

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 559**

51 Int. Cl.:

**F16C 32/04** (2006.01)

**F16C 17/26** (2006.01)

**F16C 17/04** (2006.01)

**B64C 27/51** (2006.01)

**B64C 27/54** (2006.01)

**B64C 27/33** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2017** E 17162255 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** EP 3252327

54 Título: **Conjuntos de cojinete de empuje compactos, conjuntos mecánicos que incluyen conjuntos de cojinete de empuje compactos y métodos para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje compacto**

30 Prioridad:

**01.06.2016 US 201615170731**

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

**17.03.2020**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**CLAUSS, MARTIN J.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 748 559 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

Conjuntos de cojinete de empuje compactos, conjuntos mecánicos que incluyen conjuntos de cojinete de empuje compactos y métodos para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje compacto.

## 5 Campo

La presente divulgación se refiere en general a conjuntos de cojinete de empuje compactos, a conjuntos mecánicos que incluyen los conjuntos de cojinete de empuje compactos, y a métodos para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje compacto.

## Antecedentes

10 Los conjuntos de cojinete de empuje pueden utilizarse para soportar cargas de empuje y/o para permitir el movimiento de giro de un primer cuerpo con respecto a un segundo cuerpo. Dichos conjuntos de cojinete de empuje pueden formarse y/o definirse de diversas maneras. Como ejemplo, los rotores de helicóptero incluyen un cubo del rotor y una pluralidad de aspas, y puede ser deseable girar o variar el paso de las aspas en relación con el cubo del rotor. Este giro relativo generalmente es facilitado por un cojinete o buje elástico. El buje de goma soporta las cargas de empuje generadas por el giro del rotor del helicóptero. Además, el buje de goma se deforma y/o tuerce para permitir el giro de las aspas en relación con el cubo del rotor. Si bien, dicho buje de goma puede ser adecuado para algunos cubos del rotor, puede exhibir una vida de servicio limitada o requerir una longitud de cojinete considerable para mantener la tensión de torsión del elastómero dentro de los límites de diseño. Por tanto, existe la necesidad de conjuntos de cojinete de empuje compactos mejorados, de conjuntos mecánicos que incluyen los conjuntos de cojinete de empuje compactos mejorados, y/o de métodos para proporcionar un movimiento giratorio mejorado en un conjunto de cojinete de empuje compacto.

25 El documento US3786378 divulga una junta giratoria escalonada para guías de onda de antenas de radar, que comprende pilas o paquetes de placas que giran sobre cojinetes de bolas, en donde las placas están separadas una de otra e interconectadas solo por sets de bolas, en los cuales las placas están firmemente comprimidas. El giro de la primera placa en la pila o paquete de placas provoca por medio de las bolas interpuestas entre las placas un giro de ángulos proporcionalmente decrecientes para las placas posteriores.

30 El documento WO2013128535 aborda el problema de proporcionar una estructura de sellado del eje del contenedor que pueda usarse incluso en un ambiente corrosivo como agua de mar o cuando hay una diferencia de presión dentro y fuera de un contenedor en el que pivota un eje giratorio, dicha estructura de sellado del eje del contenedor que tiene un ángulo de giro variable en el que el par de giro no se vuelve excesivamente grande. Esta estructura de sellado del eje del contenedor está provista de: un miembro giratorio que está soportado de forma giratoria por un contenedor que aísla un espacio interno de un espacio externo; y un miembro de sellado, un extremo del cual está fijado integralmente al contenedor y el otro extremo del mismo que está fijado integralmente al miembro giratorio, teniendo dicho miembro de sellado propiedades de sellado para sellar el espacio interno del contenedor del espacio externo.

35 El documento US20050147335 divulga un conjunto de cojinete de empuje de lámina apilada que proporciona un cojinete de empuje de lámina libre de aceite, compacto, liviano, de alta capacidad de carga y alta temperatura para su uso en maquinaria giratoria a alta velocidad. Un conjunto de cojinete de empuje de lámina apilada comprende una pluralidad de rodetes de empuje en relación adyacente espaciada y paralela. Cada rodete de empuje incluye una porción de forma anular que tiene lados axiales generalmente opuestos, y un cojinete de empuje colocado en cada uno de los lados axiales generalmente opuestos. Cada cojinete de empuje incluye una placa de cojinete de empuje y una placa de resorte que se acopla de manera operativa a la placa de cojinete de empuje. Una pluralidad de láminas está dispersada circumaxialmente alrededor de un lado axial de las placas de cojinete de empuje. Una pluralidad de resortes está dispersada circumaxialmente alrededor de un lado axial de las placas de cojinete de resorte.

40 El documento GB 1351935 divulga un cojinete que tiene un movimiento angular limitado que comprende dos miembros relativamente móviles entre sí alrededor de un eje. El miembro comprende una pared cilíndrica que tiene tres salientes dirigidos internamente igualmente espaciados, que incluye un surco parcialmente circular. Las bolas se acoplan en el surco y también se acoplan en la superficie inferior de una brida del miembro. El miembro comprende una porción de cubo desde la cual se extienden tres salientes radiales y la brida. Dentro de cada saliente hay un surco parcialmente circular, y las bolas en el surco también se acoplan en una superficie inferior parcialmente frustocónica de los salientes. En la brida, se forma una ranura que coopera con un pasador insertable en parte del miembro, siendo las dimensiones de la ranura de tal modo que limitan el movimiento angular relativo entre los miembros a una cantidad dentro de la cual las bolas en los surcos permanecen en contacto con su superficie frustocónica asociada. Preferiblemente los miembros están hechos de nailon reforzado con fibra de vidrio.

55 El documento US4227858 divulga un cojinete esférico flexible, que comprende dos piezas de extremo conectadas por una pila de capas alternas interconectadas de un material flexible, como elastómero, y de un material sólido, como material metálico y al menos una cavidad llena de un fluido incompresible y que se extiende entre las dos

piezas de extremo sin la interposición del elastómero. Dicho cojinete se usa para conectar un aspa del rotor del helicóptero al cubo del rotor de este helicóptero.

Resumen

5 En el presente documento se divulgan conjuntos de cojinete de empuje compactos, conjuntos mecánicos que incluyen los conjuntos de cojinete de empuje y métodos para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje. Los conjuntos de cojinete de empuje de acuerdo con la reivindicación 1 incluyen una pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga dispuestas en una pila en capas que define un primer extremo y un segundo extremo opuesto. Los conjuntos de cojinete de empuje incluyen además una pluralidad de estructuras limitadoras de giro configuradas para restringir el giro relativo entre pares adyacentes de estructuras rígidas de soporte de carga como máximo a un umbral de ángulo de giro de pares adyacentes. La pluralidad de estructuras limitadoras de giro también está configurada para restringir el giro relativo total entre el primer extremo de la pila en capas y el segundo extremo de la pila en capas como máximo a un umbral de ángulo de giro de la pila. El umbral de ángulo de giro de la pila es mayor que el umbral de ángulo de giro del par adyacente. Los conjuntos de cojinete de empuje también incluyen una primera superficie de recepción de carga configurada para recibir una primera carga de empuje desde un primer cuerpo y una segunda superficie de recepción de carga configurada para recibir una segunda carga de empuje desde un segundo cuerpo.

10 Los métodos de acuerdo con la reivindicación 11 incluyen métodos para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje. Los métodos incluyen aplicar una primera carga de empuje, con un primer cuerpo, a una primera superficie de recepción de carga en un primer extremo del conjunto de cojinete de empuje. Los métodos también incluyen aplicar una segunda carga de empuje, con un segundo cuerpo, a una segunda superficie de recepción de carga en un segundo extremo del conjunto de cojinete de empuje. Los métodos incluyen además aplicar una fuerza de torsión entre el primer cuerpo y el segundo cuerpo. Los métodos también incluyen girar el primer cuerpo y el segundo cuerpo uno respecto al otro, y a un primer ángulo de giro, mediante giro relativo entre una primera estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje y una segunda estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje. Los métodos incluyen además girar el primer cuerpo y el segundo cuerpo uno respecto al otro, y a un segundo ángulo de giro, mediante el giro relativo entre la segunda estructura rígida de soporte de carga y una tercera estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje.

Breve descripción de los dibujos

30 La figura 1 es una representación esquemática de ejemplos de un conjunto de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 2 es una vista despiezada de un conjunto de cojinete de empuje que incluye una pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga, de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 3 es una vista ensamblada del conjunto de cojinete de empuje de la figura 2.

35 La figura 4 es una vista despiezada de otro conjunto de cojinete de empuje que incluye una pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga, de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 5 es una vista lateral esquemática de otro conjunto de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación.

40 La figura 6 es una vista lateral esquemática de otro conjunto de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 7 es una vista lateral menos esquemática de una porción de un conjunto de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 8 es una vista superior menos esquemática del conjunto de cojinete de empuje de la figura 7.

45 La figura 9 es una vista lateral menos esquemática del conjunto de cojinete de empuje de las figuras 7-8 que ilustra el giro entre pares adyacentes de estructuras rígidas de soporte de carga.

La figura 10 es una vista superior menos esquemática del conjunto de cojinete de empuje de la figura 9.

La figura 11 es una vista lateral menos esquemática del conjunto de cojinete de empuje de las figuras 7-10 que ilustra el giro de la pila en capas.

La figura 12 es una vista superior menos esquemática del conjunto de cojinete de empuje de la figura 11.

50 La figura 13 es una vista menos esquemática de un conjunto mecánico de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 14 es una vista superior esquemática de un conjunto de rotor de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 15 es una vista lateral esquemática de un helicóptero que incluye el conjunto de rotor de la figura 14.

La figura 16 es un diagrama de flujo que representa métodos, de acuerdo con la presente divulgación, para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje.

Descripción

5 Las figuras 1-16 proporcionan ejemplos de conjuntos 100 de cojinete de empuje compactos, conjuntos 20 mecánicos que incluyen conjuntos 100 de cojinete de empuje y/o métodos 300, de acuerdo con la presente divulgación. Los elementos que tienen un propósito similar, o al menos esencialmente similar, están etiquetados con números similares en cada una de las figuras 1-16, y estos elementos pueden no exponerse en detalle en el presente documento con referencia a cada una de las figuras 1-16. De manera similar, pueden no estar etiquetados todos los  
10 elementos en cada una de las figuras 1-16, pero los números de referencia asociados con ellos pueden utilizarse en el presente documento para mantener la uniformidad. Elementos, componentes y/o características que se exponen en el presente documento con referencia a una o más de las figuras 1-16 pueden incluirse y/o utilizarse con cualquiera de las figuras 1-16 sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

15 En general, los elementos que es probable que se incluyan en un modo de realización determinado (es decir, uno concreto) se ilustran en líneas continuas, mientras que los elementos que son opcionales para un modo de realización determinado se ilustran en líneas discontinuas. Sin embargo, los elementos que se muestran en líneas continuas no son esenciales para todos los modos de realización, y un elemento que se muestra en líneas continuas puede omitirse de un modo de realización concreto sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

20 La figura 1 es una representación esquemática de ejemplos de un conjunto 100 de cojinete de empuje compacto de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto 100 de cojinete de empuje compacto también puede denominarse en el presente documento como un conjunto 100 de cojinete de empuje. El conjunto 100 de cojinete de empuje puede estar incluido y/o puede formar una porción de un conjunto 20 mecánico. El conjunto 20 mecánico también incluye un primer cuerpo 30 y un segundo cuerpo 40. El primer cuerpo 30 puede aplicar una primera carga 32 de empuje al conjunto 100 de cojinete de empuje y el segundo cuerpo 40 puede proporcionar una segunda carga 42 de empuje al conjunto 100 de cojinete de empuje. El conjunto 100 de cojinete de empuje, que también puede denominarse en el presente documento como el conjunto 100, puede configurarse para soportar la primera carga 32 de empuje y la segunda carga 42 de empuje. Además, el conjunto 100 de cojinete de empuje puede configurarse para permitir y/o facilitar un giro relativo limitado, controlado y/o restringido entre el primer cuerpo 30 y el segundo cuerpo 40 alrededor de un eje 200 giratorio, como se expone con más detalle en el presente documento. La primera carga 32 de empuje y/o la segunda carga 42 de empuje pueden aplicarse al conjunto 100 de cojinete de empuje de cualquier manera adecuada. Como ejemplos, la primera carga 32 de empuje y/o la segunda carga 42 de empuje pueden ser una fuerza centrípeta, una fuerza centrífuga, una fuerza gravitacional y/o una fuerza de reacción.

35 Como se ilustra en líneas continuas en la figura 1, el conjunto 100 de cojinete de empuje incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Las estructuras 110 rígidas de soporte de carga están dispuestas en una pila 120 en capas, y la pila 120 en capas incluye un primer extremo 130 y un segundo extremo 140. El segundo extremo 140 es opuesto o da la espalda al primer extremo 130. El primer extremo 130 incluye una primera superficie 132 de recepción de carga, y la primera superficie 132 de recepción de carga está configurada para recibir la primera carga 32 de empuje del primer cuerpo 30. De manera similar, el segundo extremo 140 incluye una segunda superficie 142 de recepción de carga, y la segunda superficie 142 de recepción de carga está configurada para recibir la segunda carga 42 de empuje desde el segundo cuerpo 40. Como se ilustra, la primera carga 32 de empuje puede dirigirse hacia la primera superficie 132 de recepción de carga. De manera similar, la segunda carga 42 de empuje puede dirigirse hacia la segunda superficie 142 de recepción de carga. Por tanto, el conjunto 100 de cojinete de empuje puede decirse en el presente documento que está comprimido mediante la aplicación de la primera carga 32 y la segunda carga 42 y/o que está comprimido entre al menos una porción del primer cuerpo 30 y al menos una porción del segundo cuerpo 40.

45 Como también se ilustra en líneas discontinuas en la figura 1, el conjunto 100 de cojinete de empuje incluye además una pluralidad de estructuras 170 limitadoras de giro. Las estructuras 170 limitadoras de giro pueden configurarse para restringir el giro relativo de, o entre, cada par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga y alrededor del eje 200 de giro como máximo a un umbral de ángulo de giro de par adyacente; y al menos una estructura 170 limitadora de giro puede estar asociada con, puede extenderse entre, y/o puede estar configurada para acoplarse operativamente con cada par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Además, la pluralidad de estructuras 170 limitadoras de giro juntas, o colectivamente, puede configurarse para resistir el giro total relativo del primer extremo 130 con respecto al segundo extremo 140 a como máximo un umbral de ángulo de giro de la pila. El umbral de ángulo de giro de la pila es mayor que el umbral de ángulo de giro del par adyacente, como se expone en más detalle en el presente documento con referencia a las figuras 7-12.

55 Durante el funcionamiento del conjunto 100 de cojinete de empuje y/o del conjunto 20 mecánico que incluye el conjunto 100 de cojinete de empuje, el primer cuerpo 30 y el segundo cuerpo 40 pueden girar uno respecto al otro. Durante este giro, las estructuras 170 limitadoras de giro permiten que cada par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga giren, una con respecto a la otra, como máximo el umbral de ángulo de giro del par

adyacente. Por tanto, se restringe un movimiento relativo, una distancia de movimiento y/o una velocidad relativa en una zona 160 de interfaz entre los pares adyacentes de estructuras rígidas de soporte de carga. Sin embargo, y debido al hecho de que el conjunto 100 de cojinete de empuje generalmente incluye tres o más estructuras rígidas de soporte de carga, el giro relativo total entre el primer cuerpo 30 y el segundo cuerpo 40 puede ser, o está permitido que sea, mayor que el umbral de ángulo de giro del par adyacente y/o puede ser, o está permitido que sea, tan grande como el umbral de ángulo de giro de la pila. El umbral de ángulo de giro de la pila generalmente es, es el resultado de, o es la suma de, el ángulo de giro individual del par adyacente entre cada par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

Como se ilustra en líneas discontinuas en la figura 1, los conjuntos 100 de cojinete de empuje también pueden incluir una pluralidad de estructuras 150 de interfaz. Las estructuras 150 de interfaz, cuando están presentes, se extienden dentro de la zona 160 de interfaz y/o entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Las estructuras 150 de interfaz están configuradas para proporcionar una interfaz de baja fricción y/o resistente al desgaste entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga durante el giro relativo entre ellas y alrededor del eje 200 de giro. La baja resistencia a la fricción y/o al desgaste de las estructuras 150 de interfaz también puede reducir la generación y/o la acumulación de calor entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras rígidas de soporte de carga, extendiendo aún más la vida útil de los conjuntos 100 de cojinete de empuje que se divulgan en el presente documento.

Como ejemplo, las estructuras 150 de interfaz se pueden adaptar, configurar, seleccionar y/o formular para proporcionar una interfaz de baja fricción estática entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga durante el giro relativo entre ellas. Como otro ejemplo, las estructuras 150 de interfaz se pueden adaptar, configurar, seleccionar y/o formular para proporcionar una interfaz de baja fricción cinética entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga durante el giro relativo entre ellas.

Como se ilustra en la figura 1, las estructuras 150 de interfaz, cuando están presentes, pueden configurarse para mantener los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en una relación de separación entre ellas. Dicho de otro modo, cada estructura 150 de interfaz puede extenderse entre, o separarse de, el par adyacente correspondiente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Como ejemplo, el par adyacente correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga puede incluir un par de superficies 113 de interfaz de soporte de carga, y cada estructura 150 de interfaz puede adaptarse, configurarse, diseñarse y/o construirse para mantener el par de superficies 113 de interfaz de soporte de carga en una relación de separación, evitar el contacto físico directo entre el par de superficies 113 de interfaz de soporte de carga, y/o disminuir una fuerza de fricción que resiste el giro entre el par de superficies 113 de interfaz de soporte de carga durante el giro relativo del par de superficies 113 de interfaz de soporte de carga alrededor del eje 200 de giro.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que las estructuras 150 de interfaz, cuando están presentes, puedan posicionarse y/o retenerse dentro de las zonas 160 de interfaz de cualquier manera adecuada. Como ejemplo, una estructura 150 de interfaz determinada puede estar unida operativamente a uno del par correspondiente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga adyacentes y puede incluir una superficie 152 de estructura de interfaz que contacta directa y/u operativamente con el otro del par adyacente correspondiente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

Como otro ejemplo, un par de estructuras 150 de interfaz se pueden unir operativamente a una primera estructura rígida de soporte de carga y puede definir un par de superficies 152 de estructura de interfaz que estén una frente a la otra. Cada superficie 152 de estructura de interfaz puede contactar directa y/u operativamente con una estructura 110 rígida de soporte de carga adyacente correspondiente. Bajo estas condiciones, las superficies 152 de estructura de interfaz también pueden denominarse en el presente documento como superficies de baja fricción y/o superficies de bajo desgaste.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que el conjunto 100 de cojinete de empuje pueda incluir cualquier número adecuado de estructuras 150 de interfaz. Como ejemplo, varias estructuras 150 de interfaz en el conjunto 100 de cojinete de empuje pueden corresponder a un número de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en el conjunto 100 de cojinete de empuje. Como otro ejemplo, el número de estructuras 150 de interfaz puede ser uno menos que el número de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. En el presente documento se divulgan ejemplos del número de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que las estructuras 150 de interfaz, cuando están presentes, puedan incluir, ser, estar formadas de, comprender, consistir de y/o consistir esencialmente de cualquier material y/o materiales adecuados. Como ejemplos, las estructuras 150 de interfaz pueden incluir uno o más de un material de baja fricción y un tejido de baja fricción. Como ejemplos más específicos, las estructuras 150 de interfaz pueden incluir uno o más de un polímero, un fluoropolímero, un fluorocarburo y un tetrafluoroetileno.

Como otro ejemplo más específico, las estructuras 150 de interfaz pueden incluir una hoja delgada de tejido de fluoropolímero. Bajo estas condiciones, la hoja delgada de tejido de fluoropolímero puede tener un espesor de al menos 100 micrómetros, al menos 150 micrómetros, al menos 200 micrómetros y/o al menos 250 micrómetros. De

manera adicional o como alternativa, el espesor puede ser como máximo de 500 micrómetros, como máximo de 450 micrómetros, como máximo de 400 micrómetros, como máximo de 350 micrómetros y/o como máximo de 300 micrómetros.

5 Como otro ejemplo más, las estructuras 150 de interfaz pueden incluir un material que esté configurado y/o seleccionado para resistir una alta presión de contacto, como un material con un alto Módulo de Young. Como otro ejemplo, las estructuras 150 de interfaz pueden incluir un material que esté configurado y/o seleccionado para ser resistente al desgaste cuando se somete a fricción deslizando.

10 Está dentro del alcance de la presente divulgación que cada estructura 150 de interfaz dentro de los conjuntos 100 de cojinete de empuje puede ser similar, al menos esencialmente similar, o incluso funcionalmente idéntica a cada otra estructura 150 de interfaz. Como alternativa, también está dentro del alcance de la presente divulgación que al menos una característica de fricción de al menos una estructura 150 de interfaz puede ser diferente de al menos una característica de fricción de al menos otra estructura 150 de interfaz. Dicha configuración se puede utilizar para determinar de manera selectiva qué par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga inician primero el movimiento relativo sobre el eje 200 de giro. Como ejemplo, al menos una característica de fricción puede seleccionarse de modo que el par correspondiente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga que está asociado con una de la pluralidad de estructuras 150 de interfaz inicie el movimiento relativo antes que el par correspondiente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga que está asociado con otra estructura de interfaz que inicia el movimiento relativo.

20 En lo expuesto anteriormente, las estructuras 150 de interfaz pueden utilizarse para proporcionar una interfaz de baja fricción y/o bajo desgaste entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Sin embargo, los conjuntos 100 de cojinete de empuje, de acuerdo con la presente divulgación no necesariamente requieren que se incluyan y/o utilicen estructuras 150 de interfaz. Como ejemplo, y para algunas aplicaciones, una cantidad de fricción y/o desgaste que resulta del contacto directo entre estructuras 110 rígidas de soporte de carga puede ser suficientemente baja sin la inclusión de estructuras 150 de interfaz dentro de los conjuntos 100 de cojinete de empuje. Como otro ejemplo, una o más propiedades materiales de las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden ser similares, o incluso idénticas a las descritas en el presente documento para las estructuras 150 de interfaz. Como otro ejemplo más, y como se expone en más detalle en el presente documento, se puede utilizar un fluido y/o lubricante para disminuir la fricción y/o el desgaste entre pares adyacentes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

30 Las estructuras 170 limitadoras de giro pueden incluir cualquier estructura adecuada que pueda adaptarse, configurarse, diseñarse, construirse y/o conformarse para restringir el giro relativo entre los pares adyacentes correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga alrededor del eje 200 de giro. Además, las estructuras 170 limitadoras de giro también pueden configurarse para resistir el movimiento relativo entre la pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga en una, o en cualquier dirección que sea perpendicular, o al menos esencialmente perpendicular, al eje 200 de giro.

40 Como ejemplo, un subconjunto, o incluso cada una, de las estructuras 110 rígidas de soporte de carga puede incluir una zona 172 saliente que se extiende desde la estructura rígida de soporte de carga. Además, un subconjunto, o cada estructura 110 rígida de soporte de carga también pueden incluir al menos una zona 174 rebajada que está definida por la estructura rígida de soporte de carga. Bajo estas condiciones, y en cada par adyacente de estructuras rígidas de soporte de carga, se puede recibir una zona 172 saliente determinada dentro de una zona 174 rebajada correspondiente para definir una estructura 170 limitadora de giro correspondiente. Además, la zona 174 rebajada correspondiente puede tener un tamaño para permitir un movimiento limitado de la zona 172 saliente determinada dentro de la misma. Dicha configuración se ilustra con más detalle en las figuras 2-4 y 7-12 y se expone en el presente documento con referencia a las mismas.

45 Cada estructura 110 rígida de soporte de carga puede incluir, o ser, una estructura monolítica que define tanto una zona 172 saliente respectiva como una zona 174 rebajada respectiva. Sin embargo, esto no es obligatorio.

50 Está dentro del alcance de la presente divulgación que cada estructura rígida de soporte de carga pueda incluir y/o definir cualquier número adecuado de zonas 172 salientes y/o zonas 174 rebajadas. Como ejemplos, una determinada estructura rígida de soporte de carga puede incluir y/o definir 0, al menos 1, al menos 2, al menos 3, o al menos 4 zonas 172 salientes y/o zonas 174 rebajadas.

Como se ilustra en las figuras 2-4 y 7-12, las zonas 172 salientes se extienden en una dirección que es paralela, o al menos esencialmente paralela, al eje 200 de giro. Además, las zonas 172 salientes y/o las zonas 174 rebajadas se extienden dentro, desde y/o próximas a un borde 114 exterior de una estructura 110 rígida de soporte de carga determinada como se ilustra en la figura 1.

55 Como otro ejemplo, las estructuras 170 limitadoras de giro pueden incluir, o ser, una pluralidad de miembros elásticos. Un ejemplo de dichos miembros elásticos incluye una pluralidad de resortes.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que cada estructura 170 limitadora de giro que está asociada con cada par adyacente de estructuras 110 rígidas soporte de carga pueda tener, definir o restringir el par adyacente de

5 estructuras 110 rígidas de soporte de carga al mismo, o al menos esencialmente el mismo, umbral de ángulo de giro del par adyacente. Como alternativa, también está dentro del alcance de la presente divulgación que una primera estructura 170 limitadora de giro pueda configurarse para proporcionar un primer umbral de ángulo de giro que es diferente de un segundo umbral de ángulo de giro de una segunda estructura 170 limitadora de giro. Expresado de otra manera, la pluralidad de estructuras 170 limitadoras de giro puede tener y/o definir una pluralidad de diferentes umbrales de ángulos de giro de pares adyacentes. Como ejemplo, el umbral de ángulo de giro del par adyacente puede cambiar progresivamente, secuencialmente y/o monótonicamente desde el primer umbral de ángulo de giro del par adyacente, que puede estar asociado con un primer par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en el primer extremo 130 de pila 120 en capas, hasta el segundo umbral de ángulo de giro del par adyacente, que puede estar asociado con un segundo par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en el segundo extremo 140 de la pila 120 en capas.

15 Está dentro del alcance de la presente divulgación que el umbral de ángulo de giro del par adyacente, el primer umbral de ángulo de giro del par adyacente y/o el segundo umbral de ángulo de giro del par adyacente puedan tener cualquier valor adecuado. Como ejemplos, el umbral de ángulo de giro del par adyacente, el primer umbral de ángulo de giro del par adyacente y/o el segundo umbral de ángulo de giro del par adyacente pueden ser de al menos 1 grado, al menos 2 grados, al menos 3 grados, al menos 4 grados, al menos 5 grados, y/o al menos 6 grados medidos alrededor del eje 200 de giro. De manera adicional o como alternativa, el umbral de ángulo de giro del par adyacente, el primer umbral de ángulo de giro del par adyacente y/o el segundo umbral de ángulo de giro del par adyacente pueden ser como máximo 12 grados, como máximo 11 grados, como máximo 10 grados, como máximo 9 grados, como máximo 8 grados, como máximo 7 grados, como máximo 6 grados y/o como máximo 5 grados, medidos alrededor del eje 200 de giro.

25 De manera similar, el umbral de ángulo de giro de la pila puede tener cualquier valor adecuado. Como ejemplos, el umbral de ángulo de giro de la pila puede ser de al menos 10 grados, al menos 20 grados, al menos 30 grados, al menos 40 grados, al menos 50 grados, al menos 60 grados, al menos 70 grados, al menos 80 grados, al menos 90 grados y/o al menos 100 grados medidos alrededor del eje 200 de giro. De manera adicional o como alternativa, el umbral de ángulo de giro de la pila puede ser como máximo 270 grados, como máximo 240 grados, como máximo 210 grados, como máximo 180 grados, como máximo 170 grados, como máximo 160 grados, como máximo 150 grados, como máximo 140 grados, como máximo 130 grados, como máximo 120 grados, como máximo 110 grados y/o como máximo 100 grados medidos alrededor del eje 200 de giro.

30 Está dentro del alcance de la presente divulgación que el conjunto 100 de cojinete de empuje pueda incluir cualquier número adecuado de estructuras 170 limitadoras de giro. Como ejemplos, el conjunto 100 de cojinete de empuje puede incluir al menos una, al menos 2, al menos 3, o al menos 4 estructuras 170 limitadoras de giro para cada par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

35 Las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden incluir cualquier material y/o materiales adecuados. Como ejemplos, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden incluir y/o estar formadas por uno o más de un metal, un acero y un aluminio.

40 Además, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga también pueden tener y/o definir cualquier forma adecuada. Como ejemplo, y como se ilustra en las figuras 2-4 y se expone con más detalle en el presente documento, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden incluir una pluralidad de discos. Como otro ejemplo, y como se ilustra en la figura 5 y se expone con más detalle en el presente documento, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden incluir una pluralidad de cubiertas 117 cónicas parciales. Como otro ejemplo más, y como se ilustra en la figura 6 y se expone con más detalle en el presente documento, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga pueden incluir una pluralidad de cubiertas 118 esféricas parciales.

45 Como se ilustra en las figuras 1-4, la pila 120 en capas de estructuras 110 rígidas de soporte de carga tiene y/o define un orificio 122 central. El orificio 122 central se extiende entre el primer extremo 130 y el segundo extremo 140, como se expone con más detalle en el presente documento con referencia al conjunto 20 mecánico de la figura 13.

50 Está dentro del alcance de la presente divulgación que cada estructura 110 rígida de soporte de carga pueda ser similar, al menos esencialmente similar, idéntica o al menos esencialmente idéntica a cada otra estructura 110 rígida de soporte de carga en un conjunto 100 de cojinete de empuje determinado. Sin embargo, esto no es obligatorio.

55 También está dentro del alcance de la presente divulgación que la pila 120 en capas pueda incluir cualquier número adecuado de estructuras 110 rígidas de soporte de carga. Como ejemplos, la pila en capas puede incluir al menos 3, al menos 4, al menos 6, al menos 8, al menos 10, al menos 15 y/o al menos 20 estructuras rígidas de soporte de carga. De manera adicional o como alternativa, la pila en capas puede incluir como máximo 50, como máximo 40, como máximo 30, como máximo 20, como máximo 15 y/o como máximo 10 estructuras rígidas de soporte de carga.

Como se ilustra en líneas discontinuas en la figura 1, el conjunto 100 de cojinete de empuje puede incluir además una carcasa 190 exterior. La carcasa 190 exterior puede definir, rodear y/o al menos rodear parcialmente un volumen 192 cerrado. La pila 120 en capas puede extenderse dentro del volumen 192 cerrado y/o puede estar

rodeada por la carcasa 190 exterior. Además, un fluido 194 también puede extenderse y/o estar presente dentro del volumen 192 cerrado. El fluido 194 puede seleccionarse y/o configurarse para lubricar y/o enfriar la pila 120 en capas, de modo que se disminuya la fricción y/o el desgaste de las estructuras 110 rígidas de soporte de carga y/o de las estructuras 150 de interfaz, cuando están presentes, durante el giro relativo alrededor del eje 200 de giro.

5 La figura 2 es una vista despiezada de un conjunto 100 de cojinete de empuje que incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga, de acuerdo con la presente divulgación. La figura 3 es una vista ensamblada del conjunto de cojinete de empuje de la figura 2. El conjunto 100 de cojinete de empuje de las figuras 2-3 incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga y una pluralidad de estructuras 150 de interfaz, con una estructura 150 de interfaz correspondiente unida operativamente a cada estructura 110 rígida de  
10 soporte de carga. Las estructuras 110 rígidas de soporte de carga definen una pluralidad de zonas 172 salientes y una pluralidad de zonas 174 rebajadas que juntas definen una pluralidad de estructuras 170 limitadoras de giro, como quizás se ilustra mejor en la figura 3.

La figura 4 es una vista despiezada de otro conjunto 100 de cojinete de empuje que incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga, de acuerdo con la presente divulgación. En la figura 4, un subconjunto de la pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga incluye y/o define una pluralidad de zonas 172 salientes, mientras que otro subconjunto de la pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga incluye y/o define una pluralidad de zonas 174 rebajadas. Las estructuras 110 rígidas de soporte de carga que definen las zonas 172 salientes están intercaladas, escalonadas y/o apiladas secuencialmente con estructuras 110 rígidas de soporte de carga que definen las zonas 174 rebajadas. Al ensamblar las estructuras 110 rígidas de soporte de carga de la figura 4, cada una de la pluralidad de zonas 172 salientes es recibida dentro de la correspondiente de la pluralidad de zonas 174 rebajadas para definir una pluralidad de estructuras limitadoras de giro que son similares a las estructuras 170 limitadoras de giro de las figuras 2-3.  
15  
20

La figura 4 también ilustra que una estructura 110 rígida de soporte de carga determinada puede tener dos estructuras 150 de interfaz unidas operativamente a la misma. Bajo estas condiciones, las estructuras 110 rígidas de soporte de carga adyacentes pueden no tener ninguna estructura 150 de interfaz unida a las mismas, como se expone en el presente documento.  
25

La figura 5 es una vista lateral esquemática de otro conjunto 100 de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 5 incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en forma de una pluralidad de cubiertas 117 cónicas parciales. La figura 6 es una vista lateral esquemática de otro conjunto 100 de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 6 incluye una pluralidad de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en forma de una pluralidad de cubiertas 118 esféricas parciales.  
30

Las configuraciones de las figuras 5-6 pueden proporcionar una cierta cantidad de autocentrado cuando las cubiertas 117 cónicas parciales y/o las cubiertas 118 esféricas parciales están alojadas juntas. Además, la configuración de las figuras 5-6 también puede proporcionar un área de superficie mayor para el contacto entre estructuras 110 rígidas de soporte de carga y/o entre un par determinado de estructuras 110 rígidas de soporte de carga y una estructura 150 de interfaz que se extiende entre ellas cuando se compara con los discos 116 más planos de las figuras 2-4.  
35

Las figuras 7-12 ilustran cómo el giro de los pares correspondientes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga alrededor de un eje 200 de giro está regulado, limitado y/o restringido por las estructuras 170 limitadoras de giro. La figura 7 es una vista lateral menos esquemática de una porción de un conjunto 100 de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación, mientras que la figura 8 es una vista superior menos esquemática del conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 7. La figura 9 es una vista lateral menos esquemática del conjunto 100 de cojinete de empuje de las figuras 7-8 que ilustra el giro entre pares adyacentes de estructuras rígidas de soporte de carga, mientras que la figura 10 es una vista superior menos esquemática del conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 9. La figura 11 es una vista lateral menos esquemática del conjunto 100 de cojinete de empuje de las figuras 7-10 que ilustra el giro de la pila en capas, mientras que la figura 12 es una vista superior menos esquemática del conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 11.  
40  
45

Como se ilustra en la figura 7, las estructuras 170 limitadoras de giro del conjunto 100 de cojinete de empuje pueden definir una orientación inicial en la que los pares adyacentes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga son giradas entre sí a un giro antihorario cuando se ven desde el lateral de la figura 8. Bajo estas condiciones, se puede asignar de manera aleatoria una orientación angular inicial para el conjunto 100 de cojinete de empuje y se indica en 210.  
50

Posteriormente, un primer par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga, como el par adyacente más a la derecha de estructuras 110 rígidas de soporte de carga en la figura 7, puede ser girado uno respecto al otro alrededor del eje 200 de giro hasta que una zona 172 saliente asociada con una estructura 170 limitadora de giro que restringe el movimiento relativo entre el par adyacente de estructuras rígidas de soporte de carga, alcanza un umbral de ángulo 202 de giro del par adyacente (como se ilustra en la figura 10) que es definido para la estructura limitadora de giro. Este giro relativo hace que una estructura 110 rígida de soporte de carga más alta, como se  
55

ilustra en la figura 10, gire desde la orientación 210 angular inicial a una segunda orientación 212 angular y la segunda orientación 212 angular difiere de la orientación 210 angular inicial por el umbral de ángulo 202 de giro del par adyacente.

5 El giro adicional entre el primer par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga alrededor del eje 200 de giro está restringido. Sin embargo, y debido a que el conjunto 100 de cojinete de empuje incluye una pluralidad de pares adyacentes de estructuras 110 rígidas de soporte de carga y una pluralidad correspondiente de estructuras 170 limitadoras de giro, puede permitirse un giro adicional horario y alrededor del eje 200 de giro.

10 Esto se ilustra en las figuras 11-12. En estas, el giro posterior sobre el eje 200 de giro se realiza mediante el giro de un segundo par adyacente de estructuras 110 rígidas de soporte de carga, como el par adyacente más a la izquierda de las estructuras 110 rígidas de soporte de carga en la figura 9, una respecto de la otra alrededor del eje 200 de giro hasta que una zona 172 saliente asociada con una estructura 170 limitadora de giro que restringe el movimiento relativo entre el par adyacente de estructuras rígidas de carga alcanza un umbral correspondiente de ángulo 202 de giro del par adyacente (como se ilustra en la figura 12) que es definido para la estructura limitadora de giro. Este giro relativo permite que la estructura 110 rígida de soporte de carga más alta de la figura 12 gire más hasta la tercera  
15 orientación 214 angular, que difiere de la segunda orientación 212 angular por el umbral de ángulo 202 de giro del par adyacente. Por tanto, un umbral de ángulo 204 de giro de pila que puede proporcionarse por el conjunto 100 de cojinete de empuje puede ser mayor que el umbral individual de ángulo 202 de giro del par adyacente que puede ser experimentado por los pares adyacentes individuales de estructuras 110 rígidas de soporte de carga.

20 La figura 13 es una vista menos esquemática de un conjunto 20 mecánico de acuerdo con la presente divulgación. El conjunto 20 mecánico incluye un primer cuerpo 30, un segundo cuerpo 40 y un conjunto 100 de cojinete de empuje. El conjunto 100 de cojinete de empuje de la figura 13 puede incluir cualquier estructura, característica y/o componente adecuado de cualquiera de los conjuntos 100 de cojinete de empuje de cualquiera de las figuras 1-12 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. De manera similar, cualquiera de los conjuntos de cojinete de empuje de cualquiera de las figuras 1-12 puede incluirse y/o utilizarse con el conjunto 20 mecánico de la figura 13 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. El conjunto 20 mecánico de la figura 13 puede incluir, o ser, un  
25 conjunto 19 de rotor, que se ilustra en la figura 14. Bajo estas condiciones, el primer cuerpo 30 también puede denominarse en el presente documento un aspa 34 de rotor, y el segundo cuerpo 40 también puede denominarse en el presente documento como una brida 44 de soporte de aspa. El conjunto 19 de rotor puede formar una porción de un helicóptero 18, como se ilustra en la figura 15.

30 En el ejemplo de la figura 13, el conjunto 20 mecánico incluye una carcasa 190 externa. La carcasa 190 externa rodea al menos parcialmente el conjunto 100 de cojinete de empuje y está operativamente unida a y/o forma una porción del segundo cuerpo 40. El segundo cuerpo 40 incluye además una segunda superficie 41 de aplicación de carga que está configurada para aplicar una segunda carga 42 de empuje a una segunda superficie 142 de recepción de carga de un segundo extremo 140 del conjunto 100 de cojinete de empuje. Por tanto, un centro de masa del segundo cuerpo 40 puede denominarse en el presente documento como siendo proximal a un primer  
35 extremo 130 del conjunto 100 de cojinete de empuje con relación al segundo extremo 140. Dicho de otra manera, el centro de masa del segundo cuerpo 40 puede estar más cerca del primer extremo 130 que el centro de masa del segundo cuerpo 40 está del segundo extremo 140. Sin embargo, esto no se requiere para todos los modos de realización.

40 Como se expone en el presente documento, el conjunto 100 de cojinete de empuje incluye una pila 120 en capas de estructuras 110 rígidas de soporte de carga; y, la pila 120 en capas define un orificio 122 central. Bajo estas condiciones, una porción del primer cuerpo 30 puede extenderse a través del orificio 122 central y el primer cuerpo 30 puede incluir una primera superficie 31 de aplicación de carga que puede aplicar una primera carga 32 de empuje a una primera superficie 132 de recepción de carga del conjunto 100 de cojinete de empuje. Por tanto, un centro de masa del primer cuerpo 30 puede denominarse en el presente documento como siendo proximal al segundo extremo  
45 140 del conjunto 100 de cojinete de empuje en relación con el primer extremo 130. Dicho de otra manera, el centro de masa del primer cuerpo 30 puede estar más cerca del segundo extremo 140 que el centro de masa del primer cuerpo 30 está del primer extremo 130.

50 Como se expone en el presente documento, los conjuntos de rotor utilizan convencionalmente bujes de goma para permitir el giro relativo entre un aspa del rotor y una brida de soporte del aspa, y los conjuntos 100 de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación pueden proporcionar varios beneficios sobre los bujes de goma que se utilizan convencionalmente en conjuntos de rotor. Como ejemplo, el giro y/o la velocidad limitadas entre pares adyacentes de estructuras rígidas de soporte de carga pueden disminuir la fricción, el desgaste y/o la generación o acumulación de calor dentro de los conjuntos 100 de cojinete de empuje en comparación con los bujes de goma  
55 convencionales. Esto puede extender la vida útil de los conjuntos 100 de cojinete de empuje en comparación con los bujes de goma convencionales.

60 Como otro ejemplo, los bujes de goma convencionales deben deformarse para permitir el giro entre el aspa del rotor y la brida de soporte del aspa. Por tanto, los bujes de goma convencionales generan de manera inherente una fuerza restauradora que impulsa el aspa del rotor hacia una configuración en la cual el buje de goma convencional no se deforma, y esta fuerza restauradora debe ser superada por un actuador que regula el giro entre el aspa del

rotor y la brida de soporte del aspa. Por el contrario, los conjuntos 100 de cojinete de empuje de acuerdo con la presente divulgación no generan esta fuerza restauradora tras el giro de los mismos y, por tanto, no se requiere que el actuador supere la fuerza restauradora para girar el aspa del rotor con respecto a la brida de soporte del aspa.

5 Como otro ejemplo más, los bujes de goma convencionales permiten solo una cantidad limitada de giro relativo entre el aspa del rotor y la brida de soporte del aspa. Se puede aumentar la longitud de los bujes de goma convencionales para aumentar la cantidad de giro relativo mientras se mantiene una tensión torsional experimentada por los bujes de goma convencionales dentro de los límites de diseño; sin embargo, la longitud necesaria para un nivel deseado de giro relativo puede ser considerable y/o puede ser mayor de lo deseable para un diseño de conjunto de rotor determinado. Por el contrario, los conjuntos 100 de cojinete de empuje divulgados en el presente documento pueden 10 permitir una mayor cantidad de giro relativo entre el aspa del rotor y la brida de soporte del aspa en comparación con los bujes de goma convencionales. Además, esta cantidad de giro relativo puede ajustarse fácilmente ajustando una configuración de estructuras 170 limitadoras de giro y/o aumentando un número de estructuras 110 rígidas de soporte de carga dentro del conjunto de cojinete de empuje.

15 La figura 16 es un diagrama de flujo que representa los métodos 300, de acuerdo con la presente divulgación, para proporcionar un movimiento de giro limitado en un conjunto de cojinete de empuje. Los métodos 300 se pueden realizar mediante y/o utilizando cualquier conjunto de cojinete de empuje adecuado, como los conjuntos 100 de cojinete de empuje de cualquiera de las figuras 1-15.

20 Los métodos 300 incluyen aplicar una primera carga de empuje en 310, aplicar una segunda carga de empuje en 320, aplicar una fuerza de torsión en 330 y girar a un primer ángulo de giro en 340. Los métodos 300 pueden incluir además resistir el giro más allá del primer ángulo de giro en 350 y/o resistir el desgaste entre la primera y la segunda estructuras rígidas de soporte de carga en 360. Los métodos 300 también incluyen girar a un segundo ángulo de giro en 370 y pueden incluir resistir el giro más allá del segundo ángulo de giro en 380 y/o resistir el desgaste entre la segunda y la tercera estructuras rígidas de soporte de carga en 390.

25 La aplicación de la primera carga de empuje en 310 puede incluir la aplicación de la primera carga de empuje, como la primera carga 32 de empuje de cualquiera de las figuras 1 y/o 13, con un primer cuerpo, como el primer cuerpo 30 de cualquiera de las figuras 1 y/o 13-14. De manera adicional o como alternativa, la aplicación en 310 puede incluir aplicar la primera carga de empuje a una primera superficie de recepción de carga en un primer extremo del conjunto de cojinete de empuje, como a la primera superficie 132 de recepción de carga en el primer extremo 130 de cualquiera de las figuras 1-4 y/o 13.

30 La aplicación de la segunda carga de empuje en 320 puede incluir la aplicación de la segunda carga de empuje, como la segunda carga 42 de empuje de cualquiera de las figuras 1 y/o 13, con un segundo cuerpo, como el segundo cuerpo 40 de cualquiera de las figuras 1 y/o 13-14. De manera adicional o como alternativa, la aplicación en 310 puede incluir aplicar la segunda carga de empuje a una segunda superficie de recepción de carga en un segundo extremo del conjunto de cojinete de empuje, como a la segunda superficie 142 de recepción de carga en el 35 segundo extremo 140 de cualquiera de las figuras 1-4 y/o 13. Como se ilustra allí, la primera superficie de recepción de carga puede ser opuesta, o al menos esencialmente opuesta, a la segunda superficie de recepción de carga. De manera adicional o como alternativa, la primera carga de empuje puede ser opuesta, o al menos esencialmente opuesta, a la primera carga de empuje.

40 La aplicación de la fuerza de torsión en 330 puede incluir la aplicación de la fuerza de torsión entre el primer cuerpo y el segundo cuerpo. Esto puede incluir aplicar la fuerza de torsión en una dirección de giro y/o alrededor de un eje de giro del conjunto de cojinete de empuje, como el eje 200 de giro de cualquiera de las figuras 1-14.

45 El giro al primer ángulo de giro en 340 puede incluir el giro del primer cuerpo y el segundo cuerpo uno con respecto al otro y al primer ángulo de giro. Esto puede incluir girar mediante y/o utilizando giro relativo entre una primera estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje y una segunda estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje.

50 La resistencia al giro más allá del primer ángulo de giro en 350 puede incluir la resistencia al giro relativo entre la primera estructura rígida de soporte de carga y la segunda estructura rígida de soporte de carga más allá del primer ángulo de giro, que también puede denominarse en el presente documento como un umbral de ángulo de giro del par adyacente. La resistencia en 350 puede lograrse mediante y/o utilizando una primera estructura limitadora de giro del conjunto de cojinete de empuje. Ejemplos de la primera estructura limitadora de giro se divulgan en el presente documento con referencia a las estructuras 170 limitadoras de giro de cualquiera de las figuras 1-4 y/o 7-12.

55 La resistencia al desgaste entre la primera y la segunda estructuras rígidas de soporte de carga en 360 puede incluir resistencia durante el giro en 340. Esto puede incluir resistir mediante y/o utilizando una primera estructura de interfaz que se extiende entre la primera estructura rígida de soporte de carga y la segunda estructura rígida de soporte de carga, que disminuye la fuerza de fricción entre la primera estructura rígida de soporte de carga y la segunda estructura rígida de soporte de carga, y/o que resiste el contacto físico directo entre la primera estructura rígida de soporte de carga y la segunda estructura rígida de soporte de carga. Ejemplos de la primera estructura de

interfaz se divulgan en el presente documento con referencia a las estructuras 150 de interfaz de cualquiera de las figuras 1-4.

5 El giro al segundo ángulo de giro en 370 puede incluir el giro del primer cuerpo y el segundo cuerpo uno con respecto al otro y al segundo ángulo de giro. Esto puede incluir girar mediante y/o utilizando el giro relativo entre la estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje y una tercera estructura rígida de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje, y el segundo ángulo de giro puede ser mayor que el primer ángulo de giro.

10 Resistir el giro más allá del segundo ángulo de giro en 380 puede incluir resistir al giro relativo entre la segunda estructura rígida de soporte de carga y la tercera estructura rígida de soporte de carga más allá del segundo ángulo de giro. El segundo ángulo de giro puede ser una suma del ángulo de giro del umbral de ángulo del par adyacente de la primera y segunda estructuras rígidas de soporte de carga y un umbral de ángulo de giro del par adyacente de la segunda y tercera estructuras rígidas de soporte de carga y también se le puede denominar en el presente documento como un ángulo de giro de la pila. La resistencia en 380 puede lograrse mediante y/o utilizando una segunda estructura limitadora de giro del conjunto de cojinete de empuje. Ejemplos de la segunda estructura limitadora de giro se divulgan en el presente documento con referencia a las estructuras 170 limitadoras de giro de cualquiera de las figuras 1-4 y/o 7-12.

20 La resistencia al desgaste entre la segunda y tercera estructuras rígidas de soporte de carga en 390 puede incluir resistencia durante el giro en 370. Esto puede incluir resistir mediante y/o utilizando una segunda estructura de interfaz que se extiende entre la segunda estructura rígida de soporte de carga y la tercera estructura rígida de soporte de carga, que disminuye la fuerza de fricción entre la segunda estructura rígida de soporte de carga y la tercera estructura rígida de soporte de carga, y/o que resiste el contacto físico directo entre la segunda estructura rígida de soporte de carga y la tercera estructura rígida de soporte de carga. Ejemplos de la segunda estructura de interfaz se divulgan en el presente documento con referencia a las estructuras 150 de interfaz de cualquiera de las figuras 1-4.

25 Como se usa en el presente documento, los términos "selectivo" y "selectivamente", cuando modificar una acción, movimiento, configuración u otra actividad de uno o más componentes o características de un aparato, significan que la acción, movimiento, configuración específicos, u otra actividad es un resultado directo o indirecto de la manipulación del usuario de un aspecto de, o uno o más componentes del aparato.

30 Como se usa en el presente documento, los términos "adaptado" y "configurado" significan que el elemento, componente u otro objeto está diseñado y/o destinado a realizar una función determinada. Por tanto, el uso de los términos "adaptado" y "configurado" no ha de interpretarse en el sentido de que un elemento, componente u otro objeto en cuestión es simplemente "capaz de" realizar una función determinada, sino que el elemento, componente y/u otro objeto es específicamente seleccionado, creado, implementado, utilizado, programado y/o diseñado con el propósito de realizar la función. También está dentro del alcance de la presente divulgación que los elementos, componentes y/u otro objeto mencionado que se menciona como adaptado para realizar una función concreta se pueda describir de manera adicional o como alternativa como configurado para realizar esa función y, al contrario. De manera similar, el objeto que se menciona como configurada para realizar una función concreta puede describirse de manera adicional o como alternativa como que es operativo para realizar esa función.

40 Como se usa en el presente documento, la expresión "al menos uno", en referencia a una lista de una o más entidades, ha de entenderse que significa al menos una entidad seleccionada de una o más de la entidad en la lista de entidades, pero sin incluir necesariamente al menos una de todas y cada una de las entidades enumeradas específicamente en la lista de entidades y sin excluir ninguna combinación de entidades en la lista de entidades. Esta definición también permite que otras entidades puedan opcionalmente estar presentes diferentes de las entidades específicamente identificadas dentro de la lista de entidades a las que se refiere la expresión "al menos uno", ya estén relacionadas o no relacionadas con aquellas entidades específicamente identificadas. Por tanto, como un ejemplo no limitativo, "al menos uno de A y B" (o, de manera equivalente, "al menos uno de A o B" o, de manera equivalente, "al menos uno de A y/o B") puede referirse, en un modo de realización, a al menos uno, incluyendo opcionalmente más de uno, de A, sin B presente (y opcionalmente incluyendo entidades distintas de B); en otro modo de realización, a al menos uno, incluyendo opcionalmente más de uno, de B, sin A presente (y opcionalmente incluyendo entidades distintas de A); en otro modo de realización más, a al menos uno, incluyendo opcionalmente más de uno, de A, y al menos uno, incluyendo opcionalmente más de uno, de B (e incluyendo opcionalmente otras entidades). Dicho de otro modo, las frases "al menos uno", "uno o más" y "y/o" son expresiones abiertas que son tanto conjuntivas como disyuntivas en funcionamiento. Por ejemplo, cada una de las expresiones "al menos uno de A, B y C", "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B y C", "uno o más de A, B o C" y "A, B y/o C" pueden significar solo A, solo B, solo C, A y B juntos, A y C juntos, B y C juntos, A, B y C juntos, y opcionalmente cualquiera de los anteriores en combinación con al menos otra entidad.

60 Los diversos elementos divulgados de aparatos y etapas de métodos divulgados en el presente documento no se requieren para todos los aparatos y métodos de acuerdo con la presente divulgación, y la presente divulgación incluye todas las combinaciones y subcombinaciones novedosas y no obvias de los diversos elementos y etapas divulgados en el presente documento. Además, uno o más de los diversos elementos y etapas divulgados en el

presente documento pueden definir un objeto inventivo independiente que está separado y aparte de la totalidad de un aparato o método divulgado. Por consiguiente, no se requiere que dicho objeto inventivo esté asociado con los aparatos y métodos específicos que se divulgan expresamente en el presente documento, y dicho objeto inventivo puede encontrar utilidad en aparatos y/o métodos que no se divulgan expresamente en el presente documento.

- 5 Como se usa en el presente documento, la expresión, "por ejemplo," la expresión "como un ejemplo" y/o sencillamente el término "ejemplo", cuando se usa con referencia a uno o más componentes, características, detalles, estructuras, modos de realización, y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación, pretenden transmitir que el componente, característica, detalle, estructura, modo de realización y/o método descritos es un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de componentes, características, detalles, estructuras, modos de realización y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación. Por tanto, el componente, característica, detalle, estructura, modo de realización y/o método descritos no pretenden ser limitativos, obligatorios o exclusivos/exhaustivos; y otros componentes, características, detalles, estructuras, modos de realización y/o métodos, incluyendo componentes, características, detalles, estructuras, modos de realización y/o métodos, estructural y/o funcionalmente similares y/o equivalentes, también están dentro del alcance de la presente divulgación definida por las reivindicaciones adjuntas.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto de cojinete (100) de empuje compacto configurado para permitir un movimiento de giro limitado de un primer cuerpo (30) con respecto a un segundo cuerpo (40) alrededor de un eje (200) de giro, comprendiendo el conjunto de cojinete de empuje:
- 5 una pluralidad de estructuras (110) rígidas de soporte de carga dispuestas en una pila (120) en capas, en donde la pila en capas define un primer extremo (130) y un segundo extremo (140) opuesto;
- una pluralidad de estructuras (170) limitadoras de giro, en donde una estructura limitadora de giro correspondiente de la pluralidad de estructuras (110) limitadoras de giro está configurada para restringir el giro relativo de cada par adyacente de estructuras (110) rígidas de soporte de carga de la pluralidad de estructuras (110) rígidas de soporte
- 10 de carga a como máximo un umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente, y además en donde la pluralidad de estructuras (110) limitadoras de giro restringe el giro relativo total entre el primer extremo de la pila (120) en capas y el segundo extremo de la pila en capas como máximo a un umbral de ángulo (204) de giro de la pila que es mayor que el umbral de ángulo de giro del par adyacente;
- una primera superficie (132) de recepción de carga en el primer extremo de la pila en capas, en donde la primera
- 15 superficie (132) de recepción de carga está configurada para recibir una primera carga (32) de empuje, que es dirigida hacia la primera superficie (132) de recepción de carga, desde el primer cuerpo (30); y
- una segunda superficie (142) de recepción de carga en el segundo extremo de la pila (120) en capas, en donde la
- 20 segunda superficie (142) de recepción de carga está configurada para recibir una segunda carga (42) de empuje, que es dirigida hacia la segunda superficie (142) de recepción de carga, desde el segundo cuerpo (40), caracterizada porque cada estructura (110) rígida de soporte de carga de la pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga incluye una zona (172) saliente que se extiende desde allí, en donde cada estructura rígida de soporte de carga incluye además una zona (174) rebajada que está definida en la misma, y además en donde, dentro de cada par adyacente de estructuras rígidas de soporte de carga, se recibe una zona saliente determinada dentro de una zona rebajada correspondiente para definir una estructura limitadora de giro correspondiente de la
- 25 pluralidad de estructuras limitadoras de giro,
- en donde dichas zonas (172) salientes se extienden en una dirección que es al menos esencialmente paralela a dicho eje (200) de giro, desde un borde (114) exterior de dichas estructuras (110) rígidas de soporte de carga,
- en donde dichas zonas (174) rebajadas están formadas dentro de dicho borde (114) exterior de dichas estructuras (110) rígidas de soporte de carga,
- 30 y en donde dichas estructuras (110) rígidas de soporte de carga definen un orificio (122) central que se extiende entre dicho primer extremo (130) y el segundo extremo (140).
2. El conjunto (100) de cojinete de empuje de la reivindicación 1, en donde el conjunto de cojinete de empuje incluye además una pluralidad de estructuras (150) de interfaz, en donde cada estructura de interfaz de la pluralidad de estructuras de interfaz se extiende, dentro de la pila (120) en capas, en una zona (160) de interfaz entre un par adyacente correspondiente de estructuras (110) rígidas de soporte de carga de la pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga para proporcionar una interfaz de baja fricción y resistente al desgaste entre el par adyacente correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga durante el giro relativo del par adyacente correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga alrededor del eje (200) de giro.
- 35
3. El conjunto (100) de cojinete de empuje de la reivindicación 2, en donde cada estructura (150) de interfaz está unida operativamente a uno de los pares adyacentes correspondientes de estructuras rígidas de soporte de carga, y además en donde la estructura de interfaz incluye una superficie (152) de interfaz que contacta directamente con el otro del par adyacente correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga.
- 40
4. El conjunto (100) de cojinete de empuje de la reivindicación 3, en donde el otro par correspondiente de estructuras (110) rígidas de soporte de carga incluye una superficie endurecida, y además en donde la superficie de interfaz contacta directamente con la superficie endurecida.
- 45
5. El conjunto (100) de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en donde cada estructura (150) de interfaz incluye al menos uno de un material de baja fricción, un tejido de baja fricción, un polímero, un fluoropolímero, un fluorocarburo, y un tetrafluoroetileno.
6. El conjunto (100) de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en donde al menos una característica de fricción de al menos una de la pluralidad de estructuras (150) de interfaz es diferente de al menos una característica de fricción de al menos otra de la pluralidad de estructuras de interfaz de manera que el par correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga que está asociado con al menos una de la pluralidad de estructuras de interfaz inicia un movimiento de giro relativo alrededor del eje (200) de giro antes del par correspondiente de estructuras rígidas de soporte de carga que está asociado con al menos una de la pluralidad de estructuras de interfaz que inician un movimiento giratorio relativo.
- 50
- 55

- 5 7. El conjunto (100) de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el conjunto de cojinete de empuje incluye además una carcasa (190) exterior que define un volumen (192) cerrado que contiene la pila (120) en capas de estructuras (110) rígidas de soporte de carga, y además en donde el conjunto de cojinete de empuje incluye un fluido (194) que se extiende dentro del volumen cerrado y lubrica la pila en capas de estructuras rígidas de soporte de carga.
- 10 8. El conjunto (100) de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la pluralidad de estructuras (110) limitadoras de giro incluye una pluralidad de zonas (172) salientes y una pluralidad de zonas (174) rebajadas, que están definidas por la pluralidad de estructuras rígidas de soporte de carga, en donde la pluralidad de zonas rebajadas está conformada para recibir la pluralidad de zonas salientes para restringir el giro relativo de cada par adyacente de estructuras rígidas de soporte de carga a como máximo el umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente.
- 15 9. El conjunto (100) de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde una primera estructura (110) limitadora de giro de la pluralidad de estructuras limitadoras de giro está configurada para proporcionar un primer umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente que es diferente de un segundo umbral de ángulo de giro del par adyacente de una segunda estructura limitadora de giro de la pluralidad de estructuras limitadoras de giro.
- 20 10. Un conjunto mecánico que comprende el conjunto de cojinete de empuje de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, el primer cuerpo (30) y el segundo cuerpo (40), en donde el primer cuerpo (30) comprende un aspa (34) de rotor de helicóptero y el segundo cuerpo (40) comprende un cubo de rotor de helicóptero.
- 25 11. Un método para proporcionar un movimiento de giro limitado en el conjunto (100) de cojinete de empuje compacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, el método que comprende:  
 aplicar (310) una primera carga (32) de empuje, con dicho primer cuerpo (30), a dicha primera superficie (132) de recepción de carga en dicho primer extremo 130 del conjunto de cojinete de empuje;  
 aplicar (320) una segunda carga (42) de empuje, con dicho segundo cuerpo (40), a dicha segunda superficie (142) de recepción de carga de dicho segundo extremo (140) del conjunto de cojinete de empuje, en donde opcionalmente la primera superficie de recepción de carga es opuesta, o al menos esencialmente opuesta, a la segunda superficie de recepción de carga, y además en donde opcionalmente la primera carga de empuje es opuesta, o al menos esencialmente opuesta a la segunda carga de empuje;
- 30 aplicar (330) una fuerza de torsión entre el primer cuerpo y el segundo cuerpo en una dirección de giro y alrededor de un eje (200) de giro del conjunto de cojinete de empuje; y  
 limitar el giro entre el primer cuerpo y el segundo cuerpo a dicho umbral de ángulo (204) de giro de la pila con dicha pila (120) en capas de estructuras (110) rígidas de soporte de carga dispuesta entre dicho primer cuerpo y dicho segundo cuerpo, en donde el giro relativo entre estructuras (110) rígidas de soporte de carga adyacentes está limitado a dicho umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente.
- 35 12. El método de la reivindicación 11, en donde el umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente varía entre las estructuras (110) rígidas de soporte de carga en la pila (120) en capas.
- 40 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, en donde el umbral de ángulo (202) de giro del par adyacente es de al menos 1 grado y como máximo 12 grados y el umbral de ángulo (204) de giro de la pila es de al menos 40 grados y como máximo 270 grados.
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en donde las características de fricción entre pares adyacentes de estructuras (110) rígidas de soporte de carga se seleccionan para controlar el inicio del giro entre pares adyacentes de estructuras rígidas de carga en la pila (120) en capas.

Fig. 1

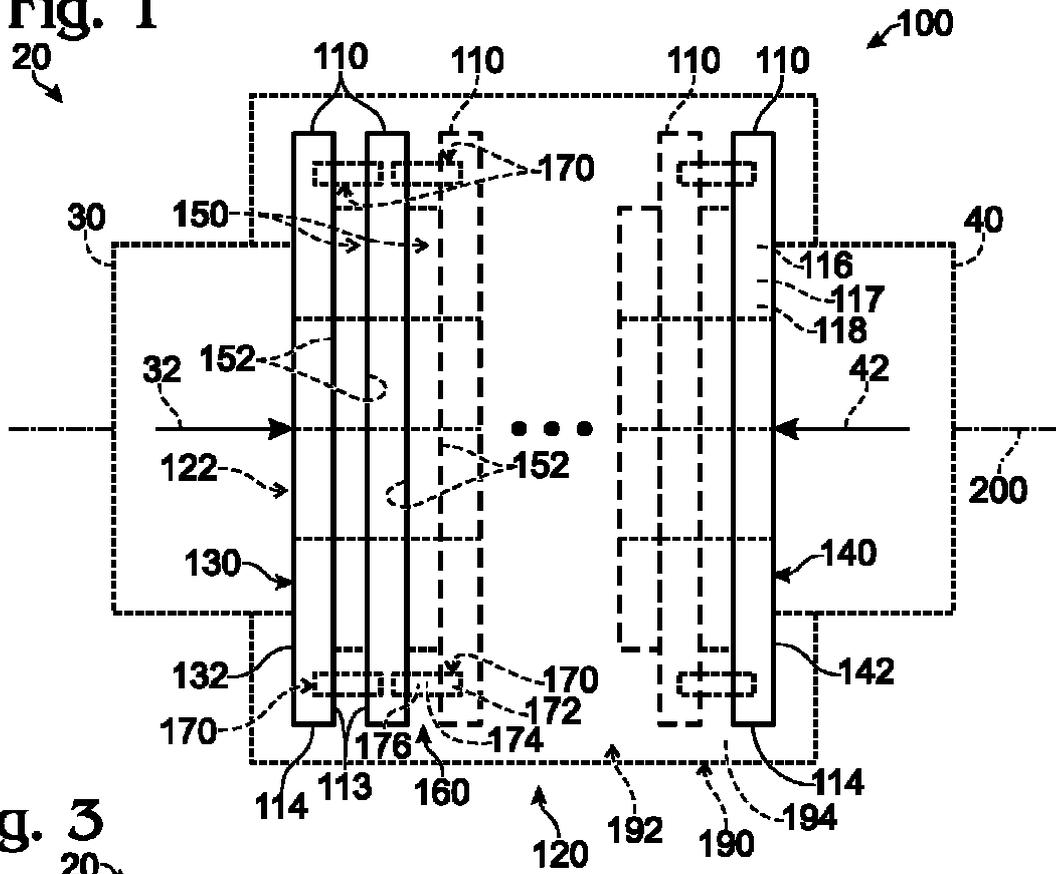


Fig. 3

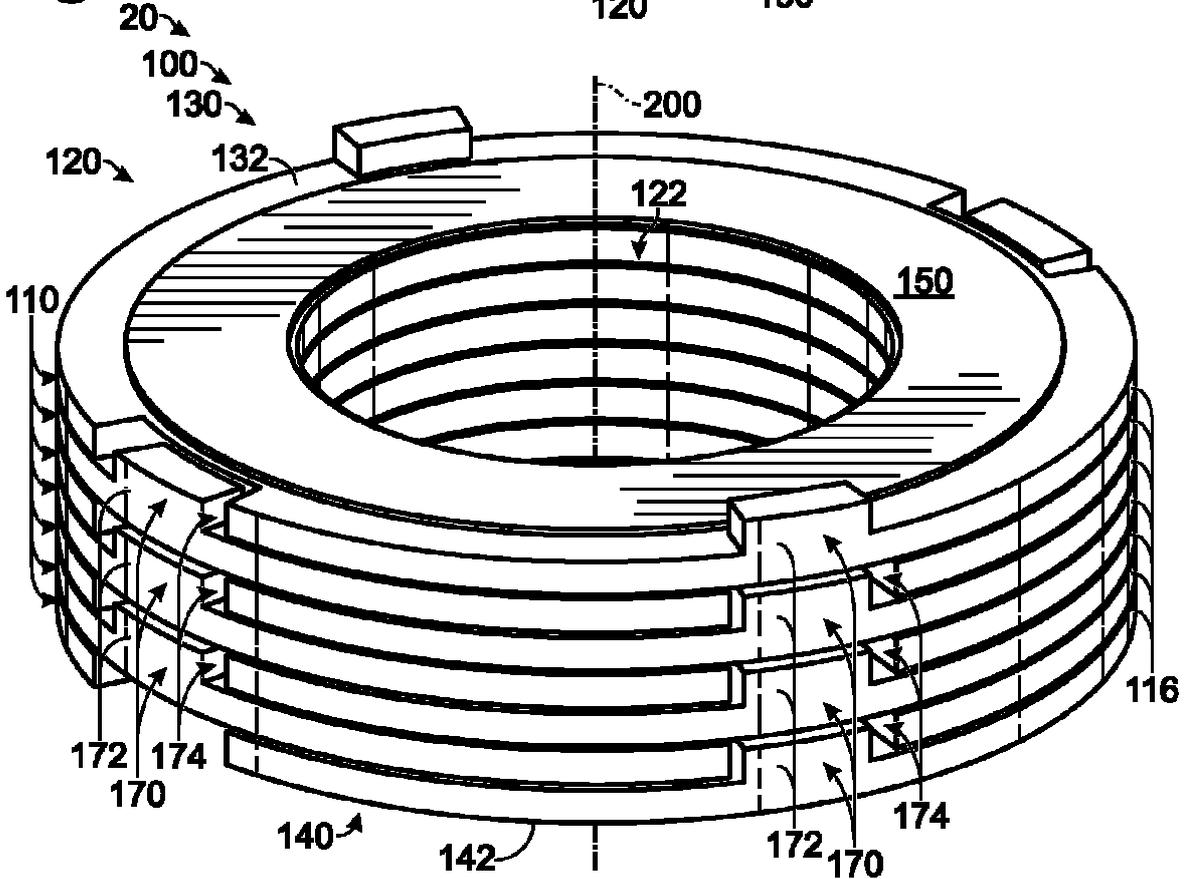


Fig. 2

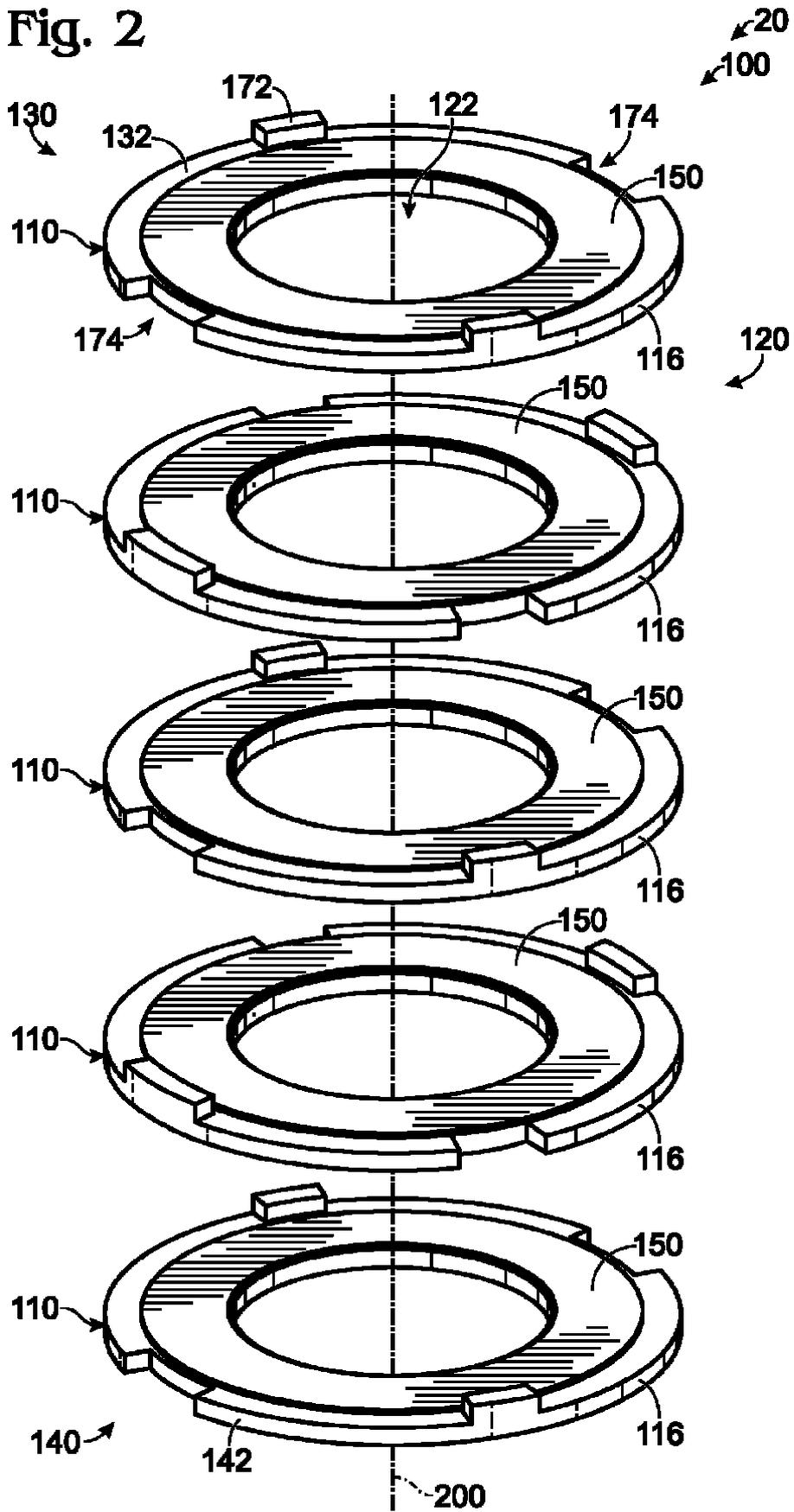


Fig. 4

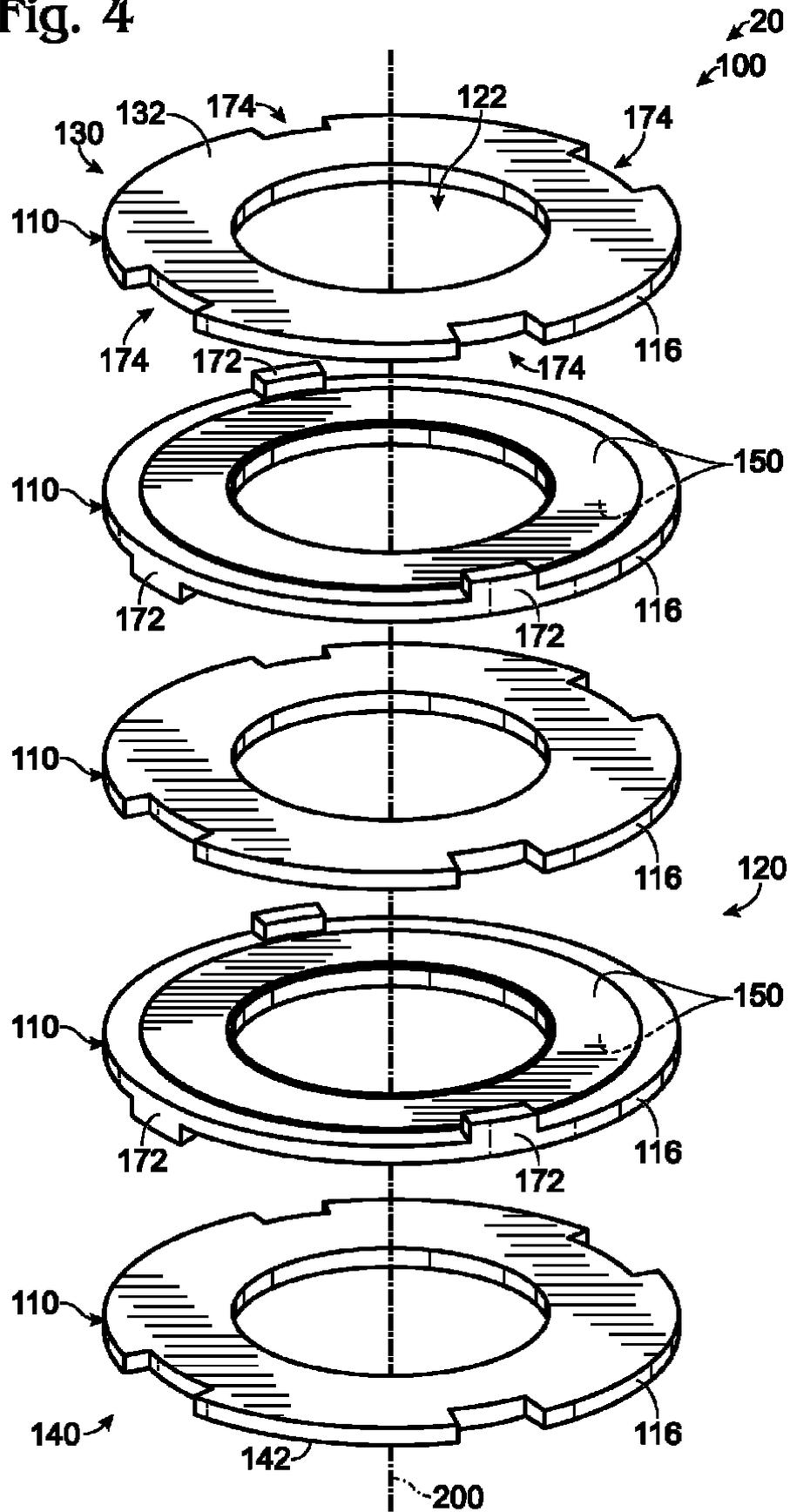


Fig. 5

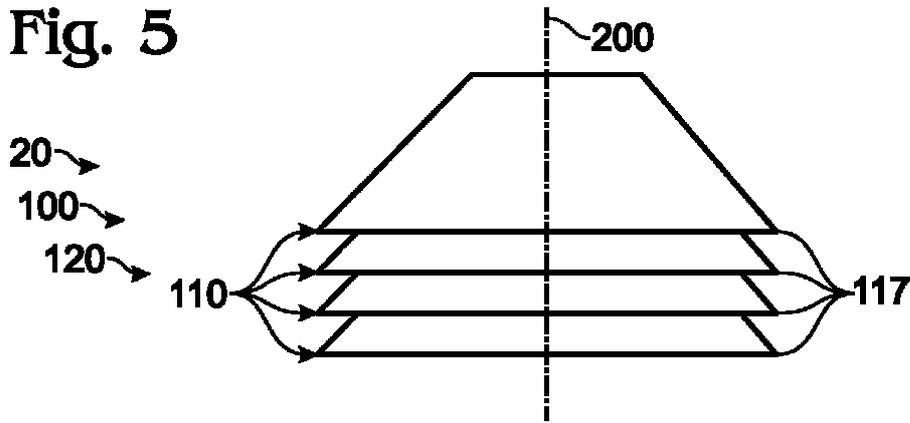


Fig. 6

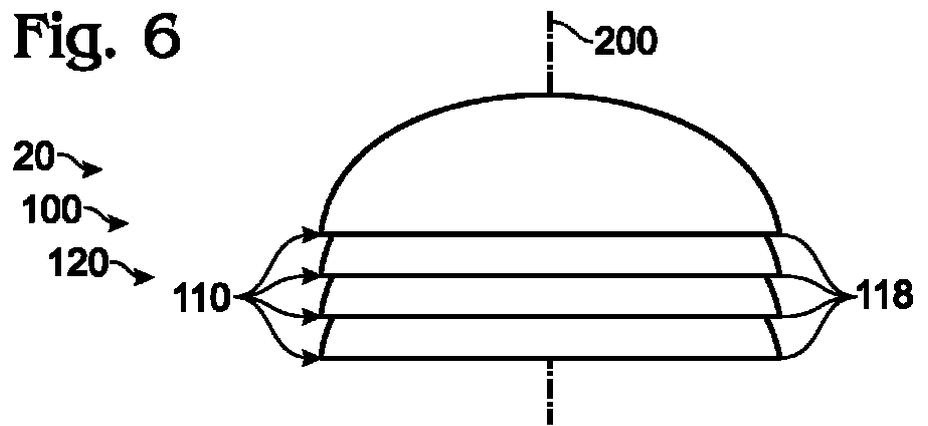


Fig. 7

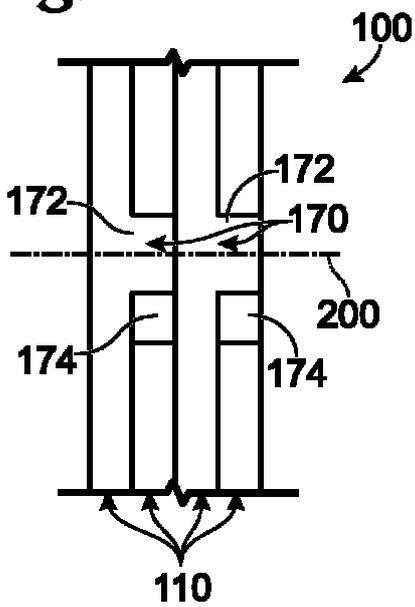


Fig. 8

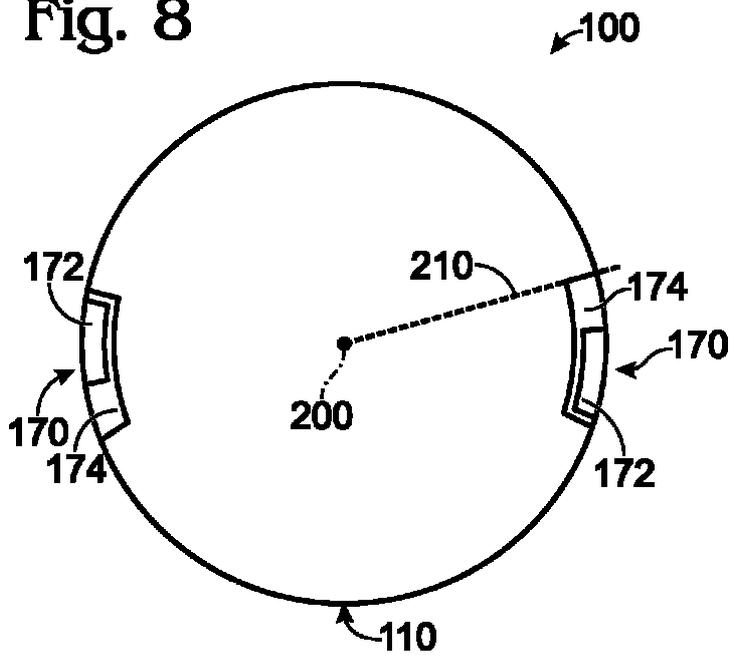


Fig. 9

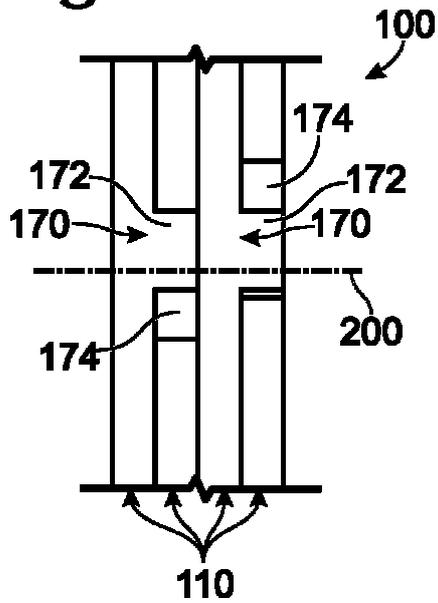


Fig. 10

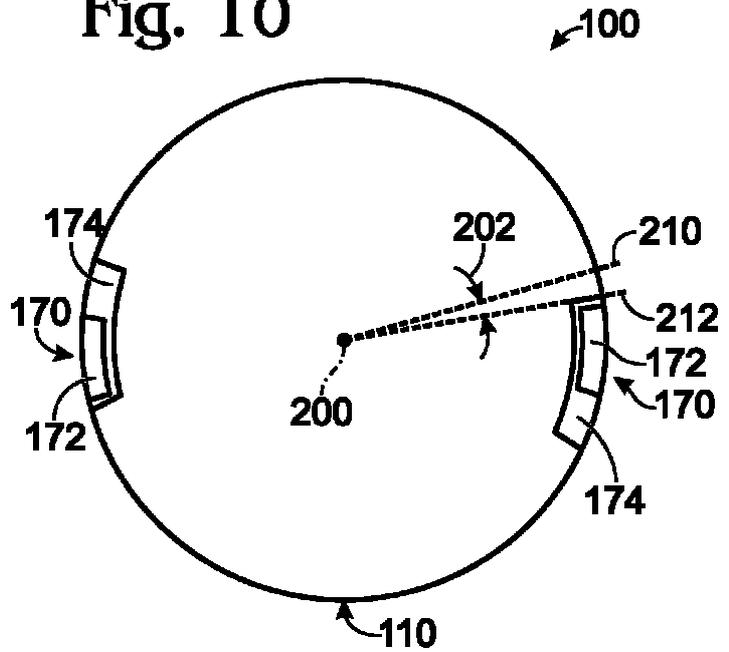


Fig. 11

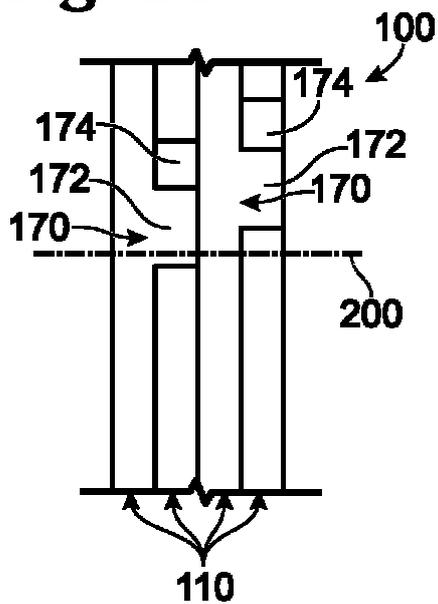


Fig. 12

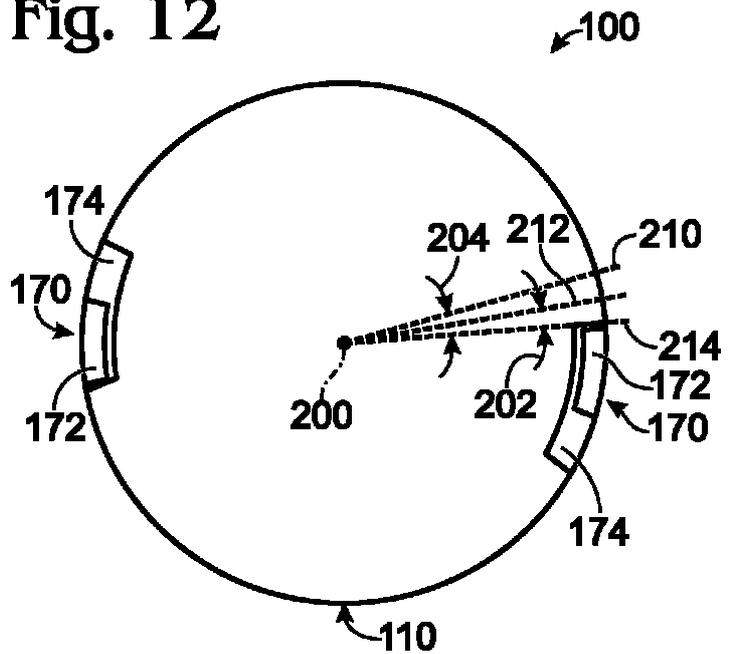


Fig. 13

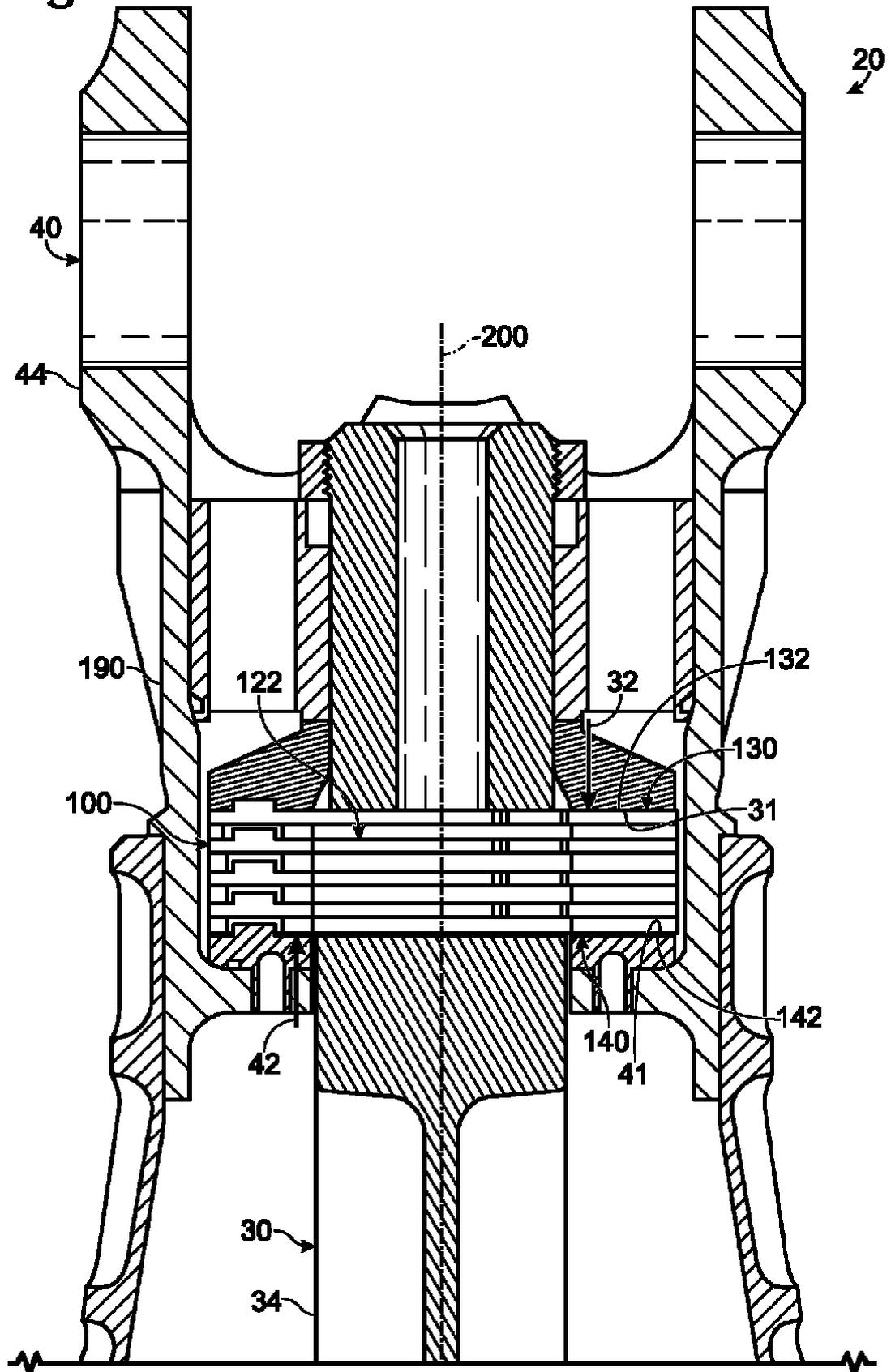


Fig. 14

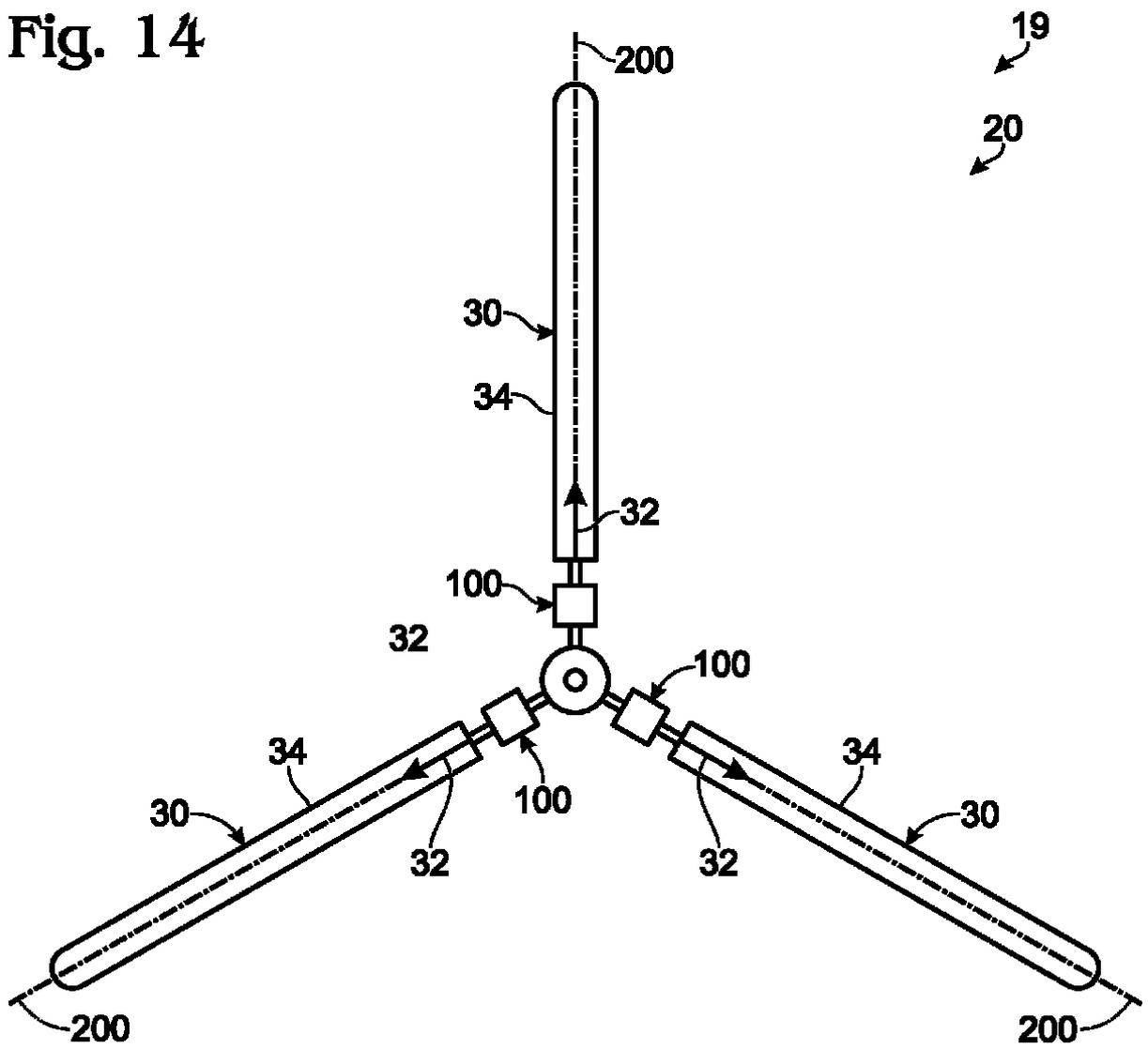


Fig. 15

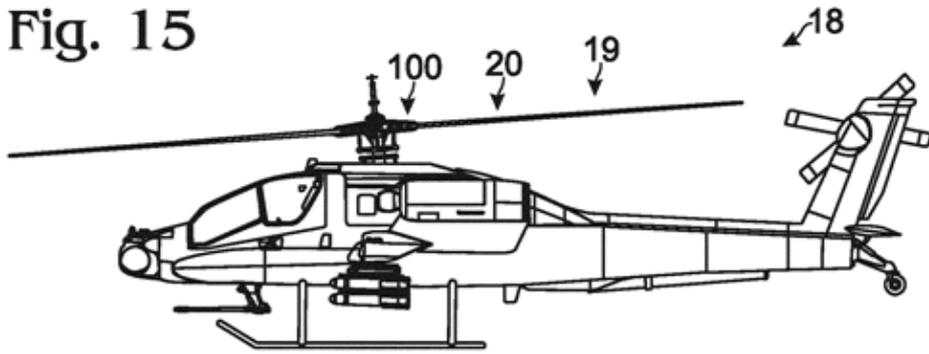


Fig. 16

