilíndricos 6a de la primera serie de rodamientos radiales 5.

10 Los rodillos cilíndricos 6a, 6b, 6c de la primera serie de rodamientos 5, las series de rodamientos axiales 7 así como la segunda serie de rodamientos radiales 8 son guiados normalmente en jaulas. Además, en la figura 1 se indican canales de alimentación 10 para lubricante. Los canales de alimentación 10 se representan a modo de ejemplo en el segundo aro de rodamiento 2, pudiendo estar dotados de canales de alimentación 10 en principio también el primer aro de rodamiento 1 o ambos aros de rodamiento 1, 2 en función de la accesibilidad.

15 A partir de la Figura 1 puede verse que la segunda serie de rodamientos radiales 8 está dispuesta por encima de las dos series de rodamientos axiales 7 y que no sobresale en dirección radial sobre la extensión de las dos series de rodamientos axiales 7. La necesidad de espacio en dirección radial puede minimizarse así.

Además, también pueden dotarse ambos aros de rodamiento 1, 2 de orificios de paso 11, 11', que permiten la fijación de las dos partes que han de unirse entre sí de manera giratoria.

20 La figura 2 muestra un diseño alternativo del rodamiento de rodillos cilíndricos, que se corresponde en su estructura básica con el diseño de la figura 1. Como diferencia resulta que el primer aro de rodamiento 1 forma el aro interior y el segundo aro de rodamiento 2 forma el aro exterior. Adicionalmente puede observarse que en el primer aro de rodamiento 1 como aro exterior está presente un dentado 12. Un correspondiente dentado puede estar presente adicionalmente, o como alternativa, también en el segundo aro de rodamiento 2.

25 El diseño de la figura 3 se diferencia del diseño de acuerdo con la figura 2 por que los rodillos cilíndricos 6a de la primera serie de rodamientos radiales 5 están insertados en un rebaje del resalte 4, de modo que la necesidad de espacio para el rodamiento de rodillos cilíndricos en dirección radial se reduce aún más.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Rodamiento de rodillos cilíndricos para la absorción de fuerzas axiales y radiales con un primer aro de rodamiento (1) y un segundo aro de rodamiento (2), que están dispuestos concéntricamente alrededor de un eje de giro que discurre en dirección axial (x), presentando el segundo aro de rodamiento (2) una ranura (3) abierta en dirección radial, en la que encaja un resalte (4) del primer aro de rodamiento (1), estando dispuestas entre el resalte (4) y la ranura (3) una primera serie de rodamientos radiales (5) y dos series de rodamientos axiales (7) distanciadas en dirección axial, sosteniendo la primera serie de rodamientos radiales (5) el primer aro de rodamiento (1) en una primera dirección radial contra el segundo aro de rodamiento (2) y estando prevista una segunda serie de rodamientos radiales (8), que sostiene el primer aro de rodamiento (1) con respecto al segundo aro de rodamiento (2) en una segunda dirección radial, opuesta a la primera dirección radial, **caracterizado porque** el primer aro de rodamiento (1) está dividido en dirección axial (x) en al menos un primer aro parcial (1a) con el resalte (4) y un segundo aro parcial (1b), estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales (8) a una distancia axial con respecto al resalte (4) entre el segundo aro parcial (1b) y el segundo aro de rodamiento (2), y estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales (8) por encima o por debajo de las series de rodamientos axiales (7) de tal manera que no sobresale en dirección radial sobre las series de rodamientos axiales (7).
- 10 2. Rodamiento de rodillos cilíndricos según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo aro parcial (1b) y el segundo aro de rodamiento (2) presentan en cada caso un saliente (9, 9'), enganchándose los salientes (9, 9') en dirección axial (x) y en dirección radial el uno por detrás del otro y estando dispuesta la segunda serie de rodamientos radiales (8) entre los salientes (9, 9').
- 20 3. Rodamiento de rodillos cilíndricos según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los salientes (9, 9') presentan en cada caso una forma de L con un brazo radial y un brazo axial libre.
4. Rodamiento de rodillos cilíndricos según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el segundo aro parcial (1b) forma en dirección axial (x) una superficie frontal del rodamiento de rodillos cilíndricos.
- 25 5. Rodamiento de rodillos cilíndricos según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el segundo aro de rodamiento (2) está dividido en la zona de la ranura (3) en dirección axial (x).
6. Rodamiento de rodillos cilíndricos según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el primer aro de rodamiento (1) y el segundo aro de rodamiento (2) presentan orificios de paso (11, 11'), distribuidos en cada caso alrededor del perímetro, para tornillos de fijación.
- 30 7. Rodamiento de rodillos cilíndricos según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el primer aro de rodamiento (1) forma un aro interior y el segundo aro de rodamiento (2) forma un aro exterior.
8. Rodamiento de rodillos cilíndricos según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el primer aro de rodamiento (1) y/o el segundo aro de rodamiento (2) presentan canales de alimentación (10) radiales para lubricante.

Fig. 1

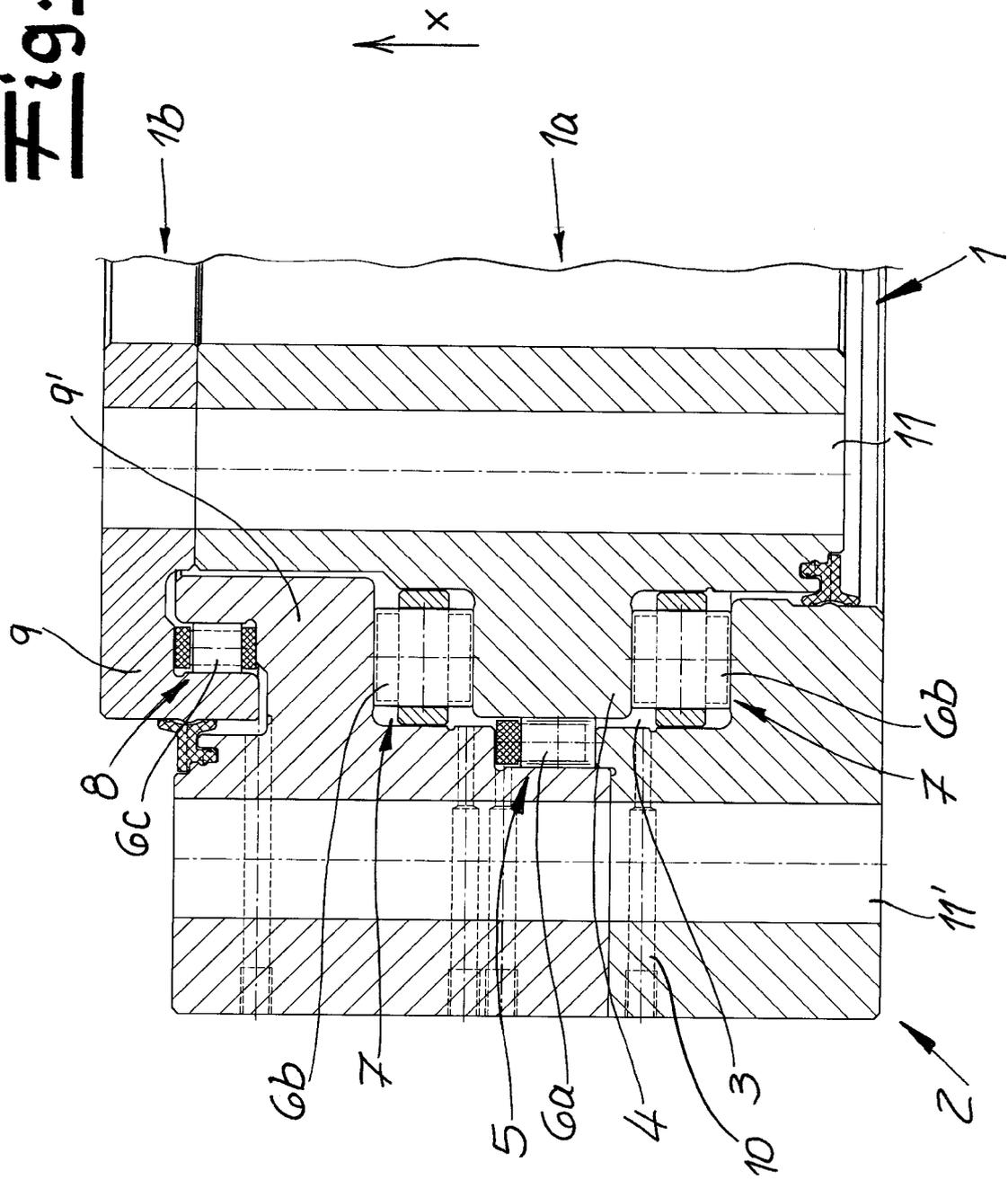


Fig. 2

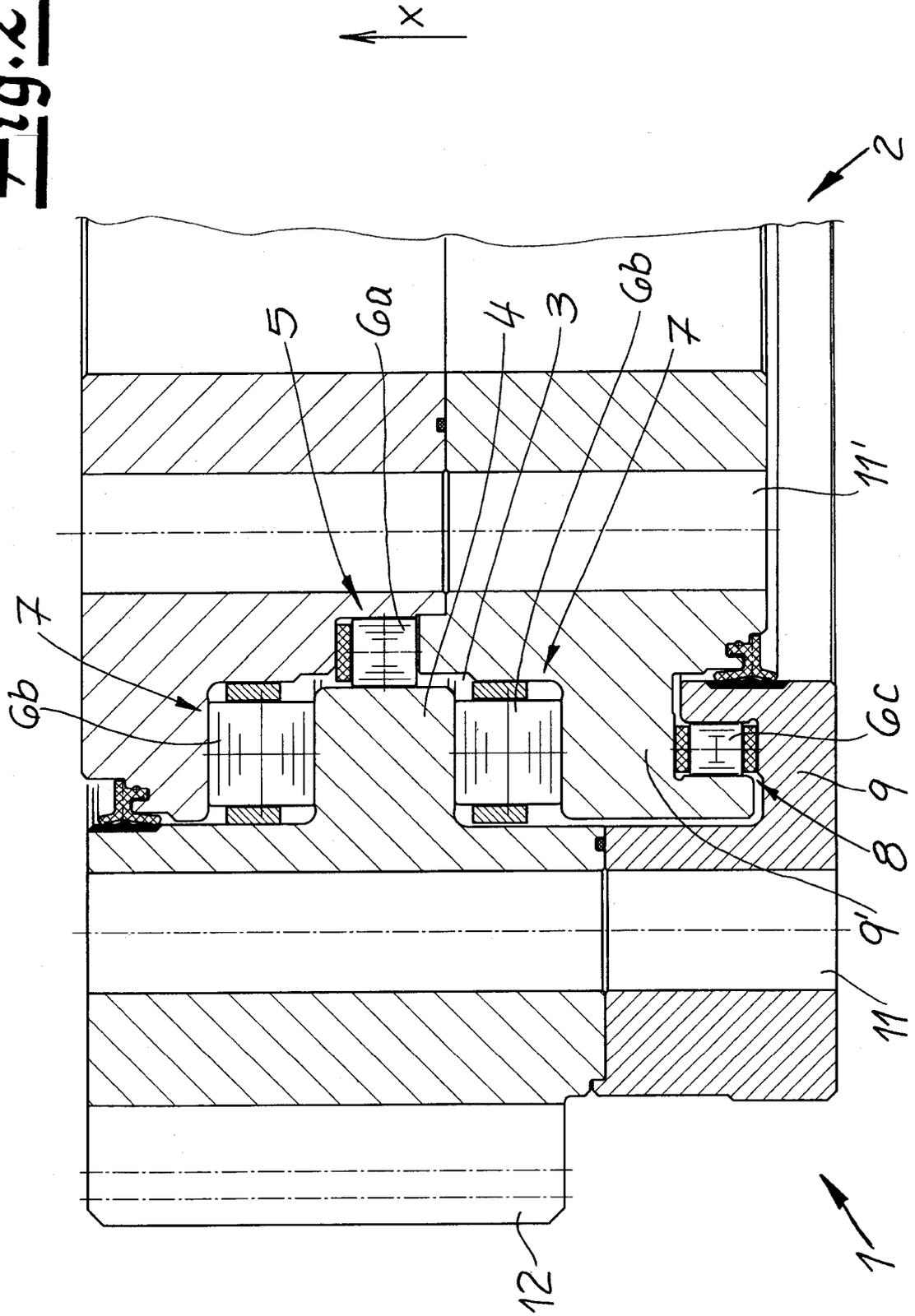


Fig. 3

