



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 200**

51 Int. Cl.:
H01P 1/06 (2006.01)
F16C 32/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08009844 .5**
96 Fecha de presentación : **29.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2001076**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.12.2008**

54 Título: **Acoplamiento rotatorio de HF con línea $\lambda/4$ entre estator y rotor.**

30 Prioridad: **06.06.2007 DE 10 2007 026 431**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2010

73 Titular/es: **Spinner GmbH**
Erzgiessereistrasse 33
80335 München, DE

72 Inventor/es: **Stadler, Christian y**
Fischer, Franz

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 347 200 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

Acoplamiento rotatorio de HF con línea $\lambda/4$ entre estator y rotor.

La invención se refiere a un acoplamiento rotatorio de HF con un estator que está en conexión de HF con al menos un rotor a través de al menos una línea $\lambda/4$ y que rodea dicho rotor al menos parcialmente. Los acoplamientos rotatorios de HF de este tipo pueden estar realizados con uno o más canales tanto en técnica coaxial como en técnica de guía de ondas.

El documento DE-A-100 37 747, da a conocer una disposición para la transmisión eléctrica de señales de banda ancha a través de superficies de acoplamiento de dos componentes dispuestos de forma giratoria entre sí. El espacio entre las superficies de acoplamiento está cargado con un material dieléctrico, que puede consistir en una película gaseosa, lo que permite mantener las superficies de acoplamiento a una distancia muy pequeña entre sí.

El documento EP-B-0 951 110, da a conocer una construcción coaxial de varios canales de un acoplamiento rotatorio. El rotor o los rotores de un acoplamiento rotatorio están alojados en el estator mediante rodamientos, con frecuencia cojinetes radiales delgados por motivos de espacio y peso. Estos cojinetes son el componente más problemático de todo acoplamiento rotatorio desde el punto de vista tanto mecánico como eléctrico o de técnica de HF. Como el rotor y los rodamientos están hechos de materiales diferentes (en la mayoría de los casos aluminio y acero), debido a los diferentes coeficientes de dilatación térmica se produce un incremento del rozamiento o un aumento de la holgura en función de la temperatura. Un incremento del rozamiento conduce normalmente a daños en el cojinete, y un aumento de la holgura conduce normalmente a fluctuaciones en las propiedades de transmisión eléctrica. Otras desventajas consisten en la salida del lubricante en caso de altas temperaturas, en una baja resistencia a la corrosión de los rodamientos y en una obturación deficiente con respecto al espacio de HF que se mantiene a una presión interior elevada, frecuentemente mediante aire previamente seco, para mejorar la resistencia dieléctrica. Por ello, los acoplamientos rotatorios de HF requieren cada poco tiempo unos trabajos de mantenimiento costosos y duraderos, incluyendo un nuevo ajuste de las propiedades eléctricas después de cada mantenimiento. Entre tanto, todo el sistema de HF al que pertenece el acoplamiento rotatorio, es decir, por ejemplo un sistema de radar civil o militar, está fuera de servicio.

El documento US-A-5 748 156, da a conocer un acoplamiento rotatorio de HF con las características mencionadas en la introducción y en el preámbulo de la reivindicación 1. El rotor consiste en una antena dipolo accionada en el extremo de una parte de línea que entra en el estator y que está rodeada por una camisa de un material dieléctrico. La camisa constituye el cojinete mecánico del rotor y está accionada a través de un servomotor.

La invención tiene por objetivo crear un acoplamiento rotatorio duradero y exento, al menos en gran medida, de mantenimiento.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante las características indicadas en la reivindicación 1.

Los cojinetes neumáticos son conocidos en principio. Para el acoplamiento rotatorio de HF aquí

propuesto son especialmente adecuados los cojinetes neumáticos en los que el aire se introduce a presión en el intersticio entre las partes móviles entre sí a través de numerosos microagujeros, tal como se dan a conocer en el documento DE-A-44 03 340 y el documento DE-C-44 36 156.

Con la eliminación de los rodamientos se suprimen también las desventajas asociadas con éstos, es decir, el comportamiento problemático frente a la temperatura, las fluctuaciones de viscosidad del lubricante en función de la temperatura, una marcha concéntrica inexacta y fluctuaciones del lubricante, una marcha concéntrica inexacta y fluctuaciones del par motor. Si se utiliza el mismo material para el estator y el rotor, por regla general un metal ligero, también se elimina el problema de las diferentes dilataciones térmicas de este material y el material de los cojinetes, normalmente acero, de modo que el intersticio de cojinete neumático entre el estator y el rotor, y por consiguiente también las propiedades técnicas de transmisión de HF, se mantienen constantes en la mayor medida posible. Si el espacio de HF se mantiene bajo sobrepresión, el intersticio de cojinete neumático, generalmente muy estrecho, puede servir como intersticio de obturación. El par motor del rotor es pequeño y sobre todo constante dentro de un amplio intervalo de temperaturas. Por todos estos motivos, el acoplamiento rotatorio de HF está prácticamente exento de mantenimiento.

La transmisión de señales sin contacto entre el rotor o los rotores y el estator puede tener lugar a través de líneas $\lambda/4$ estiradas o plegadas.

Los cojinetes neumáticos pueden estar dispuestos fuera del espacio de HF. En este caso, una construcción ya existente del acoplamiento técnico de HF entre estator y rotor se puede mantener al menos en gran parte inalterada.

No obstante, el intersticio de cojinete neumático estrecho y constante, de aproximadamente 30 μm , preferiblemente menos de 15 μm , también permite disponer los cojinetes neumáticos dentro del espacio de HF. En este caso, el aire de cojinete que atraviesa los cojinetes neumáticos actúa al mismo tiempo como aire de refrigeración para los componentes acoplados en HF que se calientan considerablemente dependiendo de la potencia transmitida. La anchura de intersticio pequeña y constante también mejora considerablemente la relación de ondas estacionarias (VSWR) en toda la anchura de banda de frecuencias útiles del acoplamiento.

El cojinete neumático radial consiste en una superficie interior de una sección cilíndrica hueca del estator, provista de orificios de salida de aire radiales, y una superficie periférica de una sección cilíndrica del rotor. Preferiblemente, estos orificios de salida de aire radiales están distribuidos tanto por la periferia como a lo largo de la dirección axial de la sección cilíndrica hueca del estator.

Los orificios de salida de aire radiales pueden presentar un diámetro de 10 μm a 100 μm y tener una longitud axial muy pequeña. Para lograr un colchón de aire estable, estos orificios de salida de aire comunican con un canal anular en el estator que está conectado con al menos una fuente de aire comprimido.

Análogamente, el cojinete neumático axial incluye una superficie con forma de corona circular del estator, provista de orificios de salida de aire axiales, y una superficie con forma de corona circular en una

cara frontal del rotor. El rotor puede estar alojado mediante dos cojinetes neumáticos axiales de este tipo separados entre sí en la dirección axial, en particular en caso de un acoplamiento rotatorio largo. Las superficies con forma de corona circular correspondientes del rotor pueden consistir en las respectivas superficies frontales de éste.

Los orificios de salida de aire axiales de la superficie con forma de corona circular del estator también pueden estar distribuidos tanto por el perímetro como por el radio de la superficie con forma de corona circular.

Al igual que los orificios de salida de aire radiales, los orificios de salida de aire axiales pueden comunicar con un canal anular en el estator que está conectado con al menos una fuente de aire comprimido. La misma fuente de aire comprimido puede alimentar tanto los orificios de salida de aire radiales como los axiales.

En una forma especialmente preferente, sobre todo para acoplamientos rotatorios de HF cortos, el rotor tiene al menos una sección anular de un material magnético suave y el estator incluye en la zona del cojinete neumático axial medios para atraer magnéticamente al rotor. Esta forma de realización sólo requiere un cojinete neumático axial, ya que en el intersticio de cojinete neumático radial se establece un equilibrio de fuerzas entre el colchón de aire y las fuerzas de atracción magnéticas entre el estator y el rotor.

En un perfeccionamiento de esta forma de realización, la sección del rotor hecha de un material magnético suave puede consistir en un anillo magnético suave y el resto del rotor puede ser de un metal ligero. Sobre todo en esta forma de realización resulta ventajoso que el estator también sea de un metal ligero, ya que de este modo se logra en conjunto un considerable ahorro de peso.

Para tener en cuenta los diferentes coeficientes de dilatación del material del rotor y el material del anillo magnético suave, éste está dividido en dirección radial al menos en un lugar de su perímetro y está unido con el rotor de forma deslizante en la dirección periférica.

Los medios para la atracción magnética consisten convenientemente en imanes permanentes polarizados en dirección axial y distribuidos uniformemente por el perímetro del estator.

Al menos las superficies polares de los imanes permanentes orientadas hacia el rotor pueden estar conectadas magnéticamente a través de un anillo distribuidor de campo para lograr en la dirección periférica una homogeneización de la fuerza de atracción entre el rotor y el estator que actúa en contra del colchón de aire en el intersticio de cojinete.

La línea o las líneas $\lambda/4$ que conectan el estator en HF con el rotor, pueden estar dispuestas radialmente y plegadas para reducir el diámetro del acoplamiento.

Si en lugar de ello la línea $\lambda/4$ se dispone axialmente, se logra una reducción adicional del diámetro a costa de un aumento de la longitud del acoplamiento rotatorio de HF.

Un término medio entre la longitud y el diámetro del acoplamiento rotatorio consiste en prever una línea $\lambda/4$ dispuesta axialmente pero plegada.

Los dibujos muestran representaciones simplificadas esquemáticas de dos ejemplos de realización de un acoplamiento rotatorio de HF según la invención. En los dibujos:

- La figura 1, muestra el estator y el rotor de una primera forma de realización en una sección parcial en perspectiva.

- La figura 2, muestra una sección longitudinal parcial correspondiente al plano A-A de la figura 1.

- La figura 3, muestra una ampliación de un área parcial correspondiente al plano B-B de la figura 1.

- La figura 3a, muestra un área parcial de la figura 3, con una ampliación mayor.

- La figura 4, muestra una ampliación de una sección correspondiente a la línea C-C de la figura 2.

- La figura 5, muestra el estator y el rotor de una segunda forma de realización en una sección parcial en perspectiva.

- La figura 6, muestra una sección longitudinal parcial correspondiente al plano D-D de la figura 5.

- La figura 7, muestra una ampliación de un área parcial correspondiente al plano E-E de la figura 5.

En todas las figuras están representados únicamente los componentes de un acoplamiento rotatorio de HF necesarios para comprender la invención.

En la forma de realización según las figuras 1 a 4, un rotor 2 está alojado dentro de un estator 1 mediante un cojinete neumático radial y un cojinete neumático axial. Como muestra la figura 1, el rotor 2 tiene garras de arrastre 2a y escotaduras de arrastre 2b para unirlo a un accionamiento de giro no representado y por ejemplo una antena de radar.

Desde el punto de vista técnico de alta frecuencia, el estator 1 constituye el conductor exterior para una conexión coaxial con un conductor interior 3. El estator 1 está conectado galvánicamente sin contacto con el rotor, de forma conocida en sí, a través de dos líneas $\lambda/4$ radiales plegadas. El rotor 2 tiene en un lugar de su perímetro una conexión coaxial con un conductor interior 30 para la recepción o el suministro de señales de HF.

El rotor 2 tiene un anillo de brida 2.2. El anillo de brida 2.2 entra en una sección cilíndrica hueca del estator 1 y tiene una superficie frontal anular 2.21, una superficie frontal anular 2.22 opuesta a ésta y una superficie periférica cilíndrica 2.23. La superficie periférica cilíndrica 2.23, junto con una superficie lateral cilíndrica hueca 1.1 del estator, delimita un cojinete neumático radial. Para ello, tal como se puede observar en particular en la sección ampliada mostrada en la figura 3, en la superficie lateral cilíndrica hueca 1.1 desembocan unas aberturas de salida de aire radiales 4.1 y 4.2 que tienen en cada caso un diámetro por ejemplo entre 60 y 80 μm y están conectadas con unos canales anulares circunferenciales 5.1 y 5.2. Éstos comunican a su vez con una conexión común 6 a través de la cual se suministra aire comprimido procedente de una fuente exterior no representada en las figuras. Los canales anulares 5.1 y 5.2 están cerrados hacia afuera mediante juntas tóricas o similares.

De acuerdo con la figura 4, los orificios de salida de aire radiales 4.1 y 4.2 están distribuidos uniformemente por el perímetro de la superficie lateral cilíndrica hueca 1.1 del estator 1. No obstante, en determinados casos de carga puede resultar más ventajosa una distribución no uniforme de los orificios de salida de aire.

Dependiendo del espesor del anillo de brida 2.2 en dirección axial, en lugar de dos filas paralelas de orificios de salida de aire radiales 4.1 y 4.2 también puede ser suficiente una única fila, o se pueden prever

más de dos filas paralelas de estos orificios de salida de aire radiales.

Al inyectar aire comprimido a través de la conexión 6, entre la superficie periférica del anillo de brida 2.2 y la superficie lateral cilíndrica hueca 1.1 del estator se establece un intersticio de cojinete neumático radial esencialmente constante en todo el perímetro, con un tamaño de 10 a 20 μm .

Las superficies con forma de corona circular 1.2 y 1.3 de la sección cilíndrica hueca del estator 1 opuestas a las superficies frontales anulares 2.21 y 2.22 están separadas entre sí hasta tal punto que entre dichas superficies con forma de corona circular y las superficies opuestas 2.21 y 2.22 del rotor queda en cada caso un intersticio anular circunferencial. La superficie frontal anular 2.22 del anillo de brida 2.2 del rotor 2 delimita un cojinete neumático axial junto con la superficie con forma de corona circular 1.3 opuesta en una tapa de cojinete 1.4 del estator 1. Para ello, en la superficie con forma de corona circular 1.3 desembocan orificios de salida de aire axiales, como los orificios 8.1 en la figura 3, que aquí están distribuidos uniformemente por el perímetro. Análogamente a los orificios de salida de aire radiales 4.1 y 4.2, los orificios de salida de aire axiales 8.1 reciben aire comprimido a través de un canal anular común 9. El canal anular 9 está cerrado hacia afuera por un anillo 13 y comunica con la misma conexión de aire comprimido 6 que los canales anulares 5.1 y 5.2. Como en el caso del cojinete neumático radial, este cojinete neumático axial también puede incluir más de una fila de orificios de salida de aire. En determinados casos de carga, dichos orificios también pueden estar distribuidos de forma no uniforme por el perímetro.

El aire introducido a presión en el intersticio de cojinete neumático desde los orificios de salida de aire axiales 8.1 tiende a desplazar el rotor 2 en dirección axial. En contra de este desplazamiento actúa un juego de imanes permanentes 10 dispuestos uniformemente por el perímetro de la tapa de cojinete 1.4 del estator 1, que están magnetizados en dirección axial y cuya superficie polar orientada hacia el rotor 2 está esencialmente a ras con la superficie con forma de corona circular 1.3 de la tapa de cojinete 1.4 del estator 1. Los imanes permanentes 10 actúan sobre un anillo de acero 11 que forma parte del rotor 2, es decir, que entra con un reborde anular 11.1 en una ranura periférica 2.24 del anillo de brida 2.2 y de este mo-

do queda unido en arrastre de forma con el anillo de brida 2.2. Para compensar las diferentes dilataciones térmicas del material del rotor (que puede consistir en particular en una aleación de metales ligeros) y del anillo de acero 11, el reborde anular 11.1 de éste está alojado suelto en la ranura periférica 2.24 y, como se puede ver en la figura 2, está dividido en un lugar de su perímetro. También se puede prescindir del anillo de acero 11 si el propio rotor 2, o al menos su anillo de brida 2.2, está hecho de un material ferromagnético.

La figura 3a muestra una sección ampliada de la figura 3 para poder observar los intersticios de cojinete representados con una anchura exagerada, es decir, el intersticio de cojinete neumático radial 20 y el intersticio de cojinete neumático axial 31.

El aire que sale del intersticio de cojinete neumático radial 20 y del intersticio de cojinete neumático axial 31 se evacua a través de un conducto de salida de aire común 12 (véase la figura 2).

Las figuras 5 a 7 muestran una segunda forma de realización del acoplamiento rotatorio de HF.

Los componentes idénticos tienen los mismos números de referencia que en las figuras 1 y 4, los componentes funcionalmente correspondientes tienen antepuesta la cifra "5".

La segunda forma de realización se diferencia de la primera forma de realización en que el rotor 52 está conectado sin contacto con el estator 51 a través de una línea $\lambda/4$ axial recta en lugar de a través de una línea $\lambda/4$ plegada en dirección radial y, por otro lado, en que en este caso el anillo de brida radial 52.2 del rotor 52 está alojado por ambos lados mediante cojinetes neumáticos axiales. El cojinete neumático radial con el intersticio de cojinete neumático 20 tiene la misma construcción que el correspondiente a la forma de realización según las figuras 1 a 4. El segundo cojinete neumático axial (izquierdo) con el intersticio de cojinete neumático 32 es esencialmente simétrico al primer cojinete neumático axial (derecho) con el intersticio de cojinete neumático 31, que corresponde a su vez al de la forma de realización según las figuras 1 a 4. Para el segundo cojinete neumático axial está previsto otro conducto de salida de aire 513.

Si bien la forma de realización según las figuras 5 a 7 en más larga en dirección axial que la forma de realización según las figuras 1 a 4, también tiene un diámetro más pequeño y sobre todo permite prescindir de imanes permanentes y de un componente correspondiente en el rotor.

REIVINDICACIONES

1. Acoplamiento rotatorio de HF con un estator (1; 51) que está en conexión de HF con al menos un rotor (2; 52) a través de al menos una línea $\lambda/4$ y que rodea dicho rotor (2; 52) al menos parcialmente, **caracterizado** porque el rotor (2; 52) está alojado en el estator (1; 51) sin contacto a través de al menos un cojinete neumático radial (20) que consiste en una superficie lateral (1.1) de una sección cilíndrica hueca del estator (1) provista de orificios de salida de aire radiales (4.1, 4.2) y una superficie periférica (2.23) de una sección cilíndrica (2.2) del rotor (2), y al menos un cojinete neumático axial (31, 32) que incluye una superficie con forma de corona circular (1.3) del estator (1) provista de orificios de salida de aire axiales y una superficie frontal anular (2.22) de una cara frontal del rotor (2).

2. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los cojinetes neumáticos (20, 31, 32) están dispuestos fuera del espacio de HF.

3. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque los orificios de salida de aire radiales (4.1, 4.2) de la superficie lateral (1.1) de la sección cilíndrica hueca del estator (1) están distribuidos tanto por el perímetro como a lo largo de la dirección axial de la sección cilíndrica hueca.

4. Acoplamiento rotatorio de HF según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque los orificios de salida de aire radiales (4.1, 4.2) comunican con al menos un canal anular (5.1, 5.2) del estator (1) que está conectado con una fuente de aire comprimido.

5. Acoplamiento rotatorio de HF según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque los orificios de salida de aire axiales (8.1) de la superficie con forma de corona circular (1.3) del estator (1) están distribuidos tanto por el perímetro como por

el radio de la superficie con forma de corona circular (1.3).

6. Acoplamiento rotatorio de HF según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los orificios de salida de aire axiales (8.1) comunican con al menos un canal anular (9) del estator (1) que está conectado con una fuente de aire comprimido.

7. Acoplamiento rotatorio de HF según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el rotor (2) tiene al menos una sección anular (11) de un material magnético suave y porque el estator (1) incluye en la zona del cojinete neumático axial medios (10) para atraer magnéticamente al rotor.

8. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la sección del rotor (2) hecha de un material magnético suave consiste en un anillo magnético suave (11) y el resto del rotor (2) es de un metal ligero.

9. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el anillo magnético suave (11) está dividido en dirección radial al menos en un lugar de su perímetro y está unido con el rotor (2) de forma deslizante en la dirección periférica.

10. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque los medios para la atracción magnética consisten en imanes permanentes (10) empotrados en el estator (1), polarizados axialmente y distribuidos uniformemente por el perímetro del estator (1).

11. Acoplamiento rotatorio de HF según la reivindicación 10, **caracterizado** porque al menos las superficies polares de los imanes permanentes (10) orientadas hacia el rotor (2) están conectadas magnéticamente a través de un anillo distribuidor de campo.

12. Acoplamiento rotatorio de HF según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque la línea $\lambda/4$ que conecta el estator (1) en HF con el rotor (2) está plegada en dirección radial o en dirección axial.

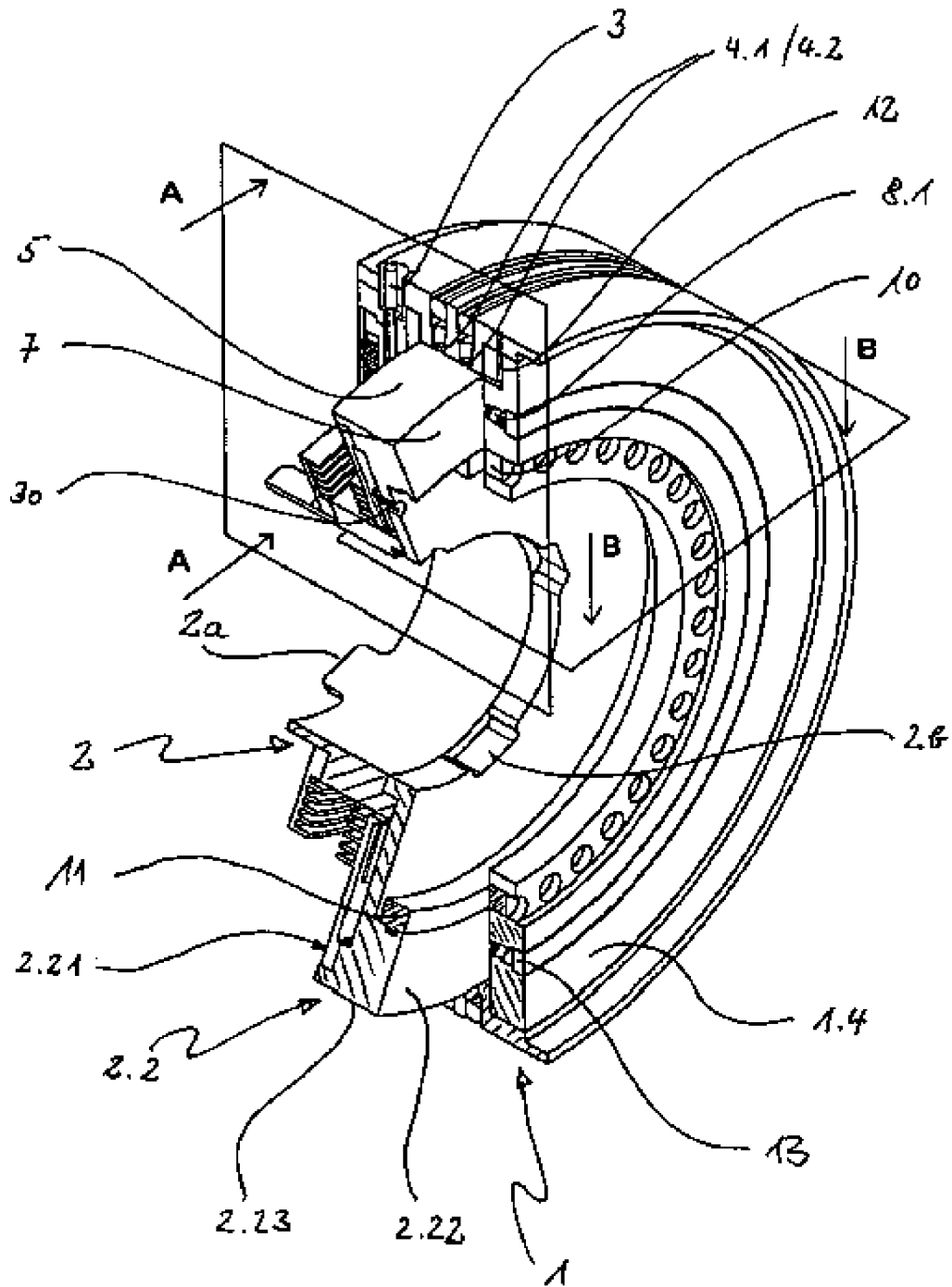


Fig. 1

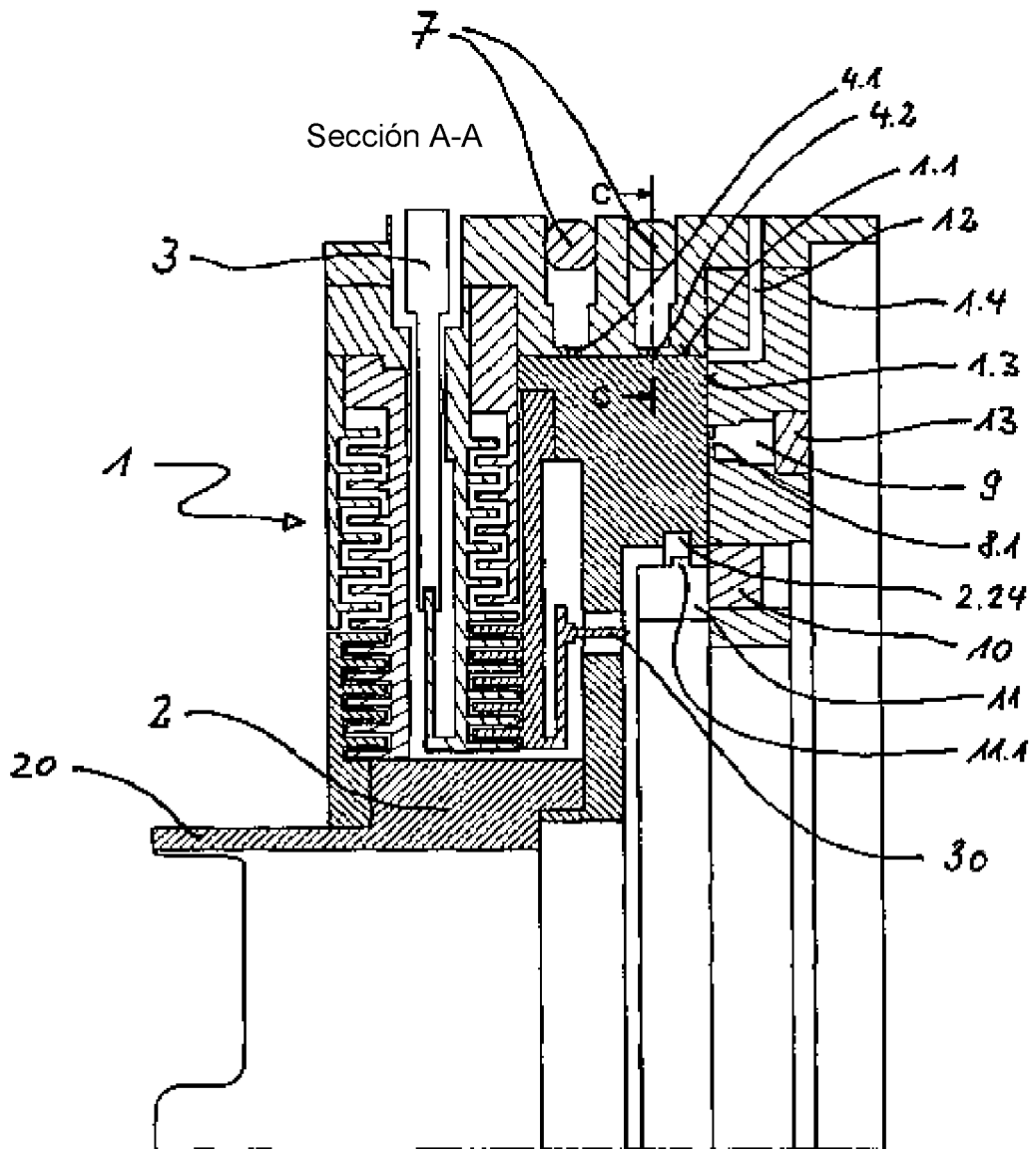


Fig. 2

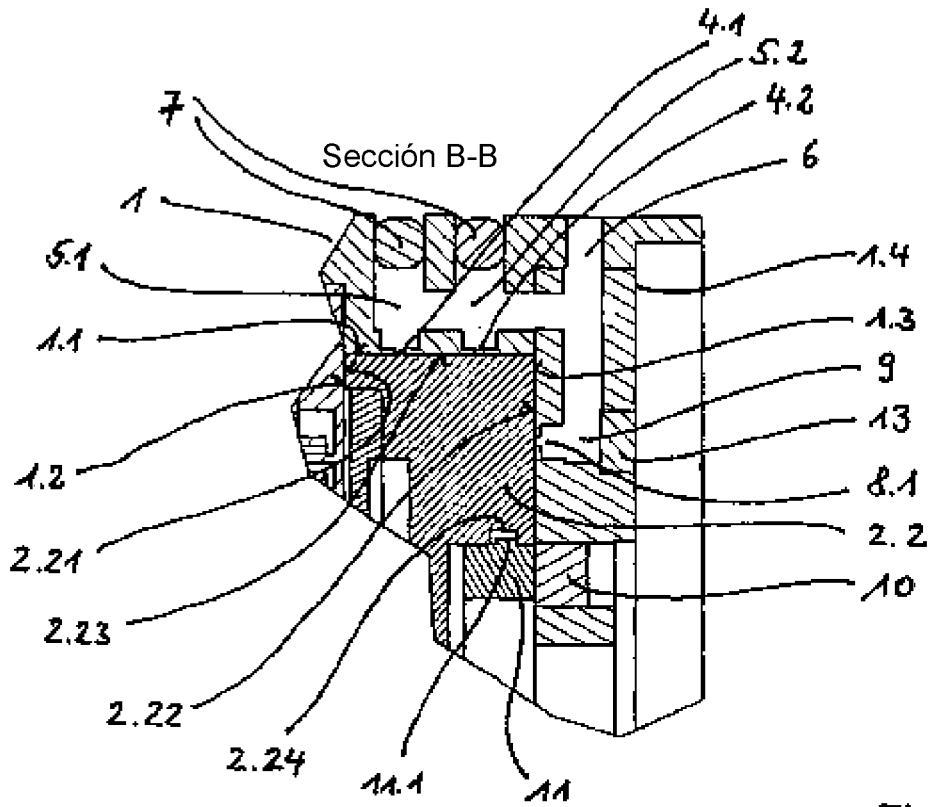


Fig. 3

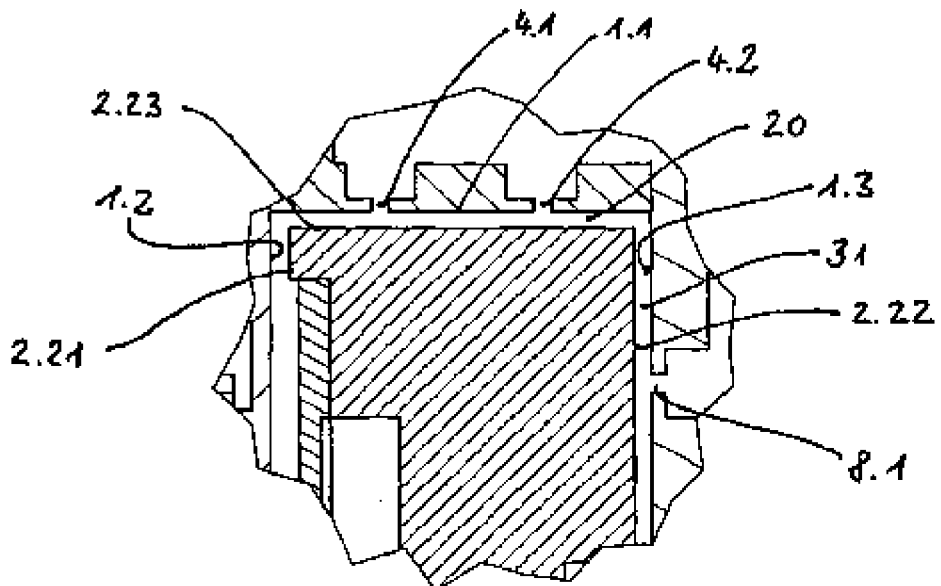


Fig. 3 a

Sección C-C

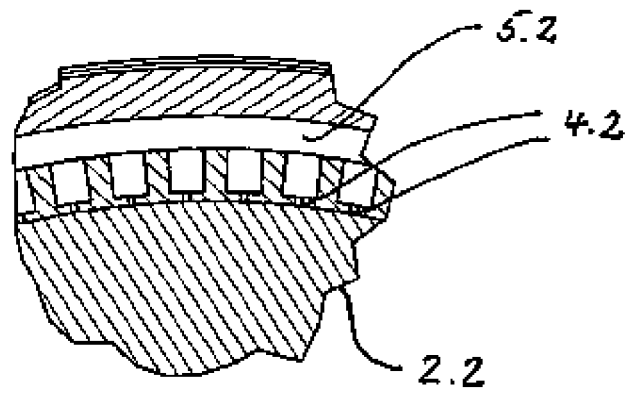
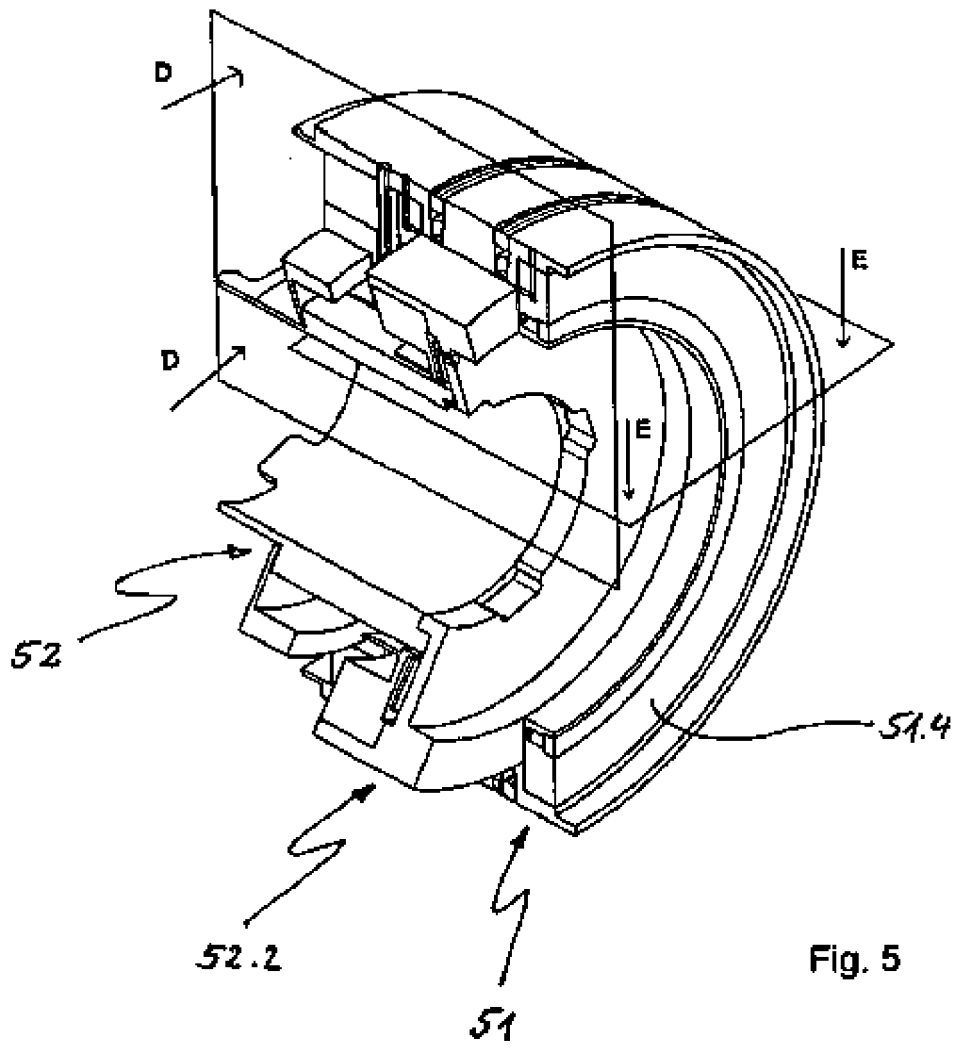


Fig. 4



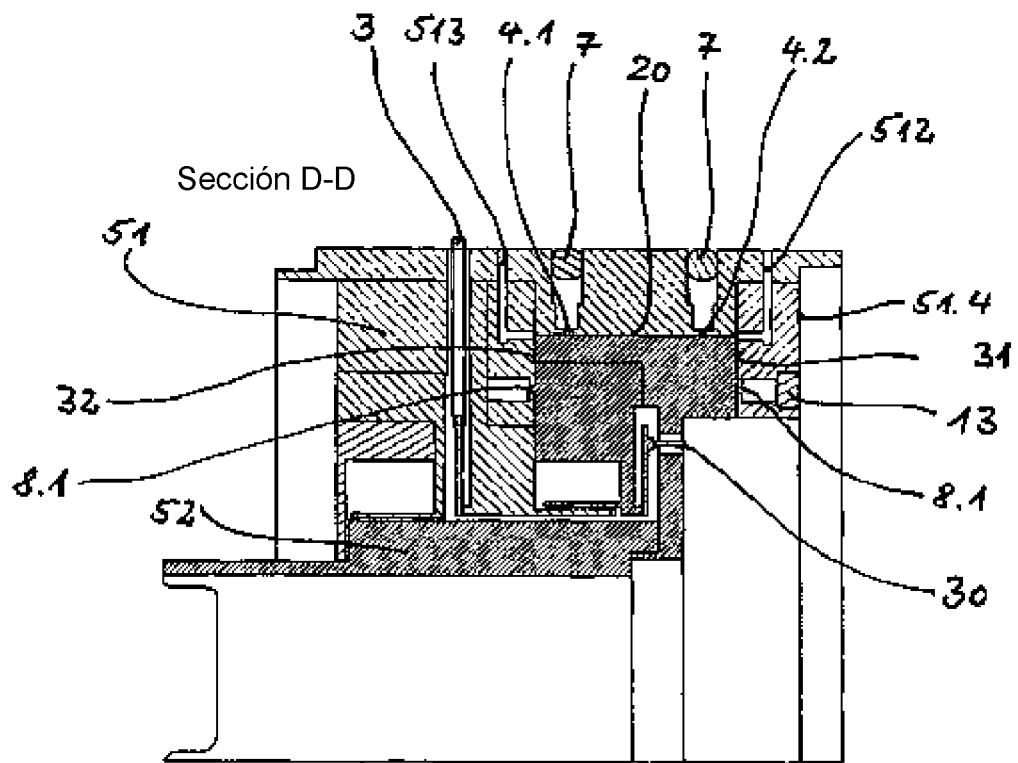


Fig. 6

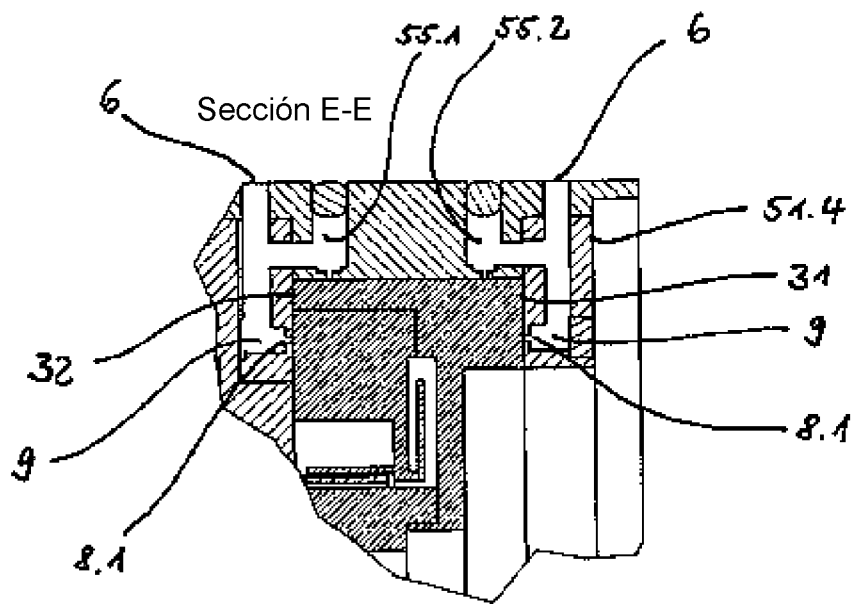


Fig. 7