

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 667**

51 Int. Cl.:

F16C 33/36 (2006.01)

F16C 19/34 (2006.01)

F16C 19/30 (2006.01)

F16C 19/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2014** **E 14001719 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017** **EP 2944836**

54 Título: **Rodamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2018

73 Titular/es:

IMO HOLDING GMBH (100.0%)
Imostraße 20
91350 Gremsdorf, DE

72 Inventor/es:

DENNERLEIN, JOHANNES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 654 667 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

La invención se dirige a un rodamiento con al menos dos elementos de conexión anulares, concéntricos a un eje de giro principal del cojinete, distanciados uno de otro por una rendija y destinados a conectarse, por un lado, a una primera pieza de maquinaria o de instalación y, por otro lado, a una segunda pieza de maquinaria o de instalación o chasis o fundamento, en el que los dos elementos de conexión se solapan uno a otro en la zona de la rendija en dirección radial, referido al eje de giro principal del rodamiento, debido a que un elemento de conexión está provisto, en su superficie vuelta hacia la rendija, de una ranura circunferencial, en la que encaja un collarín conformado en el otro elemento de conexión para formar una rendija, y en el que en zonas radialmente solapadas una a otra de la rendija está dispuesta en cada uno de los dos elementos de conexión al menos una respectiva pista de rodadura, en la que ruedan una o varias hileras de cuerpos rodantes cuyas superficies tienen siempre exclusivamente simetría de revolución con referencia a un único eje de simetría de revolución dibujado del cuerpo rodante correspondiente que está orientado en sentido radial con respecto al eje de giro principal del rodamiento, y en el que los cuerpos rodantes citados presentan en la dirección de su eje de simetría de revolución una longitud y , en sentido radial a su eje de simetría de revolución, un radio máximo, en el que los cuerpos rodantes citados presentan también una superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa con un radio de bombeado transversal r_q en una dirección tangencial al eje de simetría de revolución z que corresponde a la respectiva distancia r_R de la superficie envolvente al eje de simetría de revolución z en el punto correspondiente de la superficie envolvente del cuerpo rodante correspondiente y que solamente a lo largo de una línea ecuatorial Δ del cuerpo rodante correspondiente es igual al radio máximo r_{\max} del cuerpo rodante, pero que por lo demás es más pequeño que éste:

$$r_q \leq r_{\max}.$$

Muchas instalaciones y máquinas técnicas se hacen cada vez más grandes y más potentes a consecuencia del progreso técnico, pudiendo dominarse entonces las respectivas fuerzas crecientes de la naturaleza. Las instalaciones de energía eólica son un buen ejemplo de esto, ya que su potencia nominal se proyecta constantemente hacia arriba. Juntamente con esto, las palas del rotor se conciben cada vez más grandes y más largas, lo que tiene como consecuencia requisitos constantemente crecientes impuestos a los cojinetes de las palas. En efecto, las palas del rotor más grandes son más largas y tienen un peso mayor, pero capturan también más viento, con lo que aumentan las fuerzas eólicas y con ellas especialmente también los momentos de vuelco en el cojinete de la pala.

Por consiguiente, para construir rodamientos más robustos, un constructor puede aumentar especialmente el tamaño de los cuerpos rodantes. No obstante, aumenta así también el corte transversal de los anillos de un rodamiento de esta clase, lo que en muchos casos es poco deseable. Por otro lado, en instalaciones de fuerza eólica desempeña también su papel el peso de los cojinetes de las palas que crece rápidamente con las dimensiones crecientes del corte transversal de los anillos, ya que este peso gravita sobre el cojinete principal y, por tanto, se opone a un arranque suave de la rueda eólica.

Como documento de carácter genérico, la publicación WO 2010/040539 A1 muestra un dispositivo para realizar un acoplamiento giratorio de dos elementos de conexión coaxiales, al menos uno de los cuales está configurado como un anillo circular, y los cuales presentan al menos cada uno de ellos una superficie anular que está vuelta hacia la superficie correspondiente del respectivo otro elemento de conexión, pero que está distanciada de ésta por una rendija, con lo que dichos elementos de conexión pueden hacerse girar uno con respecto a otro alrededor de un eje imaginario aproximadamente perpendicular al plano del anillo tomado como eje de giro en el centro del elemento de conexión anular, estando dispuesto en la rendija entre los dos elementos de conexión un apoyo de giro configurado como un rodamiento de una o varias hileras para absorber cargas axiales y radiales y momentos de vuelco. Entre dos hileras de cuerpos rodantes dispuestas decaladas entre ellas en la dirección axial del eje de giro puede encontrarse en la rendija un collarín circunferencial unido con un elemento de conexión, el cual puede encajar en una ranura también circunferencial del otro elemento de conexión con solapamiento en dirección radial. Como cuerpos rodantes, además de bolas o rodillos cilíndricos, se proponen también cuerpos rodantes de forma de barrilete. Sin embargo, el modo de construcción de este tipo de cojinete requiere una dimensión radial grande del corte transversal del cojinete, puesto que tanto los rodillos cilíndricos como los cuerpos rodantes de forma de barrilete requieren, debido a su longitud, una gran extensión de los anillos en dirección radial, referido al eje de giro del cojinete.

Por otro lado, el documento DE 10 2007 049 982 A1 revela un rodamiento, especialmente para soportar una rueda de vehículo industrial, con dos cojinetes de bolas oblicuos colocados uno respecto de otro con una disposición en forma de O. No obstante, los dos elementos de conexión de este rodamiento no se solapan en dirección radial, y para la transmisión de cargas axiales están disponibles en todo caso las bolas oblicuamente colocadas. Para un apoyo adicional en dirección radial están presentes también, además de las dos hileras de bolas de cojinete oblicuamente colocadas, dos hileras de cuerpos rodantes dispuestas entre ellas, las cuales están constituidas cada una de ellas por bolas con dos aplanamientos opuestos uno a otro. El gran número de hileras de cuerpos rodantes requiere aquí una estructura ampliamente volada de los elementos de conexión en dirección axial, con un peso correspondientemente grande. Además, las bolas aplanadas no aportan ninguna contribución a la transmisión de

fuerzas axiales, y finalmente tienen que ser guiadas en una jaula para que su respectivo eje de giro no se modifique de forma incontrolada.

5 El problema iniciador de la invención se deriva de los inconvenientes del estado de la técnica descrito y consiste en perfeccionar un rodamiento de carácter genérico que debe poder utilizarse preferiblemente también como cojinete de pala para una instalación de energía eólica, de tal manera que, a pesar de una fuerza portante lo más alta posible del rodamiento, se reduzca el corte transversal (total) del cojinete hasta donde sea posible para economizar peso.

La solución de este problema se logra con ayuda de un perfeccionamiento del rodamiento de carácter genérico con arreglo a las características siguientes:

10 - las superficies envolventes convexamente bombeadas de los cuerpos rodantes citados presentan un radio de bombeado longitudinal r_d en una dirección paralela al eje de simetría de revolución z del cuerpo rodante correspondiente que en toda la superficie envolvente es constante e igual o menor que el radio máximo r_{max} del cuerpo rodante correspondiente:

$$r_d \leq r_{max};$$

15 - la mitad de la longitud l_R del cuerpo rodante citado es más pequeña que el radio máximo r_{max} del cuerpo rodante correspondiente:

$$1/2 l_R < r_{max};$$

- el collarín hace transición en su fondo, a través de un canto en ángulo obtuso a la manera de una garganta hueca en ángulo obtuso, hacia una zona de superficie adyacente – vuelta hacia la rendija – del elemento de conexión correspondiente.

20 Se ha creado así una disposición que, por un lado, puede absorber altas fuerzas axiales y altos momentos de vuelco, pero que, al mismo tiempo, es muy pequeña y ligera y, por tanto, economizadora de espacio. Esto se consigue, entre otras cosas, por el hecho de que la longitud l de un cuerpo rodante es más pequeña que su diámetro $D = 2 * r_{max}$. $l < D$. Esto repercute con efecto amplificador sobre la fuerza portante axial y al mismo tiempo con efecto reductor sobre el rozamiento de rodadura. Ambos efectos se valoran en determinadas aplicaciones, por ejemplo en
 25 apoyos en el marco de instalaciones de fuerza eólica. En efecto, se tienen que dominar allí, por un lado, altas fuerzas de viento y de peso, mientras que al mismo tiempo se debe superar solamente una resistencia lo más pequeña posible para el arranque y el giro a fin de ahorrar energía. Por otro lado, los cuerpos rodantes con una superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa experimentan un guiado por una pista de rodadura cóncava en su corte transversal, puesto que ya con un decalaje insignificante de un cuerpo rodante
 30 transversalmente a la pista de rodadura correspondiente se genera inmediatamente una contrafuerza de reposición debido a que se modifica entonces el ángulo portante. Por último, el espacio de montaje necesario del rodamiento y así también su peso pueden reducirse cuando se reduce la longitud l de los cuerpos rodantes según rodillos o bolas usuales. Como quiera que uno de los dos anillos está configurado como anillo de nariz, se puede ajustar idealmente el ángulo portante a 90° , lo que corresponde a un cojinete axial y/o a un cojinete para la absorción preferida de
 35 momentos de vuelco. Tales cojinetes pueden absorber ciertamente tan solo fuerzas axiales en una única dirección, es decir, por ejemplo, fuerzas de compresión; combinando dos de tales hileras de cuerpos rodantes, por ejemplo a ambos lados de un collarín circunferencial en un anillo de nariz, especialmente en el lado superior y en el lado inferior de este collarín, se pueden transmitir fuerzas axiales en ambas direcciones axiales; al mismo tiempo, se pueden pretensar así los anillos correspondientes uno contra otro en dirección axial, con lo que se puede lograr un guiado especialmente exacto de ambos anillos uno con respecto a otro. Como quiera que los dos elementos de
 40 conexión se solapan radialmente uno a otro debido a que un elemento de conexión está provisto, en su superficie vuelta hacia la rendija, de una ranura circunferencial en la que encaja un collarín conformado en el otro elemento de conexión para producir la rendija, este collarín es abrazado y retenido por dos hileras de cuerpos rodantes que a su vez son abrazadas por los flancos de la ranura del otro elemento de conexión. Como quiera también que el collarín hace transición en su fondo, a través de un canto en ángulo obtuso, hacia una zona de superficie adyacente – vuelta
 45 hacia la rendija – del elemento de conexión correspondiente, se obtiene una garganta hueca en ángulo obtuso que está en condiciones de recibir una zona de canto del cuerpo rodante correspondiente y guiarlo así de forma óptima. Una condición para esto es que sus ejes de simetría y de rotación deben coincidir gracias a un guiado preciso y, por tanto, se debe reducir o suprimir una especie de movimiento de precesión. La consecuencia es una marcha lo más
 50 estabilizada posible y pobre en vibración del rodamiento.

55 Está dentro del ámbito de la invención el que los cuerpos rodantes citados presenten un ángulo portante de más de 45° , preferiblemente un ángulo portante de 60° o más, especialmente un ángulo portante de 75° o más y, en el caso ideal, un ángulo portante de 90° . El ángulo portante ideal está ajustado a una carga puramente axial del cojinete correspondiente. Por otro lado, en contraste con, por ejemplo, cojinetes de rodillos, en la disposición de cuerpos rodantes según la invención el ángulo portante no está limitado a este ajuste ideal; gracias a su superficie envolvente doblemente bombeada un cuerpo rodante de esta clase puede transmitir también fuerzas radiales. En tal caso, el ángulo portante real ya no es entonces exactamente de 90° , sino que es algo más pequeño. En este caso, se deberá considerar siempre como ángulo portante el ángulo que forma una línea desde un punto de contacto de la

superficie envolvente de los cuerpos rodantes con una pista de rodadura hasta el centro del cuerpo rodante correspondiente con respecto al plano de base verticalmente atravesado por el eje de giro principal del cojinete.

Según su determinación preferida, los cuerpos rodantes citados transmiten predominante o exclusivamente fuerzas axiales, es decir, fuerzas en la dirección del eje de giro principal h del rodamiento, y/o momentos de vuelco.

- 5 La invención se puede perfeccionar en el sentido de que dos hileras de cuerpos rodantes con superficies envolventes doblemente bombeadas en forma convexa estén dispuestas una sobre otra en la dirección del eje de giro principal h del rodamiento, rodando las zonas mutuamente opuestas de las superficies envolventes en pistas de rodadura que están dispuestas en el mismo elemento de conexión, mientras que las zonas mutuamente alejadas de las superficies envolventes ruedan en pistas de rodadura que están dispuestas en el otro elemento de conexión.
- 10 Esta disposición trae consigo la ventaja de que en tal caso está prevista para cada dirección de fuerza axial (fuerzas de compresión y de tracción) una hilera de cuerpos rodantes propia. Cuando las dos hileras de cuerpos rodantes predominantemente axiales están directamente dispuestas una sobre otra, éstas pueden sujetar entre ellas una parte de un elemento de conexión y a su vez son abrazadas entonces axialmente por el otro elemento de conexión, es decir que se apoyan en este último. El resultado es un cojinete de acción universal que puede dominar todas las
- 15 fuerzas axiales con independencia de su orientación.

La extensión radial del collarín deberá ser igual o mayor que la extensión radial de un cuerpo rodante que rueda a lo largo del mismo, estando referidas siempre las direcciones de extensión radial al eje de giro principal del rodamiento. Como consecuencia, los cuerpos rodantes no sobresalen más allá del collarín correspondiente, sino que son ciertamente soportados por éste en su totalidad, pero no requieren un espacio de montaje adicional dentro del cojinete.

20

Juntamente con esto, se ha acreditado por sus buenos resultados el que los flancos del collarín sigan en dirección radial un recorrido bombeado cóncavo, referido al eje de giro principal del rodamiento. En este caso, este radio de bombeado r_w deberá ser mayor que la mitad de la longitud radial l_{nq} del corte transversal de la nariz, medido en dirección radial con respecto al eje principal del cojinete, pero menor que su longitud total radial absoluta l_{nq} .

25
$$0,5 l_{nq} < r_w < l_{nq}$$

Por consiguiente, dos hileras de cuerpos rodantes pueden ser guiadas con precisión una sobre otra por dos cantos de transición o gargantas huecas en ángulo obtuso entre un flanco del collarín y una respectiva zona de superficie adyacente – vuelta hacia la rendija – del elemento de conexión correspondiente, los cuales pueden estar superpuestos en la dirección axial del rodamiento.

- 30 El elemento de conexión que acoge al collarín en una ranura circunferencial puede presentar también dos cantos de transición en ángulo obtuso a la manera de gargantas huecas en ángulo obtuso, cada uno de ellos entre un flanco de la ranura y el fondo de la ranura del elemento de conexión correspondiente, los cuales están superpuestos en la dirección axial del rodamiento. Se cumple aquí también que, debido al acanalado a modo de garganta en ángulo obtuso, se consigue un guiado óptimo de los distintos cuerpos rodantes, con la condición de que se eviten
- 35 movimiento de precesión.

En el ámbito de un diseño óptimo el ángulo de apertura α de un canto de transición en ángulo obtuso o de una garganta hueca en ángulo obtuso deberá ser, visto en corte transversal del cojinete, mayor que 90° , preferiblemente mayor que 105° , especialmente mayor que 120° y/o menor que 165° , preferiblemente menor que 150° , especialmente menor que 135° .

- 40 Visto en corte transversal del cojinete, la línea de unión entre los dos cantos de transición en ángulo agudo o las dos gargantas huecas en ángulo agudo – asociados a una hilera de cuerpos rodantes común – de ambos elementos de conexión pasa en el estado ensamblado por el centro del cuerpo rodante correspondiente. Se obtiene así una disposición simétrica al máximo, lo que puede repercutir también en el sentido de reducir la generación de vibraciones.

- 45 La invención recomienda también que, visto en corte transversal del cojinete, la línea de unión entre los dos cantos de transición en ángulo obtuso o las dos gargantas huecas en ángulo obtuso – asociados a una hilera de cuerpos rodantes común – divida el ángulo de apertura α de un canto de transición en ángulo obtuso o de una garganta hueca en ángulo obtuso en dos ángulos δ , ϵ , uno de los cuales ascienda a 90° , pero el otro no:

$$\delta = \delta + \epsilon, \text{ en donde } \delta = 90^\circ, \epsilon \neq 90^\circ.$$

- 50 Esto resulta del hecho de que en la zona de una garganta hueca en ángulo obtuso de un elemento de conexión o en la zona de un canto en ángulo obtuso de un cuerpo rodante la respectiva superficie envolvente del mismo discurre tangencialmente a la línea radial correspondiente, con lo que $\delta = 90^\circ$; por el contrario, esto no ocurre en el respectivo lado frontal; este último sigue más bien un recorrido a manera de secante, con lo que $\epsilon \neq 90^\circ$ o $\epsilon < 90^\circ$.

- 55 Se ha manifestado como favorable que la zona de superficie envolvente con radio de bombeado longitudinal constante $r_d = r_{max}$ lleve conectada siempre una superficie frontal, eventualmente después de una zona de transición.

Mientras que la superficie envolvente intercambia fuerzas y eventualmente momentos de vuelco con las pistas de rodadura, las superficies frontales pueden contribuir a un guiado del cuerpo rodante correspondiente, especialmente de tal manera que el eje de rotación de los cuerpos rodantes se mantenga constantemente orientado en dirección radial con respecto al eje de giro principal del cojinete correspondiente y no esté sometido durante su movimiento a una precesión que en todo caso conduzca a un rozamiento incrementado y que, por tanto, no es deseable. En este caso, las superficies frontales, gracias a la superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa no solo sirven como elemento limitador de un movimiento de precesión, mientras que la superficie envolvente sobre la pista de rodadura adaptada a ella en corte transversal está capacitada para, además de realizar un guiado axial, transmitir fuerzas radiales.

- 5
- 10 Una o ambas zonas de transición entre la superficie envolvente y una o ambas superficies frontales están continuamente bombeadas en la dirección longitudinal del cuerpo rodante correspondiente, siendo el radio de bombeado longitudinal de transición $r_{d\dot{u}}$ menor que el radio de bombeado longitudinal r_d en la zona de la superficie envolvente:

$$r_{d\dot{u}} < r_d.$$

- 15 Se trata aquí de una especie de redondeamiento para evitar aristas vivas, con lo que se debe evitar la aparición de daños.

Una o ambas superficies frontales pueden ser planas o estar doblemente bombeadas en forma convexa o doblemente bombeadas en forma cóncava. Mediante un ligero bombeado de esta clase de un lado frontal de un cuerpo rodante se reduce su superficie de contacto con un elemento de tope a una zona lineal, con el resultado de que se minimizan el rozamiento y así también el desgaste. En este caso, importa menos el desgaste de los cuerpos rodantes, ya que los sitios correspondientes no despliegan de todos modos una acción provechosa transmisora de fuerza; por el contrario, hay que prestar atención al lubricante, puesto que éste se puede impurificar rápidamente por abrasión en forma de virutas y entonces solamente ofrece todavía una protección aminorada frente a un envejecimiento prematuro o incluso, por el contrario, tiene como consecuencia un desgaste incrementado.

- 20
- 25 El radio de bombeado radial r_r de una o ambas superficies frontales es mayor en su magnitud o en su valor absoluto que el radio de bombeado longitudinal $r_{d\dot{u}}$ en la zona de transición correspondiente entre la superficie envolvente y la superficie frontal correspondiente:

$$|r_r| > r_{d\dot{u}}$$

o

- 30 $r_r > r_{d\dot{u}}.$

En otras palabras, las superficies frontales están considerablemente menos bombeadas que la superficie envolvente. Por consiguiente, se podría formular también: $|r_r| > 5 * r_{d\dot{u}}$, o $r_r > 5 * r_{d\dot{u}}$, o $|r_r| > 10 * r_{d\dot{u}}$, o $r_r > 10 * r_{d\dot{u}}$, o $|r_r| > 20 * r_{d\dot{u}}$, o $r_r > 20 * r_{d\dot{u}}$, o $|r_r| > 50 * r_{d\dot{u}}$, o $r_r > 50 * r_{d\dot{u}}$, o $|r_r| > 100 * r_{d\dot{u}}$, o $r_r > 100 * r_{d\dot{u}}$.

- 35 El radio de bombeado radial r_r de una o ambas superficies frontales deberá ser también mayor que el radio de bombeado longitudinal r_d en la zona de la superficie envolvente del cuerpo rodante correspondiente:

$$r_r > r_d.$$

Por consiguiente, la misión de las superficies frontales es en todo caso la de un guiado, lo que en general pueden hacer mejor las superficies frontales más planas que las superficies fuertemente bombeadas.

- 40 Según la invención, se ha previsto también que en uno o ambos elementos de conexión esté prevista una superficie de guía para orientar siempre los ejes de simetría de revolución de los cuerpos rodantes en dirección radial con respecto al eje de giro principal del rodamiento. Estas superficies de contacto deberán entrar en contacto para ello eventualmente con las superficies frontales de los cuerpos rodantes y, en caso contrario, hacer que retrocedan los cuerpos rodantes de tal manera que el eje de rotación coincida con su eje de simetría.

- 45 Para poder cumplir óptimamente con su finalidad, las superficies de guía deberán estar vueltas una hacia otra. Entre cada dos de tales superficies de guía vueltas una hacia otra encuentra entonces sitio siempre una hilera de cuerpos rodantes. La distancia libre entre dos de tales superficies de guía vueltas una hacia otra deberá ser en todo caso ligeramente más grande que la extensión longitudinal de los cuerpos rodantes correspondientes a lo largo de su eje de simetría, de modo que éstos puedan rodar con poco rozamiento entre las superficies de guía sin producir un espacio de holgura demasiado grande ni eventualmente colocarse en posición oblicua.

- 50 Asimismo, las superficies de guía tienen que ser planas al menos zonalmente. Esta configuración se ofrece precisamente en combinación con superficies frontales ligeramente bombeadas de los cuerpos rodantes, ya que entonces los efectos de la minimización del rozamiento y la optimización del guiado se pueden hacer concordar uno con otro del mejor modo.

Una orientación óptima de los cuerpos rodantes puede ser favorecida también por una jaula dispuesta en la rendija para mantener los distintos cuerpos rodantes a distancias aproximadamente constantes en la dirección periférica de la rendija. Se evita así una colisión entre cuerpos rodantes contiguos con el consiguiente rozamiento incrementado. Además, se favorece una distribución uniforme de la capacidad portante del cojinete por medio de cuerpos rodantes uniformemente distribuidos.

Para encontrar una disposición lo más economizadora de espacio que sea posible se ha previsto también que los cuerpos rodantes citados no estén apoyados en ningún sitio, sino que giren libremente dentro de la rendija y tengan allí su guiado por medio de las superficies de guía comentadas más arriba y eventualmente una jaula.

La invención experimenta una optimización adicional debido a que, para la transmisión de fuerzas radiales, es decir, fuerzas radiales al eje de giro principal h del rodamiento, está previsto un cojinete radial adicional, preferiblemente al menos una hilera de cuerpos rodantes adicionales que ruedan entre pistas de rodadura que se solapan una con otra en dirección axial. Ciertamente, los cuerpos rodantes según la invención citados más arriba, gracias a su superficie envolvente doblemente bombeada, están también en condiciones de absorber y transmitir fuerzas radiales; sin embargo, este apoyo radial es relativamente "blando" y está ligado a un desplazamiento relativo apreciable de los dos elementos de conexión; por este motivo, la hilera de cuerpos rodantes adicional propuesta entre pistas de rodadura que se solapan una a otra en dirección axial forma frente a esto un apoyo radial más bien "duro", es decir, sin mayores deformaciones internas dentro del cojinete.

La invención experimenta un perfeccionamiento provechoso debido a que los cuerpos rodantes de la hilera del cojinete radial están configurados en forma de rodillos o de agujas. Esta clase de cuerpos rodantes puede transmitir grandes fuerzas con un diámetro relativamente pequeño, con lo no se incrementa así el volumen de montaje de un cojinete según la invención.

Para fijar un elemento de conexión a una pieza de maquinaria o de instalación, fundamento, chasis, parte de vehículo o similar, éste dispone de unos respectivos medios de fijación dispuestos distribuidos en forma de corona, especialmente unos taladros de fijación axiales. Se puede tratar aquí de taladros de paso con ejes longitudinales paralelos al eje de giro principal o de taladros ciegos con rosca interior para atornillar tornillos de maquinaria o pernos roscados. De este modo, una superficie de conexión atravesada verticalmente por estos taladros de fijación puede ser presionada a tope y con ajuste de rozamiento contra una superficie de conexión de la pieza de maquinaria o instalación, fundamento, chasis, parte de vehículo, etc. correspondiente.

Gracias a la presente invención se puede minimizar la distancia radial entre las dos hileras de taladros de fijación axiales, por ejemplo de tal manera que sea igual o menor que 2,5 veces el diámetro máximo d_{max} de un cuerpo rodante, o que sea igual o menor que el doble del diámetro máximo d_{max} de un cuerpo rodante, especialmente de tal manera que sea igual o menor que 1,5 veces el diámetro máximo d_{max} de un cuerpo rodante. Se obtienen así varias ventajas: Por un lado, se reduce el volumen de montaje necesario – el cojinete se hace más pequeño y estorba menos a las construcciones contiguas. Además, se ahorra así también material, lo que minimiza los costes del material y también el peso. Por último, con ayuda de medios de fijación presionados hasta quedar más aproximados uno a otro se puede mejorar el flujo de fuerza axial dentro del cojinete de tal manera que éste no solo quede menos inclinado, sino que sea guiado en una posición claramente más recta a través del cojinete, lo que repercute provechosamente en la rigidez frente a cargas axiales.

En el ámbito de una forma de realización especial puede estar previsto un total de tres elementos de conexión, concretamente un elemento de conexión radialmente interior con el radio más pequeño, un elemento de conexión radialmente exterior con el radio más grande y, entre estos, un elemento de conexión radialmente central con un radio medio. Cuando se atornillan aquí firmemente el elemento de conexión radialmente interior y el elemento de conexión radialmente exterior en una construcción portante común, mientras que el elemento de conexión radialmente central se atornilla firmemente en una construcción que debe girar con respecto a la anterior, se puede incrementar así aún más la rigidez frente a cargas de fuerza axiales.

En la forma de realización últimamente citada deberán estar dispuestas en la rendija entre el elemento de conexión interior y el elemento de conexión central una o preferiblemente dos hileras de cuerpos rodantes con superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa a lo largo de pistas de rodadura allí existentes en zonas de los elementos de conexión correspondientes que se solapan una con otra en dirección radial, y/o entre el elemento de conexión central y el elemento de conexión exterior deberán estar dispuestas una o preferiblemente dos hileras de cuerpos rodantes con superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa a lo largo de pistas de rodadura allí existentes en zonas de los elementos de conexión correspondientes que se solapan una a otra en dirección radial. Se pueden lograr los mejores resultados cuando en ambas zonas de rendija prestan siempre servicio unos cuerpos rodantes con superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa y superficies frontales ampliamente planas en comparación con la anterior, especialmente siempre dos hileras de tales cuerpos rodantes que puedan estar pretensadas una contra otra para poder transmitir fuerzas axiales en ambas direcciones. En la última forma de realización existirían entonces al menos cuatro hileras de cuerpos rodantes, concretamente dos por cada zona de rendija.

Por último, se corresponde con las enseñanzas de la invención el que el interior y el exterior de los tres elementos de conexión limiten uno con otro o estén unido uno a otro en la zona de un lado frontal del elemento de conexión central. Esta medida sirve para la finalidad de hacer posible un montaje exento de agarrotamiento para que en cualquier caso se mantenga absolutamente constante en dirección periférica la distancia radial entre el elemento de conexión más interior y el elemento de conexión más exterior al menos durante el montaje y, por tanto, se evite toda tendencia a un agarrotamiento.

Otras características, detalles, ventajas y acciones en base a la invención se desprenden de la descripción siguiente de una forma de realización preferida de dicha invención y con ayuda del dibujo. Muestran en éste:

La figura 1, un corte a través de un rodamiento según la invención, representado en perspectiva;

La figura 2, el rodamiento de la figura 1 en una representación en corte simplificada;

La figura 3, un corte a través de la figura 2 a lo largo de la línea III-III; y

La figura 4a, un cuerpo rodante esférico del estado de la técnica en una vista de su superficie envolvente;

La figura 4b, un cuerpo rodante de forma de barrilete del estado de la técnica en una vista de su superficie envolvente; y

La figura 4c, uno de los cuerpos rodantes del cojinete según las figuras 1 a 3 en una vista de su superficie envolvente, puesto en relación con el estado de la técnica según las figuras 4a y 4b.

El rodamiento 1 representado en las figuras 1 a 3 consiste en un rodamiento grande libre en el centro para realizar un acoplamiento giratorio de piezas grandes y pesadas de maquinaria o instalaciones. Un caso de aplicación a modo de ejemplo son las instalaciones de fuerza eólica, en donde se pueden utilizar tales rodamientos 1 como cojinetes de rotor o principales o – especialmente con un dentado circunferencial que puede estar previsto en uno de los dos anillos para hacer posible un giro relativo activo – como cojinetes de pala para realizar un ajuste variable de una pala de rotor con respecto al viento afluente según la intensidad de éste, o como cojinete de sala de máquinas para orientar el eje del rotor en sentido paralelo a la dirección del viento a fin de asegurar un ataque óptimo de la rueda eólica. Además, es imaginable un equipamiento de un rodamiento 1 según la invención con un dentado circunferencial a fin de proporcionar una capacidad de rotación activa en el ámbito de la invención para los más diversos casos de aplicación, por ejemplo también en el ámbito de grúas giratorias, carruseles, etc.

En el ejemplo de realización representado el rodamiento 1 dispone de dos elementos de conexión 2, 3 giratorios uno con relación a otro y realizados con una configuración plana de forma de corona circular. Estos dos elementos de conexión 2, 3 están dispuestos concéntricamente entre ellos, es decir, de tal manera que coincidan sus respectivos ejes de simetría, los cuales forman también al mismo tiempo el eje de giro del rodamiento 1. Debido a esta disposición, los planos de los anillos de estos dos elementos de conexión 2, 3 son también paralelos uno a otro y son atravesados verticalmente por el eje de giro del rodamiento 1. En la exposición ulterior este eje de giro se designará eje de "altura" y un plano medio de cada elemento de conexión anular 2, 3 se denominará su plano de "base". Los dos elementos de conexión 2, 3 no solo son concéntricos entre ellos, sino que también tienen siempre aproximadamente las mismas extensiones en altura H_1 , H_2 y sus dos planos de base se encuentran también a aproximadamente la misma altura, es decir que los centros de gravedad de ambos elementos de conexión 2, 3 coinciden casi en forma puntual y están en todo caso distanciados uno de otro en la medida de una diferencia de altura mínima ΔH , de modo que se cumple que:

$$\Delta H \leq (H_1 + H_2)/5,$$

en particular:

$$\Delta H \leq (H_1 + H_2)/10.$$

Esto es posible debido a que un elemento de conexión, concretamente el elemento de conexión interior 2, presenta un radio medio más pequeño que el del otro elemento de conexión exterior 3:

$$R_1 < R_2$$

y, por tanto, éste ofrece sitio para aquél en su interior.

Entre los dos elementos de conexión 2, 3 dispuestos radialmente de esta manera uno dentro de otro queda una rendija 4 que separa completamente a los dos elementos de conexión 2, 3 uno de otro y, por tanto, hace posible un giro relativo entre los mismos.

Para que, a pesar de esta rendija 4, se garantice la coaxialidad entre los dos ejes de simetría de ambos elementos de conexión 2, 3, se han previsto entre aquéllos unos cuerpos rodantes 5-7, en el presente ejemplo tres hileras de cuerpos rodantes 5-7. Dos de estas hileras de cuerpos rodantes 5, 6 sirven para establecer la orientación paralela de los planos de ambos elementos de conexión 2, 3 y eventualmente para ajustar un decalaje en altura constante

ΔH . La tercera hilera de cuerpos rodantes 7 proporciona la orientación coaxial de los ejes de simetría de ambos elementos de conexión 2, 3 y un mantenimiento exacto de tal orientación.

5 Todos los cuerpos rodantes 5-7 consisten en cuerpos que tienen simetría de revolución exclusivamente con respecto en cada caso a un único eje de simetría bien definido del cuerpo rodante correspondiente 5-7 y que, por este motivo, pueden denominarse también rodillos. No obstante, los cuerpos rodantes 5-7 tienen ejes de simetría de diferente orientación: Mientras que los ejes de simetría de dos hileras de cuerpos rodantes 5, 6 discurren en dirección radial, referido al eje de giro principal el cojinete 1, los ejes de simetría de las tercera hilera de cuerpos rodantes 7 discurren paralelamente al eje de giro principal del cojinete 1.

10 Sin embargo, los cuerpos rodantes 5-7 no están con este fin apoyados, sino que van guiados, especialmente debido a la configuración de las superficies dentro de la rendija 4.

15 Tales superficies de guía están, por ejemplo, formadas, por un lado, por dos flancos 8, 9 y un lado frontal 10 de un collarín circunferencial 11 conformado en un elemento de conexión 2, 3 en la zona de la rendija 4, así como por unas superficies 12, 13 del elemento de conexión correspondiente 2, 3 adyacentes por arriba y por abajo a este collarín 11, y, por otro lado, por dos flancos 14, 15 y el fondo 16 de una ranura circunferencial 17 conformada en el otro elemento de conexión 3, 2 en la zona de la rendija 4. Conforme a la práctica usual, en lo que sigue el elemento de conexión 2, 3 que presenta el collarín 11 se denominará "anillo de nariz", mientras que el otro elemento de conexión 3, 2 que presenta la ranura 17 se denominará "anillo en C".

20 Dado que el collarín 11 del anillo de nariz 2, 3 encaja en la ranura 17 del anillo en C 3, 2, de modo que estas partes 11, 17 se solapan en dirección radial, el cojinete 1 puede ensamblarse únicamente cuando el anillo en C 3, 2 está subdividido, en la zona de su ranura 17 a lo largo de un plano de separación 18, en un anillo superior 19 y un anillo inferior 20. Durante el montaje del cojinete 1 se pueden calar estos dos anillos 19, 20 desde arriba, por un lado, y desde abajo, por otro lado, sobre el anillo de nariz 2, 3 y, finalmente, se pueden unir uno con otro, por ejemplo por medio de tornillos no representados en el dibujo.

25 Mientras que la hilera de cuerpos rodantes 7 que sirve para realizar el ajuste coaxial de ambos elementos de conexión 2, 3 puede estar formada por rodillos normales con una configuración, por ejemplo, cilíndrica, las dos hileras restantes de cuerpos rodantes 5, 6 presentan una configuración especial que está representada con detalle, especialmente también en la figura 4c:

30 Se aprecia un cuerpo con una superficie envolvente 21 y dos superficies frontales terminales 22, 23. Entre cada superficie frontal 22, 23 y la superficie envolvente 21 existe siempre un canto circunferencial 24 de forma anular. Tales cantos 24 faltan en las bolas 25 de rodamientos convencionales como las que pueden verse a la izquierda en la figura 4.

Análogamente a rodillos o a los barriletes de rodamiento 26 representados en la figura 4b, los cuerpos rodantes 5, 6 según la invención tienen siempre un eje de simetría de revolución M_R , 27 bien definido.

35 Por otro lado, es posible imaginarse un cuerpo rodante 5, 6 obtenido por corte de casquetes laterales de un cuerpo de base sin cantos a lo largo de dos superficies de corte paralelas una a otra, cuyas superficies de corte forman después las superficies frontales 22, 23 de los rodamientos 5, 6. Unas zonas mutuamente diametrales de la superficie envolvente 21 forman siempre secciones de un círculo grande común descrito alrededor del cuerpo rodante 5, 6. Por este motivo, la curvatura de la superficie envolvente 21 en la dirección longitudinal de su eje de simetría de revolución 27 está calculada de tal manera que los dos radios de curvatura $r_{d,1} = r_{d,2} = r_d$ sean igual de grandes y unas zonas diametrales mutuamente opuestas de la superficie envolvente 21 se complementen una con otra para proporcionar un valor que corresponde al diámetro máximo d_{max} del cuerpo rodante 5, 6 o es más pequeño que éste:

$$r_d + r_d \leq d_{max}.$$

45 Por el contrario, la longitud l_R de un cuerpo rodante 5, 6 es más pequeña que este diámetro máximo d_{max} del cuerpo rodante 5, 6:

$$l_R < d_{max}.$$

Para montar tales cuerpos rodantes 5, 6, las superficies de la rendija 4 están especialmente configuradas, sobre todo en la zona del collarín 11 de forma de nariz y de la ranura 17 de alojamiento de éste.

50 Los cuerpos rodantes 5, 6 atacan, por un lado, a lo largo de pistas de rodaduras 28, 29 del collarín 11 en el anillo de nariz 2, 3, que corresponden a los flancos 8, 9 del collarín 11 de forma de nariz, y, por otro lado, en pistas de rodadura 30, 31 del anillo en C 3, 2 que corresponden a los flancos 14, 15 de la depresión 17 de forma de ranura.

Estas pistas de rodadura 28, 29, 30, 31 tienen siempre geometrías de corte transversal semejantes o iguales. Se trata siempre de un bombeado cóncavo con un radio constante $r_1 = r_d$ de dicho bombeado de la pista de rodadura.

Otras particularidades consisten en que cada pista rodadura 28, 29, 30, 31 forma siempre en sus dos bordes periférico un canto 32, 33 con ángulos de corte transversal β , γ diferentes. Un canto 32 de éstos forma un ángulo agudo en corte transversal, es decir que para el ángulo de corte transversal β allí presente, que forma así la pista de rodadura correspondiente 28-31 en el canto correspondiente 32 con la zona de superficie 10, 34, 35 adyacente al mismo, se cumple que:

$$0^\circ < \beta < 90^\circ.$$

El respectivo otro canto 33 es una garganta hueca; por tanto, el ángulo de canto γ allí presente está comprendido entre 180° y 270° y se complementa con el ángulo de apertura α de la garganta hueca para obtener 360° :

$$180^\circ < \gamma < 270^\circ;$$

$$\alpha + \gamma = 360^\circ.$$

Asimismo, en una forma de realización preferida del rodamiento 1 – en la que $r_d = r_R$ – se cumple para el ángulo de corte transversal agudo β en el primer canto 32 que:

$$\beta = 90^\circ - \varepsilon,$$

o

$$\beta + \varepsilon = 90^\circ,$$

en donde ε es el ángulo que, en una representación en corte transversal, la línea de unión V de dos gargantas huecas 33 diametralmente opuestas una a otra para las pistas de rodadura de los mismos cuerpos rodantes 5, 6 forma allí con la respectiva superficie frontal 22, 23 del cuerpo rodante 5, 6. Por tanto, los ángulos β y ε son en este caso preferido unos ángulos complementarios que se complementan para dar 90° .

Preferiblemente, el fondo 16 de la ranura circunferencial 17 es una superficie envolvente cilíndrica hueca cóncava en la que también puede estar practicada en cada caso una pista de rodadura 36 para cuerpos rodantes 7 allí existentes.

De forma semejante, el lado frontal libre 10 del collarín 11 es una superficie envolvente cilíndrica convexa en la que también puede estar practicada en todo caso una pista de rodadura 37 para cuerpos rodantes 7 allí presentes. Las zonas de superficie 12, 13 adyacentes al collarín 11 tienen una configuración convexa en forma de envolvente cilíndrica.

Sin embargo, dado que en un rodamiento grande 1 según la invención el radio de estas superficies envolventes cilíndricas (huecas) 10, 16 es relativamente grande, se puede despreciar en general, frente a superficies frontales planas 22, 23, el bombeado correspondiente de los cuerpos rodantes 5, 6 guiados en éstas. Esto rige en grado reforzado para superficies de guía cóncavas 12, 13, mientras que en la zona del fondo cóncavo 16 de la ranura 17 puede ser conveniente en ciertas circunstancias que la superficie frontal 23 de un rodamiento 5, 6 guiada en dicha ranura sea provista de un bombeado aproximadamente correspondiente, pero convexo.

Los cuerpos rodantes 5, 6 pueden mantenerse en posiciones aproximadamente equidistantes por medio de cuerpos distanciadores o elementos de jaula que encuentran su sitio dentro de la rendija 4.

Preferiblemente, la rendija 4 está sellada en sus dos zonas de desembocadura 38, 39 por medio de al menos una respectiva junta 40, 41, con lo que se puede cargar dentro de la rendija 4 un lubricante, preferiblemente una grasa lubricante.

Como permite apreciar también la figura 1, cada elemento de conexión 2, 3 presenta al menos una superficie frontal plana 42-45. Preferiblemente, en el lado superior del cojinete 1 y también en su lado inferior está formada una respectiva superficie frontal 42, 44 realzada con respecto a la allí respectiva superficie frontal contigua 43, 44 del respectivo otro elemento de conexión 3, 2 y aquella superficie frontal sirve de superficie de asiento plana para una pieza de maquinaria o instalación a conectar, etc.

Cada superficie de asiento o conexión plana 42, 44 de esta clase está atravesada por unos taladros de fijación 46, 47 que están distribuidos en forma de corona a lo largo del perímetro del elemento de conexión correspondiente 2, 3 y que sirven para enchufar y/o atornillar unos tornillos de fijación no reproducidos en el dibujo.

Los ejes longitudinales de estos taladros de fijación 46, 47 de un elemento de conexión 2, 3 tienen todos ellos unas distancias iguales R_i , R_A al eje de giro central del cojinete 1. Sin embargo, las distancias R_A del elemento de conexión exterior 3 son más grandes que las distancias R_i del elemento de conexión interior 2. El radio r_j de los taladros de fijación interiores 46 puede ser más pequeño, igual o más grande que el radio r_a de los taladros de fijación exteriores 47.

Debido a la configuración de los cuerpos rodantes 5, 6 según la invención, las distancias R_i , R_A se pueden elegir casi iguales. Preferiblemente, se cumple que:

$$\Delta R = R_A - R_i \leq r_a + r_i + 1,5 * r_{\max}.$$

5 En otras palabras, a pesar de un radio grande r_{\max} del cuerpo rodante y, en consecuencia, una alta fuerza portante del cojinete 1 se pueden elegir muy pequeños los cortes transversales o las extensiones radiales de los elementos de conexión anulares 2, 3, con lo que se pueden ahorrar material y peso, y así también costes y espacio de montaje.

Lista de símbolos de referencia

| | | |
|----|----|-------------------------------|
| | 1 | Rodamiento |
| | 2 | Elemento de conexión |
| 10 | 3 | Elemento de conexión |
| | 4 | Rendija |
| | 5 | Cuerpo rodante |
| | 6 | Cuerpo rodante |
| | 7 | Cuerpo rodante |
| 15 | 8 | Flanco |
| | 9 | Flanco |
| | 10 | Lado frontal |
| | 11 | Collarín |
| | 12 | Superficie |
| 20 | 13 | Superficie |
| | 14 | Flanco |
| | 15 | Flanco |
| | 16 | Fondo |
| | 17 | Ranura |
| 25 | 18 | Plano de separación |
| | 19 | Anillo |
| | 20 | Anillo |
| | 21 | Superficie envolvente |
| | 22 | Superficie frontal |
| 30 | 23 | Superficie frontal |
| | 24 | Canto |
| | 25 | Bola |
| | 26 | Barrilete |
| | 27 | Eje de simetría de revolución |
| 35 | 28 | Pista de rodadura |
| | 29 | Pista de rodadura |
| | 30 | Pista de rodadura |
| | 31 | Pista de rodadura |

| | | |
|----|----|-----------------------|
| | 32 | Canto |
| | 33 | Canto |
| | 34 | Superficie |
| | 35 | Superficie |
| 5 | 36 | Pista de rodadura |
| | 37 | Pista de rodadura |
| | 38 | Zona de desembocadura |
| | 39 | Zona de desembocadura |
| | 40 | Junta |
| 10 | 41 | Junta |
| | 42 | Superficie frontal |
| | 43 | Superficie frontal |
| | 44 | Superficie frontal |
| | 45 | Superficie frontal |
| 15 | 46 | Taladro de fijación |
| | 47 | Taladro de fijación |

REIVINDICACIONES

5 1. Rodamiento (1) con al menos dos elementos de conexión (2, 3) anulares, concéntricos a un eje de giro principal (h) del cojinete (1), distanciados uno de otro por una rendija (4) y destinados a conectarse, por un lado, a una primera pieza de maquinaria o de instalación y, por otro lado, a una segunda pieza de maquinaria o instalación o chasis o fundamento, en el que los dos elementos de conexión (2, 3) se solapan radialmente uno a otro en la zona de la rendija (4) en dirección radial, referido al eje de giro principal (h) del rodamiento (1), debido a que un elemento de conexión (2, 3) está provisto, en su superficie vuelta hacia la rendija (4), de una ranura circunferencial (17) en la que encaja un collarín (11) conformado en el otro elemento de conexión (3, 2) para formar la rendija (4), y en el que está dispuesta en zonas de la rendija (4) solapadas radialmente una a otra, en cada uno de los dos elementos de conexión (2, 3), al menos una respectiva pista de rodadura (28-31) en la que ruedan una o varias hileras de cuerpos rodantes (5, 6),

10 a) cuyas superficies están dotadas siempre exclusivamente de simetría de revolución con referencia a un único eje de simetría de revolución marcado (z) del cuerpo rodante correspondiente (5, 6) que está orientado radialmente con respecto al eje de giro principal (h) del rodamiento (1),

15 y en el que los cuerpos rodantes citados (5, 6)

b) presentan una longitud (l) en la dirección de su eje de simetría de revolución (z) y

c) un radio máximo (r_{max}) en sentido radial a su eje de simetría de revolución (z), así como también

20 d) una superficie envolvente (21) doblemente bombeada en forma convexa con un radio de bombeado transversal (r_q) en una dirección tangencial al eje de simetría de revolución (z) que corresponde a la respectiva distancia (r_R) de la superficie envolvente (21) al eje de simetría de revolución (z) en el punto correspondiente de la superficie envolvente (21) del cuerpo rodante correspondiente (5, 6) y que en todo caso es igual, a lo largo de una línea ecuatorial (Å) del cuerpo rodante correspondiente (5, 6), al radio máximo (r_{max}) del cuerpo rodante (5, 6), pero que por lo demás es más pequeño:

$$r_q < r_{max},$$

25 **caracterizado** por que

e) la superficie envolvente convexamente bombeada (21) de los cuerpos rodantes citados (5, 6) presenta un radio bombeado longitudinal (r_d) en una dirección paralela al eje de simetría de revolución (z) del cuerpo rodante correspondiente (5, 6) que es constante en toda la superficie envolvente (21) y que es igual o más pequeño que el radio máximo (r_{max}) del cuerpo rodante (5, 6):

30 $r_d < r_{max},$

f) siendo la mitad de la longitud (l) del cuerpo rodante (5, 6) más pequeña que el radio máximo (r_{max}) del cuerpo rodante (5, 6):

$$1/2 l_R < r_{max},$$

35 g) y haciendo transición el collarín (11) en su fondo, a través de un canto en ángulo obtuso a la manera de una garganta hueca en ángulo obtuso, hacia una zona de superficie adyacente (12, 13) – vuelta hacia la rendija (4) – del elemento de conexión correspondiente (2, 3).

40 2. Rodamiento (1) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que los cuerpos rodantes citados (5, 6) transmiten predominante o exclusivamente fuerzas axiales, es decir, fuerzas en la dirección del eje de giro principal (h) del rodamiento (1), y/o momentos de vuelco, y/o por que los cuerpos rodantes citados (5, 6) presentan un ángulo portante de más de 45°, preferiblemente un ángulo portante de 60° o más, especialmente un ángulo portante de 75° o más, y en el caso ideal un ángulo portante de 90°.

45 3. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** por que están dispuestas una sobre otra dos hileras de cuerpos rodantes (5, 6) con superficies envolventes (21) doblemente bombeadas en forma convexa en la dirección del eje de giro principal (h) del rodamiento (1), rodando las zonas mutuamente opuestas de las superficies envolventes (21) en pistas de rodadura (28-31) que están dispuestas en el mismo elemento de conexión (2, 3), mientras que las zonas mutuamente alejadas de las superficies envolventes (21) ruedan en pistas de rodadura (28-31) que están dispuestas en el otro elemento de conexión (3, 2).

50 4. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la extensión radial del collarín (11) es igual o mayor que la extensión radial de un cuerpo rodante citado (5, 6) que rueda a lo largo del mismo, estando referida siempre la extensión radial al eje de giro principal (h) del rodamiento (1).

5. Rodamiento (1) según la reivindicación 4, **caracterizado** por que los flancos (8, 9) del collarín (11) siguen un recorrido bombeado en forma cóncava en dirección radial, referido al eje de giro principal (h) del rodamiento (1).

6. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado** por que dos cantos de transición (33) o gargantas huecas en ángulo obtuso entre un flanco (8, 9) del collarín (11) y una respectiva zona de superficie (12, 13) – adyacente al mismo y vuelta hacia la rendija (4) – del elemento de conexión correspondiente (2, 3) están situados uno sobre otro en la dirección axial del rodamiento (1).

5 7. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** por que el elemento de conexión (2, 3) que acoge al collarín (11) en una ranura circunferencial (17) presenta también dos cantos de transición (33) en ángulo obtuso a la manera de gargantas huecas en ángulo obtuso, cada uno de ellos entre un flanco (14, 15) de la ranura (17) y el fondo (16) de la ranura del elemento de conexión correspondiente (2, 3), los cuales están situados uno sobre otro en la dirección axial del rodamiento (1).

10 8. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado** por que, visto en corte transversal del cojinete, el ángulo de apertura α de un canto de transición (33) en ángulo obtuso o de una garganta hueca en ángulo obtuso es mayor que 90° , preferiblemente mayor que 105° , especialmente mayor que 120° y/o menor que 165° , preferiblemente menor que 150° , especialmente menor que 135° .

15 9. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** por que, visto en corte transversal del cojinete, la línea de unión (V) entre los dos cantos de transición (33) en ángulo obtuso o gargantas huecas en ángulo obtuso, asociados a una hilera de cuerpos rodantes común (5, 6), pasa por el centro del cuerpo rodante correspondiente (1), y/o por que, visto en corte transversal del cojinete, la línea de unión (V) entre los dos cantos de transición (33) en ángulo obtuso o gargantas huecas en ángulo obtuso, asociados a una hilera de cuerpos rodantes común (5, 6), divide el ángulo de apertura α de un canto de transición en ángulo obtuso o de una garganta hueca en ángulo obtuso en dos ángulos δ , ϵ , cada uno de los cuales es de 90° , pero el otro no:

$$\alpha = \delta + \epsilon, \text{ en donde } \delta = 90^\circ, \epsilon \neq 90^\circ.$$

25 10. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que en un cuerpo rodante (5, 6) la zona (21) de la superficie envolvente con radio de bombeado longitudinal constante $r_d = r_{\max}$ lleva conectada siempre una superficie frontal (22, 23), eventualmente después de una zona de transición, estando de preferencia continuamente bombeadas una o ambas zonas de transición entre la superficie envolvente (21) y una o ambas superficies frontales (22, 23) en la dirección longitudinal del cuerpo rodante correspondiente (5, 6), con un radio de bombeado longitudinal de transición $r_{d\ddot{u}}$ que es más pequeño que el radio de bombeado longitudinal r_d en la zona de la superficie envolvente (21):

$$r_{d\ddot{u}} < r_d.$$

30 11. Rodamiento (1) según la reivindicación 10, **caracterizado** por que una o ambas superficies frontales (22, 23) son planas o están bombeadas en forma doblemente convexa o en forma doblemente cóncava.

12. Rodamiento (1) según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el radio de bombeado radial r_r de una o ambas superficies frontales (22, 23) es en magnitud o valor absoluto mayor que el radio de bombeado longitudinal r_d en la zona de la superficie envolvente (21) del cuerpo rodante correspondiente (5, 6):

35 $|r_r| > r_d$

o

$$r_r > r_d,$$

y/o por que el radio de bombeado radial r_r de una o ambas superficies frontales (22, 23) es en magnitud o valor absoluto mayor que el radio de bombeado longitudinal $r_{d\ddot{u}}$ en la zona de transición correspondiente entre la superficie envolvente (21) y la superficie frontal correspondiente (22, 23):

40 $|r_r| > r_{d\ddot{u}}$

o

$$r_r > r_{d\ddot{u}}.$$

45 13. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que en uno o ambos elementos de conexión (2, 3) está prevista una superficie de guía para orientar siempre los ejes de simetría de revolución (z) de los cuerpos rodantes (5, 6) en sentido radial con respecto al eje de giro principal (h) del rodamiento (1).

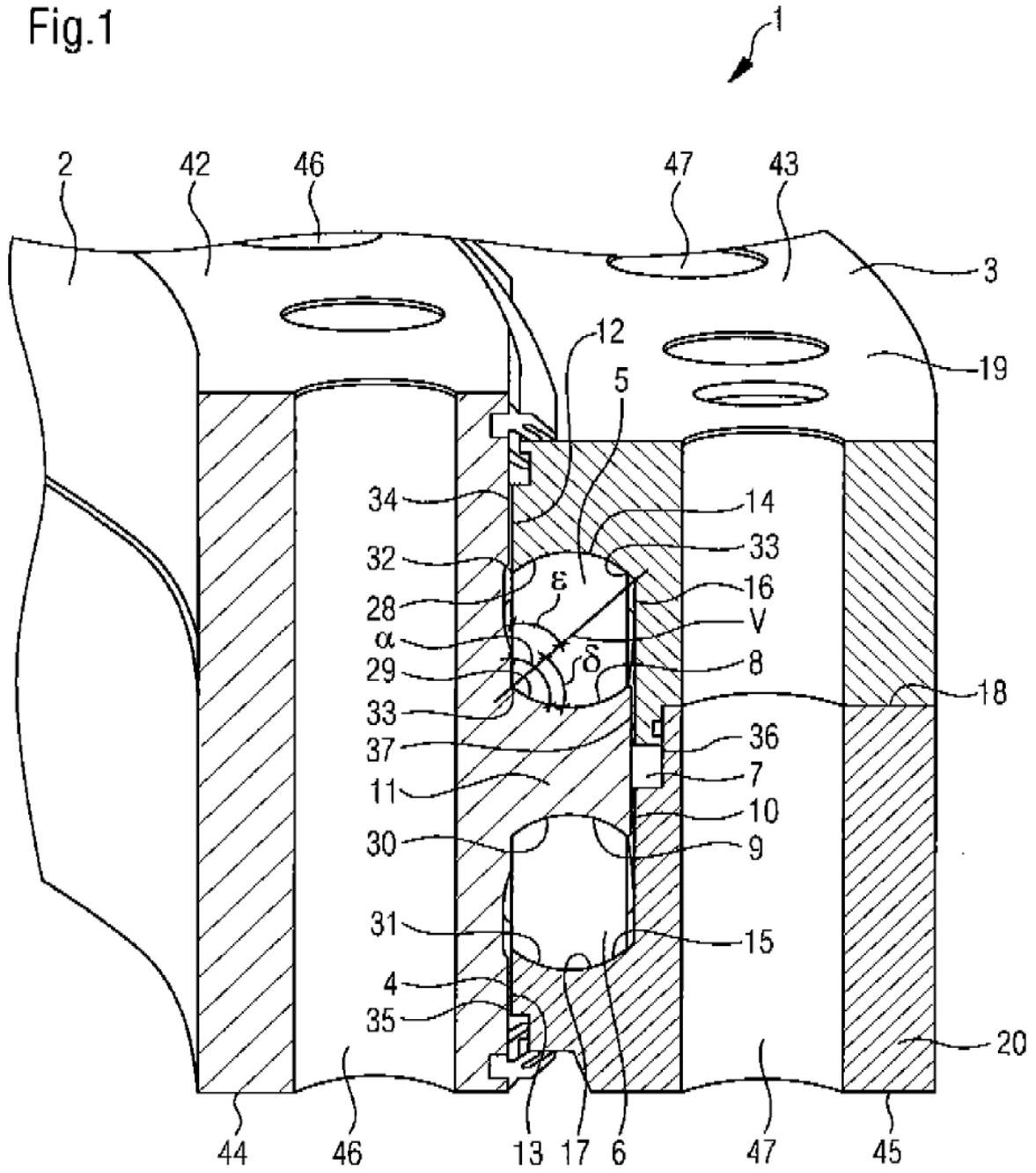
14. Rodamiento (1) según la reivindicación 13, **caracterizado** por que las superficies de guía están vueltas una hacia otra y/o por que las superficies de guía son al menos zonalmente cilíndricas o cilíndricas huecas o planas.

50 15. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, para transmitir fuerzas radiales, es decir fuerzas dirigidas radialmente con respecto al eje de giro principal (h) del rodamiento (1),

está previsto un cojinete radial adicional, preferiblemente al menos una hilera de cuerpos rodantes adicionales (7) que ruedan entre pistas de rodadura (36, 37) que se solapan una a otra en dirección axial, especialmente al menos una hilera de cuerpos rodantes (7) configurados en forma de rodillos o de agujas.

- 5 16. Rodamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que está previsto un total de tres elementos de conexión, a saber un elemento de conexión radialmente interior con el radio más pequeño, un elemento de conexión radialmente exterior con el radio más grande y, entre ellos, un elemento de conexión radialmente central con un radio medio, cumpliéndose preferiblemente que el interior y el exterior de los tres elementos de conexión limitan uno con otro o están unidos uno a otro en la zona de un lado frontal del elemento de conexión central.
- 10 17. Rodamiento (1) según la reivindicación 16, **caracterizado** por que en la rendija formada entre el elemento de conexión interior y el elemento de conexión central están dispuestas una o preferiblemente dos hileras de cuerpos rodantes con superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa a lo largo de pistas de rodadura allí existentes en zonas de los elementos de conexión correspondientes que se solapan una a otra en dirección radial,
- 15 y/o por que entre el elemento de conexión central y el elemento de conexión exterior están dispuestas una o preferiblemente dos hileras de cuerpos rodantes con una superficie envolvente doblemente bombeada en forma convexa a lo largo de pistas de rodadura allí existentes en zonas de los elementos de conexión correspondientes que se solapan una a otra en dirección radial.

Fig.1



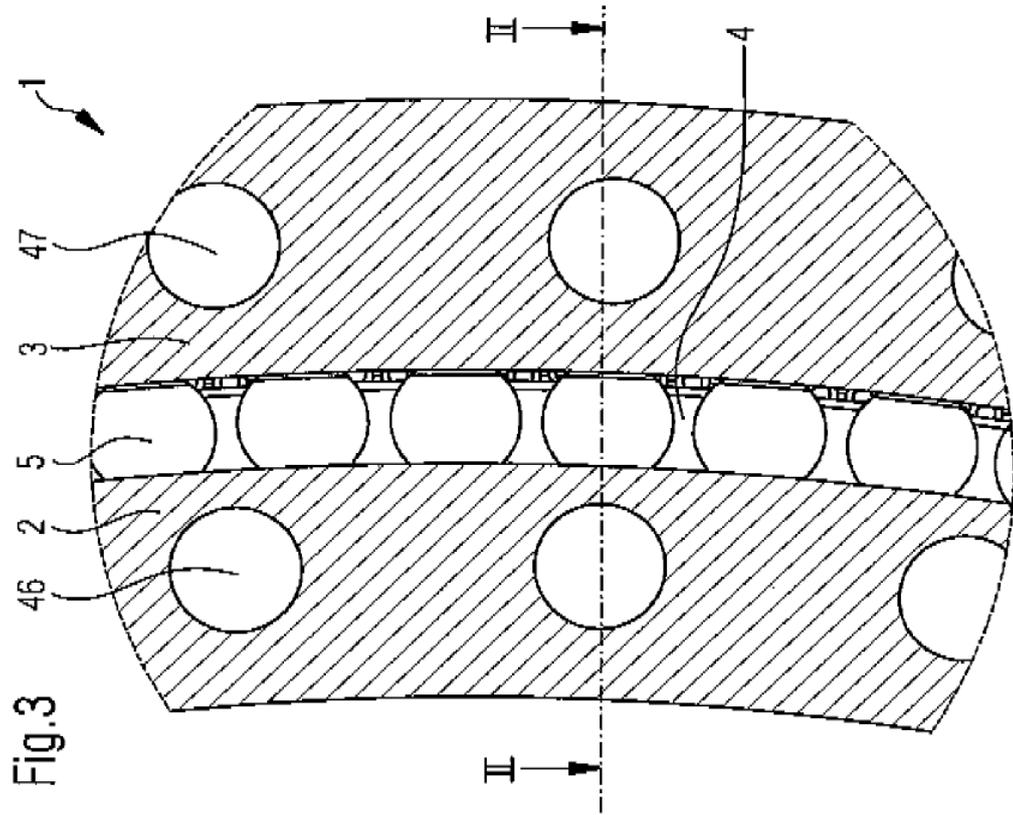


Fig. 3

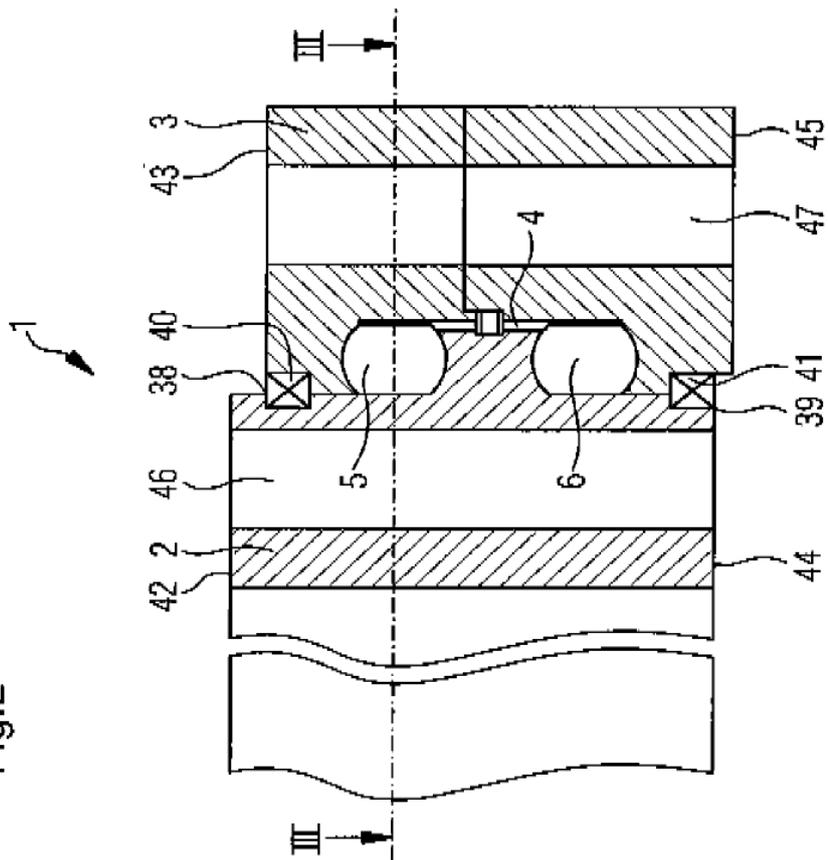
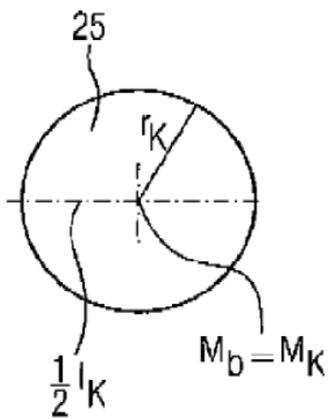


Fig. 2

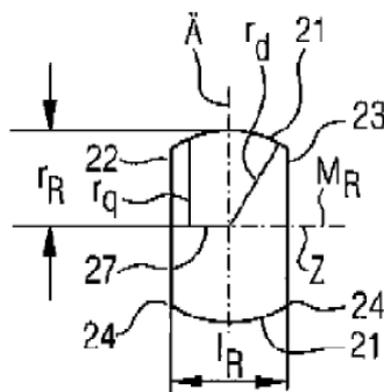
Fig.4a

Estado de la Técnica



$$\begin{aligned} r_d &= r_K \\ \frac{1}{2} l_K &= r_K \end{aligned}$$

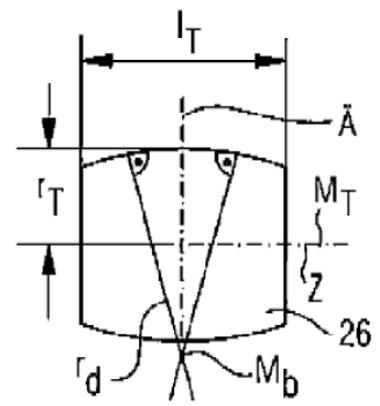
Fig.4c



$$\begin{aligned} r_d &\leq r_R \\ \frac{1}{2} l_R &< r_R \end{aligned}$$

Fig.4b

Estado de la Técnica



$$\begin{aligned} r_d &> r_T \\ \frac{1}{2} l_T &> r_T \end{aligned}$$