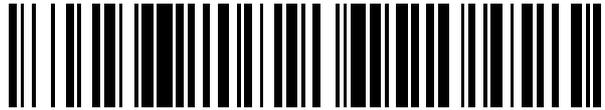


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 720**

51 Int. Cl.:

F16C 17/03 (2006.01)

F16C 27/02 (2006.01)

F16F 15/023 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2006 E 06076797 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 1770318**

54 Título: **Conjunto de cojinete y estructura de soporte de centrado para el mismo**

30 Prioridad:

28.09.2005 US 237332

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

03.09.2015

73 Titular/es:

**ELLIOT COMPANY (100.0%)
901 NORTH FOURTH STREET
JEANETTE, PA 15644-1473, US**

72 Inventor/es:

**PETTINATO, BRIAN C. y
DE CHOUDHURY, PRANABESH**

74 Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 544 720 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

Conjunto de cojinete y estructura de soporte de centrado para el mismo.

Antecedentes de la invención

Campo de la Invención

5 [0001] La presente invención se relaciona con cojinetes, tales como cojinetes de rodillos, cojinetes de deslizamiento, cojinetes de manguito y similares, utilizados para soportar árboles giratorios en turbomaquinaria, tales como compresores y turbinas y, más en particular, un conjunto de cojinete incluyendo un amortiguador de película comprimida con una estructura de soporte para centrar el soporte de un cojinete dentro del anillo del amortiguador de película comprimida.

10 Descripción de la Técnica Relacionada

[0002] Grandes fuerzas axiales y radiales actúan de sobre rotores de alta velocidad, tales como los ejes de compresores o turbinas, y estas fuerzas se compensan mediante cojinetes de empuje configurados y dispuestos manera apropiada y cojinetes deslizamiento. Además, también es necesario proporcionar una compensación para las vibraciones de rotor radiales si se quiere asegurar un funcionamiento sin problemas de dicha turbomaquinaria. Por esta razón, a menudo se emplean amortiguadores de película comprimida en turbomáquinas para reducir la amplitud de las vibraciones del rotor. Normalmente, un amortiguador de película comprimida consiste esencialmente en un hueco anular configurado entre un cojinete y un soporte de cojinete que está conectado a un suministro de aceite. El cojinete puede ser un cojinete de rodillos, o puede ser del tipo de cojinete hidrodinámico con una película hidrodinámica lubricante en el lado del eje, o puede ser cualquier otro cojinete que soporta un árbol giratorio. El cojinete puede o no estar montado en un manguito. El cojinete o el cojinete y el manguito pueden denominarse como un manguito flotante. En el caso de un manguito flotante situado dentro del hueco anular de un regulador de película comprimida, el problema surge, en particular en el caso de rotores pesados, porque el manguito flotante no está centrado en el hueco anular durante el funcionamiento. Más bien el manguito flotante se sitúa en la zona inferior de la perforación en el que se sitúa. Esta disposición puede conducir a propiedades de amortiguación deficiente y, además, al desgaste de los componentes correspondientes.

[0003] Se conocen numerosas posibilidades para centrar un manguito flotante dentro de un regulador de película comprimida para evitar estas desventajas. Una disposición utiliza juntas tóricas de centrado en la zona anular del regulador de película comprimida. Otra disposición usa un centrado proporcionado por medio de una jaula de barras de resorte lateral y mediante resortes de ballesta dispuestos radial y localmente en la periferia. Una disposición de centrado de regulador de película comprimida adicional usa varillas de flexión dispuestas radialmente en la periferia exterior. Una característica desventajosa del centrado con junta tórica, sin embargo, es que esta disposición tiene un comportamiento a largo plazo característico e insatisfactorio del resorte no lineal mientras que, en el caso de la jaula de barras de resorte, es necesaria una gran cantidad de espacio de instalación axial. Además, las barras de flexión requieren una gran cantidad de espacio radial y, debido al gran número de partes individuales, tienen un alto coste y a menudo proporcionan una precisión de concentricidad insatisfactoria. La solución de resorte de ballesta, que asimismo requiere una gran cantidad de espacio radial, sólo puede fabricarse mediante un método de mecanizado con descarga eléctrica. En este caso, además, hay peligro de deformación del lado del árbol del manguito del cojinete.

[0004] En el documento US 5.603.574 se describe una estructura de soporte humedecido por fluido alternativa para un cojinete, incluyendo circunferencialmente dicha estructura de soporte humedecida por fluido elementos de segmentos separados que soportan el cojinete, en el que cada elemento de segmento incluye una porción de regulador de película comprimida.

[0005] En base a lo anterior, hay un espacio considerable de mejora en el campo del diseño del cojinete y en el diseño de reguladores de película comprimida, reguladores de película comprimida de recuperación o facilitación por resortes. La invención desvelada en el presente documento proporciona un soporte estructural mejorado y flexible para centrar un manguito flotante en un anillo de película comprimida y supera muchas de las desventajas anteriores encontradas en el diseño actual de cojinete y regulador de película comprimida.

Resumen de la invención

50 [0006] El conjunto de cojinete para un árbol giratorio de acuerdo con la invención comprende un cojinete en el que se dispone el árbol, un soporte de cojinete montado alrededor de y soportando el cojinete, el soporte de cojinete que define, al menos en la parte, un anillo de película comprimida del conjunto de cojinete, y al menos un elemento de centrado asociado al cojinete y el soporte de cojinete y que actúa para centrar el cojinete dentro del anillo de película

comprimida, siendo dicho anillo un hueco anular que se llenará con fluido hidráulico para proporcionar la amortiguación de la película comprimida.

5 [0007] El al menos un elemento de centrado comprende una pluralidad de resortes de celda de carga situadas en posiciones radialmente separadas alrededor del cojinete. Cada resorte de celda de carga normalmente comprende al menos un elemento de viga. El elemento de viga puede definir al menos un espacio interno en el mismo. Cada resorte de celda de carga puede comprender además una pluralidad de elementos de viga solapantes. Al menos uno de los elementos de viga solapantes puede definir un espacio interno en el mismo. Los elementos viga solapantes pueden definir espacios intermedios entre los elementos viga. Cada resorte de celda de carga puede comprender un cuerpo que define al menos un espacio interno en el mismo.

10 [0008] En un aspecto adicional, la presente invención es un método para colocar un cojinete de una turbomáquina en un anillo de película comprimida. El método incluye las etapas de proporcionar un cojinete en el que se dispone un eje de rotor y un soporte de cojinete montado sobre y radialmente soportando el cojinete, definiendo el soporte de cojinete, al menos en parte, el anillo de película comprimida, siendo el anillo de película comprimida un hueco anular que se llenará con fluido hidráulico para proporcionar la amortiguación de la película comprimida. Una etapa adicional comprende proporcionar una pluralidad de elementos de centrado asociados al cojinete y al soporte de cojinete y actuando para centrar el cojinete dentro del anillo de película comprimida, estando los elementos de centrado proporcionados en posiciones radialmente separadas alrededor del cojinete. Una etapa adicional en el método comprende el mecanizado o calzado individualmente de los elementos de centrado para ajustar el posicionamiento del cojinete en el anillo de película comprimida o para impartir la precarga con el fin de mejorar la elasticidad de los elementos de centrado.

15 [0009] Los elementos de centrado comprenden una pluralidad de resortes de celda de carga proporcionados en posiciones radialmente separadas alrededor del cojinete. La etapa de proporcionar la pluralidad de elementos de centrado puede comprender proporcionar los resortes de celda de carga en posiciones uniformemente separadas alrededor del cojinete. Cada resorte de celda de carga normalmente comprende al menos un elemento de viga. El elemento de viga puede definir al menos un espacio interno en el mismo. Cada resorte de celda de carga puede comprender adicionalmente una pluralidad de elementos de viga solapantes. Al menos uno de los elementos de viga solapantes puede definir un espacio interno en el mismo. Los elementos de viga solapantes pueden definir espacios intermedios entre los elementos de viga. Cada resorte de celda de carga puede comprender un cuerpo que define al menos un espacio interno en el mismo. Como en la técnica anterior, las juntas tóricas pueden usarse para sellar el fluido en un anillo de película comprimida, pero al contrario de la técnica previa, las juntas tóricas no actúan como un dispositivo de soporte para el manguito flotante.

20 [0010] Detalles y ventajas adicionales de la presente invención se harán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en los que los elementos similares se identifican con números de referencia similares a lo largo de todo el documento.

25 35 Breve descripción de los dibujos

[0011]

La figura 1 es una vista en sección transversal de un conjunto de cojinete con una estructura de soporte de centrado que comprende resortes en barra de centrado;

la figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 en la figura 1;

40 la figura 3 es una vista en sección transversal de un conjunto de cojinete con otra estructura de soporte de centrado que comprende un resorte ondulado de centrado;

la figura 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3;

la figura 5 es una vista en sección transversal de un conjunto de cojinete con un soporte de estructura de soporte de centrado que incorpora elementos de centrado cilíndricos;

45 la figura 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 6-6 en la figura 5;

la figura 7A es una vista en detalle del detalle 7A en la figura 5;

la figura 7B es una vista en detalle de una configuración alternativa del elemento de centrado cilíndrico mostrado en la figura 7A;

- la figura 8A es una vista en sección transversal del conjunto de cojinete de la figura 5 que comprende resortes de celda de carga de acuerdo con una primera realización de la invención proporcionados en lugar de los elementos de centrado cilíndricos en la estructura de soporte de centrado;
- 5 la figura 8B es una vista en sección transversal de uno de los resortes de celda de carga mostrados en la figura 8A;
- la figura 8C es una vista en sección transversal de un primer diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 8B;
- la figura 8D es una vista en sección transversal de un segundo diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 8B;
- 10 la figura 8E es una vista en sección transversal de un tercer diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 8B;
- la figura 9A es una vista en sección transversal del conjunto de cojinete de la figura 5 que comprende resortes de celda de carga de acuerdo con una segunda realización de la invención;
- 15 la figura 9B es una vista en sección transversal de uno de los resortes de celda de carga mostrados en la figura 9A;
- la figura 10A es una vista en sección transversal del conjunto de cojinete de la figura 5 que comprende resortes de celda de carga de acuerdo con una tercera realización de la invención;
- la figura 10B es una vista en sección transversal de uno de los resortes de celda de carga mostrados en la figura 10A;
- 20 la figura 10C es una vista en sección transversal de un primer diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 10B;
- la figura 10D es una vista en sección transversal de un segundo diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 10B;
- 25 la figura 10E es una vista en sección transversal de un tercer diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 10B;
- la figura 10F es una vista en sección transversal de un cuarto diseño alternativo ejemplar para el resorte de celda de carga de la figura 10B;
- la figura 11A es una vista en sección transversal del conjunto de cojinete de la figura 5 que comprende resortes de celda de carga de acuerdo con una cuarta realización de la invención; y
- 30 la figura 11B es una vista en sección transversal de uno de los resortes de celda de carga mostrados en la figura 11A.

Descripción detallada de los dibujos

- 35 [0012] Para los fines de la descripción en lo sucesivo en el presente documento, los términos de orientación espacial, en caso de usarse, se referirán a la realización según esté orientada en las figuras de los adjuntos. Sin embargo, se entenderá que la presente invención puede asumir muchas variaciones y realizaciones alternativas excepto cuando se especifique expresamente lo contrario. También se entenderá que los dispositivos y realizaciones específicas que se ilustran en las figuras de los dibujos adjuntos y que se describen en el presente documento son realizaciones simplemente ejemplares, y donde los elementos similares se designan con números de referencia similares a lo largo de todo el documento.
- 40 [0013] Como se ilustra en las figuras 1 y 2, un conjunto de cojinete 10 se muestra generalmente soportando un árbol giratorio de una máquina giratoria, tal como una turbina o un compresor. Dichos árboles de rotor están adaptados para llevar los componentes de una turbomáquina y, por lo tanto, están sometidos a desviaciones y vibraciones en condiciones resonantes. Típicamente, la reacción del cojinete a un árbol giratorio en condiciones resonantes producirá inestabilidad en el rotor si no se atenúa. En el presente documento, la atenuación se consigue por el
- 45 centrado apropiado de un cojinete del conjunto de cojinete 10 por el uso de diversas realizaciones de una estructura

de soporte que comprende uno o más elementos de centrado, típicamente elementos de resorte de centrado, y amortiguación de película comprimida de fluido.

5 [0014] Con referencia continuada a las figuras 1 y 2 de los dibujos, se ilustra un primer conjunto de cojinete 10. El conjunto de cojinete 10 comprende generalmente un cojinete 12 y una estructura de soporte de cojinete 14 dispuesta alrededor y soportando radialmente el cojinete 12. A su vez, el cojinete 12 se dispone sobre un árbol giratorio 15 alineado en un eje central longitudinal L. Como se ilustra, los componentes principales del conjunto de cojinete 10, concretamente el cojinete 12 y la estructura de soporte 14, también son simétricos sobre el eje L y el árbol giratorio 15. El eje del rotor 15 puede ser un elemento sólido, como se ilustra, o proporcionarse como una estructura con forma cilíndrica alineado sobre y que puede girar sobre el eje L. El eje del rotor 15 tiene una superficie externa S que está acoplada en el cojinete 12. El soporte 12 se ilustra como un cojinete de segmentos basculantes como una posible realización del cojinete 12. Sin embargo, el cojinete 12 también puede tomar la forma de un cojinete de rodillos, que comprende un anillo de rodadura interno unido firmemente al árbol giratorio 15, un anillo de rodadura externo que tiene una superficie cilíndrica externa y una cara lateral anular, y una pluralidad de rodillos dispuestos entre los anillos de rodadura interno y externo como es habitual para los cojinetes de rodillos, o como un cojinete de manguito como se ilustra en las figuras 5 y 6 analizadas en el presente documento.

20 [0015] El cojinete 12 comprende generalmente una pluralidad de segmentos basculantes 16 y un retenedor de segmentos basculantes que se extiende circunferencialmente típicamente 18. Los segmentos basculantes 16 y el retenedor de segmentos basculantes 18 se montan típicamente en un soporte de cojinete con forma de manguito externo 19, y los segmentos basculantes 16, el retenedor de segmentos basculantes 18, y el soporte de cojinete con forma de manguito 19 pueden denominarse como una "manga de regulador" o como una estructura de "manguito flotante"; términos que se conocen bien en el campo de la turbomaquinaria. Se usa en el presente documento el carácter de referencia "F" para identificar tal estructura de manguito flotante. Por consiguiente, la expresión "estructura de manguito flotante" F pretende comprender unos segmentos basculantes 16, el retenedor de segmentos basculantes 18 y el soporte de cojinete externo 19. El cojinete 12 típicamente se extiende sobre la circunferencia o el perímetro del árbol giratorio 15, con los segmentos basculantes 16 acoplados individualmente en general con el árbol giratorio 15, formando el retenedor de segmentos basculantes 18 y el soporte de cojinete 19 una estructura generalmente anular o con forma de anillo sobre los segmentos basculantes 16 y el árbol 15.

30 [0016] La estructura de soporte 14 forma una estructura de amortiguación elástica sobre el cojinete 12 y comprende adicionalmente un alojamiento externo 20 que aloja típicamente los componentes del cojinete 12 y los componentes de amortiguación individuales de la estructura de soporte 14. La estructura de soporte de amortiguación 14 comprende adicionalmente una pluralidad de elementos de centro elásticos (es decir, flexibles) 80 como se describe adicionalmente en el presente documento. Los elementos de centrado 80 se disponen dentro del alojamiento 20 y actúan generalmente entre el alojamiento 20 y el soporte de cojinete 19 para soportar elásticamente la estructura de manguito flotante F.

35 [0017] Como se ha descrito previamente, el cojinete 12 representado en las figuras 1 y 2 es una estructura multi-componentes que comprende segmentos basculantes 16 y el retenedor de segmentos basculantes 18 alojando el soporte de cojinete 19 los segmentos basculantes 16 y el retenedor de segmentos basculantes 18. La estructura de soporte 14 se dispone sobre el cojinete 12 y el soporte de cojinete 19 sobre el árbol giratorio 15. El soporte de cojinete 19, como se ha indicado previamente, es generalmente una estructura que se extiende circunferencialmente dispuesta sobre y que soporta unos segmentos basculantes 16. El soporte de cojinete 19 incorpora adicionalmente los segmentos basculantes 16 y el retenedor de segmentos basculantes 18 en una unidad singular o la estructura de manguito flotante F que se ha descrito previamente. El retenedor de segmentos basculantes 18 y el soporte de cojinete 19 definen juntos de forma cooperativa una pluralidad de perforaciones radiales 40 (como se muestra en la figura 2), para proporcionar fluido hidráulico lubricante a los segmentos basculantes 16. Se disponen sellos axiales tipo junta tórica 50 en surcos respectivos 52 definidos en los extremos axiales del soporte de cojinete 19, y que se apoyan de forma sellada en los lados internos opuestos 54 del alojamiento 20 para sellar un anillo de película comprimida H del exterior. El alojamiento 20 define adicionalmente un lado o superficie interna radial 56.

50 [0018] El soporte de cojinete 19 comprende un lado o superficie externa cilíndrica o radial .60 que se aloja por el alojamiento 20. El lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19 se dispone radialmente hacia dentro desde el lado interno radial 56 del alojamiento 20. El alojamiento 20 define una pluralidad de rebajes discretos 70 que se alojan sustancialmente por el lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19, y donde los elementos de centrado 80 se disponen individualmente y se retienen. Los rebajes (es decir, cámaras) 70 se proporcionan en el lado interno radial 56 del alojamiento 20. Un regulador de película comprimida por fluido hidráulico se asocia al lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19 y se dispone entre el lado externo radial 60 y el lado interno radial 56 del alojamiento 20. El regulador de película comprimida es básicamente un anillo H lleno al menos en parte, con fluido hidráulico entre el lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19 y el lado interno radial 56 del alojamiento 20 para amortiguar la amplitud de vibración del árbol giratorio 15 y la estructura de manguito flotante F. El anillo de película comprimida H está en comunicación fluida con una fuente externa de fluido hidráulico a través de una pluralidad de

aberturas de suministro radial 72 en el alojamiento 20 para suministrar fluido hidráulico bajo una presión del sistema al anillo de película comprimida H. Las aberturas de suministro 72 están adicionalmente en comunicación fluida con las perforaciones radiales 40 y están típicamente continuas a las perforaciones radiales 40 como se ilustra para suministrar el fluido hidráulico de lubricación al cojinete 12 para la lubricación de los segmentos basculantes 16.

5 [0019] Los elementos de centrado 80 son típicamente elementos de resorte de centrado, tales como resortes de viga, y se disponen en los respectivos rebajes 70. Se disponen múltiples elementos de centrado 80 sobre la estructura de manguito flotante F e interrumpen el anillo de película comprimida H. Típicamente, los elementos de centrado 80 se distribuyen o se separan simétrica o uniformemente alrededor de la circunferencia de la estructura de manguito flotante F e interrumpen al anillo de película comprimida H a intervalos regulares, tal como 90° o 72° de separación. Los elementos de centrado 80 se sitúan radialmente hacia fuera del cojinete 12 y se distribuyen o se separan uniformemente alrededor del cojinete 12. Los elementos de centrado 80 actúan radialmente sobre la estructura de manguito flotante F para centrar la estructura de manguito flotante F y, por lo tanto, el cojinete 12 en el anillo de película comprimida H. Los elementos de centrado 80 proporcionan generalmente una fuerza de centrado que resistirá el movimiento de la estructura de manguito flotante F y, por lo tanto, del cojinete 12, y así centrar la estructura de manguito flotante F en el anillo de película comprimida H para mejorar la eficacia del anillo de película comprimida H en la amortiguación de la vibración del árbol giratorio 15. Los elementos de centrado 80 junto con el anillo de película comprimida H se usan para amortiguar o controlar la vibración síncrona o no síncrona en una turbomáquina giratoria que incorpora un árbol giratorio, tal como árbol giratorio 15. Dicha turbomaquinaria, con la que se pretende aplicar el conjunto de cojinete 10, incluye típicamente turbomaquinaria giratoria de alta velocidad, incluyendo compresores de alta velocidad, turbinas y aplicaciones de densidad de gas de alta presión, donde está presente un potencial para vibración subsíncrona elevada.

[0020] Los elementos de centrado 80 se disponen generalmente para actuar entre el alojamiento 20 en cada rebaje 70 y el lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19. Los elementos de centrado 80 en general son ligeramente más cortos en longitud axial que la longitud axial de los rebajes discretos 70. En otras realizaciones descritas en este divulgación, se proporciona una estructura "de centrado" singular o unitaria que se extiende circunferencialmente sobre la estructura de manguito flotante F. Tal estructura unitaria también puede proporcionarse como una estructura segmentada o multi-componente compuesta por varias estructuras o elementos de centrado distintos que forman cooperativamente una estructura anular para incluir la estructura de manguito flotante F. Por ejemplo, tal estructura de centrado singular o unitaria puede comprender un resorte ondulado singular y circunferencial, como se representa en las figuras 3 y 4 analizadas en el presente documento.

[0021] Como se indica, los elementos de centrado 80 se adaptan generalmente para actuar sobre la estructura de manguito flotante F dentro del anillo de película comprimida H y, en particular, actúan entre el alojamiento 20 y el soporte de cojinete 19 para proporcionar la fuerza de centrado a la estructura de manguito flotante F. Los elementos de centrado 80 pueden tomar cualquier forma adecuada para realizar el centrado de la estructura de manguito flotante F. Sin embargo, se ilustra una forma deseable para los elementos de centrado 80 en la figura 1. Como se muestra en la figura 1, cada uno de los elementos de centrado 80 comprende dos extremos axiales formados con segmentos de soporte elevados 82, 84 que entran en contacto con el lado interno radial 56 del alojamiento 20 en cada rebaje 70. El lado interno radial de cada elemento de centrado 80 se forma con un segmento de reacción situado centralmente 86 adaptado para contactar con la periferia externa o el lado externo radial 60 del soporte de cojinete 19. En la práctica, cada elemento de centrado 80 se sitúa dentro de un rebaje respectivo 70 que se forma continuo con el anillo de película comprimida H de manera que el lecho de reacción central 86 de cada elemento de centrado 80 actúa radialmente sobre la estructura de manguito flotante F.

[0022] Haciendo referencia a las figuras 3 y 4, se muestra otro conjunto de cojinete 10a y generalmente es similar al conjunto de cojinete 10 que se ha descrito anteriormente en el presente documento, con ciertas modificaciones de la estructura de soporte de centrado 14. En el conjunto de cojinete 10a, los resortes ondulados respectivos 100, 102 se asocian a la estructura de manguito flotante Fa para proporcionar la fuerza de centrado a la estructura de manguito flotante Fa. Como se ilustra en la figura 3, el soporte de cojinete 19a se forma para cooperar el acoplamiento con el alojamiento 20a. El anillo de película comprimida Ha se define o se forma entre el soporte de cojinete 19a y el alojamiento 20a. Por consiguiente, el alojamiento 20a se forma para acoplar el soporte de cojinete 19a y definir anillo de película comprimida Ha con el soporte de cojinete 19a. Se suministra un fluido hidráulico a través de las aberturas de suministro 72a en el alojamiento 20a directamente al anillo de película comprimida Ha y a los segmentos basculantes 16a a través de unas aberturas o perforaciones radiales continuas 40a en el soporte de cojinete 19a y el retenedor de segmentos basculantes 18a. Generalmente, se entenderá que los segmentos basculantes 16a, el retenedor de segmentos basculantes 18a y el soporte de cojinete 19a continúan para formar una estructura de manguito flotante Fa de una manera similar a la descrita junto con las figuras 1 y 2.

[0023] El alojamiento 20a define adicionalmente aberturas o rebajes receptores radiales axialmente separados respectivos 104, 106 en los que se disponen los resortes ondulados 100, 102. El lado externo radial 60a del soporte de cojinete 19a aloja sustancialmente los resortes ondulados 100, 102 en los rebajes 104, 106. En general, los

resortes ondulados 100, 102 actúan entre el alojamiento 20a y el soporte de cojinete 19a para proporcionar la fuerza de centrado a la estructura de manguito flotante de centrado Fa en el anillo de película comprimida Ha. Los rebajes receptores radiales 104, 106 se definen típicamente en unos extremos axiales respectivos 108, 110 del alojamiento 20a. Los resortes ondulados 100, 102 se disponen in rebajes receptores radiales 104, 106, respectivamente, y están adaptados para actuar entre el alojamiento 20a en los rebajes receptores 104, 106 y el lado externo radial 60a del soporte de cojinete 19a. Los resortes ondulados 100, 102 actúan en los rebajes receptores radiales 104, 106 para proporcionar la fuerza de centrado a la estructura de manguito flotante Fa. Los resortes ondulados 102, 104 ejercen fuerzas dirigidas radialmente hacia dentro sobre la estructura de manguito flotante Fa y fuerzas dirigidas radialmente hacia fuera sobre el alojamiento 20a. Esta fuerzas aplicadas son equivalentes y opuestas y funcionan para centrar la estructura de manguito flotante Fa en el anillo de película comprimida Ha para inhibir el "profundización" o "encabezamiento" de la estructura de manguito flotante Fa en el anillo Ha.

[0024] Como se muestra en la figura 3, el alojamiento 20a y el soporte de cojinete 19a se forman para un acoplamiento cooperante o correspondiente de tal forma que el anillo de película comprimida Ha se forme entre estas estructuras. En una realización posible, el alojamiento 20a comprende un porción dependiente radial 112 que se acopla a una porción receptora rebajada 114 definida en el lado externo radial 60a del soporte de cojinete 19a de una forma complementaria. La porción dependiente radial 112 y la porción receptora rebajada 114 definen el anillo de película comprimida Ha entre las mismas. A diferencia del conjunto de cojinete 10 que se ha analizado previamente en relación con las figuras 1 y 2, se disponen sellos tipo junta tórica 50a en un par de ranuras 52a ahora definidas sustancialmente en los extremos axiales del porción dependiente radial 112 del alojamiento 20a. Como se ha descrito previamente, se define un paso continuo por las aberturas de suministro 72a en el alojamiento 20a y las aberturas radiales 40a en el soporte de cojinete 19a y el retenedor de segmentos basculantes 18a para suministrar fluido hidráulico a una presión del sistema directamente al anillo de película comprimida Ha y los segmentos basculantes 16a. Los sellos de junta tórica 50a, o estructuras de sellado equivalentes, proporcionan un acoplamiento de sellado con la porción receptora rebajada 114 del soporte de cojinete 19a para sellar el anillo de película comprimida Ha del externo exterior.

[0025] Las diversas configuraciones y disposiciones especificadas del conjunto de cojinete 10, 10a que se han descrito anteriormente en el presente documento en relación con las figuras 1-4, están adaptadas para soportar tanto cargas estáticas como dinámicas según se transmiten por los cojinetes 12, 12a a las estructuras de soporte respectivas 14, 14a. Más particularmente, con árboles de rotor 15, 15a en reposo, la carga estática o peso de los árboles de rotor 15, 15a se transmite de los cojinetes 14, 14a a las estructuras de manguito flotante F, Fa. El peso de los árboles de rotor 15, 15a en la porción inferior de las estructuras de manguito flotante F, Fa bajo los árboles 15, 15a comprimirá el anillo de película comprimida respectivo H, Ha. Sin embargo, los elementos de centrado 80, en el caso del conjunto de cojinete 10 de las figuras 1 y 2, y los resortes ondulados 100, 102, en el caso de conjunto de cojinete 10a de las figuras 3 y 4 resistirá tal distorsión del anillo de película comprimida H, Ha y llevará el peso estático de los árboles de rotor 15, 15a sin una desviación significativa. Al experimentar una carga dinámica con los árboles de rotor 15, 15a que giran a elevada velocidad, como en un aplicación de motor de turbina de gas, los desequilibrios en los árboles de rotor 15, 15a se resuelven en una fuerza dirigida radialmente hacia fuera que gira con los árboles de rotor 15, 15a. La magnitud de la fuerza resultante se proporcionar a la velocidad y, a una elevada velocidad del árbol, excede significativamente el peso estático de los árboles de rotor 15, 15a. Puesto que la fuerza resultante excede el peso de los árboles de rotor 15, 15a y tiende a desviar los árboles de rotor 15, 15a radialmente, los elementos de centrado 80 y los resortes ondulados 100, 102 actúan en coordinación con el fluido hidráulico en el anillo de película comprimida respectivo H, Ha para resistir el movimiento radial de los árboles de rotor 15, 15a y amortiguar tanto la vibración síncrona como no síncrona que puede producirse en los árboles giratorios 15, 15a.

[0026] Un conjunto de cojinete adicional 10b se muestra en las figuras 5-7. El conjunto de cojinete 10b es generalmente similar al conjunto de cojinete 10 que se ha analizado previamente en relación con las figuras 1 y 2, ya que el conjunto de cojinete 10b regresa al concepto de uso de elementos de centrado múltiples y discretos 80b en lugar de resortes ondulados circunferenciales o anulares como se ha analizado inmediatamente anterior en relación con las figuras 3 y 4. Como se ha descrito previamente, puede usarse cualquier estructura de cojinete adecuada usada en el campo de la turbomaquinaria, tales como cojinetes de segmentos basculantes, cojinetes de rodillos y cojinetes de manguito, en cualquiera de las realizaciones del conjunto de cojinete 10, 10a, 10b descrito en esta divulgación con la modificación apropiada de la estructura de soporte de los cojinetes 12, 12a, 12b. En las figuras 5-7, el cojinete 12b se muestra como un cojinete de manguito en lugar de los cojinetes basculantes que se han mostrado y descrito previamente en relación con las figuras 1-4. El cojinete 12b también puede tomar la forma de estas construcciones de cojinete multi-pieza si se desea. La diferencia fundamental entre el conjunto de cojinete 10b mostrado en las figuras 5-7 y los conjuntos de cojinete 10, 10a que se han analizado previamente reside en la configuración de la estructura de soporte 14b. Se hacen ciertas modificaciones a la estructura de soporte 14b cuando se compara con la estructura de soporte 14 mostrada en las figuras 1 y 2 y la estructura de soporte 14a mostrada en las figuras 3 y 4 para alojar el cojinete de manguito 12b.

[0027] En el conjunto de cojinete 10b, se omite un soporte de cojinete, tales como los soportes de cojinete 19, 19a que se han usado previamente en los conjuntos de cojinete 10, 10a, del conjunto de cojinete 10b, con sus funciones incorporadas o integradas en el cojinete de manguito 12b. En el conjunto de cojinete 10b, un "retén de cojinete" singular 18b realiza la función de los alojamientos 20, 20a en los conjuntos de cojinete 10, 10a, y la expresión "retén de cojinete 18b" pretende ser sinónimo en esta divulgación de los alojamientos 20, 20a que se han analizado previamente. El cojinete de manguito 12b forma en solitario una "estructura de manguito flotante" Fb similar a la estructuras de manguito flotante F, Fa que se han descrito previamente. El retén de cojinete o "soporte" 18b coopera o se acopla ahora directamente con el cojinete de manguito 12b y soporta el cojinete de manguito 12b. Se proporcionan múltiples elementos de centrado 80b para actuar entre el retén de cojinete 18b y el cojinete de manguito 12b para proporcionar la fuerza de centrado directamente al cojinete 12b y facilitar la amortiguación de película comprimida proporcionada por el anillo de película comprimida Hb.

[0028] El retén de cojinete 18b se dispone radialmente hacia fuera del cojinete de manguito 12b y define el anillo de película comprimida Hb con el cojinete de manguito 12b. El retén de cojinete 18b y el cojinete 12b se forma de manera análoga al alojamiento 20a y el soporte de cojinete 19a que se ha analizado previamente en relación con las figuras 3 y 4 y cooperan de una manera complementaria similar. En particular, en una posible realización, el retén de cojinete 18b comprende una porción dependiente radial 120 que se acopla a una porción receptora rebajada 122 definida en una superficie externa radial 124 del cojinete de manguito 12b. La porción dependiente radial 120 y la porción receptora rebajada 122 definen el anillo de película comprimida Hb entre las mismas. De una manera similar al conjunto de cojinete 10a, se disponen sellos tipo junta tórica 50b en un par de ranuras 52b ahora definidas sustancialmente en los extremos axiales 126, 128 de la porción dependiente radial 120 del retén de cojinete 18b. Se define un paso continuo por las aberturas radiales o perforaciones 72b en el retén de cojinete 18b para suministrar fluido hidráulico a una presión del sistema a una ranura de distribución anular 129 que alimenta directamente al anillo de película comprimida Hb y al cojinete de manguito 12b a través de las perforaciones radiales 40a, ahora proporcionadas en el cojinete de manguito 12b. Los sellos de junta tórica 50b, o estructuras de sellado equivalentes, proporcionan un acoplamiento sellante con la porción receptora rebajada 122 del retén de cojinete 19b para sellar el anillo de película comprimida Hb del entorno exterior.

[0029] El retén de cojinete 18b y el cojinete de manguito 12b, cuando se combinan, definen cooperativamente una pluralidad de individual rebajes receptores 70b que son generalmente similares a los rebajes 70 que se han analizado previamente en relación con el conjunto de cojinete 10. Más particularmente, el retén de cojinete 18b define los rebajes discretos 70b con el cojinete de manguito 12b axialmente hacia fuera del acoplamiento cooperativo entre la porción dependiente radial 120 y la porción receptora rebajada 122 (es decir, en los extremos axiales del retén de cojinete 18b). Los rebajes 70b se definen discretamente entre una superficie o lado interno radial 130 del retén de cojinete 18b y el lado externo radial 124 del cojinete de manguito 12b. Los elementos de centrado 80b son típicamente elementos de resorte de centrado y se disponen en los rebajes respectivos 70b. Se disponen típicamente múltiples elementos de centrado 80b alrededor del cojinete de manguito 12b, pero a diferencia de la realización mostrada en las figuras 1 y 2 no interrumpen físicamente al anillo de película comprimida Hb. Típicamente, los elementos de centrado 80b se distribuyen o se separan simétrica o uniformemente alrededor de la circunferencia del cojinete de manguito 12b tal como 90° de separación como se ilustra en la figura 6 o 72° de separación como se ilustra en la figura 2. Los elementos de centrado 80b se sitúan radialmente hacia fuera del cojinete 12b en los rebajes discretos 70b y actúan sobre el cojinete de manguito 12b para centrar el cojinete de manguito 12b en el anillo de película comprimida Hb y actúan para mejorar la eficacia del anillo de película comprimida Hb para amortiguar la vibración del árbol giratorio 15b.

[0030] Los elementos de centrado 80b se disponen generalmente para actuar entre superficie interna radial 130 del retén de cojinete 18b y la superficie externa radial 124 del cojinete de manguito 12b axialmente fuera del acoplamiento cooperativo entre la porción dependiente 120 del retén de cojinete 18b y la porción receptora rebajada 122 del cojinete de manguito 12b. Los elementos de centrado 80b están típicamente en forma de elementos de resorte cilíndricos que tienen una forma en sección transversal abierta y cilíndrica, pero también pueden ser ovoides o elípticos. Los elementos de centrado 80b se deforman elásticamente cuando se aplica una fuerza radial a los elementos de centrado 80b, tal como durante una vibración de resonancia del árbol 15 que se transmite a través del cojinete 12b. Como resultado, los elementos de centrado 80b actúan como muelles rígidos con una rigidez asociada para alojar la vibración del árbol 15b y el movimiento resultante del cojinete 12b mientras que se soporta al cojinete 12b dentro del anillo de película comprimida Hb. Por consiguiente, los elementos de centrado cilíndricos 80b están típicamente en contacto directo con el retén de cojinete 18b y el cojinete de manguito 12b y proporcionan una fuerza de resorte rígido que actúa entre estas dos estructuras para alojar la vibración del árbol 15b. Los elementos de centrado 80b son generalmente ligeramente más cortos en la longitud axial que la longitud axial de los rebajes discretos 70b para permitir una compresión vertical libera y que acompaña a la expansión horizontal. Aunque los rebajes 70b se representan como un espacio abierto para alojar los elementos de centrado respectivos 80b, puede proporcionarse una jaula, tal como la que se usa para los elementos de rodillo de un cojinete de elemento de rodillo, en lugar de los rebajes respectivos 70b como una configuración alternativa a la estructura mostrada en las figuras 5-7.

[0031] Los rebajes 70b se definen por el acoplamiento cooperativo del retén de cojinete 18b y el cojinete de manguito 12b, y están adaptados para capturar los elementos de centrado cilíndricos 80b en los mismos. Como se muestra en la figura 5, los rebajes 70b no es necesario que sean rebajes encerrados (es decir, "cámaras") como era sustancialmente el caso en las figuras 1 y 2. El retén de cojinete 18b y el cojinete de manguito 12b pueden comprender unas pestañas radiales opuestas respectivas 140, 142 para asegurar los elementos de centrado cilíndricos respectivos 80b dentro de los rebajes 70b. Por lo tanto, los elementos de centrado cilíndricos 80b se capturan típicamente en los rebajes 70b tanto en la dirección axial como radial. La figura 7B ilustra una modificación de los rebajes 70b y los elementos de centrado cilíndricos 80b, en los que los extremos axiales orientados hacia fuera 144 de los elementos de centrado cilíndricos 80b tienen ligeramente forma de cono o están ahusados para facilitar la precarga del cojinete de manguito 12b dentro del anillo de película comprimida Hb. Durante la operación, los elementos de centrado cilíndricos 80b no "ruedan" sustancialmente dentro de los rebajes 70b o pueden rodar una cantidad mínima al seguir el movimiento precesional del cojinete 12b. Como se indica, los múltiples elementos de centrado 80b actúan entre el retén de cojinete 18b y el cojinete 12b para centrar el cojinete de manguito 12b dentro del anillo de película comprimida Hb para mejorar el rendimiento del anillo de película comprimida Hb e impedir la "profundización" o "encabezamiento" del cojinete de manguito 12b dentro del anillo de película comprimida Hb. Los elementos de centrado 80b ejercen fuerzas dirigidas radialmente hacia dentro sobre el cojinete de manguito 12b y fuerzas dirigidas radialmente hacia fuera sobre el retén de cojinete 18b para realizar el centrado del cojinete de manguito 12b. Estas fuerzas aplicadas son equivalentes y opuestas y funcionan para centrar el cojinete de manguito 12b radialmente dentro del anillo de película comprimida Hb.

[0032] Las figuras 8-11 muestran varias realizaciones de un conjunto de cojinete de acuerdo con la invención. Los elementos de centrado 150 pueden usarse en el conjunto de cojinete 10b que se ha descrito anteriormente en el presente documento. Los elementos de centrado 150 mostrados en las figuras 8-11 se disponen en los rebajes respectivos 152 que son generalmente similares a los rebajes 70b que se han analizado previamente, únicamente ahora conformados o formados para la configuración de los elementos de centrado 150. Los elementos de centrado 150 pueden asegurarse en los rebajes 152 mediante una estructura similar que se ha analizado previamente en relación con las figuras 5-7 o mediante otros métodos adecuados que incluyen una inserción de conexión de fricción o soldándose en el sitio de los rebajes 152.

[0033] Con lo anterior en mente, las figuras 8A y 8B muestran el conjunto de cojinete 10b con los elementos de centrado 150a de acuerdo con una primera realización de la invención. Como se indica, los elementos de centrado 150a se disponen en ubicaciones separadas uniformemente alrededor del cojinete de manguito 12b en los rebajes 152a proporcionados en estas ubicaciones. Más particularmente, los elementos de centrado 150a se distribuyen o separan simétrica o uniformemente alrededor de la circunferencia del cojinete de manguito 12b tal como 90° de separación como se ilustra en la figura 8A, o 72° de separación como se ilustra en la figura 2. Los elementos de centrado 150a se sitúan radialmente hacia fuera del cojinete 12b y actúan sobre el cojinete de manguito 12b para centrar el cojinete de manguito 12b en el anillo de película comprimida Hb y actúan para mejorar la eficacia del anillo de película comprimida Hb para amortiguar la vibración del árbol giratorio 15b. Los elementos de centrado 150a son representativos de las diversas realizaciones de esta estructura de acuerdo con la invención mostrada en la figura 8-11, y generalmente son estructuras tipo segmento dispuestas, según se indica, en cuatro (4), ubicaciones radiales a 90° alrededor del cojinete de manguito 12b. Cada uno de los elementos de resorte 150a comprende generalmente un cuerpo 160a que comprende un miembro o elemento de viga base 162a, un miembro de viga distal 164a, y un miembro o elemento de viga intermedio 166a conectando el miembro de viga base 162a y el miembro de viga distal 164a. El miembro de viga distal 164a y el miembro de viga intermedio 166a generalmente forman o definen una pluralidad de elementos de resorte de viga en voladizo solapantes radialmente hacia fuera del miembro base 162a. El miembro de viga distal solapante 164a y el miembro de viga intermedio 166a forman una red de resorte de viga elástica para cada elemento de centrado 150a y, como puede apreciarse a partir de las figuras 8 y 8A, están en voladizo hacia fuera desde una zona o porción central 168a del cuerpo 160a de cada elemento de centrado 150a. Adicionalmente, se definen los espacios intermedios 172a entre el miembro de viga distal 164a y el miembro de viga intermedio 166a y entre el miembro de viga intermedio 166a y el miembro de viga base 162a, lo que permite que los elementos de viga distal e intermedios 164a, 166a funcionen como elementos de resorte de viga en condiciones de carga radial aplicadas a los elementos de centrado 150a. El miembro de viga intermedia 166a, como se muestra en la figura 8A y 8B, puede definir un espacio interno 174a en el mismo, haciendo de este modo que la pared del miembro de viga intermedio 166a sea fina para permitir la compresión de la misma cuando se aplica una fuerza radial al cuerpo 160a. Tal espacio interno 174a (como se muestra en líneas discontinuas) también puede proporcionarse en el miembro de viga distal 164a. En particular, según se aplica una fuerza radial en el cuerpo 160a, el miembro de viga distal 164a se desviará sobre la porción central 168a para contactar típicamente con el miembro de viga intermedio 166a, que también se comprimirá típicamente hacia el miembro de viga base 162a. Sin embargo, la fuerza de resorte en cada uno de estos "resortes" de viga actuará para resistir tal desviación o compresión del mismo, y proporcionará una fuerza elástica que resiste la carga radial o fuerza aplicada a los elementos de centrado 150a.

5 [0034] Como también se apreciará a partir de las figuras 8A y 8B, el miembro de viga intermedio 166a y el miembro de viga distal 164a son vigas relativamente cortas que limitarán su flexibilidad y aumentarán así su rigidez. Por lo tanto, cada elemento de centrado 150a, tomado como un conjunto, será una estructura "elástica" rígida relativa sólo de flexibilidad moderada, y funcionará de manera análoga a una celda de carga, y como alternativa puede denominarse como "resortes de celda de carga". Se reconocerá que tales "resortes de celda de carga" se usan principalmente como resortes y no como celdas de carga convencionales, pero podrían usarse o instrumentarse adicionalmente para funcionar como celdas de carga, si se desea. Como se muestra adicionalmente en la figura 8A, el lado inferior generalmente plano o planar del miembro de viga base 162a está en contacto con el cojinete de manguito 12b y la anchura (es decir, la altura radial) del miembro base 162a puede mecanizarse o calzarse para
10 ajustar la distancia de centrado del cojinete de manguito 12b en el anillo de película comprimida Hb. Cada elemento de centrado individual 150a puede mecanizarse o calzarse individualmente según sea necesario para ajustar la distancia de centrado del cojinete de manguito 12b en el anillo de película comprimida Hb, mejorando así el mantenimiento y el funcionamiento de la turbomáquina que incorpora el conjunto de cojinete 10b. Además, también puede usarse pulido o cuñas para facilitar la pre-carga del cojinete de manguito 12b dentro del anillo de película comprimida Hb. Este proceso puede repetirse con cualquiera de las realizaciones de los elementos de centrado 150 de acuerdo con la invención analizada en el presente documento.

20 [0035] Como se ha descrito previamente, puede proporcionarse opcionalmente un espacio interno 174a en el miembro de viga distal 164a, como se muestra en las líneas discontinuas en la figura 8B. Los espacios internos 174a hacen al miembro de viga distal 164a y/o el miembro de viga intermedio 166a de pared relativamente fina para permitir la desviación y compresión del miembro de viga distal 164a hacia el miembro de viga intermedio 164a y el miembro de viga intermedio 166a hacia el miembro de viga base 162a. Pueden omitirse uno o ambos de los espacios internos 174a, si se desea, en el elemento de centrado 150a. Adicionalmente, cada uno de los espacios internos 174a puede proporcionarse como una pluralidad de espacios internos individuales 174a, por ejemplo, de la manera mostrada en las figuras 10E descritas en el presente documento, en lugar del espacio o vacío singular
25 ilustrado en las figuras 8A.

[0036] Las figuras 9A y 9B ilustran el conjunto de cojinete 10b con una segunda realización de los elementos de centrado 150b de acuerdo con la invención. En los elementos de centrado 150b, se omite el miembro de viga intermedio 166a y el miembro de viga distal 164b y el miembro de viga base 162b se conectan mediante una porción o miembro de "poste" de conexión central 168b del cuerpo 160b. El miembro de poste 168b permitirá que el
30 miembro de viga distal 164b se desvíe sobre la porción de poste 168b y se comprima hacia el miembro de viga base 162b cuando se aplica una fuerza radial al elemento de centrado 150b. El miembro de viga base 162b y el miembro de viga distal 164b pueden definir cada uno un espacio interno alargado 174b haciendo que estos miembros tengan una pared relativamente fina en las proximidades de la porción de poste 168b para permitir el desvío y la compresión del miembro de viga distal 164b sobre el miembro de poste 162b. Pueden omitirse uno o ambos de los espacios internos 174b, si se desea, en el elemento de centrado 150b. Adicionalmente, cada uno de los espacios internos 174b puede proporcionarse, como alternativa, en forma de una pluralidad de individual espacios internos 174b, por ejemplo, de la manera mostrada en la figura 10E descrita en el presente documento, en lugar del espacio o vacío singular
35 ilustrado en las figuras 9A-9B.

[0037] Las figuras 10A y 10B ilustran el conjunto de cojinete 10b con una tercera realización de los elementos de centrado 150c de acuerdo con la invención. En los elementos de centrado 150c, el miembro de viga base 162c, el miembro de viga intermedio 166c y el miembro de viga distal 164c definen una forma de S general para los elementos de centrado 150c. Se definen los espacios intermedios 172c entre el miembro de viga intermedio 166c y el miembro de viga base 162c y el miembro de viga distal 164c y el miembro de viga intermedio 166c para permitir la desviación del miembro de viga distal 164c y el miembro de viga intermedio 166c. Las características de desviación del miembro de viga distal 164c y el miembro de viga intermedio 166c pueden controlarse por el dimensionamiento de las zonas de corte 180 en las zonas del cuerpo 160c que conectan el miembro de viga intermedio 166c al miembro de viga base 162c y que conectan el miembro de viga distal 164c al miembro de viga intermedio 166c. Las zonas de corte 180 pueden proporcionarse en formas distintas de la forma circular ilustrada en las figuras 10A y 10B, tal como ovoide, elíptica o simplemente alargada, generalmente zonas de corte con forma poligonal 180, como se muestra en la figura 10D. Las zonas de corte 180 también pueden omitirse en conjunto si se desea como se muestra en la figura 10C. Como se apreciará a partir de las figuras 10A y 10B, el miembro de viga intermedio 166c y el miembro de viga distal 164c comprenden dos resortes de viga en voladizo orientados opuestamente que se desviarán hacia el miembro de viga base 162c cuando se aplica una fuerza radial externa al cuerpo 160c del elemento de centrado 150c, y proporcionan una fuerza de contra-actuación elástica con respecto a tal fuerza radial de compresión.
40
45
50
55

[0038] Finalmente, y como se muestra en las figuras 10E y 10F con respecto a los elementos de centrado 150c, cada uno del miembro de viga intermedio 166c y el miembro de viga distal 164c pueden definir uno o más espacios internos 174c para hacer estas estructuras de pared más fina y facilitar la desviación y la compresión del miembro de viga distal 164c hacia el miembro de viga intermedio 166c y el miembro de viga intermedio 166c hacia el miembro

- de viga base 162c. Generalmente, los espacios internos 174c en esta realización de acuerdo con la invención, y en las realizaciones previas de acuerdo con la invención mostrada en las figuras 8A y 8B, 9A y 9B, y en las figuras 11A-11E que se van a analizar en el presente documento, pueden usarse para ajustar la "rigidez" total de los elementos de centrado respectivos 150. El espacio o espacios internos 174c en uno o ambos del miembro de viga distal 164c y el miembro de viga intermedio 166c pueden omitirse, si se desea, en los elementos de centrado 150c. Adicionalmente, los espacios internos 174c pueden proporcionarse como una pluralidad de espacios internos 174c en el miembro de viga distal 164c y/o el miembro de viga intermedio 166c como se muestra en las figuras 10E-10F. Los espacios internos 174c también pueden ser alargados de la manera mostrada, por ejemplo, en la figura 9B para extender la longitud del cuerpo 160c de los elementos de centrado 150c.
- 5
- 10 [0039] Las figuras 11A y 11B, ilustran el conjunto de cojinete 10b con una cuarta realización de los elementos de centrado 150d de acuerdo con la invención. Los elementos de centrado 150d son sustancialmente similares a los elementos de centrado 150b que se han analizado previamente, con la excepción de que el miembro de viga base 162d no define un espacio interno como fue el caso del elemento de centrado 150b. Por consiguiente, los elementos de centrado 150d proporcionarían generalmente una fuerza de reacción más rígida con respecto a una fuerza radial aplicada a los elementos de centrado 150d que la de los elementos de centrado 150b de las figuras 9A y 9B. Los elementos de centrado 150a-150d que se han descrito anteriormente en el presente documento se forman cada uno básicamente como un componente individual o unitario. Adicionalmente, el grosor y la longitud de los segmentos o miembros de viga respectivos que forman los elementos de centrado respectivos 150a-150d pueden alterarse para cambiar los valores de rigidez de los elementos de centrado respectivos 150a-150d según se desee.
- 15
- 20 [0040] Se muestran variaciones alternativas de los elementos de centrado 150a en las figuras 8C-8E, en las que el cuerpo 160a de los elementos de centrado 150a se forma sin un miembro de viga intermedio 166a y define uno o más espacios internos 174a que toman el lugar del miembro de viga intermedio 166a. Como se muestra en las figuras 8C-8D, puede ser suficiente un espacio interno singular y alargado 174a, o pueden proporcionarse espacios internos múltiples 174a como se muestra en la figura 8E. Cada espacio interno 174a puede proporcionarse como una pluralidad de espacios internos 174a como se ilustra en las figuras 10E y 10F que se han analizado previamente. Adicionalmente, como se muestra en la figura 8D, un espacio interno singular y alargado 174a puede definirse con las zonas de corte 180a similares a las ilustradas en la figura 10B o, adicionalmente, como se muestra en la figura 10D si se desea.
- 25
- 30 [0041] Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a varias realizaciones distintas de un conjunto de cojinete y una estructura de soporte para el mismo, los expertos en la técnica pueden hacer modificaciones y alteraciones a la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, la descripción que se ha detallado anteriormente pretende ser ilustrativa en lugar de restrictiva. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas, y todos los cambios en la invención que estén dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones se incluirán dentro de su alcance.

35

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de cojinete (10, 10a, 10b) para un árbol giratorio (15, 15a, 15b) comprendiendo:

Un cojinete (12, 12a, 12b) en el que se dispone el árbol; y

5 Un soporte de cojinete (14) montado alrededor y soportando radialmente el cojinete, el soporte de cojinete que define, al menos en parte, un anillo de película comprimida (H, Ha, Hb) del conjunto de cojinete, siendo dicho anillo de película comprimida un espacio anular que se llenará con un fluido hidráulico para proporcionar la amortiguación por película comprimida; y

10 Al menos un elemento de centrado (150a, 150b, 150c) asociado con el cojinete y el soporte de cojinete y que sirve para centrar el cojinete dentro del anillo de película comprimida;

En el que al menos un elemento de centrado comprende una pluralidad de resortes de celda de carga (150a, 150b, 150c) previstos en ubicaciones radialmente separadas alrededor del cojinete.

2. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que cada resorte de celda de carga comprende al menos un elemento de viga (162a, 162b, 164a, 164b, 166a, 166b).

15 3. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 2, en el que el elemento de viga define al menos un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.

4. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que cada resorte de celda de carga comprende una pluralidad de elementos de viga solapantes (162a, 162b, 164a, 164b, 166a, 166b).

20 5. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 4, en el que al menos uno de los elementos de viga solapantes define un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.

6. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 4, en el que los elementos de viga solapantes definen espacios intermedios (172a, 172c) entre los elementos de viga.

7. Conjunto de cojinete como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que cada resorte de celda de carga comprende un cuerpo (160a, 160b, 160c) que define al menos un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.

25 8. Procedimiento para situar un cojinete de una turbomáquina en un anillo de película comprimida, que comprende:

proporcionar un cojinete (12, 12a, 12b) en el que un eje de rotor (15, 15a, 15b) se dispone y un soporte de cojinete (14) montado alrededor y soportando radialmente el cojinete, definiendo el soporte de cojinete, al menos en parte, el anillo de película comprimida (H, Ha, Hb), siendo dicho anillo de película comprimida un espacio anular que se va a llenar con un fluido hidráulico para proporcionar la amortiguación por película comprimida;

30 proporcionar una pluralidad de elementos de centrado (150a, 150b, 150c) asociados con el cojinete y el soporte de cojinete y que actúan para centrar el cojinete dentro del anillo de película comprimida, estando los elementos de centrado proporcionado en ubicaciones radialmente separadas alrededor del cojinete; y

35 mecanizar o calzar individualmente los elementos de centrado para ajustar el posicionamiento del cojinete en el anillo de película comprimida;

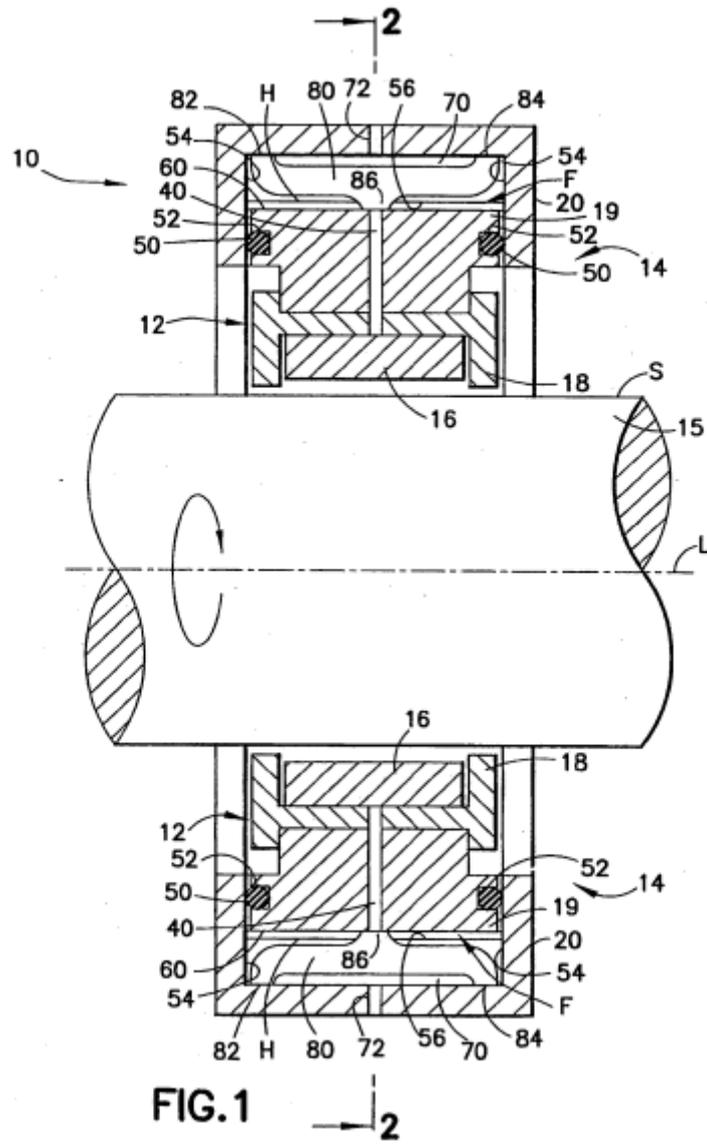
En el que los elementos de centrado comprenden una pluralidad de resortes de celda de carga (150a, 150b, 150c).

40 9. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 8, en el que la etapa de proporcionar la pluralidad de elementos de centrado comprende proporcionar los resortes de celda de carga en ubicaciones separadas uniformemente alrededor del cojinete.

10. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 8, en el que cada resorte de celda de carga comprende al menos un elemento de viga (162a, 162b, 164a, 164b, 166a, 166b).

11. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 10, en el que el elemento de viga define al menos un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.

12. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 8, en el que cada resorte de celda de carga comprende una pluralidad de elementos de viga solapantes (162a, 162b, 164a, 164b, 166a, 166b).
13. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 12, en el que al menos uno de los elementos de resorte solapantes define un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.
- 5 14. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 12, en el que los elementos de viga solapantes definen espacios intermedios (172a, 172b, 172c) entre los elementos de viga.
15. Procedimiento como se ha indicado en la reivindicación 8, en el que cada resorte de celda de carga comprende un cuerpo (160a, 160b, 160c) que define al menos un espacio interno (174a, 174b, 174c) en el mismo.



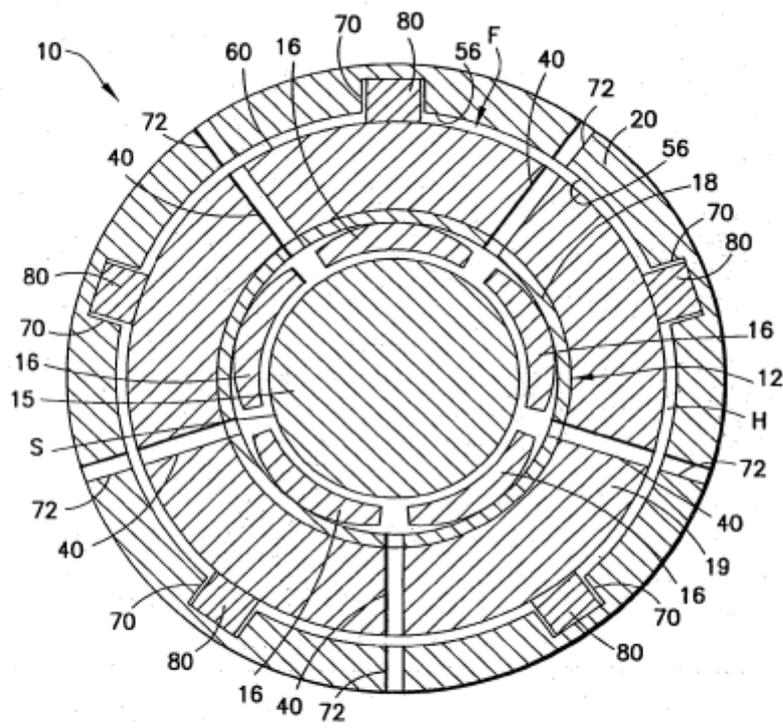
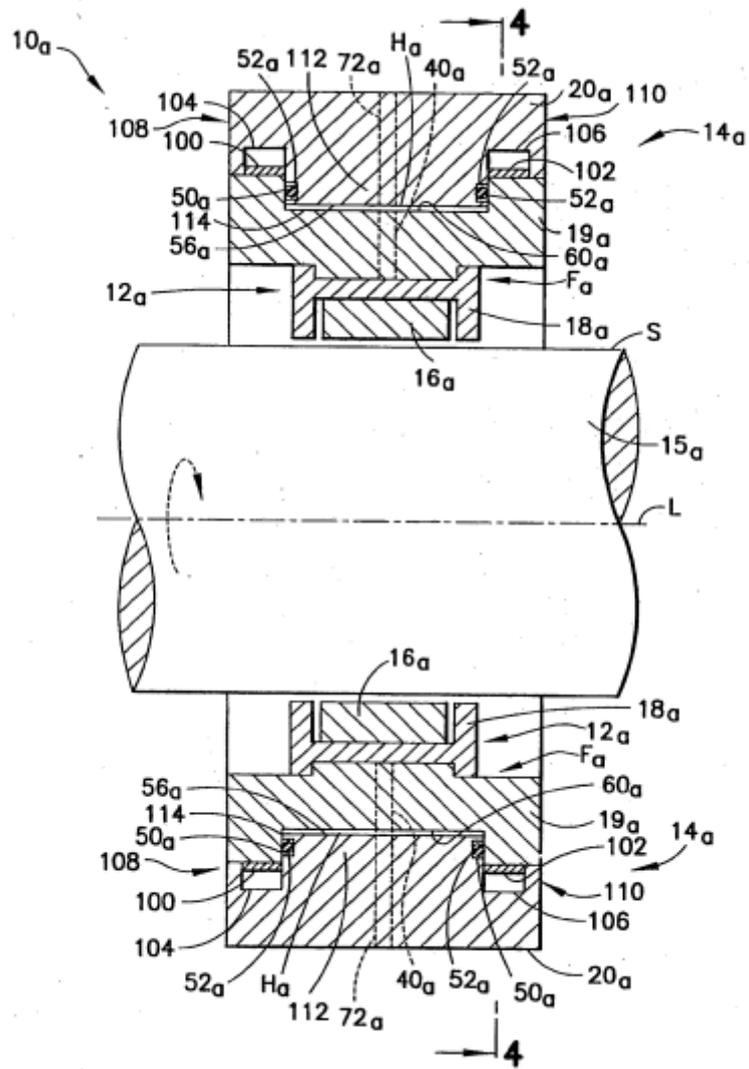


FIG.2



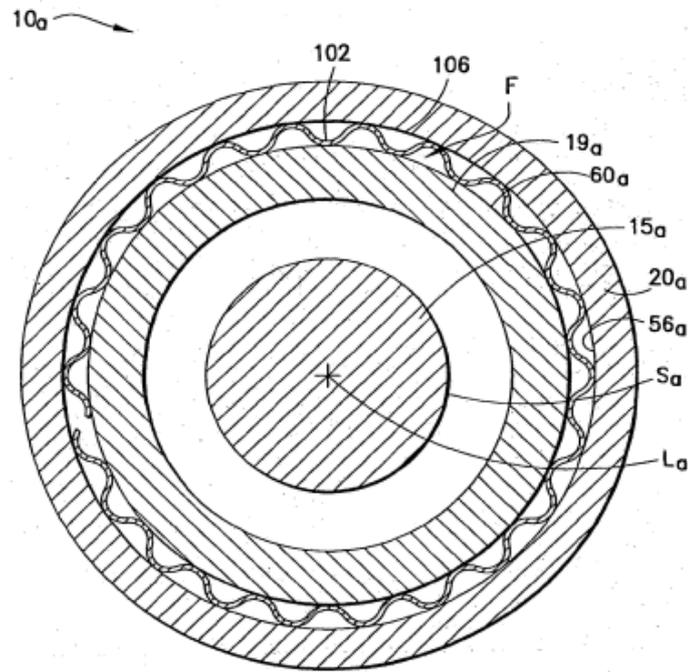


FIG.4

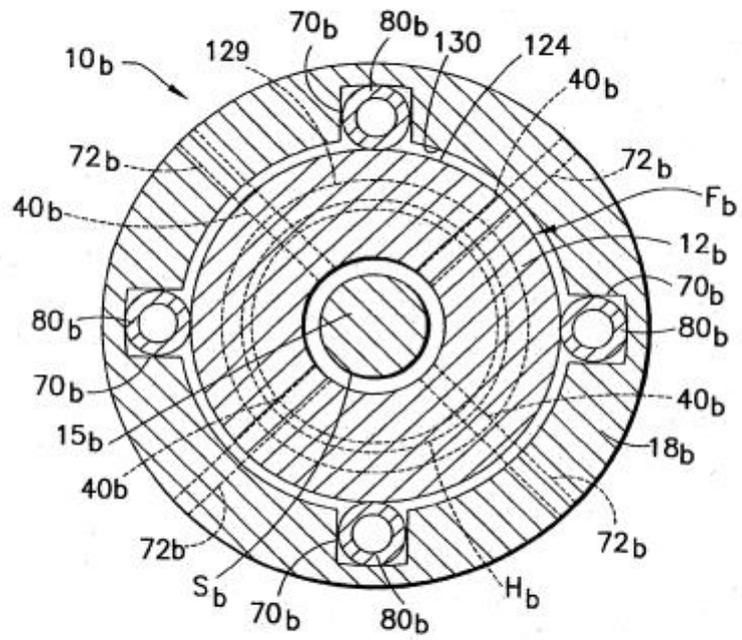


FIG. 6

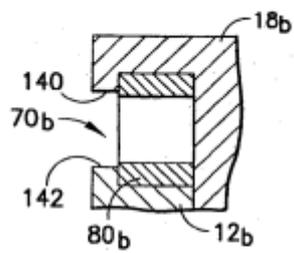


FIG. 7A

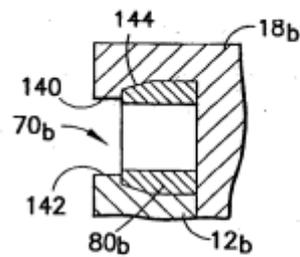


FIG. 7B

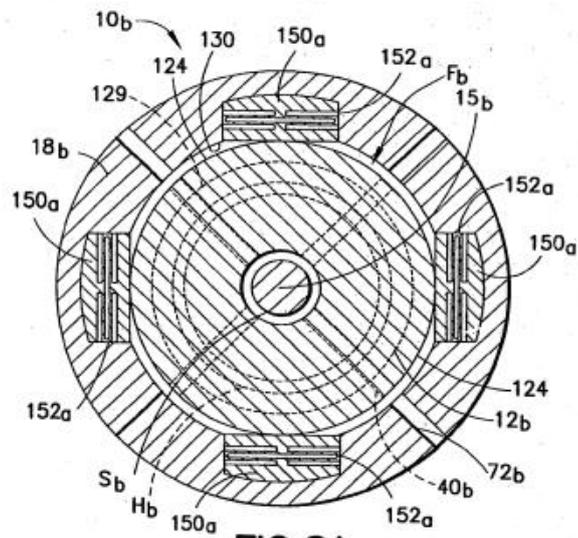


FIG. 8A

