

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 678**

51 Int. Cl.:

**F16C 17/02** (2006.01)

**F16C 17/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015 PCT/CN2015/079232**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16183786**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015 E 15892165 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3299643**

54 Título: **Cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo mixto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.05.2020**

73 Titular/es:

**LUO, LIFENG (100.0%)  
No. 215 Chengbei Road, Jiading District  
Shanghai 201800, CN**

72 Inventor/es:

**LUO, LIFENG**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 762 678 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 de gas a presión dinámico de tipo mixto

Campo técnico

5 La invención se relaciona con un cojinete radial de gas a presión dinámico, en particular con un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido, que se relaciona con una característica rígida de una velocidad de rotación de límite alto de un cojinete radial de un gas a presión dinámica de tipo ranura y la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo lámina, que pertenecen al campo técnico de los cojinetes de gas.

Antecedentes

10 El cojinete de gas tiene las ventajas de ser de alta velocidad, alta precisión, resistente a altas temperaturas y pequeña pérdida por fricción, larga vida útil y similares. Después del rápido desarrollo de las últimas décadas, el cojinete de gas se ha aplicado ampliamente en los campos de soporte de alta velocidad, soporte de alta precisión y similares. En la actualidad, se han desarrollado varios tipos de cojinetes de gas, y los cojinetes de gas se dividen principalmente en un tipo de presión dinámica y un tipo de presión estática.

15 El cojinete de gas de presión a dinámica toma gas como lubricante, y se forma una película de gas entre el eje y el cojinete. Es una forma de cojinete que la cara móvil no está en contacto directo con la cara estática, y tiene muchas ventajas, como ausencia de contaminación, baja pérdida de fricción, amplio intervalo de temperatura, funcionamiento suave, tiempo de uso prolongado y alta velocidad de trabajo. Debido a la pequeña pérdida por fricción, y no es necesario usar aceite lubricante líquido, se usa ampliamente en el campo de aplicaciones rotativas de alta velocidad. En particular, a menudo se usa en el campo de aplicación de ultraalta velocidad, que generalmente está soportado por un cojinete de rodillos y donde los lubricantes líquidos no son adecuados.

20 El cojinete de gas a presión dinámica de acuerdo con la dirección de la carga del cojinete se divide en un cojinete radial de gas a presión dinámico, un cojinete de empuje de gas a presión dinámica y un cojinete combinado de empuje radial de presión dinámica. El cojinete radial de gas a presión dinámica está formado por las dos caras de trabajo relativamente móviles que forman un espacio en forma de cuña. Cuando se mueven relativamente, el gas es impulsado por su propia acción viscosa y comprimido en el espacio en forma de cuña, generando así una presión dinámica para soportar la carga. Con diferentes formas estructurales de rodamientos radiales de presión dinámica de gas debido a diferencias estructurales, el proceso de trabajo es ligeramente diferente. En la actualidad, los tipos más comunes de estructura de cojinete radial de presión dinámica son un tipo de almohadilla basculante, un tipo de ranura y un tipo de lámina.

25 El cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo almohadilla basculante es un tipo de cojinete de gas a presión dinámica excelente con rendimiento de ajuste automático, que puede funcionar de forma segura en el espacio de brecha de aire más pequeña, y no es sensible a la deformación térmica, deformación elástica, etc. y la precisión de mecanizado es fácil de garantizar, y tiene las ventajas sobresalientes de ser capaz de rastrear automáticamente el cambio de la carga. En la actualidad, se utiliza principalmente en maquinaria rotativa de alta velocidad a gran escala y maquinaria de turbinas en el hogar y en el extranjero. Pero su estructura de rodamiento es más compleja, el proceso de instalación es complejo, es más alto que los requisitos generales de rodamiento radial, por lo tanto, su aplicación es limitada.

30 Aunque el cojinete radial de presión dinámica de tipo lámina con soporte elástico, puede hacer que el cojinete obtenga una cierta capacidad de cojinete y alivia la capacidad de vibración de impacto, pero con el cojinete de lámina usualmente hecho de láminas de lámina metálica, todavía hay algunos problemas en la tecnología de fabricación de materiales y la tecnología de procesamiento, el valor de amortiguación del cojinete no se puede mejorar en gran medida, por lo que la rigidez del cojinete no es suficiente, la velocidad de rotación crítica del rodamiento es baja y el cojinete es fácil de desestabilizar e incluso atascarse durante la operación de alta velocidad.

35 El cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo ranura tiene buena estabilidad, y la cierta estabilidad se logra incluso sin carga; además, a alta velocidad, la capacidad de cojinete estática es mayor que la de otras formas de cojinetes. En la actualidad, se utiliza principalmente para máquinas rotativas de alta velocidad de tamaño pequeño, y se utiliza como cojinete en maquinaria de precisión, tal como un giroscopio y un tambor magnético. Sin embargo, debido al hecho de que el cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo ranura tiene una alta rigidez, por lo que la resistencia al impacto no es lo suficientemente buena, la capacidad de carga no es lo suficientemente grande y no se puede realizar una operación de alta velocidad bajo una carga grande.

40 Cómo realizar el cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido que tiene las características rígidas de velocidad de rotación de límite alto del cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo lámina, no solo es un objetivo que se espera que realicen los investigadores en el campo, sino también lograr la aplicación de cojinetes radiales de presión dinámica en la carga más grande bajo el campo de ultraalta velocidad tiene un valor

importante y un significado de gran alcance. Un cojinete de presión dinámica híbrido radial se divulga, por ejemplo, en el documento EP 1 350 035.

Resumen

- 5 En vista de los problemas y requisitos de la técnica anterior discutidos anteriormente, es un objeto de la presente invención proporcionar un cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido que tiene las características rígidas de la velocidad de rotación de alto límite del cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete radial de gas a presión dinámica de tipo lámina, y lograr la aplicación de cojinetes radiales de gas a presión dinámica en las áreas de ultraalta velocidad bajo mayor carga.
- 10 Para lograr el objeto anterior, el objeto de la presente invención es el siguiente:
- Un cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido, comprende un manguito externo del cojinete, un manguito interno y una parte elástica de tipo lámina dispuesta entre el manguito externo del cojinete y el manguito interno, la cara circunferencial externa y las caras de extremo izquierdo y derecho del manguito interno de cojinete están provistas respectivamente con patrones de tipo de ranura regular, y el patrón de tipo de ranura en una cara de extremo está en simetría de espejo con el patrón de tipo de ranura en la otra cara de extremo, y las líneas de contorno axiales de los patrones de tipo de ranura en la cara de la circunferencia externa y las líneas de contorno radiales de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho están en correspondencia una a uno y están conectadas entre sí.
- 15 En un esquema de implementación, las líneas axiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa del manguito interno de cojinete corresponden a las líneas radiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas axiales de posición media de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas radiales de posición media de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas axiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas radiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo.
- 20 En un esquema de implementación, el patrón de tipo ranura tiene una forma de impulsor.
- Como un esquema preferible, un recubrimiento resistente al desgaste está dispuesto en la cara correspondiente de la parte elástica de tipo lámina correspondiente con la cara circunferencial externa del manguito interno de cojinete.
- 25 Como un esquema preferible, un espacio libre de ajuste entre la parte elástica de tipo lámina y el manguito interno de cojinete es de 0.003-0.008 mm.
- Como un esquema preferible, ambos extremos de la parte elástica de tipo lámina se fijan en la pared circunferencial interna del manguito externo de cojinete.
- 30 Como un esquema preferible, el número de partes elásticas de tipo lámina es múltiple, y las partes elásticas de tipo lámina se distribuyen uniformemente a lo largo de la pared circunferencial interna del manguito externo de cojinete.
- Como un esquema más preferible, las ranuras de sujeción usadas para fijar la parte elástica de tipo lámina se forman en la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
- Como un esquema preferible, la parte elástica de tipo lámina se somete a tratamiento térmico superficial.
- 35 En un esquema de implementación, la parte elástica de tipo lámina se compone de una lámina ondulada y una lámina plana, el extremo superior del saliente en forma de arco de la lámina ondulada se une a la lámina plana, el borde inferior de transición del arco ondulado de la lámina ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito externo del rodamiento.
- 40 En otro esquema de implementación, la parte elástica de tipo lámina está compuesta de una lámina ondulada y una lámina plana, el extremo superior del saliente en forma de arco de la lámina ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete, y el borde inferior de transición entre los arcos ondulados de la lámina ondulada está unido a la lámina plana.
- 45 Como otra realización más, la parte elástica de tipo lámina se compone de dos láminas planas, en las que se forma un orificio pasante en la lámina plana cerca de la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
- 50 Como un esquema preferible, los anillos de tope están dispuestos en los dos extremos de un manguito exterior del cojinete.

Como un esquema preferible, los agujeros pasantes y los agujeros cóncavos que son coaxiales se forman en la circunferencia externa del manguito externo de cojinete, y los agujeros pasantes están ubicados en los agujeros cóncavos en el mismo eje.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención ofrece los siguientes beneficios:

5 La parte elástica de tipo lámina está dispuesta entre el manguito externo del cojinete y el manguito interno del cojinete, y la cara circunferencial externa y las caras de extremo izquierdo y derecho del manguito interno del cojinete están provistas con patrones regulares de tipo ranura, y las líneas de contorno axiales de los patrones de tipo ranura en la cara de circunferencia externa y las líneas de contorno radiales de los patrones de tipo ranura en los extremos izquierdo y derecho están en correspondencia una a una y están conectadas entre sí, y el patrón de tipo ranura en un extremo de cara está en simetría de espejo con el patrón de tipo ranura en la otra cara de extremo, de modo que se obtiene el cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido, que tiene la característica de rigidez de la velocidad de rotación de límite alto del cojinete radial del gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo lámina; comparado con un cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo ranura simple existente, tiene la capacidad anti-impacto y la capacidad de carga que se incrementan en modo multiplicado a la misma velocidad de rotación; y en comparación con un cojinete radial de gas a presión dinámico de tipo lámina puro existente, tiene una velocidad de rotación límite que se incrementa por veces bajo la misma carga; a través de la prueba, el cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido provisto por la invención puede alcanzar una velocidad de rotación límite de 160,000 rpm a 480,000 rpm bajo una carga de 3-5 kg, pero el cojinete radial de gas a presión dinámico existente puede solo alcanzar una capacidad de carga de 1-3 kg, el límite máximo de velocidad de rotación solo puede alcanzar 100,000 rpm a 180,000 rpm. Se puede ver que la presente invención puede realizar la aplicación de cojinetes radiales de gas a presión dinámica en áreas de ultraalta velocidad bajo cargas más grandes. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha progresado significativamente e hizo que el estudio de la tecnología de cojinetes radiales de gas de cojinetes dinámicos dé un nuevo paso.

25 Breve descripción de los dibujos

La FIG 1 es un diagrama esquemático de una estructura tridimensional de vista izquierda de segmentación parcial de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La FIG 2 es una vista ampliada de la parte A en la FIG 1.

30 La FIG 3 es un diagrama esquemático de una estructura tridimensional de vista derecha de segmentación parcial de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La FIG 4 es una vista ampliada de la parte B en la FIG 3.

La FIG 5 es una vista esquemática en sección transversal de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la realización 1 de la presente invención.

35 La FIG 6 es una vista ampliada de la parte C en la FIG 5.

La FIG 7 es una vista ampliada de la parte D en la FIG 6.

La FIG 8 es una vista esquemática en sección transversal de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la realización 2 de la presente invención.

La FIG 9 es un diagrama esquemático de la lámina ondulada de la FIG 8.

40 La FIG 10 es una vista esquemática en sección transversal de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la realización 3 de la presente invención.

La FIG 11 es un diagrama esquemático de una lámina plana con agujeros pasantes en la FIG 10.

La FIG 12 es una vista esquemática en sección transversal de un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la realización 4 de la presente invención.

45 Los números de referencia en las figuras denotan lo siguiente:

1, manguito externo de cojinete; 11, anillo de parada; 12, ranura de sujeción; 13, orificio pasante; 14, agujero cóncavo; 2, manguito interno de cojinete; 21, patrón de tipo ranura en la cara circunferencial externa; 211, línea axial de posición alta; 212, línea axial de posición media; 213, línea axial de posición baja; 22, patrones de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo; 221, línea radial de posición alta; 222, línea radial de posición media; 223, línea radial de posición baja; 23, patrón de tipo ranura en la cara del extremo derecho; 231, línea radial de posición alta; 232, línea radial de posición media; 233, línea radial de posición baja; 3, parte elástica de tipo lámina; 31, lámina ondulada; 311, salientes en forma de arco; 312, bordes inferiores de transición entre los arcos ondulados; 32,

láminas planas; 33, la lámina plana con agujeros pasantes; 331, el orificio pasante en la lámina plana; 34, recubrimiento resistente al desgaste.

Descripción detallada

5 El objeto de la presente invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a varias realizaciones y los dibujos adjuntos.

Ejemplo 1

10 Como se muestra en la FIG 1 y la FIG 3, el cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido provisto por la realización de la invención, incluye un manguito 1 externo de cojinete y un manguito 2 interno de cojinete, en el que la cara circunferencial externa del manguito 2 interno de cojinete y la cara del extremo izquierdo y la cara del extremo derecho están provistas respectivamente con patrones de tipo de ranura regular (21, 22 y 23 como se muestra en las figuras, y los patrones de tipo de ranura en la realización tienen la forma de un impulsor), y se forma una simetría de espejo entre los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho.

15 Con referencia combinada a las Figs. 1 a 4, las líneas de contorno axiales de los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa del manguito 2 interno de cojinete están conectadas con las líneas de contorno radiales de los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho, y se corresponden entre sí, es decir, las líneas 211 axiales de posición alta de los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa están conectadas con las líneas (221 y 231) radiales de posición alta de los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo, y se corresponden entre sí; las líneas 212 de posición media axial de los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa están conectadas con las líneas (222 y 232) radiales de posición media de los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo, y se corresponden entre sí; las líneas 213 axiales de posición baja de los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa están conectadas con las líneas (223 y 233) radiales de posición baja de los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo, y se corresponden entre sí.

20 Mediante la formación de una simetría de espejo entre los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho, y que forman correspondencia uno a uno y conectándose entre sí entre las líneas de contorno axiales de los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa del manguito 2 interno de cojinete y las líneas de contorno radiales de los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 23 de tipo ranura en la cara del extremo derecho, de modo que el aire a presión generado por los patrones (22 y 23) de tipo de ranura que se asemeja a un impulsor en las caras del extremo izquierdo y derecho, se transporta continuamente desde un centro del eje a lo largo de la dirección radial hacia canales de tipo ranura formados por pueden formarse por los patrones 21 de tipo ranura en la cara circunferencial externa, y la película de aire requerida para proporcionar un soporte más fuerte al cojinete de alta velocidad, y la película de aire sirve como lubricante para el cojinete radial de gas de presión dinámica, luego puede garantizarse el funcionamiento estable a alta velocidad del cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido bajo el estado de flotación de aire, y proporciona una garantía adicional para lograr la velocidad de rotación de límite alto.

25 Como se muestra en la FIG 5, el cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido provisto por la realización comprende además la parte 3 elástica de tipo lámina que está dispuesta entre el manguito 1 externo de cojinete y el manguito 2 interno de cojinete. Debido a que se forma un espacio en forma de cuña entre la parte 3 elástica de tipo lámina y la cara circunferencial externa del manguito 2 interno de cojinete, cuando el manguito 2 interno de cojinete gira, el gas se impulsa y comprime en el espacio en forma de cuña debido a la acción de la viscosidad del gas, la presión dinámica radial obviamente se mejora, de modo que la fuerza de soporte se puede aumentar en un modo multiplicado; mientras tanto, debido al hecho de que la parte 3 elástica de tipo lámina está dispuesta adicionalmente, bajo la acción elástica de la parte 3 elástica de tipo lámina, se puede mejorar la capacidad de carga del cojinete, y se han mejorado notablemente la resistencia al impacto del cojinete y la capacidad de inhibir el vórtice axial. El número de los miembros 3 elásticos de tipo lámina puede ser plural (tres como se muestra en la FIG 5), y los dos extremos de cada pieza 3 elástica de tipo lámina están fijados en la pared circunferencial interna del manguito 1 externo de cojinete.

30 Como se muestra en la FIG 5 y la FIG 6, la parte 3 elástica de tipo lámina puede estar compuesta por una lámina 31 ondulada y una lámina 32 plana, el extremo superior del saliente 311 en forma de arco de la lámina 31 ondulada es unido a la lámina 32 plana, el borde 312 inferior de transición de arco ondulado de la lámina 31 ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito 1 externo de cojinete, y las ranuras 12 de sujeción para fijar los dos extremos de la parte 3 elástica de tipo lámina están formadas en la pared circunferencial interna del manguito 1 externo de cojinete, el número de las ranuras 12 de fijación corresponde al número de las partes 3 elásticas de tipo

lámina, están distribuidas uniformemente a lo largo de la pared circunferencial interna del manguito 1 externo de cojinete.

5 Como se muestra en la FIG 7, se proporciona un recubrimiento resistente al desgaste en una cara de acoplamiento de cada parte 3 elástica de tipo lámina que coincide con la cara circunferencial externa del manguito 2 interno de cojinete (tal como la cara interna del lámina 32 plana para formar la parte 3 elástica de tipo lámina), con el fin de reducir aún más el desgaste de la parte 3 elástica de tipo lámina por el manguito 2 interno de cojinete cuando este gira a alta velocidad, para prolongar la vida útil del cojinete.

10 Además, cuando los anillos 11 de parada están dispuestos en los dos extremos del manguito 1 externo de cojinete respectivamente, se puede generar un efecto de autosellado entre las dos caras del extremo del manguito 2 interno de cojinete y el anillo 11 de parada accionado por un eje giratorio de alta velocidad, de modo que el gas a presión dinámica generado continuamente por los patrones de tipo de ranura puede sellarse de forma completa y hermética en todo el espacio libre correspondiente del cojinete, y los requisitos de lubricación del cojinete radial de gas a presión dinámica en funcionamiento a alta velocidad pueden garantizarse por completo.

15 La parte 3 elástica de tipo lámina se somete preferiblemente a un tratamiento térmico superficial, de modo que los requisitos de rendimiento de la operación a alta velocidad se pueden cumplir mejor; y el espacio libre correspondiente entre la parte 3 elástica de tipo lámina y el manguito 2 interno de cojinete es preferiblemente de 0.003-0.008 mm, de modo que la fiabilidad y la estabilidad del funcionamiento a alta velocidad del cojinete pueden garantizarse aún más.

#### Ejemplo 2

20 Como se muestra en la FIG 8, la única diferencia con respecto al cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido en la primera realización es que la parte 3 elástica de tipo lámina está compuesta por una lámina 31 ondulada y una lámina 32 plana, la parte superior del extremo del saliente 311 en forma de arco de la lámina 31 ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito 1 externo de cojinete, y el borde 312 inferior de transición de arco ondulado de la lámina 31 ondulada está unido a la lámina 32 plana .

25 La estructura de la lámina 31 ondulada se muestra en la FIG 9.

#### Ejemplo 3

Como se muestra en la FIG 10 y la FIG. 11, la única diferencia con respecto al cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido en la primera realización es que la parte 3 elástica de tipo lámina está compuesta por una lámina 32 plana y una lámina 33 plana con agujeros 331 pasantes.

30 Ejemplo 4

Como se muestra en la FIG 12, la única diferencia con respecto al cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido en la primera realización es que los orificios 13 pasantes coaxiales y los orificios 14 cóncavos se forman en la circunferencia externa del manguito 1 externo de cojinete, y el orificio 13 pasante está ubicado en el orificio 14 cóncavo. Los orificios 13 pasantes y los orificios 14 cóncavos se usan para monitorizar convenientemente el estado de funcionamiento del cojinete en línea (por ejemplo: un sensor de temperatura, un sensor de presión, un sensor de velocidad de rotación y similares).

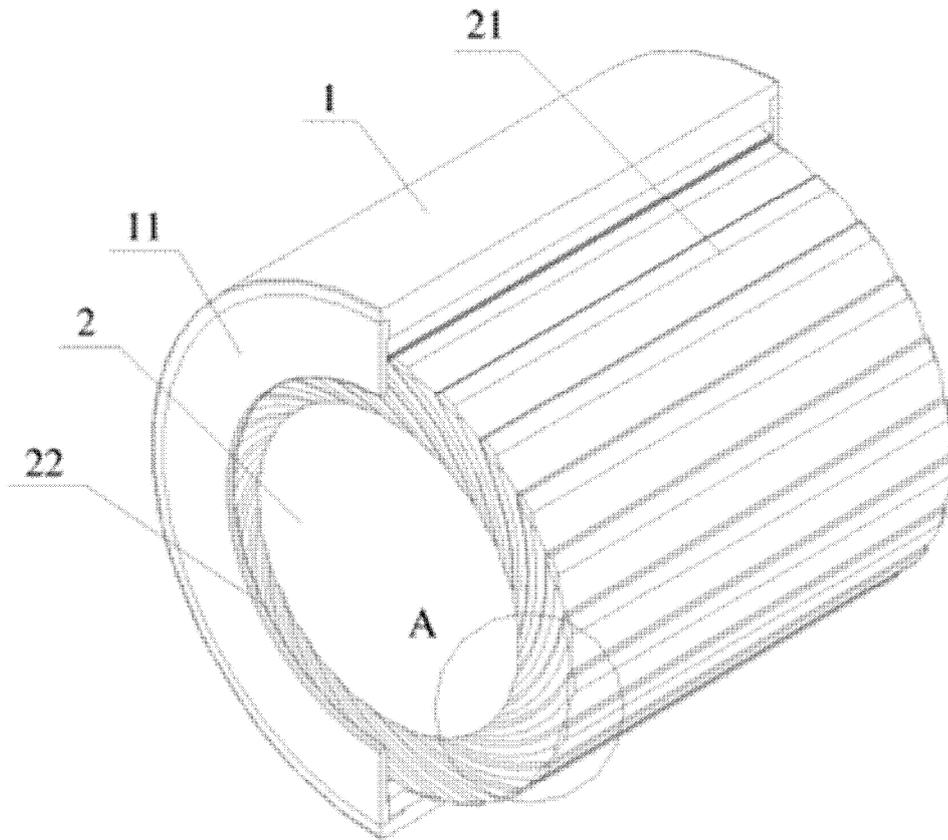
Además, la estructura de la parte 3 elástica de tipo lámina no se limita a la de la realización anterior, siempre y cuando la relación de coincidencia entre la parte 3 elástica de tipo lámina con el manguito externo y el manguito interno esté asegurada para cumplir con los requisitos sustantivos de la invención.

40 Los resultados de la prueba muestran que el cojinete radial de gas a presión dinámica híbrido provisto por la invención puede realizarse a una velocidad de rotación límite de 160,000 rpm a 480,000 rpm bajo una carga de 3-5 kg, pero el cojinete radial de gas a presión dinámica existente solo puede alcanzar una capacidad de carga de 1-3 kg, la velocidad de rotación máxima solo puede alcanzar 100,000 rpm a 180,000 rpm. Se puede ver que la presente invención puede realizar la aplicación de cojinetes radiales de gas a presión dinámica en áreas de ultraalta velocidad bajo cargas más grandes. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha progresado significativamente e hizo que el estudio de la tecnología de cojinetes radiales de gas de cojinetes dinámicos dé un nuevo paso.

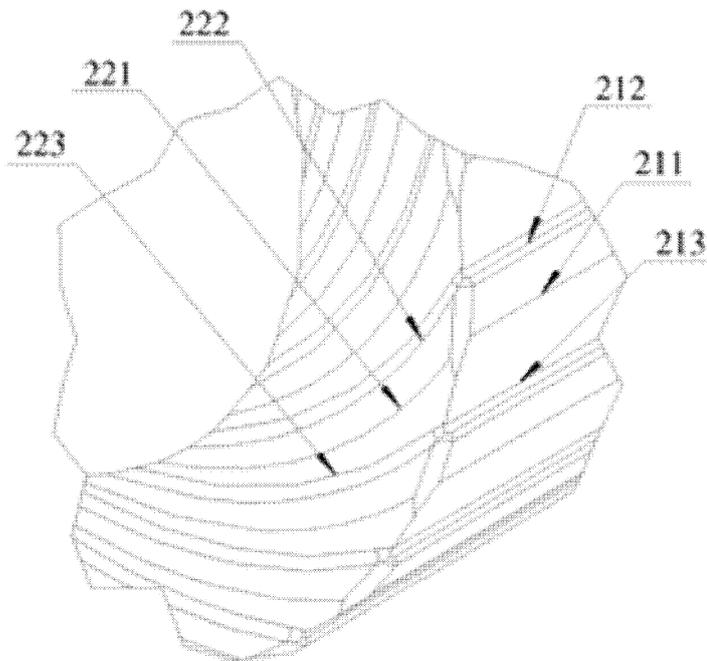
50 Finalmente, se observa aquí que la divulgación anterior está destinada simplemente a describir el objeto de la presente invención con más detalle y no debe interpretarse como una limitación del alcance de la invención. Las mejoras y modificaciones no sustantivas realizadas por los expertos en la técnica de acuerdo con la divulgación anterior caen dentro del alcance de la presente invención que está limitada por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido, comprende un manguito externo del cojinete, un manguito interno y al menos una parte elástica de tipo lámina dispuesta entre el manguito externo del rodamiento y el manguito interno, la cara circunferencial externa y las caras del extremo izquierdo y derecho del manguito interno de cojinete están provistas respectivamente con patrones de tipo ranura regular, caracterizados porque los patrones de tipo ranura en una cara del extremo están en simetría de espejo con el patrón de tipo de ranura en la otra cara del extremo, y las líneas de contorno axiales de los patrones de tipo ranura en la cara de la circunferencia exterior y las líneas de contorno radiales de los patrones de tipo ranura en las caras de los extremos izquierdo y derecho están en correspondencia uno a uno y están conectadas entre sí.
2. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las líneas axiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa del manguito interno del cojinete corresponden a las líneas radiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo; y las líneas axiales de posición media de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas radiales de posición media de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo; y las líneas axiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas radiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo.
3. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde un recubrimiento resistente al desgaste está dispuesto en la cara correspondiente de la parte elástica de tipo lámina correspondiente con la cara circunferencial externa del manguito interno del cojinete.
4. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, donde un espacio libre de ajuste entre la parte elástica de tipo lámina y el manguito interno del rodamiento es 0.003-0.008 mm.
5. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde los dos extremos de la parte elástica de tipo lámina se fijan en la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
6. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, donde el número de partes elásticas de tipo lámina es múltiple, y las partes elásticas de tipo lámina están distribuidas uniformemente a lo largo de la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
7. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, donde una ranura de sujeción utilizada para la fijación de la parte elástica de tipo lámina se forma en la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
8. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde la parte elástica de tipo lámina se somete a tratamiento térmico superficial.
9. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 u 8, donde la parte elástica de tipo lámina está compuesta de una lámina ondulada y una lámina plana, el extremo superior del saliente en forma de arco de la lámina ondulada está unido a la lámina plana, el borde inferior de transición del arco ondulado de la lámina ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
10. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 u 8, donde la parte elástica de tipo lámina está compuesta de una lámina ondulada y una lámina plana, el extremo superior del saliente en forma de arco de la lámina ondulada está unido a la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete, y el borde inferior de transición entre los arcos ondulados de la lámina ondulada están unidos a la lámina plana.
11. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 u 8, donde la parte elástica de tipo lámina está compuesta de dos láminas planas, los agujeros pasantes se forman en la lámina plana cerca de la pared circunferencial interna del manguito externo del cojinete.
12. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde los anillos de parada están dispuestos en los dos extremos del manguito externo del cojinete.
13. El cojinete radial de gas a presión dinámico híbrido de acuerdo con la reivindicación 12, donde se forman agujeros pasantes y agujeros cóncavos que son coaxiales en la circunferencia exterior del manguito externo del cojinete, y los agujeros pasantes se encuentran en los agujeros cóncavos en el mismo eje.



**Figura 1**



**Figura 2**

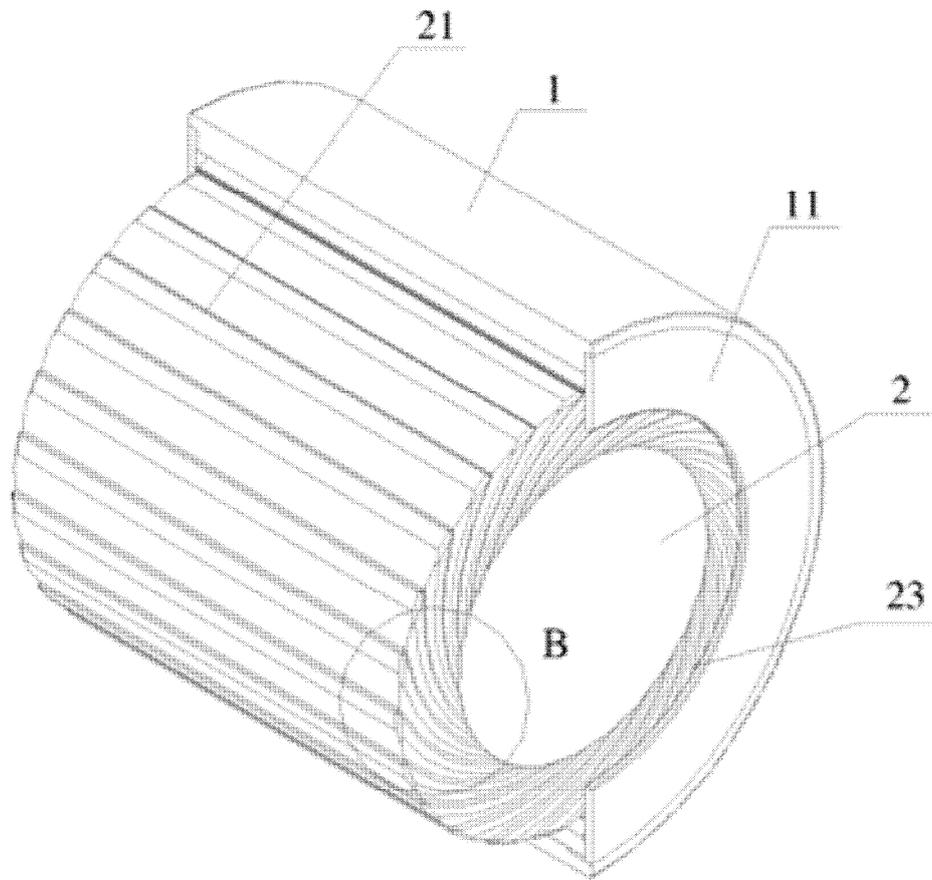


Figura 3

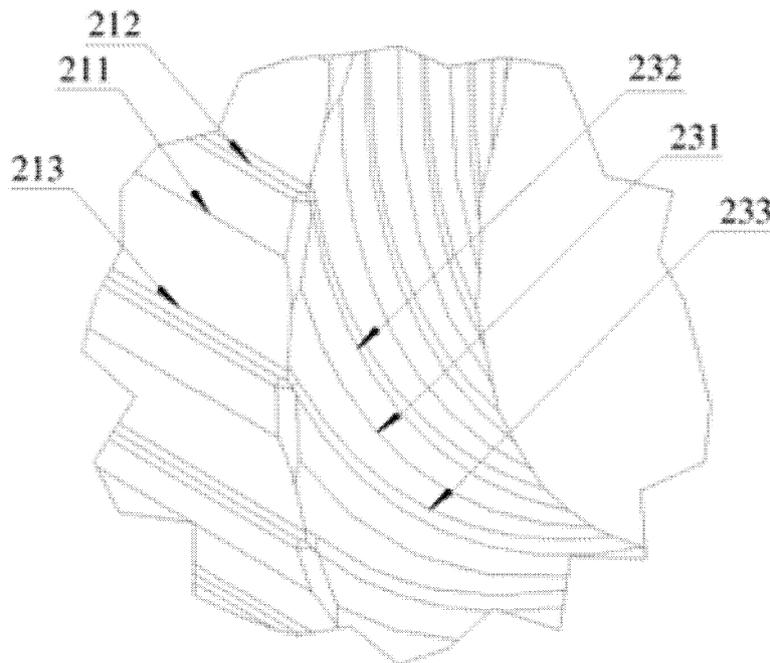
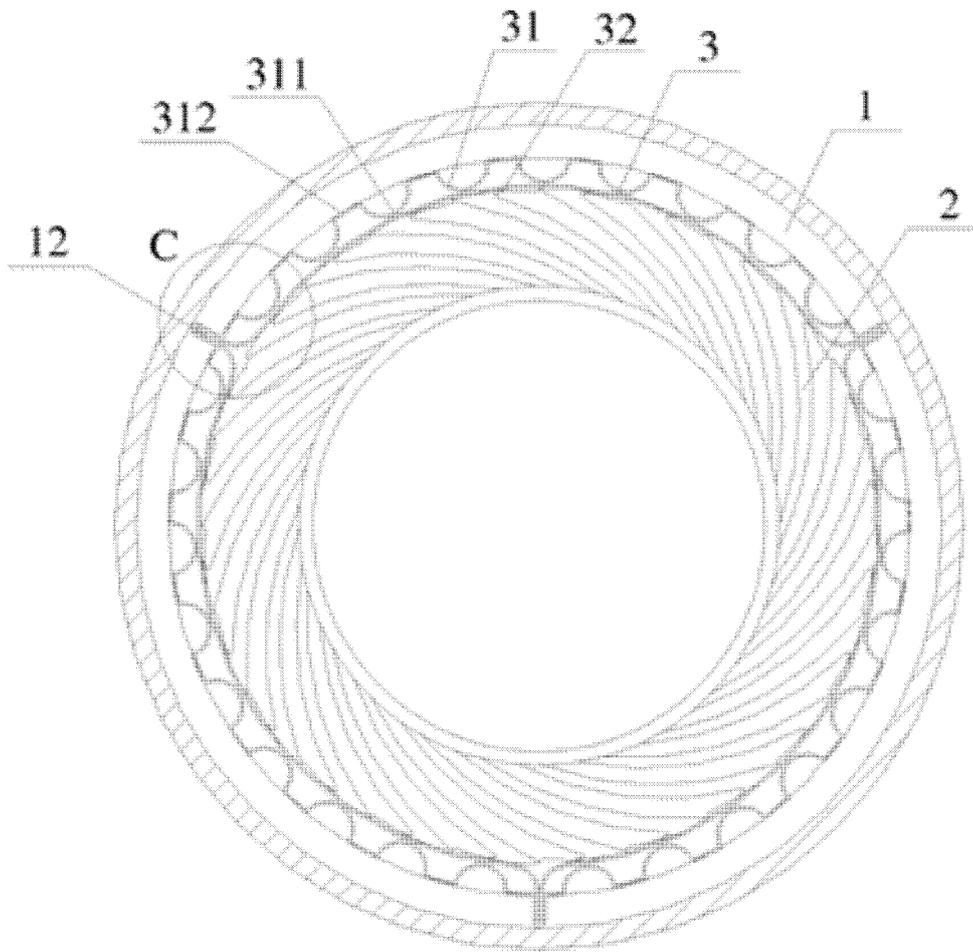
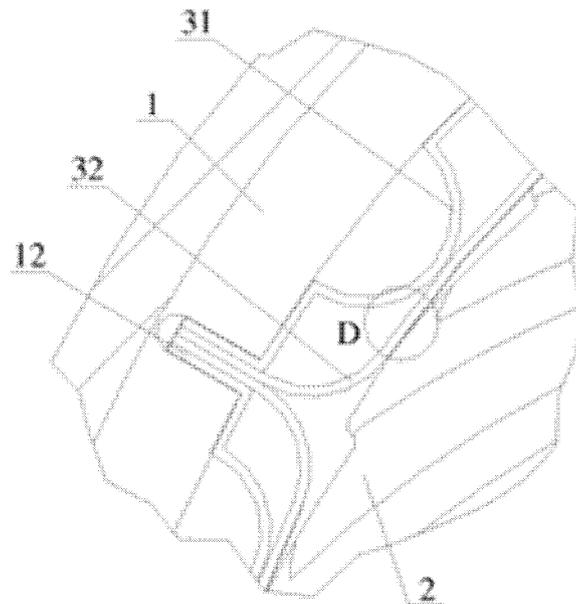


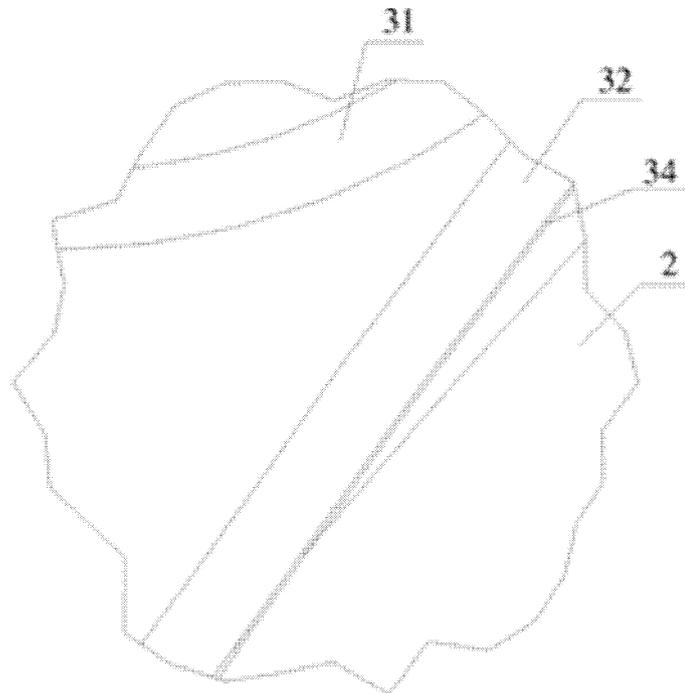
Figura 4



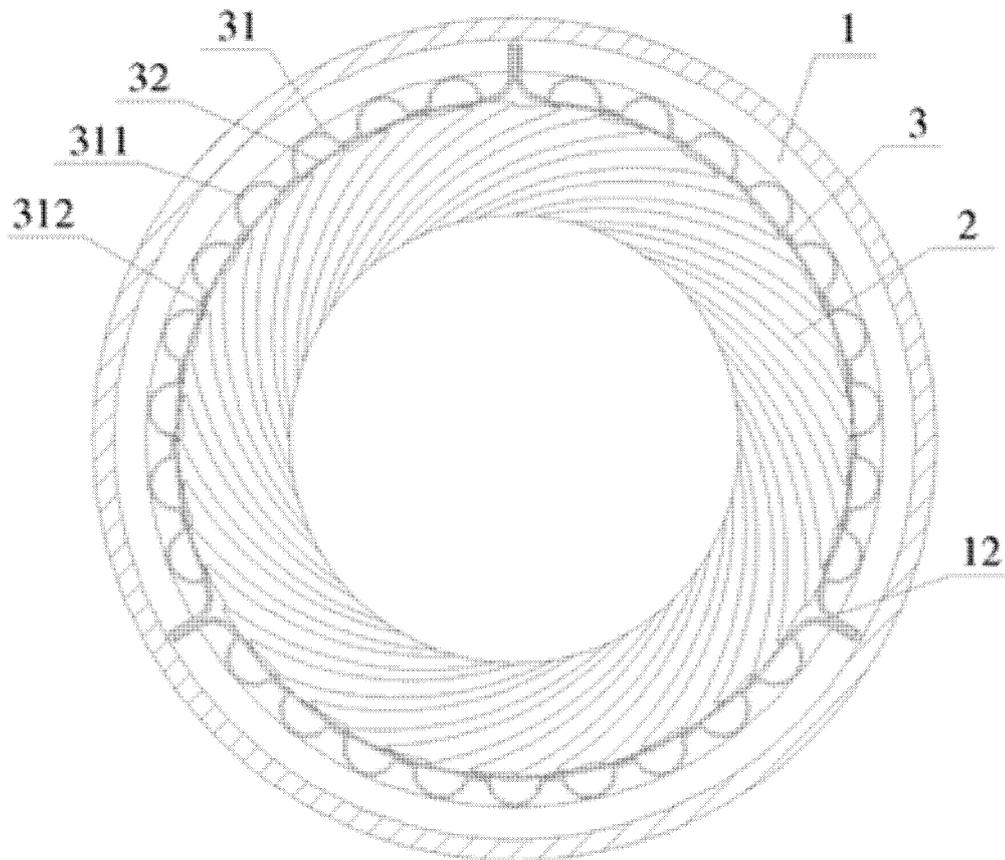
**Figura 5**



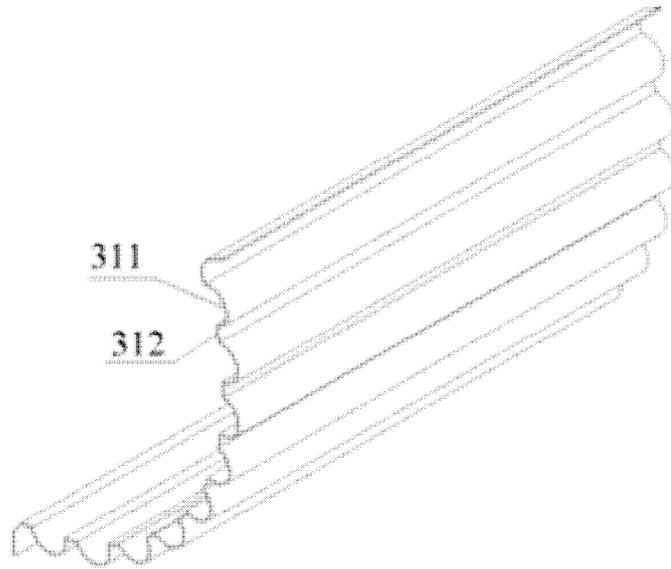
**Figura 6**



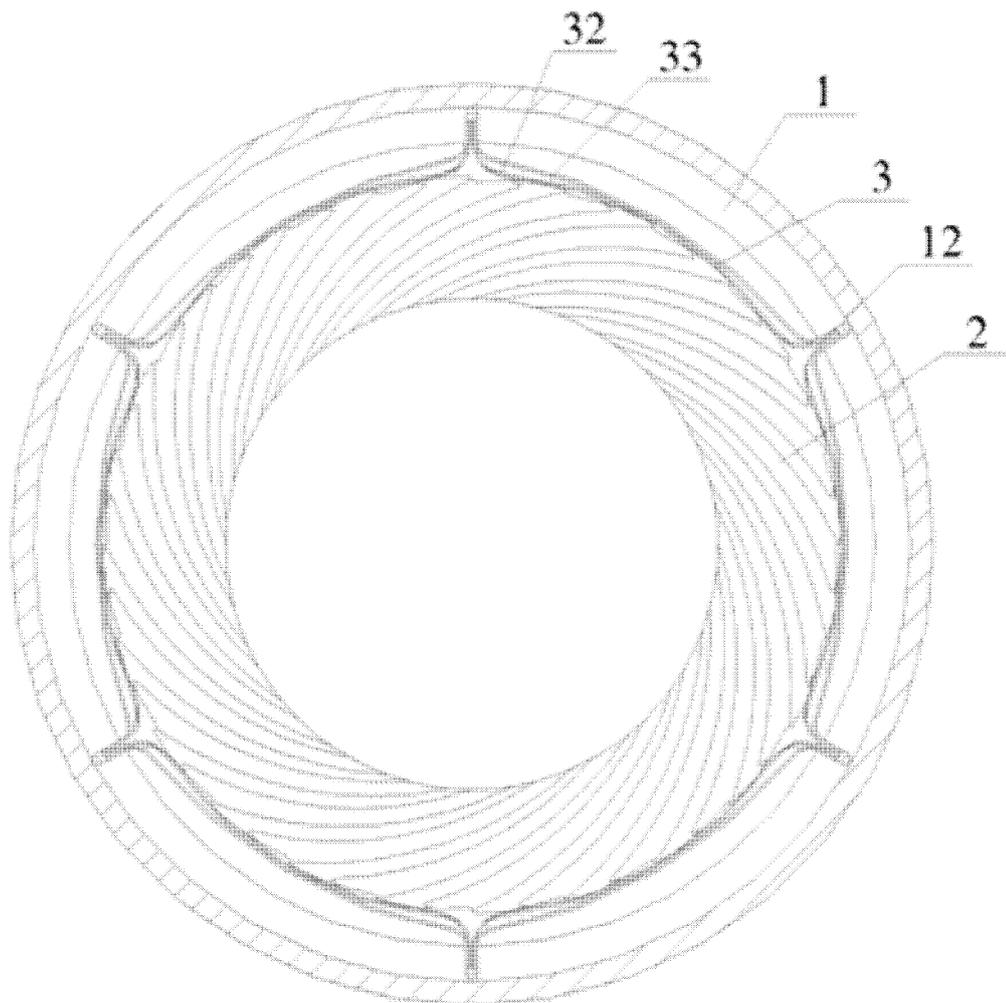
**Figura 7**



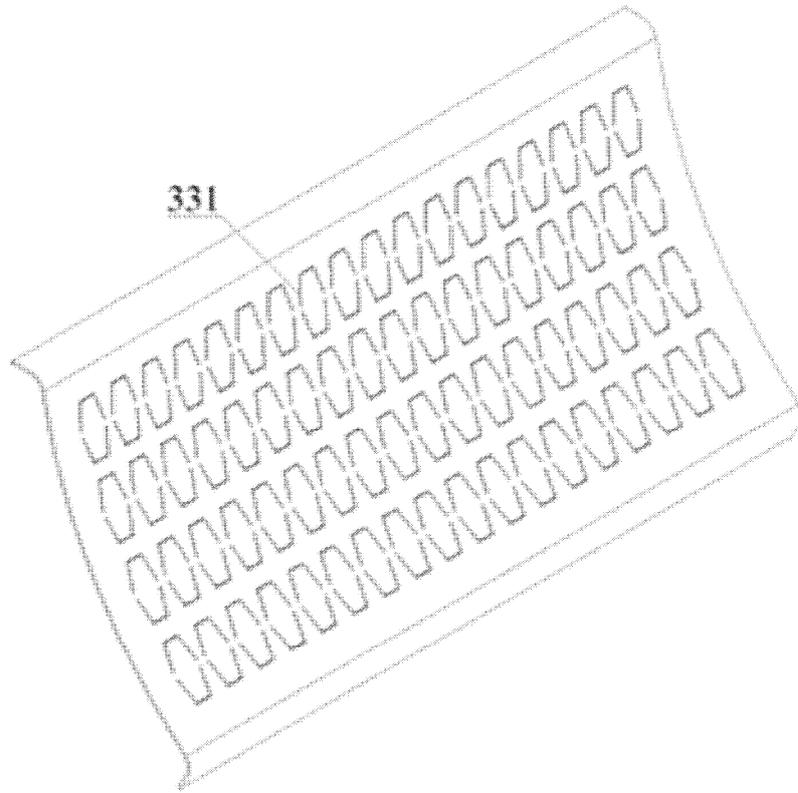
**Figura 8**



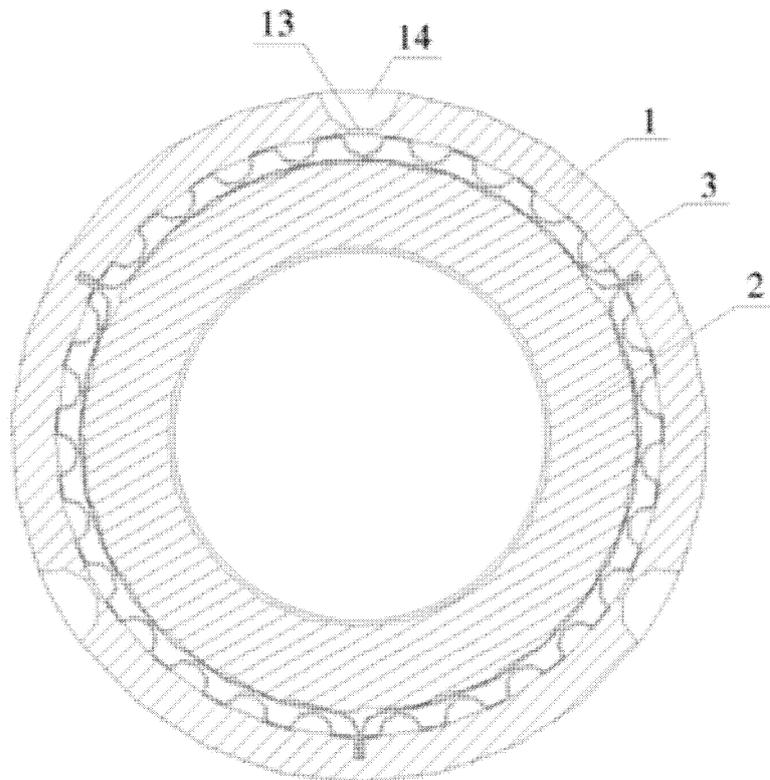
**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**



**Figura 12**