

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 444**

51 Int. Cl.:

**F16C 19/18** (2006.01)

**F16C 33/58** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2012** **E 12722732 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 2715162**

54 Título: **Rodamiento grande**

30 Prioridad:

**01.06.2011 DE 102011076872**

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

**19.08.2015**

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**

**Dreekamp 5**

**26605 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**JEPSEN, TORSTEN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 543 444 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 grande

5 La presente invención se refiere a un rodamiento grande, configurado como unión giratoria de varias hileras de bolas para absorber cargas axiales, cargas radiales y momentos de vuelco, con un anillo exterior, un anillo interior, una primera hilera de bolas y una segunda hilera de bolas, estando dispuestas en cada caso la primera hilera de bolas y la segunda hilera de bolas de manera separada axialmente una de otra en un apoyo de cuatro puntos, estando asignadas a la primera hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura y estando asignadas a la segunda hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura que presentan respectivamente una superficie para alojar la pista de rodadura de bolas.

15 Los rodamientos grandes se utilizan en la construcción de maquinarias y plantas para crear una unión giratoria en presencia de cargas grandes. En particular se habla de rodamientos grandes en caso de diámetros del círculo de rodadura de 300 mm y más. En dependencia de las condiciones de montaje y de las fuerzas que se van a absorber, los diámetros del círculo de rodadura de los rodamientos grandes son incluso de varios 1000 mm. En los cojinetes de este orden de magnitud, los propios rodamientos grandes presentan un peso propio considerable y requieren un esfuerzo de montaje considerable. Teniendo en cuenta estos antecedentes, se desea utilizar cojinetes integrados que presentan una única unidad montable y están diseñados para absorber fuerzas axiales, fuerzas radiales y, dado el caso, momentos de vuelco. Por esta razón se utilizan principalmente rodamientos con una forma constructiva de varias hileras, si es necesario absorber fuerzas axiales, fuerzas radiales y momentos de vuelco. Es conocido, entre otros, el uso de cojinetes de cuatro puntos con varias hileras.

25 En el momento de seleccionar el cojinete adecuado, los diseñadores se enfrentan al conflicto de objetivos de prever un cojinete que presente la mayor capacidad de carga posible con el mínimo espacio de instalación y el menor esfuerzo de montaje posible. En los casos, en los que debido al diseño se ha de considerar un espacio constructivo limitado predefinido o en los casos (aislados), en los que se instalan posteriormente rodamientos grandes en un medio ya existente a fin de instalar un cojinete con una capacidad de carga mayor (en comparación con el instalado antes), existe el problema de que una estabilidad mayor con los tipos de cojinete conocidos no se consigue fácilmente sin proporcionar un espacio constructivo mayor en dirección axial o radial, lo que implica un alto coste constructivo.

30 Como estado de la técnica se remite en este punto en general a los documentos siguientes: DE102008049813A1, DE102004023774A1, DE102004051054A1, DD46126A5, DE1855303U y DE102006031956A1.

35 El documento US-A-2011/0085756 muestra las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un rodamiento grande del tipo mencionado al inicio con una absorción de carga mejorada y dimensiones de instalación lo más pequeñas posible.

40 El objetivo, en el que se basa la invención, se consigue en caso de un rodamiento grande del tipo mencionado al inicio al ser la superficie respectivamente de una sección de pista de rodadura, prevista en el anillo interior, mayor que la superficie de la sección de pista de rodadura contigua respectivamente, prevista en el anillo interior, e igual a la superficie de la sección de pista de rodadura respectivamente que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior. La invención se basa en el conocimiento de que la hilera de bolas de un cojinete de cuatro puntos presenta en total cuatro puntos de contacto con secciones de superficie, separadas respectivamente, en el anillo interior y exterior. Estos puntos de contacto no son constantes en el mismo lugar con respecto a la sección transversal del cojinete, sino que varían en dependencia de la situación de carga. Esto ocurre también al invertirse la carga. Mientras mayor es la fuerza que actúa sobre el cojinete, mayor es el desplazamiento del punto de contacto en las secciones de pista de rodadura, sometidas a carga, en dirección del espacio vacío del cojinete entre el anillo interior y el anillo exterior. Esto se debe al hecho de que las bolas y las superficies de pista de rodadura están sometidas a una deformación como resultado de la fuerza axial generada y hacen contacto superficial respectivamente con la sección de pista de rodadura. Para poder conseguir una cierta tolerancia de rodadura, el radio de curvatura de las bolas en cojinetes de cuatro puntos es ligeramente menor que el radio de curvatura de las secciones de pista de rodadura correspondientes (en la sección transversal). Esto provoca que al generarse grandes fuerzas axiales, el anillo interior y el anillo exterior experimenten una fuerza que los separa, pudiéndose mover a causa de esto la zona de contacto entre las bolas respectivas y la superficie de pista de rodadura correspondiente que está sometida a carga. Según la invención, se aumentan en particular aquellas superficies de las secciones de pista de rodadura que se someten a más carga en caso de una carga preferente del rodamiento grande. Independientemente de si la carga es una carga soportada o una carga elevada, el cojinete se ha de configurar según la invención de manera que las superficies de las secciones de pista de rodadura, sometidas respectivamente a más carga en dirección preferente, tengan un tamaño mayor.

65 Dado que cada sección de pista de rodadura en el cojinete es finita, al alcanzarse una carga axial crítica se llega a un punto, en el que la zona de contacto entre la bola y la superficie de pista de rodadura (en el sentido de la

superficie disponible para la pista de rodadura) se desplaza por el canto de la superficie de pista de rodadura o más allá del mismo. Por consiguiente, tanto las bolas como los cantos de las secciones de pista de rodadura se someten a un fuerte desgaste.

5 Sobre la base de estos conocimientos, la invención aprovecha el hecho de que al diseñarse el apoyo ya se conoce la dirección, considerada axialmente, en la que será mayor la carga en el cojinete. Por tanto, el cojinete puede estar adaptado específicamente para absorber cargas mayores desde una dirección axial que desde otra dirección. Dado que debido a la carga axial, dos secciones de pista de rodadura opuestas en sentido diagonal se someten siempre a más carga que las demás secciones de pista de rodadura opuestas respectivamente, la invención aprovecha el conocimiento sobre el desplazamiento de la zona de contacto dentro de las superficies de pista de rodadura al presentar un tamaño mayor las superficies sometidas, según lo esperado, a más carga en comparación con las superficies sometidas, según lo esperado, a menos carga. El espacio constructivo adicional, necesario como resultado de un aumento de la superficie, se puede compensar al reducirse la superficie correspondiente, sometida a menos carga, en correspondencia con el aumento de una superficie.

15 La invención se perfecciona ventajosamente al ser la superficie de la sección de pista de rodadura, prevista en el anillo interior, igual a la superficie de la sección de pista de rodadura respectivamente que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior.

20 Más preferentemente, las superficies más grandes en cada caso de las secciones de pista de rodadura presentan un tamaño igual. Se entiende aquí por superficies de igual tamaño que la longitud de una superficie de pista de rodadura no debe variar en la sección transversal en más de  $\pm 3\%$ , teniendo en cuenta las tolerancias resultantes de la técnica de fabricación.

25 Cuando se habla arriba o a continuación de superficies, se entiende en general la superficie de sección transversal y no la verdadera superficie periférica.

En una forma de realización preferida de la invención, el anillo interior de la primera hilera de bolas presenta un primer hombro interior anular y un segundo hombro interior anular que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar una pista de rodadura de bolas de la primera hilera de bolas. Adicionalmente, el anillo interior de la segunda hilera de bolas presenta un tercer hombro interior anular y un cuarto hombro interior anular que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar la pista de rodadura de bolas de la segunda hilera de bolas, siendo diferente un diámetro máximo del cuarto hombro interior con respecto a un diámetro máximo del primer hombro interior. El aumento de los diámetros de los hombros interiores de la manera mencionada antes posibilita un aumento de la superficie que se puede prever y calcular de manera simple desde el punto de vista geométrico, sin tener que rediseñar en general la geometría del cojinete por completo.

Según una forma de realización preferida, el diámetro máximo del tercer hombro interior es diferente al diámetro máximo del segundo hombro interior.

40 El anillo exterior de la primera hilera de bolas presenta preferentemente un primer hombro exterior anular y un segundo hombro exterior anular que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar las pistas de rodadura de bolas de la primera hilera de bolas. El anillo exterior de la segunda hilera de bolas presenta adicionalmente un tercer hombro exterior anular y un cuarto hombro exterior anular que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar las pistas de rodadura de bolas de la segunda hilera de bolas, siendo diferente el diámetro mínimo del cuarto hombro exterior con respecto al diámetro mínimo del primer hombro exterior. El anillo exterior y las secciones de pista de rodadura previstas en el anillo exterior están configurados preferentemente en correspondencia con las respectivas secciones del anillo interior con el fin de compensar de la misma manera un desplazamiento de la zona de contacto, que se origina simétricamente, entre las bolas y las superficies de las secciones de pista de rodadura tanto en el anillo interior como en el anillo exterior.

El diámetro mínimo del tercer hombro exterior es diferente preferentemente al diámetro mínimo del segundo hombro exterior.

55 En una forma de realización de la invención particularmente preferida, el mayor de los diámetros máximos de los hombros interiores es menor o igual que el menor de los diámetros mínimos de los hombros exteriores. Esta forma de realización tiene la ventaja adicional de que el anillo interior se puede seguir pasando por completo a través del anillo exterior a pesar de un aumento, según la invención, de las superficies sometidas, según lo esperado, a más carga, lo que simplifica considerablemente el montaje y el desmontaje del cojinete.

60 En una forma de realización preferida, las bolas de la primera hilera de bolas están dispuestas junto con las bolas de la segunda hilera de bolas a lo largo de un primer diámetro de círculo de rodadura.

65 El mayor de los diámetros máximos de los hombros interiores y/o el menor de los diámetros mínimos de los hombros exteriores son preferentemente iguales o inferiores en un intervalo de hasta 0,5 mm al primer diámetro de círculo de rodadura de la primera y la segunda hilera de bolas.

Más preferentemente, el menor de los diámetros mínimos de los hombros exteriores es igual o superior en un intervalo de hasta 0,5 mm al primer diámetro de círculo de rodadura de la primera y la segunda hilera de bolas.

5 Según una variante ventajosa de esta forma de realización, el diámetro máximo del primer hombro interior es igual al diámetro máximo del tercer hombro interior y mayor que el diámetro máximo del segundo y del cuarto hombro interior respectivamente.

10 Más preferentemente, el diámetro mínimo del segundo hombro exterior es igual al diámetro mínimo del cuarto hombro exterior y menor que el diámetro mínimo del primer y del tercer hombro exterior respectivamente.

15 Según una forma de realización alternativa, las bolas de la primera hilera de bolas están dispuestas a lo largo del primer diámetro de círculo de rodadura y las bolas de la segunda hilera de bolas están dispuestas a lo largo de un segundo diámetro de círculo de rodadura que es diferente al diámetro de la primera hilera de bolas. La ventaja de esto radica en que el ángulo de presión posible, o sea, el desplazamiento posible de los puntos de contacto en dirección del espacio vacío entre el anillo interior y el anillo exterior del cojinete, se puede variar en una medida esencialmente mayor que en caso de que las bolas de todas las hileras se dispusieran en un mismo diámetro de círculo de rodadura. El grado de aumento va a estar en dependencia de la magnitud del desplazamiento entre el primer diámetro de círculo de rodadura y el segundo diámetro de círculo de rodadura.

20 Según esta forma de realización alternativa, preferentemente el diámetro máximo del primer hombro interior es mayor que el diámetro máximo del segundo hombro interior y el diámetro máximo del tercer hombro interior es mayor que el diámetro máximo del cuarto hombro interior.

25 Más preferentemente, el diámetro mínimo del cuarto hombro exterior es menor que el diámetro mínimo del tercer hombro exterior y el diámetro mínimo del segundo hombro exterior es menor que el diámetro mínimo del primer hombro interior.

30 Según otra forma de realización preferida, la primera hilera de bolas está compuesta de bolas con un primer diámetro de bola y la segunda hilera de bolas está compuesta de bolas con un segundo diámetro de bola que es diferente al primer diámetro de bola.

35 Según otra forma de realización preferida, el rodamiento grande presenta una o varias otras hileras de bolas. La hilera de bolas o las varias otras hileras de bolas están configuradas preferentemente en correspondencia con la primera hilera de bolas y/o la segunda hilera de bolas según las formas de realización preferidas que se explican arriba. Esto se refiere en particular a la configuración de hombros opuestos, secciones de pista de rodadura, diámetros de bola y/o diámetros de círculo de rodadura. Según otra forma de realización particularmente preferida, el rodamiento grande presenta una tercera hilera de bolas.

40 La invención se refiere también a una planta de energía eólica con una torre, que presenta una cabeza de torre, y con una góndola diseñada para alojar un rotor, estando montada la góndola de manera giratoria respecto a la torre mediante un cojinete acimutal. La planta de energía eólica, mencionada arriba, se mejora según la invención al estar configurado el cojinete acimutal como un rodamiento grande según una de las formas de realización preferidas que se explican arriba.

45 La invención se explica detalladamente a continuación por medio de dos ejemplos de realización preferidos y con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

Figura 1 una vista detallada de un rodamiento grande según un primer ejemplo de realización de la invención;

50 Figura 2 una vista detallada de un rodamiento grande según un segundo ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 3 un rodamiento grande del estado de la técnica en un primer estado;

55 Figura 4 el rodamiento grande de la figura 3 en un segundo estado;

Figura 5 una vista detallada del rodamiento grande según el primer ejemplo de realización en un primer estado, similar a la figura 3; y

60 Figura 6 una vista detallada del rodamiento grande según el primer ejemplo de realización de la invención en un segundo estado, similar a la figura 4.

65 Las figuras, descritas detalladamente a continuación, explican la invención por medio de una situación de carga a modo de ejemplo. Esta situación de carga representa una carga soportada que actúa desde arriba en dirección vertical, respecto a las figuras 1 a 6, sobre el anillo interior del cojinete dibujado en cada caso. Se puede observar que la configuración y la enumeración correspondientes de los hombros y las hileras de bolas se pueden invertir en

dependencia de la situación de carga, teniendo en cuenta la orientación de los cojinetes en las figuras, para representar otra situación de carga respectivamente.

La figura 1 muestra detalladamente una vista en corte transversal a través de un rodamiento grande, según la invención, de acuerdo con un primer ejemplo de realización de la invención. El rodamiento grande 1 presenta un anillo interior 3 y un anillo exterior 5. El rodamiento grande 1, representado en la figura 1, es un rodamiento grande de dos hileras con una primera hilera de bolas K1 y una segunda hilera de bolas K2. La segunda hilera de bolas K2 está separada axialmente de la primera hilera de bolas K1. La primera hilera de bolas K1 comprende una pluralidad de bolas 22 dispuestas a lo largo de un diámetro de círculo de rodadura DL1. La segunda hilera de bolas K2 comprende una pluralidad de bolas 24 dispuestas a lo largo de un segundo diámetro de círculo de rodadura DL2.

El anillo interior 3 presenta una primera sección de pista de rodadura 7 y una segunda sección de pista de rodadura 9 que están asignadas a la primera hilera de bolas K1. El anillo interior 3 presenta además una tercera sección de pista de rodadura 11 y una cuarta sección de pista de rodadura 13 que están asignadas a la segunda hilera de bolas K2. La primera sección de pista de rodadura 7 y la segunda sección de pista de rodadura 9 están dispuestas de manera contigua entre sí y separadas una de otra mediante una ranura anular periférica. La primera sección de pista de rodadura 7 está delimitada por un primer hombro interior anular 23. La segunda sección de pista de rodadura 9 está delimitada por un segundo hombro interior anular 25. El primer hombro interior 23 presenta un diámetro máximo d1. El segundo hombro interior 25 presenta un segundo diámetro máximo d2. El diámetro máximo d1 del primer hombro interior 23 es aquí mayor que el diámetro máximo d2 del segundo hombro interior 25.

La tercera sección de pista de rodadura 11 y la cuarta sección de pista de rodadura 13 están dispuestas de manera contigua entre sí y separadas una de otra mediante una ranura anular periférica. La tercera sección de pista de rodadura 11 está delimitada por un tercer hombro interior anular 27. La cuarta sección de pista de rodadura 13 está delimitada por un cuarto hombro interior anular 29. El tercer hombro interior 27 presenta un diámetro máximo d3. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, el diámetro máximo d3 del tercer hombro interior 27 corresponde al diámetro máximo d2 del segundo hombro interior 25. El cuarto hombro interior 29 presenta un diámetro máximo d4. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, el diámetro máximo d3 del tercer hombro interior 27 es mayor que el diámetro máximo d4 del cuarto hombro interior 29.

En el anillo exterior 5 están configurados hombros exteriores que están en correspondencia con los hombros interiores del anillo interior 3 y que delimitan en cada caso una sección de pista de rodadura prevista asimismo en el anillo exterior 5. El anillo exterior 5 presenta en particular una primera sección de pista de rodadura 15 y una segunda sección de pista de rodadura 17 que están asignadas a la primera hilera de bolas K1. El anillo exterior 5 presenta además una tercera sección de pista de rodadura 19 y una cuarta sección de pista de rodadura 21 que están asignadas a la segunda hilera de bolas K2. La primera sección de pista de rodadura 15 en el anillo exterior 5 está configurada en correspondencia con la segunda sección de pista de rodadura 9 del anillo interior 3, que está opuesta diametralmente con respecto a la bola 22. La segunda sección de pista de rodadura 17 en el anillo exterior 5 está configurada en correspondencia con la primera sección de pista de rodadura 7 del anillo interior 3, que está opuesta diametralmente con respecto a la bola 22.

La tercera sección de pista de rodadura 19 en el anillo exterior 5 está configurada en correspondencia con la cuarta sección de pista de rodadura 13 del anillo interior 3, que está opuesta diametralmente con respecto a la bola 24. La cuarta sección de pista de rodadura 21 en el anillo exterior 5 está configurada en correspondencia con la tercera sección de pista de rodadura 11 del anillo interior 3, que está opuesta diametralmente con respecto a la bola 24.

La primera sección de pista de rodadura 15 está delimitada por un primer hombro exterior anular 31 que presenta un diámetro mínimo D1. La segunda sección de pista de rodadura 17 está delimitada por un segundo hombro exterior anular 33 que presenta un diámetro mínimo D2. La tercera sección de pista de rodadura 19 está delimitada por un tercer hombro exterior anular 35 que presenta un diámetro mínimo D3. La cuarta sección de pista de rodadura 21 está delimitada por un cuarto hombro exterior anular 37 que presenta un diámetro mínimo D4.

Las bolas 22 de la primera hilera de bolas K1 están dispuestas a lo largo de un primer diámetro de círculo de rodadura DL1. Las bolas 24 de la segunda hilera de bolas K2 están dispuestas a lo largo de un segundo diámetro de círculo de rodadura DL2. Según la figura 1, DL1 es mayor que DL2.

La superficie de la primera sección de pista de rodadura 7 del anillo interior 3 se ha aumentado al ser el diámetro d1 del primer hombro interior 23 mayor que el diámetro d2 del segundo hombro interior 25.

Según la figura 1, d1 es asimismo mayor que DL1. La superficie de la segunda sección de pista de rodadura 17 del anillo exterior se ha aumentado en correspondencia con la superficie de la primera sección de pista de rodadura 7 del anillo interior 3 al ser el diámetro D2 menor que el diámetro D1 del primer hombro exterior 31. El diámetro D2 del segundo hombro exterior 33 es menor que el primer diámetro de círculo de rodadura DL1 en el mismo valor, en el que el diámetro d1 del primer hombro interior 23 es mayor que DL1.

De manera análoga a la primera hilera de bolas K1 están configuradas también las secciones de pista de rodadura de la segunda hilera de bolas K2. La tercera sección de pista de rodadura 11 presenta una superficie ampliada que tiene exactamente el mismo tamaño que la superficie de la cuarta sección de pista de rodadura 21 del anillo exterior 5. El diámetro d3 del tercer hombro interior 27 es mayor que el diámetro de círculo de rodadura DL2 de la segunda hilera de bolas K2 en el mismo valor, en el que el diámetro D4 del cuarto hombro exterior 37 de la cuarta sección de pista de rodadura 21 del anillo exterior 5 es menor que el segundo diámetro de círculo de rodadura DL2. Las secciones de pista de rodadura 13 y 19 del anillo interior 3 o del anillo exterior 5, que están opuestas diametralmente con respecto a las bolas 24, se han reducido de la misma manera respecto a las secciones de pista de rodadura 11 y 21, como ya se explicó arriba en relación con la primera hilera de bolas K1 y las secciones de pista de rodadura 9 y 15.

La figura 2 muestra un rodamiento grande 1 de la presente invención según un segundo ejemplo de realización. El rodamiento grande 1 según la figura 2 es similar en su estructura al rodamiento grande 1 según la figura 2 con respecto a la disposición de la primera hilera de bolas K1 y la segunda hilera de bolas K2. En relación con los hombros interiores, las secciones de pista de rodadura delimitadas por estos, así como los hombros exteriores y las secciones de pista de rodadura delimitadas por estos se remite a las explicaciones de la figura 1, siempre que se hayan utilizado los mismos números de referencia.

No obstante, los ejemplos de realización de las figuras 1 y 2 se diferencian por el dimensionamiento de los hombros. El anillo interior 3 según la figura 2 está configurado en particular de la siguiente manera:

El primer hombro interior 23 del anillo interior 3 presenta un diámetro máximo d1 que es igual al diámetro de círculo de rodadura DL1 de la primera hilera de bolas K1. El diámetro mínimo D1 del primer hombro exterior 31 del anillo exterior 5, por el contrario, es mayor que el diámetro de círculo de rodadura DL1 de la primera hilera de bolas K1. El segundo hombro interior 25 del anillo interior 3 presenta un diámetro máximo d2 menor que el diámetro de círculo de rodadura DL1 de la primera hilera de bolas K1. El diámetro mínimo correspondiente D2 en el anillo exterior 5 del segundo hombro exterior 33 presenta un diámetro mínimo D2 que es igual al diámetro de círculo de rodadura DL1 de la primera hilera de bolas K1.

El diámetro máximo d3 del tercer hombro interior 27 en el anillo interior 3 es igual al diámetro máximo d1 del primer hombro interior 23 de la primera hilera de bolas K1. El diámetro de círculo de rodadura DL1 de la primera hilera de bolas K1 corresponde también al diámetro de círculo de rodadura de la segunda hilera de bolas K2 según el ejemplo de realización mostrado en la figura 2. A diferencia de la figura 1, las dos hileras de bolas K1 y K2 están dispuestas en un mismo diámetro de círculo de rodadura DL1 y separadas axialmente una de otra. El diámetro mínimo D3 del tercer hombro exterior 35 en el anillo exterior 5 es a su vez mayor que el diámetro de círculo de rodadura DL1, y D3 es igual a D1.

El diámetro máximo d4 del cuarto hombro interior 29 del anillo interior 3 es igual al diámetro d2 del segundo hombro interior 25. El diámetro mínimo correspondiente D4 del cuarto hombro exterior 37 del anillo exterior 5 es igual al diámetro mínimo D2 del segundo hombro exterior 33.

En el ejemplo de realización según la figura 2, el diámetro de círculo de rodadura DL1 sirve como valor de referencia. Entre el anillo exterior y el anillo interior está configurado respectivamente un espacio vacío que varía en el mismo valor en dirección del anillo exterior o del anillo interior, mediante lo que se configuran secciones de pista de rodadura opuestas diametralmente entre sí (con respecto a la respectiva hilera de bolas K1, K2) que se han aumentado y reducido de manera uniforme. Al mismo tiempo, el anillo interior 3 se puede pasar completamente a través del anillo exterior 3 después de retirarse las bolas 22, 24 o antes de introducirse las bolas 22, 24, porque no se produce un solapamiento.

Por medio de las figuras 3 a 6 se debe explicar el modo de funcionamiento de un rodamiento grande 1, según la invención, en comparación con un rodamiento grande 101 del estado de la técnica. Las figuras 3 y 4 muestran primeramente un rodamiento grande 101 del estado de la técnica. El rodamiento grande 101 presenta un anillo interior 103 y un anillo exterior 105. Entre el anillo interior 103 y el anillo exterior 105 están dispuestas dos hileras de bolas K11 y K12. El rodamiento grande 101 del estado de la técnica es un cojinete de cuatro puntos con dos hileras. Las bolas de la primera hilera de bolas K11 presentan respectivamente dos puntos de contacto con el anillo interior 103 y el anillo exterior 105. Los puntos de contacto están dispuestos respectivamente en una sección de pista de rodadura separada 107, 109, 115 y 117. Un ángulo de presión  $\alpha$ 1 está configurado respecto a un eje radial. Para la segunda hilera de bolas K12 se aplica lo mismo que para la primera hilera de bolas K11 en relación con las secciones de pista de rodadura 111, 113, 119 y 121. Las superficies de la sección de pista de rodadura 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119 y 121 presentan esencialmente el mismo tamaño en cada caso.

La figura 4 muestra el cojinete de la figura 3 cuando una gran carga axial soportada se aplica sobre el anillo interior y actúa sobre el cojinete. El anillo interior 103 se presiona contra el anillo exterior 105 hacia abajo. Debido al posicionamiento de las bolas de la primera hilera de bolas K11 y de la segunda hilera de bolas K12 contra las superficies de las secciones de pista de rodadura, el anillo interior 103 y el anillo exterior 105 se separan entre sí, lo que aparece representado a escala ampliada en la figura 4. Como resultado de este movimiento relativo entre el

anillo interior y el anillo exterior y de una deformación adicional de las bolas 122, 124 aumenta el ángulo de presión  $\alpha$  que asume ahora el valor  $\alpha_2$ . A causa de la deformación de las bolas y las superficies de pista de rodadura, el contacto por puntos de una bola con la superficie de la sección de pista de rodadura, que entra en contacto con ésta, se ha aumentado para obtener una superficie, lo que se indica con respecto a la segunda hilera de bolas K12 mediante la elipse 126. Según la representación de la figura 4, esta zona de deformación se encuentra en la zona de un canto que delimita la sección de pista de rodadura 121. El mismo fenómeno se observa también con respecto a las otras secciones de pista de rodadura 111, 107 y 117, sometidas a una fuerte carga, debido a la configuración simétrica del cojinete. Se produce un fuerte desgaste tanto en lados de las bolas como en lados de las secciones de pista de rodadura.

A diferencia de las figuras 3 y 4, las figuras 5 y 6 muestran el funcionamiento mejorado del rodamiento grande según la presente invención. El modo de funcionamiento mostrado en las figuras 5 y 6 es válido para ambos ejemplos de realización de la presente invención, pero para simplificar se hace referencia sólo al primer ejemplo de realización de la invención que ya se mostró y explicó también en la figura 1. El rodamiento grande de la figura 1 está representado en la figura 5 en un estado esencialmente sin carga. Los puntos de contacto de las bolas 22, 24 de la primera y la segunda hilera de bolas K1, K2 están orientados esencialmente en un ángulo  $\alpha_1$  respecto a la dirección radial del cojinete en relación con el punto central de las bolas. En el estado mostrado en la figura 6 se aplica una carga axial sobre el anillo interior, que actúa hacia abajo en la orientación mostrada en la figura 6. Debido al posicionamiento de las bolas 22, 24 de la primera hilera de bolas K1 y de la segunda hilera de bolas K2 contra las superficies de las secciones de pista de rodadura, el anillo interior 3 y el anillo exterior 5 se separan entre sí. Como resultado de esto se desplaza el contacto de las bolas 22, 24 con las respectivas secciones de pista de rodadura. Una superficie de contacto, configurada por la deformación de las bolas y las superficies de pista de rodadura y representada mediante la elipse 26, está desplazada en dirección de los hombros interiores 23, 27 del anillo interior 3 y de los hombros exteriores 33, 37 del anillo exterior 5. La superficie de las secciones de pista de rodadura 9, 15 de la primera hilera de bolas K1 y la superficie de las secciones de pista de rodadura 13, 19 de la segunda hilera de bolas K2 están esencialmente sin carga, pero en cualquier caso sometidas a una carga claramente menor que las superficies de las secciones de pista de rodadura 7, 11, 17, 21 mencionadas antes. No obstante, la elipse 26 no se encuentra en la zona de los hombros anulares 23, 33, 27, 37 debido a la superficie de las secciones de pista de rodadura 7, 17, 11 y 21, que se ha aumentado según la invención, a pesar de la fuerte carga axial. Por consiguiente, no se produce un desgaste en las bolas y/o las secciones de pista de rodadura del anillo interior 3 y del anillo exterior 5. En caso de una situación de carga similar y un desplazamiento similar del ángulo de presión, como ocurre en los cojinetes conocidos del estado de la técnica (véase figuras 3, 4), el cojinete según la invención no alcanza un estado operativo crítico.

Las presentes explicaciones sobre formas de realización preferidas y la descripción anterior de las figuras se refieren a cojinetes de dos hileras. Sin embargo, la invención se refiere adicionalmente también a otras formas de realización del rodamiento grande con varias hileras según la presente invención. En particular, la invención se refiere a un rodamiento grande de tres hileras que presenta una tercera hilera de bolas. La tercera hilera de bolas está dispuesta entre el anillo interior y el anillo exterior en un apoyo de cuatro puntos, estando separada axialmente la tercera hilera de bolas con respecto a la primera hilera de bolas y la segunda hilera de bolas, estando asignadas a la tercera hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura que presentan respectivamente una superficie para alojar la pista de rodadura de bolas, y siendo la superficie respectivamente de una sección de pista de rodadura de la tercera hilera de bolas, que está prevista en el anillo interior, mayor que la superficie de la sección de pista de rodadura contigua respectivamente de la tercera hilera de bola, que está prevista en el anillo interior, e igual a la superficie de la sección de pista de rodadura de la tercera hilera de bolas respectivamente, que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior.

Las formas de realización preferidas, que se explicaron arriba con referencia a realizaciones del rodamiento grande con dos hileras, se pueden aplicar de manera análoga también a la realización del rodamiento grande con tres hileras.

Formas de realización preferidas de la presente invención se adaptan a distintos campos de aplicación preferentemente mediante otros detalles constructivos. Así, por ejemplo, los rodamientos grandes según la invención pueden presentar un dentado interior, un dentado exterior o incluso ningún dentado. Los rodamientos grandes pueden presentar taladros de fijación continuos que se extienden axialmente u otros taladros de fijación de tipo brida o radiales. Los cojinetes según la invención presentan además preferentemente elementos distanciadores entre las bolas o jaulas para sujetar las bolas. Según otras formas de realización preferidas, los rodamientos grandes disponen según la invención de orificios de lubricación para introducir y suministrar lubricantes o, por ejemplo, orificios para introducir o retirar las bolas de las hileras de bolas.

## REIVINDICACIONES

1. Rodamiento grande (1), configurado como unión giratoria de varias hileras de bolas para absorber cargas axiales, cargas radiales y momentos de vuelco, con un anillo exterior (5), un anillo interior (3), una primera hilera de bolas (K1) y una segunda hilera de bolas (K2), estando dispuestas en cada caso la primera hilera de bolas (K1) y la segunda hilera de bolas (K2) de manera separada axialmente una de otra en un apoyo de cuatro puntos, estando asignadas a la primera hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura (7, 9, 15, 17) y estando asignadas a la segunda hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura (11, 13, 19, 21) que presentan respectivamente una superficie para alojar la pista de rodadura de bolas, **caracterizado por que** la superficie respectivamente de una sección de pista de rodadura (7, 11), prevista en el anillo interior, es mayor que la superficie de la sección de pista de rodadura contigua (9, 13) respectivamente, prevista en el anillo interior, e igual a la superficie de la sección de pista de rodadura (17, 21) respectivamente que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior.
2. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la superficie de la sección de pista de rodadura (9, 13), prevista en el anillo interior (3), es igual a la superficie de la sección de pista de rodadura (15, 19) respectivamente que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior (5).
3. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el anillo interior (3) de la primera hilera de bolas (K1) presenta un primer hombro interior anular (23) y un segundo hombro interior anular (25) que delimitan respectivamente una de las superficies para el alojamiento de una pista de rodadura de bolas de la primera hilera de bolas (K1) y por que el anillo interior (3) de la segunda hilera de bolas (K2) presenta un tercer hombro interior anular (27) y un cuarto hombro interior anular (29) que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar la pista de rodadura de bolas de la segunda hilera de bolas (K2), siendo diferente un diámetro máximo (d4) del cuarto hombro interior (29) con respecto a un diámetro máximo (d1) del primer hombro interior (23).
4. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el diámetro máximo (d3) del tercer hombro interior (27) es diferente del diámetro máximo (d2) del segundo hombro interior (25).
5. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el anillo exterior (5) de la primera hilera de bolas (K1) presenta un primer hombro exterior anular (31) y un segundo hombro exterior anular (33) que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar las pistas de rodadura de bolas de la primera hilera de bolas (K1) y por que el anillo exterior (5) de la segunda hilera de bolas (K2) presenta un tercer hombro exterior anular (35) y un cuarto hombro exterior anular (37) que delimitan respectivamente una de las superficies para alojar las pistas de rodadura de bolas de la segunda hilera de bolas (K2), siendo diferente el diámetro mínimo (D4) del cuarto hombro exterior (37) con respecto al diámetro mínimo (D1) del primer hombro exterior (31).
6. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el diámetro mínimo (D3) del tercer hombro exterior (35) es diferente al diámetro mínimo (D2) del segundo hombro exterior (33).
7. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el mayor de los diámetros máximos (d1, d2, d3, d4) de los hombros interiores (23, 25, 27, 29) es menor o igual que el menor de los diámetros mínimos (D1, D2, D3, D4) de los hombros exteriores (31, 33, 35, 37).
8. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las bolas (23) de la primera hilera de bolas (K1) y las bolas (24) de la segunda hilera de bolas (K2) están dispuestas a lo largo de un primer diámetro de círculo de rodadura (DL1).
9. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el mayor de los diámetros máximos (d1, d2, d3, d4) de los hombros interiores (23, 25, 27, 29) es igual o inferior en un intervalo de hasta 0,5 mm al primer diámetro de círculo de rodadura (DL1) de la primera y la segunda hilera de bolas.
10. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que** el menor de los diámetros mínimos (D1, D2, D3, D4) de los hombros exteriores (31, 33, 35, 37) es igual o superior en un intervalo de hasta 0,5 mm al primer diámetro de círculo de rodadura (DL1) de la primera y la segunda hilera de bolas.
11. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** el diámetro máximo (d1) del primer hombro interior (23) es igual al diámetro máximo (d3) del tercer hombro interior (27) y mayor que el diámetro máximo (d2, d4) respectivamente del segundo y cuarto hombro interior (25, 29).
12. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el diámetro mínimo (D2) del segundo hombro exterior (33) es igual al diámetro mínimo (D4) del cuarto hombro exterior (37) y menor que el diámetro mínimo (D1, D3) respectivamente del primer y tercer hombro exterior (31, 35).

- 5 13. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las bolas (23) de la primera hilera de bolas (K1) están dispuestas a lo largo del primer diámetro de círculo de rodadura (DL1) y las bolas (24) de la segunda hilera de bolas (K2) están dispuestas a lo largo de un segundo diámetro de círculo de rodadura (DL2) que es diferente al diámetro (DL1) de la primera hilera de bolas (K1).
- 10 14. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** el diámetro máximo (d1) del primer hombro interior (23) es mayor que el diámetro máximo (d2) del segundo hombro interior (25) y por que el diámetro máximo (d3) del tercer hombro interior (27) es mayor que el diámetro máximo (d4) del cuarto hombro interior (29).
- 15 15. Rodamiento grande (1) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, **caracterizado por que** el diámetro mínimo (D4) del cuarto hombro exterior (37) es menor que el diámetro mínimo (D3) del tercer hombro exterior (35) y por que el diámetro mínimo (D2) del segundo hombro exterior (33) es menor que el diámetro mínimo (D1) del primer hombro exterior (31).
- 20 16. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la primera hilera de bolas (K1) está compuesta de bolas (23) con un primer diámetro de bola y la segunda hilera de bolas (K2) está compuesta de bolas (24) con un segundo diámetro de bola que es diferente al primer diámetro de bola.
- 25 17. Rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el rodamiento grande (1) presenta una o varias otras hileras de bolas, estando dispuestas en cada caso una hilera de bolas o las varias hileras de bolas de manera separada axialmente una de otra en un apoyo de cuatro puntos, estando asignadas respectivamente a una hilera de bolas cuatro secciones de pista de rodadura que presentan en cada caso una superficie para alojar la pista de rodadura de bolas, y siendo la superficie respectivamente de una sección de pista de rodadura, prevista en el anillo interior, mayor que la superficie de la sección de pista de rodadura contigua respectivamente, prevista en el anillo interior, e igual a la superficie de la sección de pista de rodadura respectivamente que está opuesta diametralmente y prevista en el anillo exterior.
- 30 18. Planta de energía eólica con una torre, que presenta una cabeza de torre, y con una góndola diseñada para alojar un rotor, estando montada la góndola de manera giratoria respecto a la torre mediante un cojinete acimutal, **caracterizada por que** el cojinete acimutal está configurado como un rodamiento grande (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17.

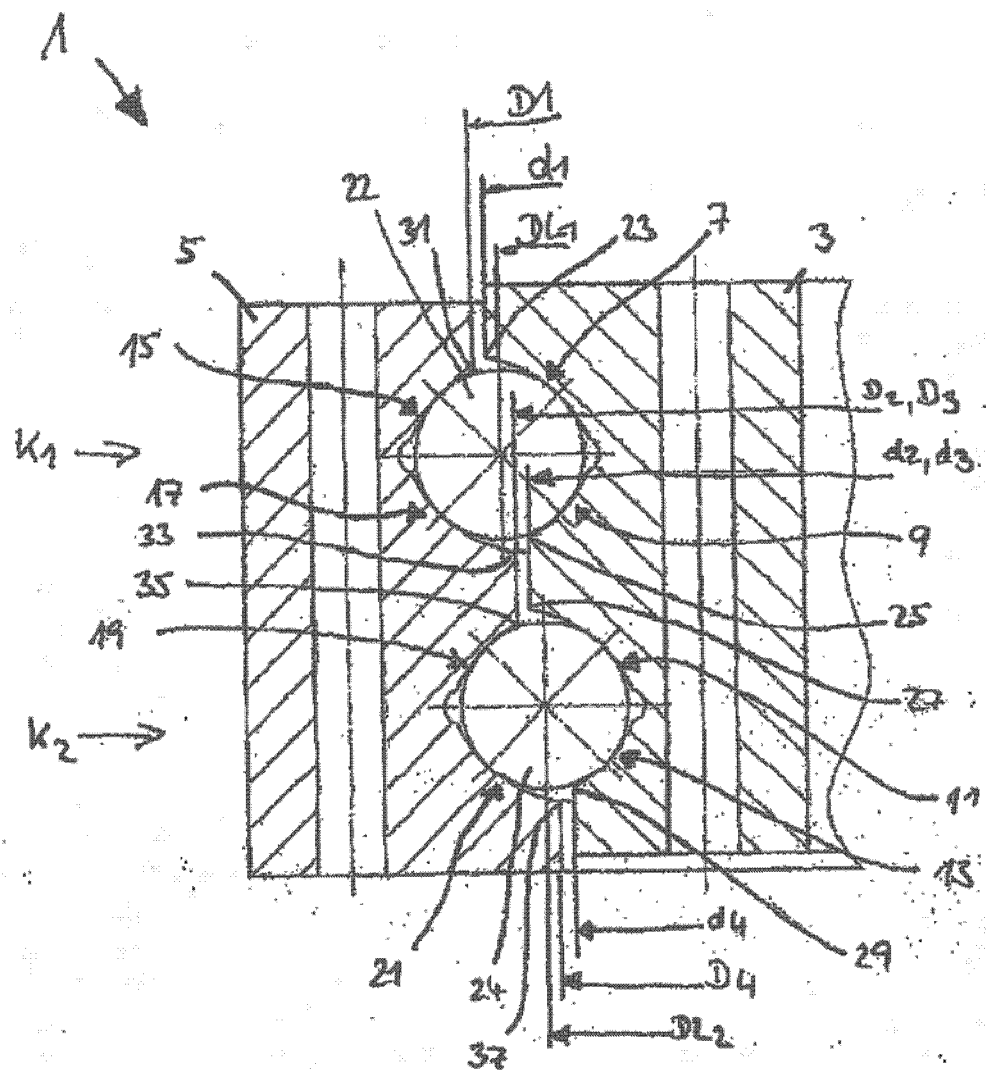


Fig. 1

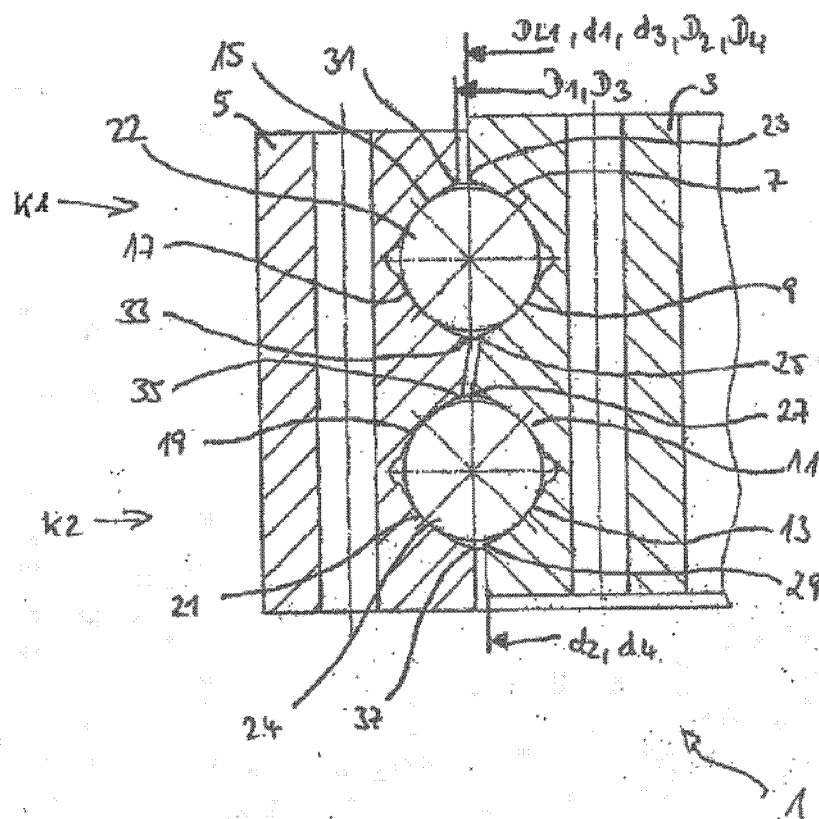


Fig. 2

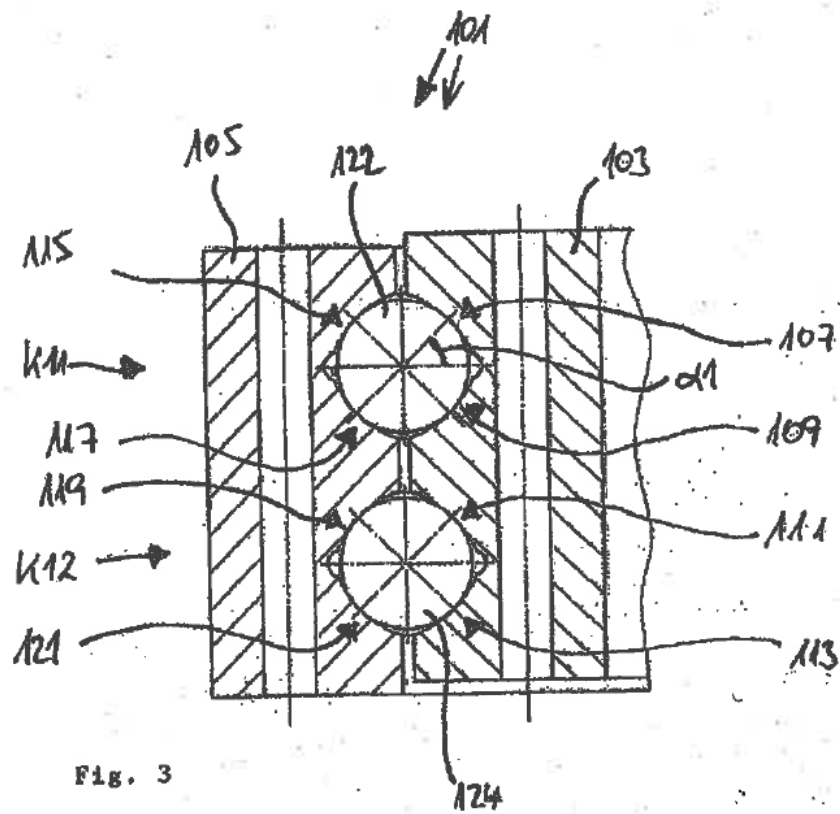


Fig. 3

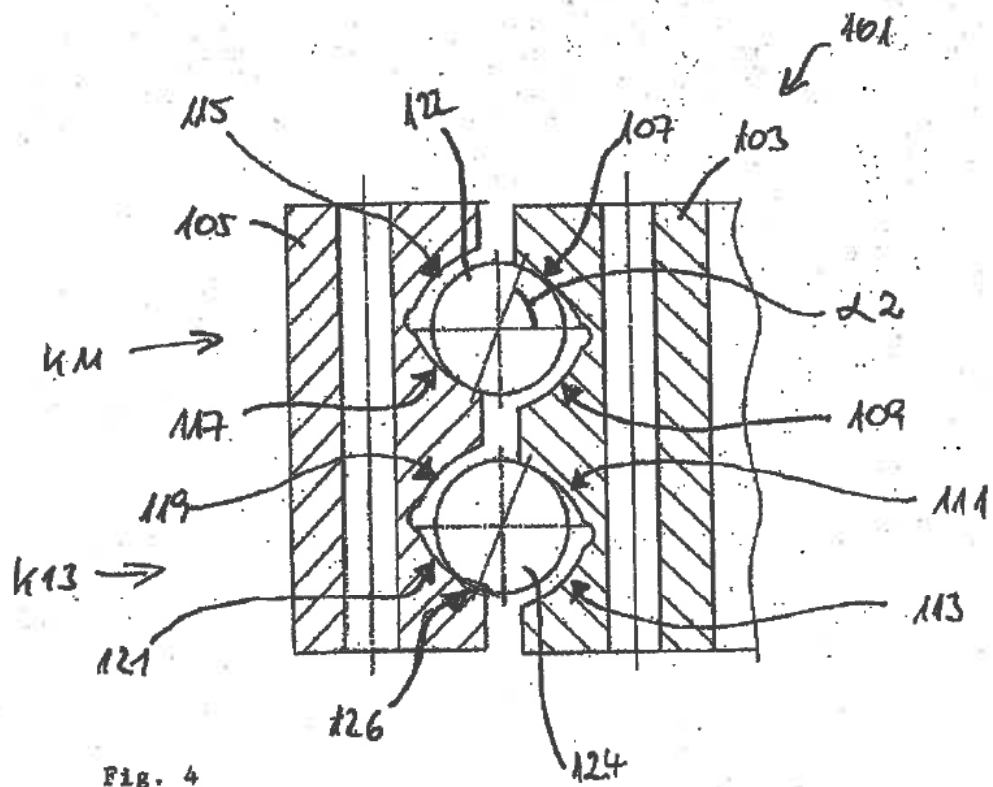


Fig. 4

