

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 897**

51 Int. Cl.:

**F16C 32/06** (2006.01)

**F16C 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015 PCT/CN2015/079233**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16183787**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015 E 15892166 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3299648**

54 Título: **Cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.02.2020**

73 Titular/es:  
**LUO, LIFENG (100.0%)  
No. 215 Chengbei Road, Jiading District  
Shanghai 201800, CN**

72 Inventor/es:  
**LUO, LIFENG**

74 Agente/Representante:  
**ESPIELL VOLART, Eduardo María**

ES 2 742 897 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura

5 **Campo Técnico**

La invención se refiere a un cojinete radial con gas a presión dinámica, en particular, a un cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura, que pertenece al campo técnico de los cojinetes con gas.

Antecedentes

10 El cojinete con gas presenta las ventajas de tener gran velocidad, gran precisión, ser resistente a las altas temperaturas y tener poca pérdida por fricción, una larga vida útil y otras características similares. Después del rápido desarrollo que ha experimentado en las últimas décadas, el cojinete con gas se ha aplicado ampliamente en los campos de soportes de alta velocidad, soportes de gran precisión y en otros. Actualmente, se han desarrollado varios tipos de cojinetes con gas, que pueden dividirse principalmente en los de tipo de presión dinámica y los del tipo de presión estática.

15 El cojinete con gas a presión dinámica utiliza el gas como lubricante y se forma una película de gas entre el eje y el cojinete. Una forma de cojinete es una en la que la cara móvil no se encuentra en contacto directo con la cara estática, lo que supone varias ventajas, como la no contaminación, la poca pérdida por fricción, un amplio intervalo de temperatura, una operación uniforme, una larga vida útil y una velocidad de trabajo rápida. Debido a la poca pérdida por fricción y, no necesariamente, al uso de aceite líquido lubricante, ampliamente se utiliza en el campo de las aplicaciones giratorias de gran velocidad. En particular, se suele utilizar en un campo de aplicación de velocidad ultra alta que, normalmente, está soportado por un cojinete rodante y donde los lubricantes líquidos no son indicados. El cojinete con gas a presión dinámica, de conformidad con la dirección de la carga del cojinete, está dividido en un cojinete radial con gas a presión dinámica, un cojinete de empuje con gas a presión

20 dinámica y un cojinete combinado de empuje radial con presión dinámica. El cojinete radial con gas a presión dinámica está formado por las dos caras de trabajo relativamente móviles que forman un espacio con forma de cuña. Cuando se mueven de forma relativa, el gas es impulsado gracias a su propia acción viscosa y es comprimido en el hueco con forma de cuña, generando así una presión dinámica que soporta la carga. Con las distintas formas estructurales de los cojinetes radiales con gas a presión

25 dinámica debidas a las diferencias estructurales, el proceso de trabajo es ligeramente distinto. Actualmente, los tipos más comunes de estructuras de cojinete radial de presión dinámica son del tipo almohadilla basculante, del tipo ranura y del tipo lámina.

El cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo almohadilla basculante es una excelente clase de cojinete con gas a presión dinámica con un rendimiento de autoajuste, que puede trabajar de forma

30 segura en el espacio de un hueco de aire más pequeño y que no es sensible a la deformación térmica, a la deformación elástica y a otras, donde es fácil garantizar la precisión de la mecanización y que presenta las ventajas excepcionales de poder rastrear automáticamente el cambio de la carga. Actualmente principalmente se utiliza en mecanismos giratorios a gran velocidad y de gran escala y en mecanismos de turbinas nacionales y del extranjero. Aunque su estructura de cojinete es más compleja, el proceso de instalación también es complejo, más que los requisitos para un cojinete radial en general, por tanto, su aplicación es limitada.

Pese a que el cojinete radial a presión dinámica del tipo lámina con soporte elástico puede hacer que el cojinete presente una determinada capacidad de soporte y mitigue la capacidad de vibración de los impactos, aunque el cojinete de lámina suela estar fabricado de hojas metálicas, siguen existiendo

45 ciertos problemas con la tecnología de fabricación de los materiales y con la tecnología de procesamiento. El valor de amortiguación del cojinete no se puede mejorar demasiado, por lo que su rigidez no es la suficiente, su velocidad crítica es baja y es probable que sea inestable y que, incluso, se quede atascado durante operaciones a gran velocidad.

El cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura (como se divulga, por ejemplo, en la patente CN 202140419) tiene buena estabilidad, que se consigue incluso sin carga. Así mismo, a gran velocidad, la capacidad estática del cojinete es mayor que la de otras formas de cojinetes. Ya que el cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura existente sólo puede conseguir una capacidad de carga de 0,5-1,5 kg y sólo puede alcanzar una velocidad giratoria límite máxima de 100.000 rpm-200.000 rpm, no puede hacer uso de la aplicación del campo de velocidad ultra alta con una elevada carga.

55

**RESUMEN**

En vista de los problemas de la técnica anterior anteriormente comentados, un objeto de la presente invención es proporcionar un cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura para conseguir

60 la aplicación de cojinetes radiales con gas a presión dinámica en áreas de velocidad ultra alta y con cargas mayores.

Para conseguir este objetivo, la materia objeto de la presente invención es la siguiente:

Un cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura comprende un manguito exterior de cojinete y un manguito interior de cojinete, estando provistas, respectivamente, la cara circunferencial exterior y las dos caras de extremo del manguito interior del cojinete de patrones regulares del tipo ranura, siendo el patrón de tipo ranura de una cara de extremo simétrico al patrón de tipo ranura de la otra cara de extremo, y correspondiéndose las unas con las otras y estando conectadas entre sí las líneas de perfil axiales de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial externa y las líneas de perfil radiales de los patrones de tipo ranura de las caras de extremo izquierda y derecha.

Un modelo de implementación, en donde las líneas axiales de posición alta de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior del manguito interior del cojinete se corresponden con las líneas radiales de posición alta de los patrones de tipo ranura de las caras de extremo izquierda y derecha, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo; y las líneas axiales de posición intermedia de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior se corresponden con las líneas radiales de posición intermedia de los patrones de tipo ranura de las dos cara de extremos, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo; y las líneas axiales de posición baja de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior se corresponden con las líneas radiales de posición baja de los patrones de tipo ranura de las dos caras de extremo, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo.

Un modelo de implementación, teniendo el patrón de tipo ranura forma de hélice.

Como modelo preferido, la holgura de unión entre el manguito exterior de cojinete y el manguito interior de cojinete es de 0,003-0,008 mm.

Como modelo preferido, hay instalados anillos de retención en los dos extremos de un manguito exterior de cojinete.

Como modelo preferido, se conforman orificios pasantes y orificios cóncavos, los cuales son coaxiales, en la circunferencia exterior del manguito exterior de cojinete, y los orificios pasantes están ubicados en los orificios cóncavos del mismo eje.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención ofrece las siguientes ventajas:

Según la invención, la cara circunferencial exterior y las dos caras de extremo del manguito interior de cojinete están provistas de patrones regulares de tipo ranura, y el patrón de tipo ranura de una cara de extremo es simétrico al patrón de tipo ranura de la otra cara de extremo, y las líneas de perfil axiales de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior y las líneas de perfil radiales de los patrones de tipo ranura de las dos caras de extremo se corresponden las unas con las otras y están conectadas entre sí, de forma que el aire presurizado creado por los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierda y derecha sea transportado de manera continua desde el centro del eje, a lo largo de la dirección radial, hacia los canales de tipo ranura formados por los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior, y se puede formar la película de aire necesaria para proporcionar un soporte más resistente frente al cojinete que trabaja a gran velocidad, sirviendo la película de aire como lubricante para el cojinete radial con gas a presión dinámica, y después, se puede garantizar la operación estable a velocidad alta del cojinete radial híbrido con gas a presión dinámica en un estado de circulación de aire y, además, se garantiza la consecución de la velocidad giratoria de límite alto.

A través de una prueba, el cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura proporcionado por la invención puede conseguir una capacidad de carga de 1-3 kg y una velocidad giratoria límite de 200.000 rpm a 450.000 rpm, pero el cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura existente solamente puede conseguir una capacidad de carga de 0,5-1,5 kg y una velocidad giratoria límite de 100.000 rpm a 200.000 rpm. Se puede observar entonces que, la presente invención, puede llevar a cabo la aplicación de cojinetes radiales con gas a presión dinámica de tipo ranura en áreas de velocidad ultra alta. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha hecho significativos progresos.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura tridimensional visto desde el lado izquierdo de la segmentación parcial de un cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura, según la primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista aumentada de la parte A de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una estructura tridimensional visto desde el lado derecho de la segmentación parcial de un cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura, según la primera realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista aumentada de la parte B de la figura 3.

La figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de un cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura, según la realización 2 de la presente invención.

La figura 6 es una vista aumentada de la parte C de la figura 5.

Los números de referencia de las figuras indican lo siguiente:

1, manguito exterior de cojinete; 11, anillo de retención; 12, orificio pasante; 13, orificio cóncavo; 2, manguito interior de cojinete; 21, patrón de tipo ranura en la cara circunferencial exterior; 211, línea axial de posición alta; 212, línea axial de posición intermedia; 213, línea axial de posición baja; 22, patrones de tipo ranura en la cara de extremo izquierda; 221, línea radial de posición alta; 222, línea radial de posición intermedia; 223, línea radial de posición baja; 23, patrón de tipo ranura de la cara de extremo derecha; 231, línea radial de posición alta; 232, línea radial de posición intermedia; 233, línea radial de posición baja.

#### Descripción detallada

La materia objeto de la presente invención se describirá de forma detallada a continuación haciendo referencia a las diversas realizaciones y a los dibujos adjuntos.

#### Ejemplo 1

Como se muestra en la figura 1 y en la figura 3, el cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura proporcionado por la realización de la invención incluye un manguito exterior de cojinete 1 y un manguito interior de cojinete 2, en donde la cara circunferencial externa del manguito interior de cojinete 2 y las caras de extremo izquierda y derecha están provistas respectivamente de patrones regulares de tipo ranura (21, 22 y 23, como se muestra en las figuras; patrones de tipo ranura de la realización que tienen todos forma de hélice) y donde se forma una simetría entre el patrón de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y el patrón de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha.

Haciendo referencia combinada a las figuras 1 a 4, las líneas de perfil axiales de los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior del manguito interior de cojinete 2 están conectadas a las líneas de perfil radiales de los patrones de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y a los patrones de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, correspondiéndose entre sí; es decir, las líneas axiales de posición alta 211 de los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior están conectadas a las líneas radiales de posición alta (221 y 231) de los patrones de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y a los patrones de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, en frente del chaflán periférico de la cara de extremo, correspondiéndose entre sí; las líneas axiales de posición intermedia 212 de los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior están conectadas con las líneas radiales de posición intermedia (222 y 232) de los patrones de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y de los patrones de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, en frente del chaflán periférico de la cara de extremo, correspondiéndose entre sí; y las líneas axiales de posición baja 213 de los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior, que están conectadas con las líneas radiales de posición baja (223 y 233) de los patrones de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y a los patrones de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, en frente del chaflán periférico en la cara de extremo, correspondiéndose entre sí.

Al proveer los patrones de tipo ranura (21, 22, 23) con una forma regular en la cara circunferencial exterior y en las dos caras de extremo del manguito interior de cojinete 2, y formando una simetría entre el patrón de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y el patrón de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, y formando una correspondencia y conectándose entre sí entre las líneas de perfil axiales de los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior del manguito interior de cojinete 2 y las líneas de contorno radiales de los patrones de tipo ranura 22 de la cara de extremo izquierda y los patrones de tipo ranura 23 de la cara de extremo derecha, lo que garantiza que el aire presurizado creado por los patrones de tipo ranura (22 y 23), que se asemejan a una hélice en las caras de extremo izquierda y derecha, sea transportado de forma continua desde un centro del eje, a lo largo de la dirección radial, hacia los canales de tipo ranura formados por los patrones de tipo ranura 21 de la cara circunferencial exterior, y se puede formar la película de aire necesaria para proporcionar un soporte más resistente frente al cojinete que trabaja a gran velocidad, sirviendo la película de aire como lubricante para el cojinete radial con gas a presión dinámica, y después, se puede garantizar la operación estable a velocidad alta del cojinete radial híbrido con gas a presión dinámica en el estado de circulación de aire y, además, se garantiza la consecución de la velocidad giratoria de límite alto.

Además, cuando los anillos de retención 11 están instalados en los dos extremos del manguito exterior de cojinete 1, respectivamente, se puede crear un efecto de autosellado entre las dos caras de extremo del manguito interior de cojinete 2 y el anillo de retención 11, accionado por un eje giratorio a velocidad alta, de forma que el gas a presión dinámica generado de forma continua por el patrón de tipo ranura pueda sellarse de forma completa y hermética por toda la holgura de unión del cojinete, pudiéndose garantizar totalmente los requisitos de lubricación del cojinete radial con gas a presión dinámica que trabaja a alta velocidad. La holgura de unión entre el manguito exterior de cojinete 1 y el manguito interior de cojinete 2 es preferiblemente de 0,003-0,008 mm, de modo que se pueda garantizar adicionalmente la fiabilidad y la estabilidad de la operación a velocidad alta del cojinete.

#### Ejemplo 2

Como se muestra en la figura 5 y en la figura 6, la única diferencia con el cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura de la primera realización es que los orificios pasantes coaxiales 12 y los

orificios cóncavos 13 están conformados en la circunferencia exterior del manguito exterior de cojinete 1 y que el orificio pasante 12 está ubicado en el orificio cóncavo 13. Los orificios pasantes 12 y los orificios cóncavos 13 son utilizados para monitorizar en línea de forma oportuna el estado de trabajo del cojinete (por ejemplo: un sensor de temperatura, un sensor de presión, un sensor de velocidad de giro, y otros).

5

Los resultados de la prueba muestran que el cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura proporcionado por la invención puede conseguir una capacidad de carga de 1-3 kg y una velocidad de giro límite de 200.000 rpm a 450.000 rpm, pero el cojinete radial con gas a presión dinámica del tipo ranura existente sólo puede conseguir una capacidad de carga de 0,5-1,5 kg y una velocidad de giro límite de 100.000 rpm a 200.000 rpm. Se puede observar que en la presente invención se pueden aplicar cojinetes radiales con gas a presión dinámica del tipo ranura en áreas de velocidad ultra alta. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha hecho un significativo progreso.

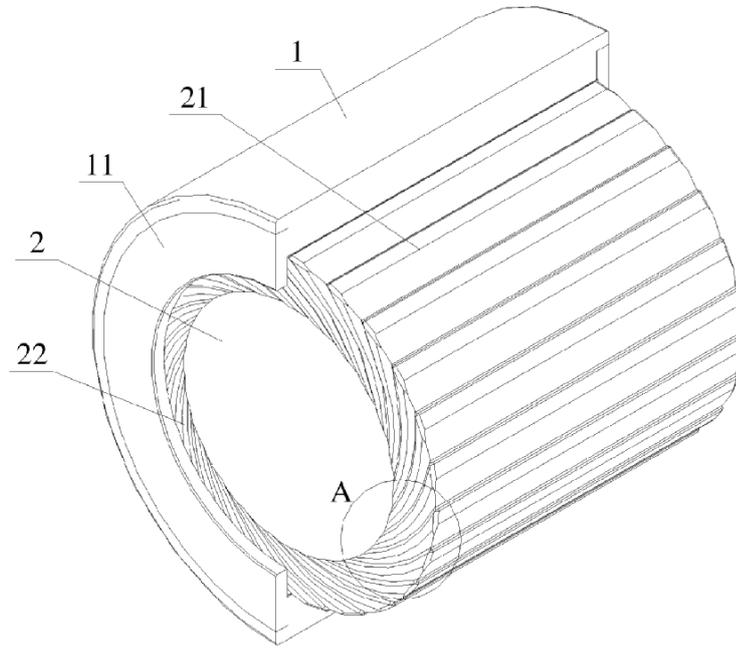
10

Por último, se señala que la divulgación anterior está indicada simplemente para describir con mayor detalle la materia objeto de la presente invención, y no debe interpretarse como limitativa del alcance de la invención. La invención está definida en las reivindicaciones adjuntas.

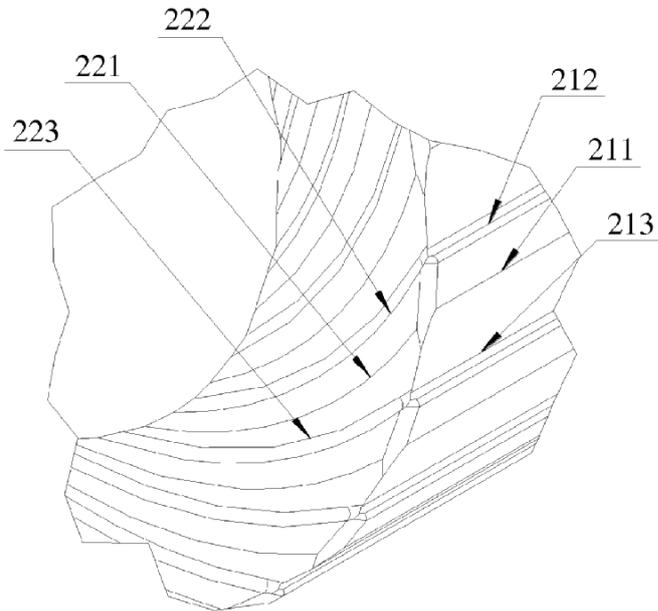
15

**REIVINDICACIONES**

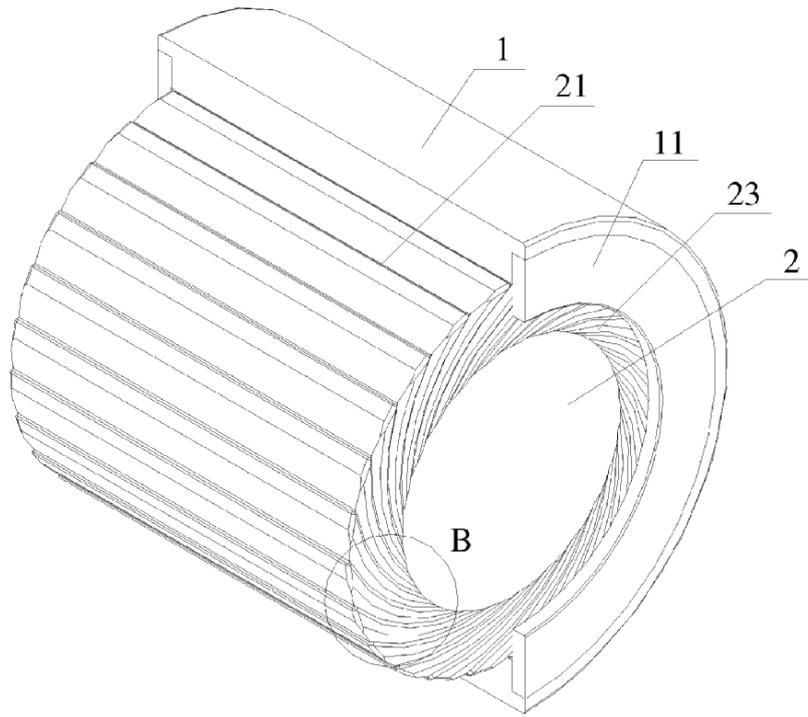
- 5 1. Un cojinete radial de gas con presión dinámica de tipo ranura, que comprende un manguito exterior de cojinete (1) y un manguito interior de cojinete (2), estando provistas respectivamente la cara circunferencial exterior y las dos caras de extremo del manguito interior de cojinete de un patrón regular de tipo ranura (21, 22, 23), **caracterizado porque** el patrón de tipo ranura de una cara de extremo es simétrico al patrón de tipo ranura de la otra cara de extremo, y las líneas de perfil axiales de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior (211, 212, 213) y las líneas de perfil radiales de los patrones de tipo ranura de las caras de extremo izquierda y derecha (221, 222, 223, 231, 232, 233) se corresponden las unas con las otras y están conectadas entre sí.
- 10
- 15 2. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 1, en donde las líneas axiales de posición alta (211) de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior del manguito interior de cojinete se corresponden con las líneas radiales de posición alta (221, 231) de los patrones de tipo ranura de las caras de extremo izquierda y derecha, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo; y las líneas axiales de posición intermedia (212) de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior se corresponden con las líneas radiales de posición intermedia (222, 232) de los patrones de tipo ranura de las dos caras de extremo, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo; y las líneas axiales de posición baja (213) de los patrones de tipo ranura de la cara circunferencial exterior se corresponden con las líneas radiales de posición baja (223, 233) de los patrones de tipo ranura de las dos caras de extremo, y están conectadas entre sí en frente del chaflán circunferencial de la cara de extremo.
- 20
- 25 3. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 1 ó 2, teniendo el patrón de tipo ranura una forma de hélice.
- 30 4. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 1, siendo la holgura de unión entre el manguito exterior de cojinete y el manguito interior de cojinete de 0,003-0,008 mm.
- 35 5. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 1 ó 4, estando los anillos de retención en los dos extremos del manguito exterior de cojinete.
6. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 1 ó 4, estando conformados los orificios pasantes y los orificios cóncavos, que son coaxiales, en la circunferencia exterior del manguito exterior de cojinete.
- 40 7. El cojinete radial con gas a presión dinámica de tipo ranura según la reivindicación 6, estando ubicados los orificios pasantes en los orificios cóncavos del mismo eje.



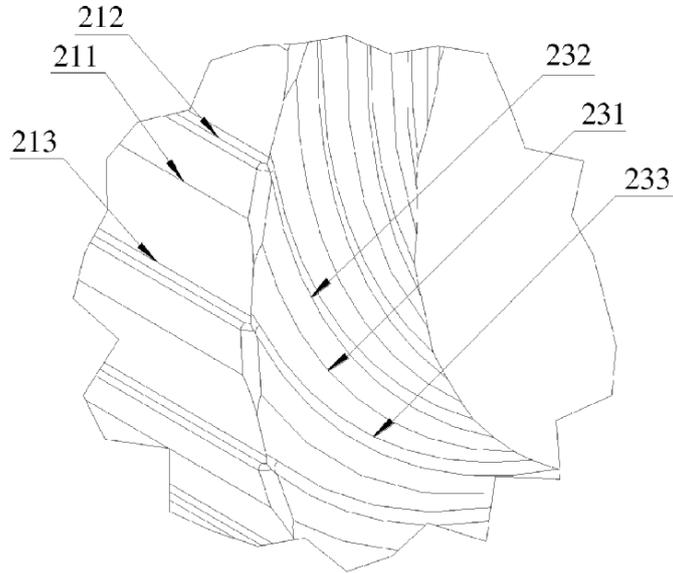
**Figura 1**



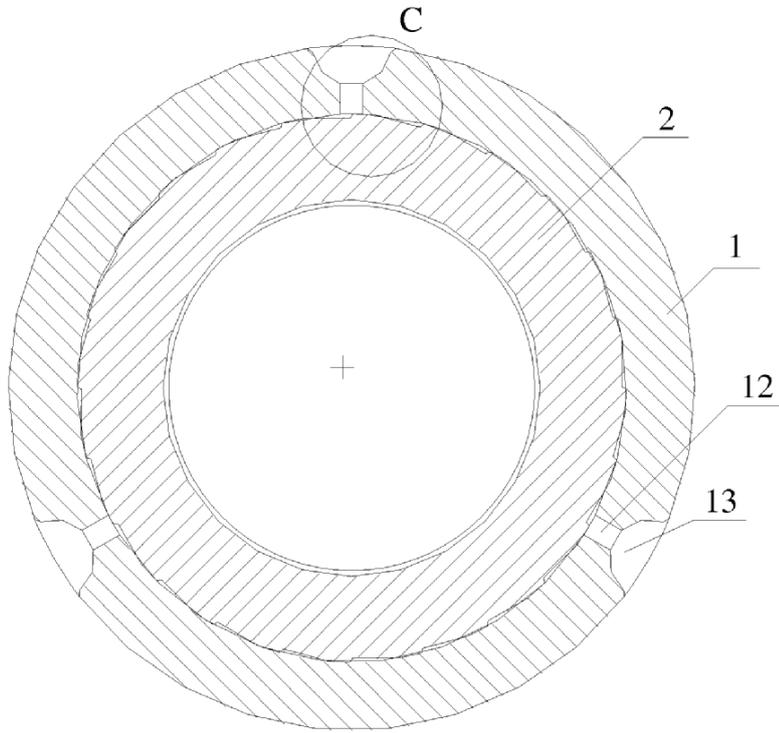
**Figura 2**



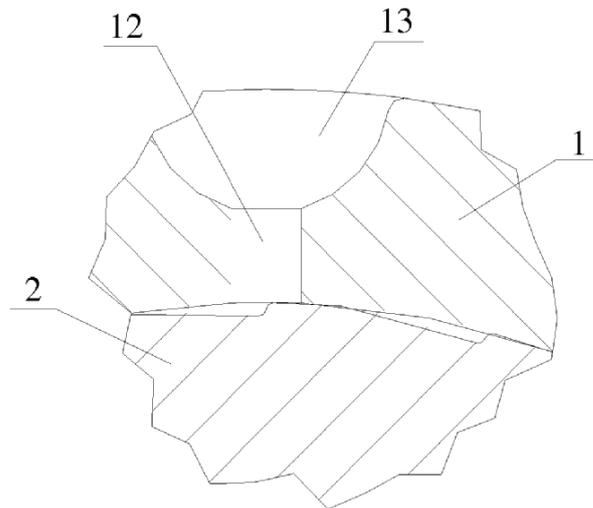
**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.

5

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- CN 202140419 [0007]