

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 753**

51 Int. Cl.:

**F16J 15/447** (2006.01)

**F16C 33/78** (2006.01)

**F16C 33/80** (2006.01)

**F16J 15/00** (2006.01)

**F16J 15/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2016 PCT/US2016/038348**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016 WO16205789**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2016 E 16812613 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 3311047**

54 Título: **Conjunto de sello de árbol**

30 Prioridad:  
**18.06.2015 US 201562181644 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.11.2024**

73 Titular/es:  
**INPRO/SEAL LLC (100.0%)  
4221 81st Avenue West  
Rock Island, IL 61201, US**

72 Inventor/es:  
**HOEHLE, NEIL F.**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 989 753 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 sello de árbol

**5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

Esta solicitud de patente reivindica la prioridad sobre la solicitud provisional de patente de EE. UU. n.º 62/181 644, presentada el 18/06/2015.

**10 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un conjunto de sello de árbol y/o aislador de cojinete con múltiples realizaciones. En determinadas realizaciones, el conjunto de sello de árbol puede emplear un anillo dinámico en una porción interior del mismo.

**15 Antecedentes de la invención**

Los cojinetes y los sellos de alojamiento de cojinete pueden ser responsables de la mayoría de los fallos de los equipos giratorios. Existe una estrecha relación entre las vidas útiles de estos dos componentes críticos. El fallo de un sello de alojamiento de cojinete puede hacer que los cojinetes fallen y las malas condiciones de los cojinetes pueden reducir la vida útil del equipo giratorio. Se estima que un pequeño número de cojinetes alcanzan su vida útil mínima de diseño de 24 000 a 40 000 horas (3 a 5 años). La lluvia, las fugas de producto, los residuos y el agua de lavado que entran en el alojamiento de cojinete pueden contaminar el lubricante del cojinete y tener un efecto catastrófico en la vida útil del cojinete. Cantidades muy pequeñas de agua pueden comprometer la vida útil del cojinete. Un nivel de contaminación del 0,002 % de agua en el aceite lubricante puede reducir la vida útil del cojinete hasta en un 48 %. Se informa que tan solo un 0,10 % de agua reduce la vida útil del cojinete hasta en un 90 %.

Los sellos de árbol de equipo mecánico auxiliar, a veces denominados aisladores de cojinetes o anillos de sellado, se han vuelto cada vez más importantes para los equipos mecánicos modernos, especialmente para equipos que tienen que funcionar en aplicaciones hostiles. Por ejemplo, las unidades de transmisión de potencia mecánica usadas en canteras de roca a menudo se ven sometidas a partículas de polvo altamente abrasivas. Los sellos de árbol de junta tórica o labio elastoméricos se pueden desgastar rápidamente y fallar en entornos tales como estos. El polvo y los contaminantes exteriores no se pueden excluir del interior del alojamiento de transmisión mediante un dispositivo de sellado estándar defectuoso. Tampoco se puede evitar que el aceite u otros fluidos se escapen de los dispositivos de transmisión más allá de una junta de labios desgastada.

Para evitar la entrada de elementos de corrupción y la salida de fluidos lubricantes, se han proporcionado una serie de disposiciones y dispositivos de sellado primarios auxiliares o mejorados. Algunos de estos dispositivos de sellado proporcionan un acoplamiento físico del árbol y una acción de limpieza mientras funciona el árbol. Otros dispositivos proporcionan una acción de interconexión y limpieza entre las piezas de sello. Pero en ambas disposiciones de este tipo, la fricción inevitable provoca un desgaste inevitable de la pieza.

Por ejemplo, juntas de labios, que comúnmente se conocen como sellos de aceite, son un método bien establecido para proteger los alojamientos de cojinete de la contaminación por agua, polvo, productos químicos o vapor. Las juntas de labios normalmente implican un labio o labios elastoméricos fijos que tocan el árbol o manguito giratorio en un ángulo de modo que los contaminantes se excluyan del alojamiento. Si bien las juntas de labios tienen un bajo coste inicial, las juntas de labios tienen una vida de protección corta, aproximadamente 3000 horas, debido al desgaste del elastómero o del propio árbol.

Otro tipo de sello es un dispositivo laberíntico que contiene una trayectoria tortuosa que dificulta que los contaminantes entren en el alojamiento de cojinete para degradar la eficacia del lubricante. Las ventajas de los laberintos son sus características de no desgaste y autoventilación.

Algunos de estos dispositivos de sellado que tienen éxito comercial no requieren ninguna interconexión física real de las piezas del miembro de sellado. Entre tales dispositivos que han tenido una aceptación comercial considerable se encuentran los divulgados en las patentes de EE. UU. n.º 4 706 968; 4 466 620; 4 175 752; 4 114 902; 4 022 479; y 4 832 350.

El documento US3042417 se refiere a un sello centrífugo entre un primer miembro y un segundo miembro giratorio con respecto al mismo, teniendo los miembros superficies de extremo axiales enfrentadas, caracterizado por una ranura anular en la superficie de extremo axial del miembro giratorio. La ranura es concéntrica con el eje de rotación y tiene paredes troncocónicas coaxiales y un elemento de sellado de junta tórica elástico bajo tensión en el interior de dichas paredes troncocónicas. Cuando el miembro giratorio está en reposo, la junta tórica se fuerza a un acoplamiento de sellado continuo con la superficie enfrentada del otro miembro. La elasticidad de la junta tórica es tal que, bajo la influencia de las fuerzas centrífugas a una cierta velocidad, la junta tórica se expandirá haciendo contacto con el exterior de las paredes troncocónicas y, de este modo, se desacoplará de la superficie enfrentada.

**Breve descripción de los dibujos**

5 Los dibujos adjuntos, que están incorporados en la presente memoria descriptiva y forman parte de la misma, ilustran realizaciones y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de los métodos y aparatos.

10 La figura 1 es una vista en sección de un alojamiento de maquinaria, un cojinete y un árbol que sobresale típicos sobre los que está montado un sello novedoso no de acuerdo con la presente invención, estando el árbol en reposo.  
 La figura 2 es una vista en sección similar a la figura 1 que muestra el sello con más detalle.  
 La figura 3 es una vista despiezada de un sello no de acuerdo con la presente invención.  
 La figura 4 es una vista en sección ampliada que muestra porciones de piezas de sello tal como aparecen cuando el árbol está fijo.  
 La figura 5 es una vista en sección ampliada similar a la figura 4 que muestra las piezas de sello de cojinete tal como aparecen cuando el árbol está girando a una velocidad operativa.  
 15 La figura 6 es una vista en sección transversal axial que muestra diversos aspectos de un conjunto de sello de árbol de acuerdo con la presente invención,  
 la figura 7 es una vista en sección transversal axial del rotor de la realización mostrada en la figura 6.  
 La figura 7A es una vista detallada de una porción de la figura 7.  
 La figura 8A es una vista en sección transversal axial del estátor de la realización mostrada en la figura 6.  
 20 La figura 8B es una vista radial del lado interior del estátor de la realización mostrada en la figura 6.  
 La figura 9 es una vista en sección transversal axial de una porción de otra realización ilustrativa de un conjunto de sello de árbol de acuerdo con la presente invención,  
 la figura 10 es una vista en sección transversal axial de una porción de otra realización ilustrativa de un conjunto de sello de árbol de acuerdo con la presente invención.

25 **Descripción detallada**

Antes de divulgar y describir los presentes métodos y aparatos, se debe entender que los métodos y aparatos no se limitan a métodos específicos, a componentes específicos o a implementaciones particulares. También se debe  
 30 entender que la terminología usada en el presente documento tiene la finalidad de describir únicamente realizaciones particulares y no pretende ser limitante.

Como se usa en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Los intervalos se pueden  
 35 expresar en el presente documento como de "aproximadamente" un valor particular y/o a "aproximadamente" otro valor particular. Cuando se expresa tal intervalo, otra realización incluye desde un valor particular y/o hasta el otro valor particular. De la misma manera, cuando los valores se expresan como aproximaciones, mediante el uso del antecedente "aproximadamente", se entenderá que el valor particular forma otra realización. Se entenderá además que los puntos finales de cada uno de los intervalos son significativos tanto en relación con el otro punto final, como  
 40 independientemente del otro punto final.

"Opcional" u "opcionalmente" significa que el evento o circunstancia descrito posteriormente puede ocurrir o no y que la descripción incluye casos en los que ocurre dicho evento o circunstancia y casos en los que no.

45 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta memoria descriptiva, la palabra "comprender" y variaciones de la palabra, tales como "que comprende" y "comprende", significa "incluyendo, aunque no de forma limitativa", y no pretende excluir, por ejemplo, otros componentes, números enteros o etapas. "Ilustrativo" significa "un ejemplo de" y no pretende transmitir una indicación de una realización preferida o ideal. "Tal como" no se usa en un sentido restrictivo, sino con fines explicativos.

50 Se divulgan componentes que se pueden usar para realizar los métodos y aparatos divulgados. Estos y otros componentes se divulgan en el presente documento y se entiende que cuando las combinaciones, subconjuntos, interacciones, grupos, etc. de estos componentes se divulgan, si bien la referencia específica de cada una de las diversas combinaciones individuales y colectivas y la permutación de estas pueden no desvelarse explícitamente,  
 55 cada uno se contempla y describe específicamente en el presente documento, para todos los métodos y aparatos. Esto se aplica a todos los aspectos de esta solicitud, incluyendo, aunque no de forma limitativa, etapas en los métodos divulgados. Por tanto, si hay una diversidad de etapas adicionales que se pueden realizar, se entiende que cada una de estas etapas adicionales se puede realizar con cualquier realización específica o combinación de realizaciones de los métodos divulgados.

60 Antes de pasar a explicar en detalle las diversas realizaciones de la presente invención, se debe entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes descritos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede presentar otras realizaciones y puede ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. También, se debe entender que la fraseología y la  
 65 terminología usadas en el presente documento con referencia a la orientación del dispositivo o elemento (tal como, por ejemplo, términos como "anterior", "posterior", "arriba", "abajo", "superior", "inferior" y similares) solo se usan para

5 simplificar la descripción de la presente invención y no indican o implican por sí solas que el dispositivo o elemento al que se hace referencia deba tener una orientación particular. Además, términos tales como "primero", "segundo" y "tercero" se usan en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas para fines de descripción y no pretenden indicar o implicar una importancia o significado relativo. De manera adicional, cualquier dimensión citada o mencionada en el presente documento es solo para fines ilustrativos y no pretende limitar el alcance de la invención de ninguna manera a menos que así se indique en las reivindicaciones.

LISTA DE ELEMENTOS (FIGURAS 1-5)

Descripción	N.º de elemento
Aislador de cojinete	10
Alojamiento	12
Árbol	13
Cojinete	14
Estátor	20
Rotor	22
Rebaje	24
Junta tórica	26
Ranura	30
Primera cara	32
Segunda cara	34
Ranura de drenaje	36
Rebaje restrictivo	42
Junta tórica	44
Reborde	50
Rebaje de acoplamiento	52
Superficie hembra	54
Superficie extensible	56
Miembro de sello	60
Rebaje	62
Pared lateral	63
Ranura	64
Resalte	66, 68
Resalte/Esquina	70-79
Ranura de recogida	80, 82
Saliente de acoplamiento	84
Esquina	90-94
Paso de laberinto	96
Orificio	100

10 La presente divulgación se refiere generalmente a dispositivos de sellado de árbol de equipos mecánicos y, más particularmente, se refiere a un conjunto 10 de sello de árbol que se puede sellar con eficacia cuando un árbol está en reposo y que cambia de configuración para que también se pueda sellar eficazmente, pero sin fricción, cuando el árbol está girando a una velocidad operativa.

15 Ciertas realizaciones de la presente divulgación proporcionan un sello estático y dinámico mejorado para su uso con maquinaria que tiene un alojamiento a través del cual sobresale un árbol giratorio y que proporciona una acción de sellado estático de contacto eficaz de pieza a pieza cuando el árbol está fijo y que proporciona una acción de sellado dinámico sin contacto eficaz cuando el árbol está girando a la velocidad de operativa.

20 Ciertas realizaciones de la presente divulgación también pueden proporcionar un sello de maquinaria del tipo descrito en el que un miembro de sello de junta tórica sólido se acopla tanto a un estátor de sello como a un rotor de sello cuando el árbol está en reposo, pero en el que el miembro de sellado se expande circunferencialmente para desacoplarse del estátor cuando el árbol gira a una velocidad operativa normal.

25 Si bien los diversos aspectos de la presente divulgación se describirán en relación con uno o más aspectos ilustrativos, se entenderá que no se pretende limitar el alcance de la presente divulgación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. Por el contrario, se pretende que cubra todas las alternativas, modificaciones y equivalentes que se pueden incluir dentro del alcance de la presente divulgación. El alcance de la presente invención se define en las reivindicaciones.

30 Pasando primero a la figura 1, en donde números de referencia similares designan elementos similares o correspondientes a lo largo de los diversos dibujos, se muestra el sello o aislador 10 de cojinete tal como aparece cuando se instala sobre y dentro de un alojamiento 12. Un árbol giratorio 13 puede sobresalir a través de este sello 10

y el alojamiento 12. Un cojinete 14 se puede interponer funcionalmente entre el alojamiento fijo 12 y el árbol giratorio 13 de manera conocida.

5 Como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, un aspecto ilustrativo de un sello 10 puede comprender, en general, un estátor 20 en forma de anillo que se puede fijar al alojamiento 12 y un anillo 22 del rotor de acoplamiento que se puede fijar al árbol 13 de modo que el anillo 22 del rotor siga el movimiento giratorio del árbol 13. El rotor y el estátor 20 y 22 pueden estar formados por cualquier material adecuado, incluyendo, aunque no de forma limitativa, bronce, acero, otros metales y sus aleaciones, materiales sintéticos tales como polímeros y/o combinaciones de los mismos.

10 El estátor 20 se puede diseñar y dimensionar para que encaje de forma segura por medio de un ajuste de interferencia ligero de metal a metal dentro de un rebaje 24 formado en el alojamiento 12. Un sello 26 de junta tórica de tipo conocido puede proporcionar un sello eficaz y permanente entre el estátor 20 y el alojamiento 12 para excluir el polvo y otros contaminantes del entorno exterior E y para inhibir o prohibir la fuga de aceite u otro fluido desde el interior del alojamiento I. El estátor 20 se puede fijar al alojamiento 12 de cualquier manera adecuada usando cualquier estructura y/o método adecuado, incluyendo, aunque no de forma limitativa, elementos de sujeción mecánicos, adhesivos químicos y/o combinaciones de los mismos. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no está limitado de ninguna manera por el método y/o la estructura usados para acoplar el estátor 20 con un alojamiento 12 a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

15 20 Como se muestra particularmente en la figura 3, el estátor 20 puede ser anular en forma general, pero se puede formar de modo que su superficie interior 28 tenga una forma generalmente cilíndrica y se puede dimensionar para proporcionar un espacio libre modesto entre esa superficie interior 28 y la superficie exterior adyacente del árbol 13. Por tanto, el estátor 20 se puede fijar rígidamente al alojamiento 12 pero simultáneamente no acoplarse al árbol 13.

25 Para recoger fluidos lubricantes e inhibir su paso por el árbol 13, se puede formar una ranura 30 de captación de fluidos anular en el interior del estátor 20. La ranura 30 ilustrada puede estar provista de una primera cara o cara 32 aguas abajo, cuya cara 32 aguas abajo se puede orientar generalmente perpendicular al eje A del árbol 13. La ranura 30 puede estar provista de una segunda cara opuesta 34, que puede tener forma cónica. Se ha descubierto que esta configuración de una ranura 30 es eficaz para recoger aceite u otros fluidos que pueden fluir a lo largo de la superficie del árbol 13 en una dirección que va desde el interior I del alojamiento 12 hacia el entorno exterior E. Una ranura 36 de retorno o drenaje puede estar ubicada en la parte inferior del estátor 20 y puede estar inclinada hacia el eje del árbol de modo que recoja el aceite acumulado u otro fluido y fomente su retorno a la parte inferior interior del alojamiento 12.

35 El rotor 22 se puede fijar y girar con el árbol 13. Con este propósito, el rotor 22 puede estar provisto de un rebaje 42 restrictivo en el que se puede montar una junta tórica 44. La junta tórica 44 se puede dimensionar y diseñar de otra manera para comprimirse moderadamente dentro del rebaje 42 y para acoplarse al árbol 13 con una cantidad modesta de presión de compresión, lo que se puede lograr usando cualquier manera adecuada. El rotor 30 se puede fijar al árbol 13 de cualquier manera adecuada usando cualquier estructura y/o método adecuado, incluyendo, aunque no de forma limitativa, elementos de sujeción mecánicos, adhesivos químicos y/o combinaciones de los mismos. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no está limitado de ninguna manera por el método y/o la estructura usados para acoplar el rotor 22 con un árbol 13 a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

45 Para proporcionar un sello estático entre el estátor 20 y el rotor 22 fijo, el rotor 22 puede estar formado con un reborde 50 que se extiende axialmente y el estátor 20 puede estar provisto de un rebaje 52 de acoplamiento. En sus porciones radialmente internas, el reborde 50 del rotor puede estar configurado para definir una superficie 54 hembra cilíndrica que se extiende axialmente y el estátor 20 se puede configurar con una superficie 56 que se extiende axialmente, subyacente, enfrentada de acoplamiento. Entre estas superficies 54 y 56 se puede interponer un miembro 60 de sello de tipo junta tórica sólido pero que se puede estirar, que se puede acoplar tanto al estátor 20 como al rotor 22 cuando el árbol 13 y el rotor 22 están en reposo.

50 En un aspecto ilustrativo, este miembro 60 de sello extensible puede estar dispuesto en un rebaje 62 formado en el reborde 50 del rotor y el miembro 60 de sello puede estar dimensionado y conformado para acoplar la superficie 56 macho de estátor enfrentada y adyacente y las paredes 63 laterales opuestas del rebaje 62 cuando el rotor 22 y el árbol 13 no están en movimiento. Para mejorar el acoplamiento sello-estátor y el contacto de sellado cuando el sello 10 y el rotor 22 están en reposo, la superficie 56 del estátor puede estar interrumpida por una ranura 64, que puede estar centrada axialmente con respecto al rebaje 62. Esta ranura 64 se puede configurar para definir dos resaltes opuestos 66, 68. Los resaltes 66, 68 pueden estar configurados para acoplarse al miembro 60 de sello elástico a lo largo de dos líneas anulares opuestas de contacto cuando el rotor 22 no está en movimiento. Por tanto, se puede producir un acoplamiento de sello físico positivo entre el miembro 60 de sello y el estátor 20 a lo largo de los dos resaltes 66, 68 anulares opuestos; y el acoplamiento físico positivo entre el miembro 60 de sello y el rotor 22 puede ocurrir en todo momento a lo largo de las líneas anulares de contacto 69 entre el miembro 60 de sello y las paredes laterales 63 del rebaje 62. Puede existir un hueco entre el miembro 60 de sello y la pared inferior 65 del rebaje 62 cuando el rotor 22 está fijo. En la figura 4 se muestra la configuración en reposo de las piezas de sello.

65 El miembro 60 de sello sólido se puede centrifugar lejos de su acoplamiento con el estátor 20 cuando el rotor 22 y el

5 árbol 13 están girando a una velocidad operativa, como se muestra particularmente en la figura 5. El rebaje 62 se puede formar con una profundidad radial excesiva, lo que puede permitir que el sello 60 se expanda o se estire circunferencialmente durante la rotación, de modo que el miembro 60 de sello se desacople de la superficie 56 del estátor 20. Este despegue o desacoplamiento del miembro 60 de sello puede ocurrir debido a la fuerza centrífuga aplicada y/o experimentada por el miembro 60 de sello, lo que puede hacer que el miembro 60 de sello se estire radialmente a medida que se desliza a lo largo de las paredes 63 del rebaje 62 y se aleje de la superficie 56 macho del estátor subyacente, como se muestra particularmente en la figura 5. Bajo estas circunstancias, el miembro 60 de sello y los elementos correspondientes de un aislador 10 de cojinete se pueden configurar de modo que no haya interconexión física entre cualquier porción estática del aislador 10 de cojinete y cualquier porción giratoria del mismo cuando el árbol 13 está girando a su velocidad operativa. En consecuencia, el miembro 60 de sellado puede ser dinámicamente eficaz para inhibir la entrada de contaminantes o la salida de fluidos, sin embargo, al mismo tiempo no tendrá fricción ni se desgastará durante el funcionamiento.

15 Como se observa en las figuras 4 y 5, el miembro 60 de sello puede tener una sección transversal sustancialmente circular, tanto en reposo como cuando gira. Cuando el árbol está en reposo, puede haber aproximadamente un espacio de 0,0254 cm (0,010 pulgadas) entre el miembro 60 de sello y la pared inferior 65 del rebaje 62. El hueco permite un despegue de 0,0254 cm (0,010 pulgadas) del miembro 60 de sello desde la superficie 56 del estátor, con un correspondiente aumento de 0,0508 cm (0,020 pulgadas) en la circunferencia del miembro 60 de sello.

20 Un lubricante, tal como grasa o similares, se puede utilizar en la ranura 64 para reducir la fricción entre el miembro 60 de sello y el estátor 20 en el arranque giratorio inicial del árbol 13, antes de que se logre una velocidad operativa suficiente para producir el despegue del miembro 60 de sello del estátor 20. El miembro 60 de sello puede ser un toroide sólido formado a partir de un material de nitrilo o elastómero de flora, tal como viton, que fabrica Du Pont. El miembro 60 de sello se puede formar para tener una dureza de durómetro baja, Shore A, que varía de 40 a 70, de modo que el miembro 60 de sello sea deformable elásticamente. Como entenderán los expertos en la materia, el miembro 60 de sello se puede configurar de modo que se deforme cada vez más y se levante alejándose del acoplamiento con el estátor 20 subyacente a medida que aumentan las fuerzas centrífugas. Estas fuerzas centrífugas aumentan en proporción cuadrática a la velocidad lineal del miembro 60 de sellado en movimiento.

30 Ciertos aspectos de un aislador 10 de cojinete pueden incluir formaciones superficiales adicionales en el rebaje 52 del estátor y el reborde 50 del rotor de acoplamiento, que puede servir para inhibir la entrada de contaminantes y la salida de fluidos, especialmente cuando el árbol 13 está girando. Específicamente, el reborde 50 del rotor se puede formar para tener una serie de resaltes o esquinas 70-79 y ranuras 80, 82 de recogida anulares. El rebaje 52 del estátor puede estar provisto igualmente de un saliente 84 de acoplamiento y esquinas 90-94. Estos anillos del estátor 20 y del rotor 22 concéntricos se pueden configurar para definir un paso 96 laberíntico, enrevesado y anular de longitud extendida y diversos tamaños o espesores. Esta trayectoria puede ser, en su porción más delgada, de 0,01778 cm (0,007 pulgadas) a 0,381 cm (0,150 pulgadas) de radio o espesor. Consecuentemente, el rotor 22 puede girar o rotar dentro del estátor 20 con prácticamente cero fricción entre las superficies respectivas. La trayectoria 96 laberíntica puede evitar eficazmente que los lubricantes pasen hacia fuera desde el alojamiento interior I al exterior E y también puede evitar la entrada de contaminantes desde el exterior E del interior I.

45 Se puede formar un orificio 100 que se extiende radialmente hacia dentro en la parte inferior del estátor 22, cuyo orificio 100 se puede comunicar con la ranura 96 de recogida. El orificio 100 puede estar configurado para conducir al exterior E del alojamiento 12 de máquina y permitir que los contaminantes y otros materiales que se puedan haber acumulado dentro de la ranura 96 de recogida se expulsen y se alejen del aislador 10 de cojinete. Se observará que la fabricación del estátor 20, el rotor 22 y el miembro 60 de sello se puede lograr rápida y fácilmente mediante métodos conocidos. Cuando se ensamblan, el estátor 20 y el rotor 22 se pueden configurar de modo que no se acoplen físicamente entre sí y estén libres de interferencias tanto en configuración como en operación dinámica.

50 Los diversos aspectos de un aislador 10 de cojinete divulgado en el presente documento se pueden configurar para proporcionar un mecanismo de aislador para su uso con un alojamiento 12 de maquinaria y un árbol giratorio 13 que sobresale a través del alojamiento 12. Las realizaciones ilustrativas pueden comprender en general un estátor 20 configurado para acoplarse con el alojamiento 12 y un rotor 22 configurado para acoplarse con el árbol 13. El estátor 20 y el rotor 22 se pueden conformar de modo que el estátor 20 incluya una porción configurada como una superficie cilíndrica macho y el rotor 22 se puede conformar de modo que incluya una porción configurada como una superficie cilíndrica hembra ubicada radialmente hacia fuera de la superficie macho del estátor. Un miembro 60 de sello se puede colocar adyacente a la superficie hembra del rotor y acoplar a la superficie macho del estátor cuando el rotor 22 y el miembro 60 de sello están en reposo. Sin embargo, el miembro 60 de sello se puede configurar de modo que se estire por la fuerza centrífuga en una configuración fuera de acoplamiento con el estátor 20 cuando el rotor 22 y el miembro 60 de sello se están moviendo a velocidades operativas. Otros aspectos de un aislador 10 de cojinete pueden incluir diferentes combinaciones de características y/o funcionalidad sin desviarse del alcance de la presente divulgación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

## ES 2 989 753 T3

### LISTA DE ELEMENTOS (FIGURAS 6-10)

Descripción	N.º de elemento
Conjunto de sello de árbol	10
Alojamiento	
Árbol	14
Junta tórica	
Patín	
Estátor	20
Cuerpo del estátor	21
Ranura de junta tórica del estátor	
Resalte	
Ranura del miembro de sellado	22
Drenaje interior	23
Saliente axial	26
Drenaje externo	27
Saliente radial	
Saliente inclinado	
Ranura axial	
Ranura radial	
Rotor	30
Cuerpo del rotor	31
Base del rotor	
Ranura del miembro de sellado del rotor	32
Primer hueco de interfaz axial	
Primer hueco de interfaz radial	
Saliente axial del rotor	36
Saliente radial del rotor	
Saliente inclinado del rotor	
Ranura axial del rotor	
Ranura radial del rotor	
Cavidad anular	50
Rebaje cooperante	51
Vértice radial	
Vértice axial	
Anillo cooperante	52
Asiento de rebaje	53
Rampa de rebaje	54
Punto de inflexión	
Superficie exterior del rebaje	55
Labio de rebaje	
Saliente cooperante	56
Superficie radial	
Superficie en ángulo	
Superficie axial	
Superficie terminal	
Interfaz de cooperación	

5 En las figuras 6 a 10, se muestran varios aspectos ilustrativos de un conjunto 10 de sello de árbol, que proporcionan vistas en sección transversal axial de conjuntos 10 de sello de árbol de acuerdo con la presente invención. Se contempla que los conjuntos 10 de sello de árbol ilustrativos divulgados en el presente documento se puedan adaptar específicamente para su uso con equipos mecánicos y se puedan configurar para sellar de manera eficaz una porción del equipo tanto cuando un árbol 14 está en reposo como cuando el árbol 14 está girando en una velocidad operativa (que los conjuntos 10 de sello de árbol ilustrativos pueden lograr sin fricción). Una porción del conjunto 10 de sello de árbol puede cambiar de configuración cuando el árbol 14 está estático en oposición a cuando el árbol 14 está girando para proporcionar esta funcionalidad.

15 Como se muestra, el conjunto 10 de sello de árbol mostrado en las figuras 6 a 10 incluye un estátor 20 y un rotor 30. El estátor 20 está configurado para acoplarse con un alojamiento, cuyo alojamiento puede tener un árbol 14 que se extiende desde el mismo y puede girar con respecto al mismo. Una porción del estátor 20 se puede extender hacia el

interior del alojamiento y la longitud de la porción del estátor que se extiende hacia el interior del alojamiento puede estar limitada por un resalte (y/o saliente radial) que se puede formar en una superficie radialmente exterior del estátor 20. Un estátor 20 se puede acoplar con un alojamiento a través de una o más juntas tóricas, en donde cada junta tórica puede corresponder a una ranura de junta tórica del estátor, que se puede formar en una superficie del cuerpo 22 principal del estátor que es adyacente a un alojamiento durante el uso. Sin embargo, el estátor 20 se puede fijar a un alojamiento en cualquier estructura y/o método adecuado, que incluye, pero sin limitación, elementos de sujeción mecánicos, adhesivos químicos, soldadura, ajuste de interferencia y/o combinaciones de los mismos. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no está limitado de ninguna manera por el método y/o la estructura usados para acoplar el estátor 20 con un alojamiento a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

El rotor 30 se puede configurar para acoplarse al árbol 14 de modo que el rotor 30 gire con el árbol 14. En un aspecto, el rotor 30 se puede acoplar con el árbol 14 a través de una o más juntas tóricas, en donde cada junta tórica puede corresponder a una ranura de junta tórica de rotor. Sin embargo, se puede usar cualquier estructura y/o método adecuado para acoplar el rotor 30 con el árbol 14, incluyendo, aunque no de forma limitativa, elementos de sujeción mecánicos, adhesivos químicos, soldadura, ajuste de interferencia y/o combinaciones de los mismos. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no está limitado de ninguna manera por el método y/o la estructura usados para acoplar el rotor con un árbol 14 a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

El estátor 20 puede estar formado con al menos un saliente axial 26 y/o al menos un saliente radial que se extiende desde un cuerpo 21 del estátor y/o puede estar configurado con una o más ranuras axiales y/o radiales. Se puede formar una ranura axial y/o radial en el cuerpo 21 del estátor, un saliente axial 26 y/o un saliente radial. Cada ranura se puede extender alrededor de toda la característica en la que se forma la ranura, de modo que la ranura sea una ranura anular. De la misma manera, cada saliente 26 se puede extender alrededor de todo el estátor 20 de modo que sea un saliente anular 26. Adicionalmente, un saliente 26 axial y/o radial se puede extender desde el cuerpo 21 del estátor, un saliente axial 26, un saliente radial, una ranura axial y/o una ranura radial. Como es evidente a partir de las diversas figuras, los salientes 26 pueden cooperar para formar ranuras y viceversa.

De manera similar, el rotor 30 puede estar formado con al menos un saliente 36 axial del rotor y/o al menos un saliente radial del rotor que se extiende desde un cuerpo 31 del rotor y/o puede estar configurado con una o más ranuras axiales y/o radiales del rotor. Se puede formar una ranura axial y/o radial del rotor en el cuerpo 31 del rotor, un saliente 36 axial del rotor y/o un saliente radial del rotor. Cada ranura del rotor se puede extender alrededor de toda la característica en la que se forma la ranura de rotor, de modo que la ranura del rotor sea una ranura anular. De la misma manera, cada saliente 36 del rotor se puede extender alrededor de todo el rotor 30 de modo que sea un saliente 36 del rotor anular. Adicionalmente, un saliente 36 axial y/o radial del rotor se puede extender desde el cuerpo 31 del rotor, un saliente 36 axial del rotor, un saliente radial del rotor, una ranura axial del rotor y/o una ranura radial del rotor. Como es evidente a partir de las diversas figuras, los salientes 36 del rotor pueden cooperar para formar ranuras del rotor y viceversa.

El estátor 20 y el rotor 30 se pueden configurar de modo que al menos un saliente 26 en el estátor 20 corresponda a al menos una ranura del rotor y/o de modo que al menos un saliente 36 del rotor corresponda a al menos una ranura formada en el estátor 20. De esta forma, el estátor 20 y el rotor 30 se pueden configurar de modo que las diversas ranuras y/o salientes 26 del estátor 20 cooperen con diversas ranuras del rotor y/o salientes 36 del rotor para formar un sello laberíntico y/o paso entre el estátor 20 y el rotor 30. Se contempla que un paso laberíntico entre el estátor 20 y el rotor 30 pueda servir para mitigar/prevenir la salida de lubricante del alojamiento a través del conjunto 10 de sello de árbol mientras que simultáneamente sirve para mitigar/prevenir la entrada de contaminantes del entorno externo a través del conjunto 10 de sello de árbol al alojamiento.

Los conjuntos 10 de sello de árbol mostrados en las figuras 6 a 10 se pueden configurar para proporcionar al menos los diversos beneficios asociados con las realizaciones de un aislador 10 de cojinete mostrado en las figuras 1 a 5 y de modo que el conjunto 10 de sello de árbol funcione de manera similar a la del aislador de cojinete mostrado en las figuras 1 a 5. Sin embargo, los diversos elementos, la funcionalidad, las descripciones, etc. de cualquier aislador 10 de cojinete divulgado en el presente documento no limitan de ninguna manera el alcance de cualquier conjunto 10 de sello de árbol y viceversa.

Generalmente, mientras que una cavidad anular 50 (es decir, la porción del aislador 10 de cojinete configurada para alojar el miembro 60 de sello) en el aislador 10 de cojinete mostrado en las figuras 1 a 5 incluye superficies que son paralelas o perpendiculares al eje de rotación del árbol 14 (y más específicamente dos superficies que son perpendiculares y una superficie que es paralela a la misma), las realizaciones de un conjunto 10 de sello de árbol mostradas en las figuras 6 a 10 incluyen una cavidad anular 50 con al menos algunas superficies que generalmente están orientadas de manera diferente a la perpendicular o perpendiculares con respecto al eje de rotación del árbol 14 y cuya cavidad anular 50 puede tener más de tres superficies como se describe en detalle a continuación.

Como se muestra en las figuras 6 a 7A y 9 a 10, se forma un conjunto 10 de sello de árbol con una cavidad anular 50 en el mismo, una porción de la cavidad anular 50 está ocupada por un anillo cooperante 52 durante el uso. Se contempla que, en un aspecto del conjunto 10 de sello de árbol, el anillo cooperante 52 se puede formar y/o configurar de una manera que sea sustancialmente similar a la del miembro 60 de sello como se ha descrito previamente en el

presente documento para un aislador 10 de cojinete mostrado en las figuras 1 a 5. Es decir, el anillo cooperante 52 puede estar formado por un material sólido pero que se puede estirar, de modo que el anillo cooperante 52 se pueda expandir radialmente hacia fuera cuando se someta a una cantidad predeterminada de fuerza centrífuga. El anillo cooperante 52 se puede configurar para acoplarse físicamente al estátor 20 y/o al rotor 30 en una o más superficies (que se pueden formar como superficies de manera generalmente radial hacia dentro formadas en el estátor 20 y/o al rotor 30) de la cavidad anular 50 cuando el árbol 14 (y, en consecuencia, el rotor 30 y el anillo cooperante 52) está en reposo con respecto al alojamiento y al estátor 20.

Cuando el árbol 14 (y, en consecuencia, el rotor 30) comienza a girar a una velocidad predeterminada, la fuerza centrífuga del mismo puede hacer que el anillo cooperante 52 se estire por esa fuerza centrífuga de modo que el anillo cooperante 52 se desacople de una o más superficies. El anillo cooperante 52 se puede configurar de modo que se expanda radialmente (debido a esta fuerza centrífuga) hasta que se acople a una rampa 54 de rebaje y/o a una superficie 55 exterior del rebaje, la rampa 54 de rebaje y la superficie 55 exterior del rebaje se muestran formadas en el rotor 30 en el conjunto 10 de sello de árbol en las figuras 6 a 10. Sin embargo, la rampa 54 de rebaje y/o la superficie 55 exterior del rebaje se pueden configurar de manera diferente sin limitación a menos que se indique así en las siguientes reivindicaciones.

El rotor 30 y el estátor 20 están configurados para formar una cavidad anular 50 entre ellos. Junto con un rebaje cooperante 51 formado en una porción del rotor 30, un saliente cooperante 56 formado en una porción del estátor 20 puede proporcionar varios límites de una cavidad anular 50.

Un saliente cooperante 56 puede definir una superficie radial, una superficie en ángulo y una superficie axial. Como se muestra, el estátor 20 puede incluir tres superficies en ángulo distintas, en donde una primera superficie en ángulo se coloca adyacente a la superficie radial, una tercera superficie en ángulo se coloca adyacente a la superficie axial y una segunda superficie en ángulo se coloca entre la primera y la tercera superficies en ángulo. En un aspecto, las tres superficies en ángulo se pueden configurar para proporcionar una transición gradual relativamente lisa desde la superficie radial a la superficie axial, en donde la primera superficie en ángulo está inclinada con respecto a la superficie radial en una cantidad relativamente pequeña, la segunda superficie en ángulo está en ángulo con respecto a la superficie radial en una cantidad relativamente mayor y la tercera superficie en ángulo está en ángulo con respecto a la superficie radial en una cantidad relativamente grande (y viceversa con respecto a la superficie axial). Adicionalmente, las diversas transiciones desde una superficie radial a una superficie en ángulo, desde una superficie en ángulo a una superficie en ángulo y desde una superficie en ángulo a una superficie axial pueden ser lisas y/o redondeadas. Se contempla que esta transición gradual relativamente lisa de la superficie radial a la superficie axial puede ayudar a la colocación adecuada del anillo cooperante 52 cuando el árbol 14 está en reposo, como se describe más adelante.

El saliente cooperante 56 puede terminar en una superficie terminal. En un aspecto, la superficie terminal se puede orientar radialmente de modo que pueda ser generalmente perpendicular a la superficie axial. Sin embargo, la superficie terminal se puede configurar de manera diferente en otros aspectos del conjunto 10 de sello de árbol sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. En un aspecto, cuando el árbol 14 está en reposo, al menos una porción del anillo cooperante 52 se puede acoplar con al menos una superficie en ángulo y/o la superficie axial formada en el estátor 20 y acoplarse simultáneamente con al menos una rampa 54 de rebaje y/o una superficie interior de manera generalmente axial de un saliente radial del rotor. De esta manera, el anillo cooperante 52 puede evitar que los contaminantes dentro de la cavidad anular 50 se muevan más allá del anillo cooperante 52 hacia el árbol 14 a través de una interfaz cooperante colocada entre la superficie terminal y una superficie interior de manera generalmente axial del rotor 30.

En otros aspectos, el saliente cooperante 56 puede tener más o menos superficies y/o múltiples superficies radiales, superficies en ángulo y/o superficies axiales y/o puede tener múltiples superficies en ángulo configuradas de manera diferente sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. Una porción de la superficie radial se puede colocar adyacente a una porción del rotor 30 durante el uso. En un aspecto, la porción del rotor 30 adyacente a la superficie radial puede ser un saliente 36 del rotor, que se puede formar con una superficie orientada radialmente sobre el mismo para complementar la superficie radial. Sin embargo, se pueden usar otras configuraciones de una interfaz entre cualquier característica del rotor 30 y cualquier característica de un saliente cooperante 56 sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. Juntos, el rebaje cooperante 51 y el saliente cooperante 56 pueden formar toda o una porción de la cavidad anular 50 como se describe con más detalle a continuación.

En un aspecto, un rebaje cooperante 51 se puede formar generalmente en un saliente 36 axial del rotor. El rebaje cooperante se puede formar con un vértice radial en su extremo radialmente hacia fuera, en donde el vértice radial se puede configurar como una curva relativamente lisa. Sin embargo, en otros aspectos, el vértice radial se puede configurar de manera diferente sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. El rotor 30 puede estar formado con uno o más orificios radiales (no mostrados) que se extienden desde una porción del rebaje cooperante 51 radialmente hacia fuera a través de un saliente 36 axial del rotor para proporcionar una trayectoria en la dirección radial desde la cavidad anular 50 hasta una interfaz de manera generalmente radial exterior entre el rotor 30 y el estátor 20.

Se puede formar una superficie 55 exterior del rebaje a cada lado del vértice radial y cada superficie exterior del rebaje se puede extender lejos del vértice radial en una dirección que está en ángulo con respecto al eje de rotación del árbol 14 y un plano que es perpendicular a ese eje, en donde un componente de la dirección puede ser de manera  
5 generalmente radial hacia dentro (es decir, hacia el árbol 14). En un aspecto, el ángulo de las superficies 55 exteriores del rebaje con respecto al eje de rotación del árbol 14 puede estar entre 5 y 90 grados y una superficie 55 exterior del rebaje puede tener un ángulo diferente al de la otra sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. En un aspecto, una superficie 55 exterior del rebaje se puede extender desde el vértice radial en una  
10 dirección de manera generalmente radial y axial hacia dentro (por ejemplo, la superficie 55 exterior del rebaje en el lado izquierdo de las figuras 6 a 10) y otra superficie 55 exterior del rebaje se puede extender desde el vértice radial en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia fuera (por ejemplo, la superficie 55 exterior del rebaje en el lado derecho de las figuras 6 a 10). De nuevo, se pueden usar otras configuraciones de superficies 55 exteriores del rebaje sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

15 En un aspecto, se puede formar un rebaje cooperante 51 con un vértice axial, de modo que al menos una superficie 55 exterior del rebaje pueda estar definida en un primer extremo de la misma por un vértice radial y en un segundo extremo de la misma por un vértice axial. El vértice radial se puede configurar como una curva relativamente lisa. Sin embargo, en otros aspectos, el vértice axial se puede configurar de manera diferente sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. Otra superficie 55 exterior del rebaje pueda estar definida en un primer  
20 extremo de la misma por el vértice radial y en un segundo extremo de la misma por un labio de rebaje. El labio de rebaje puede estar en ángulo con respecto a la superficie 55 exterior del rebaje de modo que el ángulo entre la superficie 55 exterior del rebaje y el eje de rotación del árbol 14 sea mayor que el que hay entre el labio de rebaje y el eje de rotación del árbol 14. Sin embargo, en otros aspectos, el labio de rebaje se puede configurar de manera diferente sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

25 Como se ha descrito anteriormente con respecto a una superficie radial, una porción del rotor 30 se puede colocar adyacente a la superficie radial. En un aspecto, la porción del rotor 30 adyacente a la superficie radial puede ser una superficie interior de manera generalmente axial de un saliente 36 axial del rotor, cuya superficie interior de manera generalmente axial puede ser paralela con respecto a la superficie radial y otras superficies de las cuales pueden formar porciones del rebaje cooperante 51. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, la superficie radial no  
30 está limitada de modo que debe ser perpendicular con respecto al eje de rotación del árbol 14 y, en consecuencia, la superficie del rotor 30 adyacente a la superficie radial tampoco está tan limitada, a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. En un aspecto en donde la superficie radial no es perpendicular al eje de rotación del árbol 14, la superficie del rotor 30 adyacente a la superficie radial puede tener un ángulo similar, de modo que pueda ser paralelo a la superficie radial. Sin embargo, se pueden usar otras configuraciones de una interfaz entre cualquier característica del rotor 30 y cualquier característica de un saliente cooperante 56 sin limitación a menos que así se  
35 indique en las siguientes reivindicaciones.

40 En un aspecto, se puede extender una rampa 54 de rebaje desde un vértice axial y puede hacerlo en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia dentro. La rampa 54 de rebaje puede estar en ángulo con respecto al radial del árbol 14 en una cantidad entre 3 y 70 grados. En un aspecto, la rampa 54 de rebaje y la superficie 55 exterior del rebaje que no termina en el vértice axial pueden ser paralelas entre sí. Sin embargo, la configuración específica de la rampa 54 de rebaje, vértices y/o superficies 55 de rebaje exteriores no limitan de ninguna manera el alcance de la presente divulgación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

45 La rampa 54 de rebaje se puede definir en un primer extremo de la misma por un vértice axial y en un segundo extremo de la misma por un punto de inflexión. Desde el punto de inflexión, un saliente radial del rotor se puede extender en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro. Una superficie axialmente interior de este saliente radial del rotor se puede configurar de modo que sea generalmente paralela con respecto al radio del árbol 14. A medida  
50 que el árbol 14 (y, en consecuencia, el rotor 30) comienza a girar, la rampa 54 de rebaje y/o un saliente radial del rotor pueden entrar en contacto con el anillo cooperante 52, impartiendo de este modo energía de rotación al mismo, lo que puede hacer que el anillo cooperante 52 gire. La fuerza centrífuga de la rotación del anillo cooperante 52 puede hacer que el anillo cooperante 52 se extienda radialmente hacia fuera de modo que una porción del mismo se mueva en dirección desde un área en la rampa 54 de rebaje adyacente al punto de inflexión hacia el vértice axial y desde el  
55 vértice axial vértice hacia el vértice radial. En un aspecto, una porción del anillo cooperante 52 se puede asentar dentro del vértice radial cuando el árbol 14 está a una velocidad operativa. Además, el anillo cooperante 52 y la cavidad anular 50 se pueden configurar de modo que, cuando el árbol 14 está a una velocidad de operación, ninguna porción del anillo cooperante 52 está en contacto físico con el estátor 20. Las diversas superficies en el saliente cooperante 56 se pueden configurar de modo que en el caso de que el anillo cooperante 52 entre en contacto con una de esas superficies cuando el árbol 14 está girando, esas superficies pueden servir para empujar el anillo cooperante 52 hacia  
60 el rotor 30 de modo que cualquier contacto entre el estátor 20 y el anillo cooperante 52 cuando el árbol 14 está girando pueda ser nominal.

65 En un aspecto, la rampa 54 de rebaje se puede configurar de modo que no sea paralela con respecto a la superficie 55 exterior del rebaje opuesta (es decir, la superficie 55 exterior del rebaje que no está colocada entre el vértice radial y el vértice axial). Más específicamente, la rampa 54 de rebaje y la superficie 55 exterior del rebaje opuesta se pueden

- configurar de modo que el anillo cooperante 52 se pueda comprimir entre la rampa 54 de rebaje y una porción de la superficie 55 exterior del rebaje opuesta a medida que el anillo cooperante 52 se empuja hacia el vértice radial debido a la fuerza centrífuga de la rotación del árbol 14 (y, en consecuencia, el rotor 30). Las dos superficies 55 exteriores del rebaje pueden estar en un ángulo mayor de 90 grados entre sí, al igual que la superficie 55 exterior del rebaje adyacente a la rampa 54 de rebaje y la rampa 54 de rebaje. Además, la longitud de la superficie 55 exterior del rebaje entre el vértice radial y el vértice axial puede ser menor que la de la superficie 55 exterior del rebaje que se opone a la rampa 54 de rebaje. Por supuesto, se pueden implementar otras configuraciones de las diversas superficies de la cavidad anular 50 sin desviarse del alcance de la presente divulgación, como se define en las reivindicaciones.
- 10 El saliente cooperante 56 se puede configurar de modo que no se requiera una superficie axial. El saliente cooperante 56 se puede configurar de modo que una superficie en ángulo se coloque adyacente a una superficie terminal. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no se limita a los conjuntos 10 de sello de árbol que tienen una superficie axial a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.
- 15 El estátor 20 y el rotor 30 se pueden configurar de modo que el punto de inflexión formado en el rotor 30 puede estar aproximadamente a la misma distancia radial del eje de rotación del árbol 14 que la transición entre la superficie terminal y la superficie axial o superficie en ángulo. Sin embargo, se pueden usar otras configuraciones sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.
- 20 El conjunto 10 de sello de árbol se puede configurar de modo que el estátor 20 incluya un saliente inclinado y el rotor 30 incluya un saliente inclinado de rotor. El saliente inclinado y el saliente inclinado del rotor se pueden configurar para cooperar entre sí para proporcionar una funcionalidad de encaje a presión entre el estátor 20 y el rotor 30, cuya funcionalidad se describe en detalle en la patente de EE. UU. n.º 7 052 014 y no se analizará además en el presente documento por motivos de brevedad.
- 25 El conjunto 10 de sello de árbol se puede configurar de modo que una primera interfaz externa entre el estátor 20 y el rotor 30 esté ubicada a lo largo de un plano orientado de manera generalmente radial en un saliente radial y un saliente radial del rotor, en donde tanto el saliente radial como el saliente radial del rotor puedan tener una superficie exterior sobre los mismos. Moviéndose en una dirección de manera generalmente axial hacia dentro desde la interfaz, la distancia entre el saliente radial y el saliente radial del rotor puede aumentar. Es decir, la dimensión radial de la primera interfaz externa entre el estátor 20 y el rotor 30 puede aumentar en una dirección de manera generalmente axial hacia dentro. En consecuencia, cualquier material ubicado dentro de una ranura radial y/o ranura radial del rotor adyacente a esta interfaz se puede someter a un tipo de embudo desde el interior del conjunto 10 de sello de árbol hasta el exterior del mismo, facilitando la salida de contaminantes desde el interior del conjunto 10 de sello de árbol al exterior del mismo. De manera adicional, si un contaminante (por ejemplo, agua) se rocía hacia el exterior del conjunto 10 de sello de árbol adyacente a esta interfaz, la interfaz se abre desde el exterior hacia el interior de modo que puede hacer que la pulverización de contaminantes se extienda en un patrón similar a un abanico, lo que puede frustrar la entrada del contaminante en el conjunto 10 de sello de árbol.
- 40 El conjunto de sello de árbol se puede configurar de modo que el rotor 30 del mismo pueda estar formado por dos porciones distintas que comprenden una base del rotor y un cuerpo del rotor. En un aspecto, el estátor 20 y el rotor 30 pueden estar unificados para mitigar y/o eliminar la separación del rotor 30 del estátor 20 tras el movimiento axial del estátor 20 y/o el rotor 30 con respecto al árbol 14 y/o el alojamiento.
- 45 La base del rotor se puede configurar para acoplarse al árbol 14 de modo que la base del rotor gire con el árbol 14. El cuerpo 31 del rotor se puede configurar para acoplarse a la base del rotor de tal manera que el cuerpo 31 del rotor gire con la base del rotor. En un aspecto, la base del rotor se puede acoplar con el árbol 14 a través de una o más juntas tóricas, en donde cada junta tórica puede corresponder a una ranura de junta tórica de rotor formada en la base del rotor. El cuerpo 31 del rotor se puede acoplar con la base del rotor a través de una o más juntas tóricas, en donde cada junta tórica puede corresponder a una ranura de junta tórica de rotor formada en la base del rotor y/o cuerpo 31 del rotor. Sin embargo, se puede usar cualquier estructura y/o método adecuado para acoplar la base del rotor con el árbol 14 y/o para acoplar la base del rotor con el cuerpo 31 del rotor, incluyendo, aunque no de forma limitativa, elementos de sujeción mecánicos, adhesivos químicos, soldadura, ajuste de interferencia y/o combinaciones de los mismos. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación no está limitado de ninguna manera por el método y/o la estructura usados para acoplar la base del rotor con un árbol 14 y/o usados para acoplar la base del rotor con el cuerpo 31 del rotor a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.
- 60 La base del rotor puede estar formada con al menos un saliente 36 axial del rotor y/o al menos un saliente radial del rotor que se extiende desde la base del rotor y/o puede estar configurada con una o más ranuras axiales y/o radiales del rotor. Se puede formar una ranura axial y/o radial del rotor en la base del rotor, un saliente 36 axial del rotor y/o un saliente radial del rotor de la base del rotor. Cada ranura del rotor se puede extender alrededor de toda la característica en la que se forma la ranura de rotor, de modo que la ranura del rotor sea una ranura anular. De la misma manera, cada saliente 36 del rotor se puede extender alrededor de toda la base del rotor de modo que sea un saliente 36 del rotor anular. Adicionalmente, un saliente 36 axial y/o radial del rotor se puede extender desde el la base del rotor, un saliente 36 axial del rotor, un saliente radial del rotor, una ranura axial del rotor y/o una ranura radial del rotor. Como es evidente a partir de las diversas figuras, los salientes 36 del rotor pueden cooperar para formar ranuras del rotor y

viceversa.

En un aspecto, el conjunto 10 de sello de árbol se puede configurar de modo que una ranura radial formada en el estátor 20 pueda corresponder a una ranura radial del rotor formada en la base del rotor en una porción interior de manera generalmente axial del conjunto 10 de sello de árbol. El conjunto 10 de sello de árbol también se puede configurar de modo que otra ranura radial formada en el estátor 20 pueda corresponder a una ranura radial del rotor formada en el cuerpo 31 del rotor en una posición axial y radial interior del conjunto 10 de sello de árbol con respecto tanto a un primer hueco de interfaz axial y un primer hueco de interfaz radial. Sin embargo, el cuerpo 31 del rotor, la base del rotor y el estátor 20a se pueden configurar de manera diferente sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

El estátor 20 puede estar formado con una ranura de junta tórica del estátor configurada para aceptar un patín. Se contempla que el patín, el estátor 20 y la base del rotor se puedan configurar de modo que una línea tangente inferior en el patín sea aproximadamente colineal con una superficie exterior de la base del rotor adyacente al patín. Un patín compatible puede alojar una cierta cantidad de movimiento del árbol 14 radial y/u otra desalineación mientras mantiene simultáneamente una holgura mínima posible entre el estátor 20 y la base del rotor adyacente a una porción interior del conjunto 10 de sello de árbol. Esta holgura mínima puede ayudar a coalescer la neblina de lubricante de vuelta a una forma líquida y también puede mitigar la entrada de exceso de grasa (u otro lubricante) en cualquier interfaz entre el estátor 20 y el rotor 30. El patín se puede construir de un material naturalmente lubricante, relativamente blando y relativamente flexible, incluyendo, aunque no de forma limitativa, PTFE.

Los aspectos ilustrativos de un conjunto 10 de sello de árbol mostrado en las figuras 6 a 10 pueden proporcionar varios beneficios para diversas aplicaciones sobre el aislador 10 de cojinete mostrado en las figuras 1 a 5. Por ejemplo, en el conjunto 10 de sello de árbol mostrado en las figuras 6 a 10, debido a que la rampa 54 de rebaje puede estar en ángulo diferente del perpendicular con respecto al eje de rotación del árbol 14, la distancia específica entre la rampa 54 de rebaje y la superficie 55 exterior del rebaje del rebaje cooperante 51 con respecto al diámetro en sección transversal del anillo cooperante 52 no es tan crítica como lo es para diversas realizaciones del aislador 10 de cojinete. Es decir, la configuración de la cavidad anular 50 en el conjunto 10 de sello de árbol mostrada en las figuras 6 a 10 puede mejorar la capacidad del rotor 30 para impartir energía rotacional al anillo cooperante 52 a través de la rampa 54 de rebaje sin la necesidad de tolerancias extremadamente críticas entre los bordes del anillo cooperante 52 y diversas superficies de la cavidad anular 50. En ciertos aspectos ilustrativos del conjunto 10 de sello de árbol, el rotor 30 puede inducir la rotación del anillo cooperante 52 a través de la tensión elastomérica del propio anillo cooperante 52 en lugar de depender de una tolerancia dimensional de una característica formada en el rotor 30 con respecto a la anchura de la sección transversal del anillo cooperante 52.

Otra ventaja de un conjunto 10 de sello de árbol mostrado en las figuras 6 a 10 puede tener es que el anillo cooperante 52 puede entrar en contacto con múltiples superficies cuando el árbol 14 no está girando. El anillo cooperante 52 se puede acoplar simultáneamente al menos a una rampa 54 de rebaje, una superficie axial y una superficie en ángulo.

Cuando el árbol 14 está girando, lo que hace que el rotor 30 gire, la rampa 54 de rebaje formada en el rebaje cooperante 51 puede impartir energía de rotación al anillo cooperante 52, lo que puede hacer que el anillo cooperante 52 se expanda circunferencialmente en el rebaje cooperante 51, lo que puede hacer que el anillo cooperante 52 se acople a una o más superficies del rebaje cooperante 51 (por ejemplo, una o ambas de las superficies 55 exteriores del rebaje, un vértice, una rampa 54 de rebaje, etc. y/o combinaciones de los mismos). Esta expansión también puede hacer que el anillo cooperante 52 se desacople de la rampa 54 de rebaje, una superficie axial y/o una superficie en ángulo.

En un aspecto, la funcionalidad del conjunto 10 de sello de árbol puede ser menos sensible al movimiento axial relativo y/o al desplazamiento entre el rotor 30 y el estátor 20 que los diseños de la técnica anterior. Incluso cuando el rotor 30 se mueve en una dirección axial hacia fuera con respecto al estátor 20, el anillo cooperante 52 puede permanecer en contacto con una superficie 55 exterior del rebaje, la rampa 54 de rebaje formada en el saliente cooperante 56, una superficie en ángulo y/o una superficie axial. Sin embargo, se pueden usar otras configuraciones sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

De manera adicional, el diseño de un conjunto 10 de sello de árbol puede ser más fácil de ensamblar en comparación con los diseños que se encuentran en la técnica anterior. Esto puede ser cierto porque la configuración de las diversas superficies de la cavidad anular 50 puede ser tal que el anillo cooperante 52 experimente menos fuerza de cizallamiento cuando el rotor 30 se acopla con el estátor 20.

Por último, para una dimensión axial dada, el conjunto 10 de sello de árbol se puede configurar con más características para mitigar la entrada de contaminantes y/o la salida de lubricante en comparación con los diseños que se encuentran en la técnica anterior. Este beneficio potencial puede ser el resultado del hecho de que los aspectos ilustrativos del conjunto 10 de sello de árbol pueden tener una cavidad anular 50 con al menos una porción de la misma ubicada en un área del estátor 20 y/o rotor 30 que no se habría usado en el aislador 10 de cojinete.

Los materiales usados para construir el conjunto 10 de sello de árbol y diversos elementos y/o componentes del mismo

variarán dependiendo de la aplicación específica del mismo, pero se contempla que los polímeros, metales, aleaciones metálicas, materiales naturales, materiales fibrosos y/o combinaciones de los mismos pueden ser especialmente útiles en algunas aplicaciones. En consecuencia, los elementos anteriormente mencionados se pueden construir a partir de cualquier material conocido por los expertos en la materia o desarrollado posteriormente, cuyo material es apropiado para la aplicación específica de la presente divulgación sin desviarse del alcance de la presente divulgación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. Además, la junta o juntas tóricas y/o los patines se pueden construir de cualquier material adecuado para la aplicación específica del conjunto 10 de sello de árbol, material que incluye, pero sin limitación, polímeros con características metálicas incrustadas, materiales sintéticos, elastómeros, materiales naturales y/o combinaciones de los mismos sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

El anillo cooperante 52 se puede construir a partir de un toroide sólido formado a partir de un material de nitrilo o elastómero de flora, tal como viton, que fabrica Du Pont. El anillo cooperante 52 se puede formar para tener una dureza de durómetro baja, Shore A, que varía de 40 a 70, de modo que el anillo cooperante 52 es deformable elásticamente. Sin embargo, se pueden usar otros materiales para construir el anillo cooperante 52 sin limitación a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. El anillo cooperante 52 se puede configurar de modo que se pueda deformar y levantar alejándose del acoplamiento con el estátor 20 a medida que aumentan las fuerzas centrífugas. Estas fuerzas centrífugas aumentan en proporción cuadrática a la velocidad lineal del anillo cooperante 52 en movimiento.

Habiendo descrito aspectos preferidos de los diversos métodos y aparatos, indudablemente, a los expertos en la materia se les ocurrirán otras características de la presente divulgación, al igual que numerosas modificaciones y alteraciones en las realizaciones como se ilustra en el presente documento, todo lo cual se puede lograr sin desviarse del alcance de la presente divulgación como se define por las reivindicaciones. En consecuencia, los métodos y realizaciones representados y descritos en el presente documento son solo para fines ilustrativos y el alcance de la presente divulgación se extiende a todos los métodos y/o estructuras para proporcionar los diversos beneficios y/o características de los conjuntos de sello de árbol a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones. De manera adicional, los métodos y realizaciones representados y descritos en el presente documento no limitan de ninguna manera el alcance del aislador 10 de cojinete y/o el dispositivo de desviación de corriente a prueba de explosiones a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

Cualquier dimensión es solo para fines ilustrativos y de ninguna manera limita el alcance de la presente divulgación. Cabe señalar que el conjunto 10 de sello de árbol y diversos elementos del mismo no se limitan a las realizaciones específicas representadas y descritas en el presente documento, pero están destinados a aplicarse a todos los aparatos y métodos similares para mitigar y/o evitar la entrada de contaminantes y/o la salida de lubricantes, o aparatos y métodos similares que proporcionan otros beneficios o características del conjunto 10 de sello de árbol y/o un componente del mismo.

Las modificaciones y alteraciones de las realizaciones descritas se les ocurrirán a los expertos en la materia sin desviarse del alcance del conjunto 10 de sello de árbol como se define en las reivindicaciones.

Cualquiera de las diversas características, componentes, funcionalidades, ventajas, aspectos, configuraciones, etc. para el conjunto 10 de sello de árbol divulgado en la presente solicitud se pueden usar solos o en combinación entre sí dependiendo de la compatibilidad de las características. En consecuencia, existe un número infinito de variaciones del conjunto de sello de árbol. Las modificaciones y/o sustituciones de una característica, componente, funcionalidad, aspecto, configuración, etc. para otro no limitan de ninguna manera el alcance del conjunto 10 de sello de árbol a menos que así se indique en las siguientes reivindicaciones.

Se entiende que el conjunto de sello de árbol como se divulga en el presente documento se extiende a todas las combinaciones alternativas de una o más de las características individuales mencionadas, evidentes a partir del texto y/o los dibujos y/o divulgadas de manera inherente. Todas estas combinaciones diferentes constituyen diversos aspectos alternativos del conjunto 10 de sello de árbol y/o componentes del mismo. Las realizaciones descritas en el presente documento explican los mejores modos conocidos para poner en práctica el conjunto 10 de sello de árbol y/o componentes del mismo y permitirán que otros expertos en la materia utilicen el mismo. Las reivindicaciones se deben interpretar como inclusivas de realizaciones alternativas en la medida permitida por la técnica anterior.

Si bien el conjunto 10 de sello de árbol y los componentes del mismo se han descrito en relación con aspectos preferidos y ejemplos específicos, no se pretende que el alcance se limite a las realizaciones particulares expuestas, ya que las realizaciones en el presente documento están destinadas en todos los aspectos a ser ilustrativas en lugar de restrictivas.

A menos que se indique expresamente lo contrario, no se pretende de ninguna manera que cualquier método expuesto en el presente documento se interprete como que requiere que sus etapas se realicen en un orden específico. En consecuencia, cuando una reivindicación del método no menciona realmente un orden a seguir por sus etapas o no se establece específicamente de otra manera en las reivindicaciones o descripciones que las etapas deben limitarse a un orden específico, no se pretende de ninguna manera que se infiera un orden, en cualquier aspecto. Esto es válido para cualquier base posible no expresa para la interpretación, incluyendo, aunque no de forma limitativa: cuestiones

## ES 2 989 753 T3

de lógica con respecto a la disposición de etapas o flujo operativo; significado simple derivado de organización gramatical o puntuación; el número o tipo de realizaciones descritas en la memoria descriptiva.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de sello de árbol que comprende:

- 5 a. un estátor (20) configurado para acoplarse con un alojamiento de equipo, comprendiendo dicho estátor:
- i. un cuerpo (21) de estátor;
  - ii. un saliente cooperante (56) que se extiende desde dicho cuerpo del estátor;
- 10 b. un rotor (22) configurado para acoplarse con un árbol (14) que tiene un eje de rotación y que se extiende desde y puede girar con respecto a dicho alojamiento de equipo, comprendiendo dicho rotor:
- i. un cuerpo (31) del rotor;
  - ii. un rebaje cooperante (51), en donde dicho rebaje cooperante y dicho saliente cooperante forman una cavidad anular (50); y
- 15 c. un anillo cooperante (52) colocado en dicha cavidad anular, comprendiendo dicha cavidad anular:
- i. un vértice radial en un punto radialmente hacia fuera de dicho rebaje cooperante;
  - ii. una primera superficie (55) exterior del rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice radial en una dirección de manera generalmente axial y radial hacia dentro, en donde dicha primera superficie exterior del rebaje está orientada de modo que está en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y un plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol;
  - 20 iii. una segunda superficie (55) exterior del rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice radial en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia fuera, en donde dicha segunda superficie exterior del rebaje está orientada de modo que está en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y dicho plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol;
  - 25 iv. un vértice axial en un punto final de dicha segunda superficie (55) exterior del rebaje opuesta a dicho vértice radial;
  - 30 v. una rampa (54) de rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice axial en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia dentro;
  - vi. un punto de inflexión en un punto final de dicha rampa (54) de rebaje opuesta a dicho vértice axial;
  - vii. un saliente radial del rotor que se extiende en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro desde dicho punto de inflexión; y
  - 35 viii. un labio de rebaje en un extremo de dicha primera superficie (55) exterior del rebaje opuesta a dicho vértice radial;

caracterizado por que la cavidad anular comprende además una superficie en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y un plano normal a dicho eje de rotación de dicho eje, en donde dicha superficie en ángulo se forma en dicho saliente cooperante.

40

2. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha cavidad anular (50) comprende además una segunda superficie en ángulo, en donde dicha segunda superficie en ángulo se forma en dicho saliente cooperante (56).

45

3. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho saliente cooperante (56) comprende además una superficie radial, en donde dicha superficie radial se coloca adyacente a dicha superficie en ángulo.

50 4. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicho saliente cooperante (56) comprende además una superficie terminal, en donde dicha superficie terminal se coloca adyacente a dicho rotor (22).

5. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicha cavidad anular (50) comprende además una superficie axial (56c), en donde dicha superficie axial se coloca entre dicha segunda superficie en ángulo y dicha superficie terminal y en donde dicha superficie axial se forma en dicho saliente cooperante (56).

55

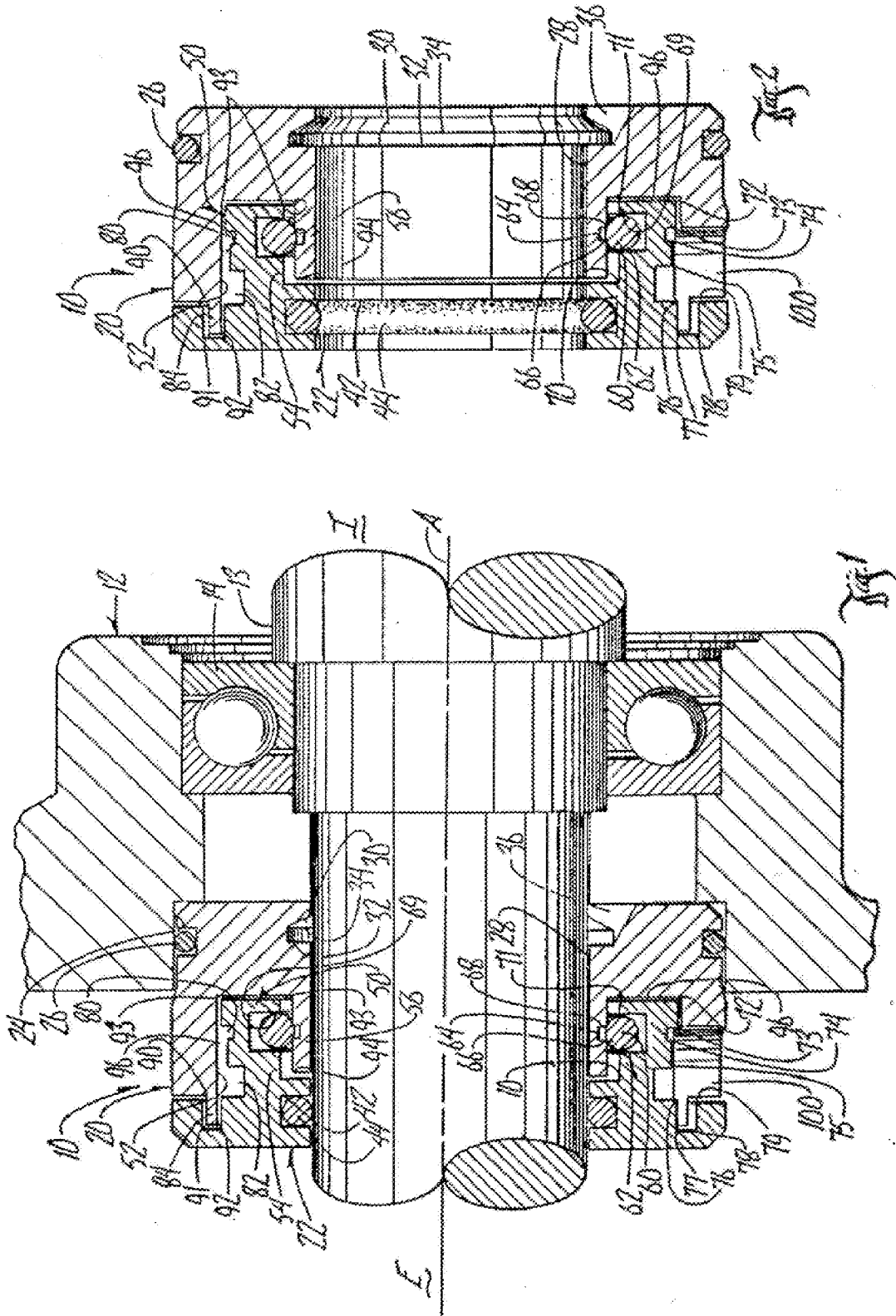
6. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicha rampa (54) de rebaje se define además como que está en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol (14) y dicho plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol.

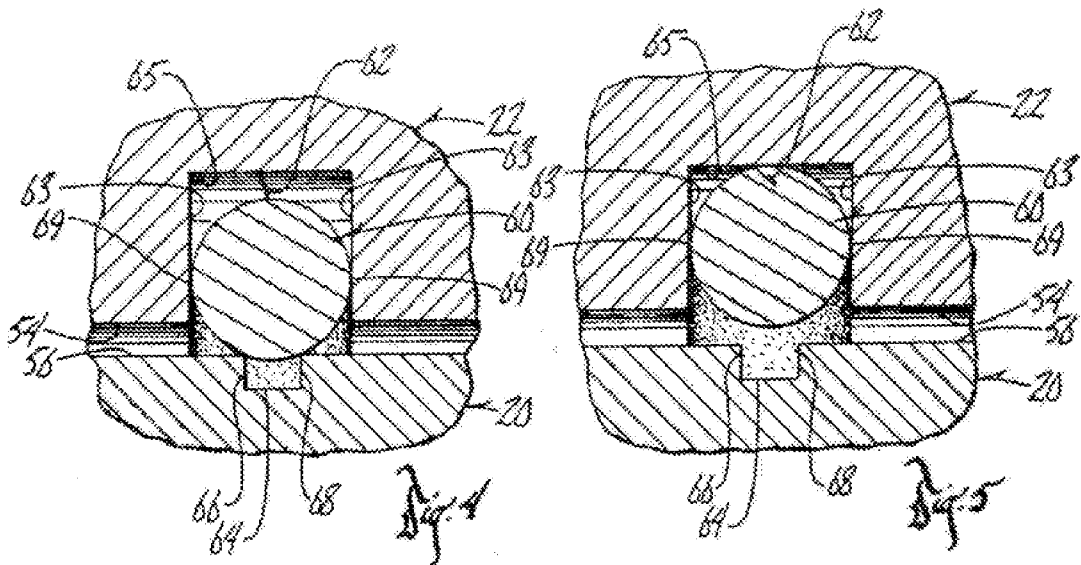
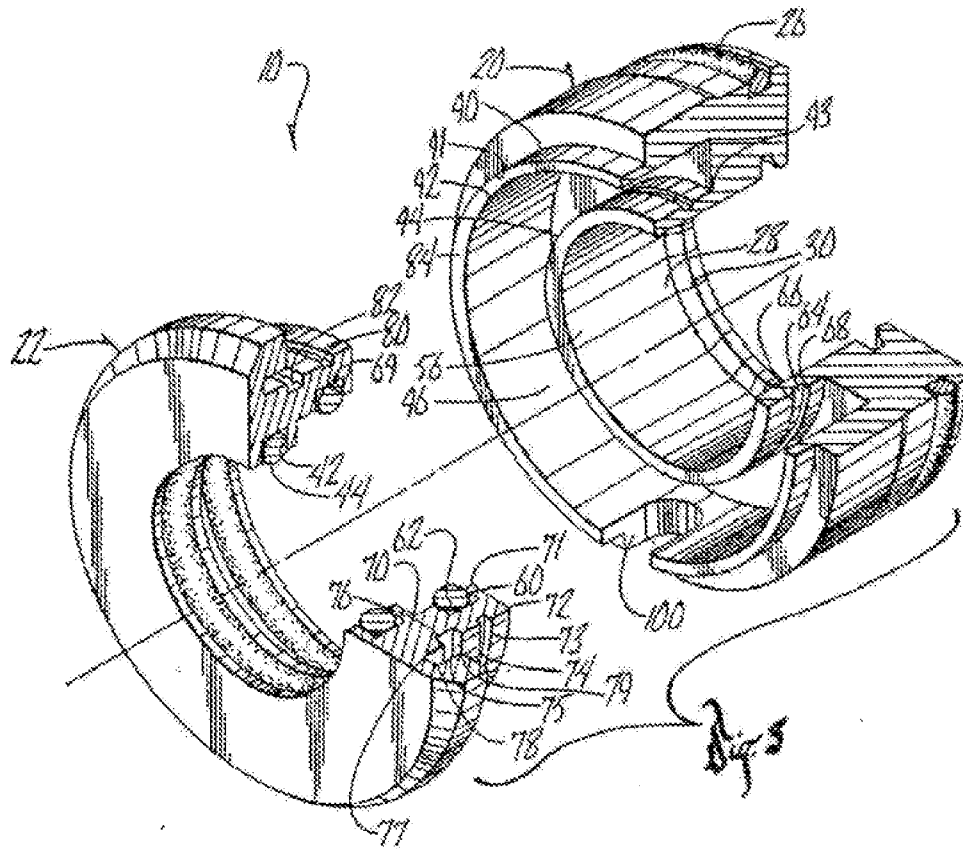
60 7. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además una interfaz cooperante (57) entre dicho estátor (20) y dicho rotor (22), en donde dicha interfaz cooperante está radialmente hacia dentro con respecto a dicha cavidad anular (50).

65 8. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicha interfaz cooperante (57) se define además como colocada entre dicha superficie terminal y un saliente radial del rotor que se extiende en una dirección radialmente hacia dentro más allá de dicho punto de inflexión.

9. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicho rotor (22) comprende además un saliente (36) axial del rotor y en donde dicho rebaje cooperante (51) se define además como formado en una porción de dicho saliente axial del rotor.
- 5 10. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 9, en donde una superficie axialmente hacia dentro de dicho saliente (36) axial del rotor se define además como colocada adyacente a dicha superficie radial de dicho saliente cooperante (56).
- 10 11. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dicho vértice radial y dicho vértice axial se definen además como lisos.
12. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicha primera y segunda superficies (55) exteriores del rebaje se definen además como en ángulo entre sí en una cantidad mayor de noventa grados.
- 15 13. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicha segunda superficie (55) exterior del rebaje y dicha rampa (54) de rebaje se definen además como que están en ángulo entre sí en una cantidad mayor de noventa grados.
- 20 14. El conjunto de sello de árbol de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicha rampa (54) de rebaje se define además como que está en ángulo entre tres y cuarenta y cinco grados con respecto a dicho plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol (14).
- 25 15. Un método para sellar positivamente una interfaz de cooperación entre un estátor (20) y un rotor (22), comprendiendo dicho método:
- a. configurar un estátor para acoplarse a un alojamiento de equipo, comprendiendo dicho estátor:
- 30 i. un cuerpo (21) de estátor;  
ii. un saliente cooperante (56) que se extiende desde dicho cuerpo del estátor;
- b. configurar un rotor para acoplarse a un árbol (14) que tiene un eje de rotación y que se extiende desde y puede girar con respecto a dicho alojamiento de equipo, comprendiendo dicho rotor:
- 35 i. un cuerpo (31) del rotor;  
ii. un rebaje cooperante (51), en donde dicho rebaje cooperante y dicho saliente cooperante forman una cavidad anular (50);
- c. colocar un anillo cooperante (52) en dicha cavidad anular, comprendiendo dicha cavidad anular:
- 40 i. un vértice radial en un punto radialmente hacia fuera de dicho rebaje cooperante;  
ii. una primera superficie (55) exterior del rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice radial en una dirección de manera generalmente axial y radial hacia dentro, en donde dicha primera superficie exterior del rebaje está orientada de modo que está en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y un plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol;
- 45 iii. una segunda superficie (55) exterior del rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice radial en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia fuera, en donde dicha segunda superficie exterior del rebaje está orientada de modo que está en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y dicho plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol;
- 50 iv. un vértice axial en un punto final de dicha segunda superficie (55) exterior del rebaje opuesta a dicho vértice radial;
- v. una rampa (54) de rebaje que se extiende alejándose de dicho vértice axial en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro y axial hacia dentro;
- 55 vi. un punto de inflexión en un punto final de dicha rampa (54) de rebaje opuesta a dicho vértice axial;
- vii. un saliente radial del rotor que se extiende en una dirección de manera generalmente radial hacia dentro desde dicho punto de inflexión;
- viii. un labio de rebaje en un extremo de dicha primera superficie (55) exterior del rebaje opuesta a dicho vértice radial; y
- 60 ix. una superficie en ángulo con respecto a dicho eje de rotación de dicho árbol y un plano normal a dicho eje de rotación de dicho árbol, en donde dicha superficie en ángulo se forma en dicho saliente cooperante;
- d. permitir que dicho anillo cooperante cubra dicha interfaz cooperante en una posición de dicha interfaz cooperante que es adyacente a dicha cavidad anular; y,
- 65 e. permitir que dicho anillo cooperante se extienda en una dirección de manera generalmente radial hacia fuera cuando dicho árbol gira a una velocidad predeterminada de modo que dicho anillo cooperante no cubra dicha posición de dicha interfaz cooperante.







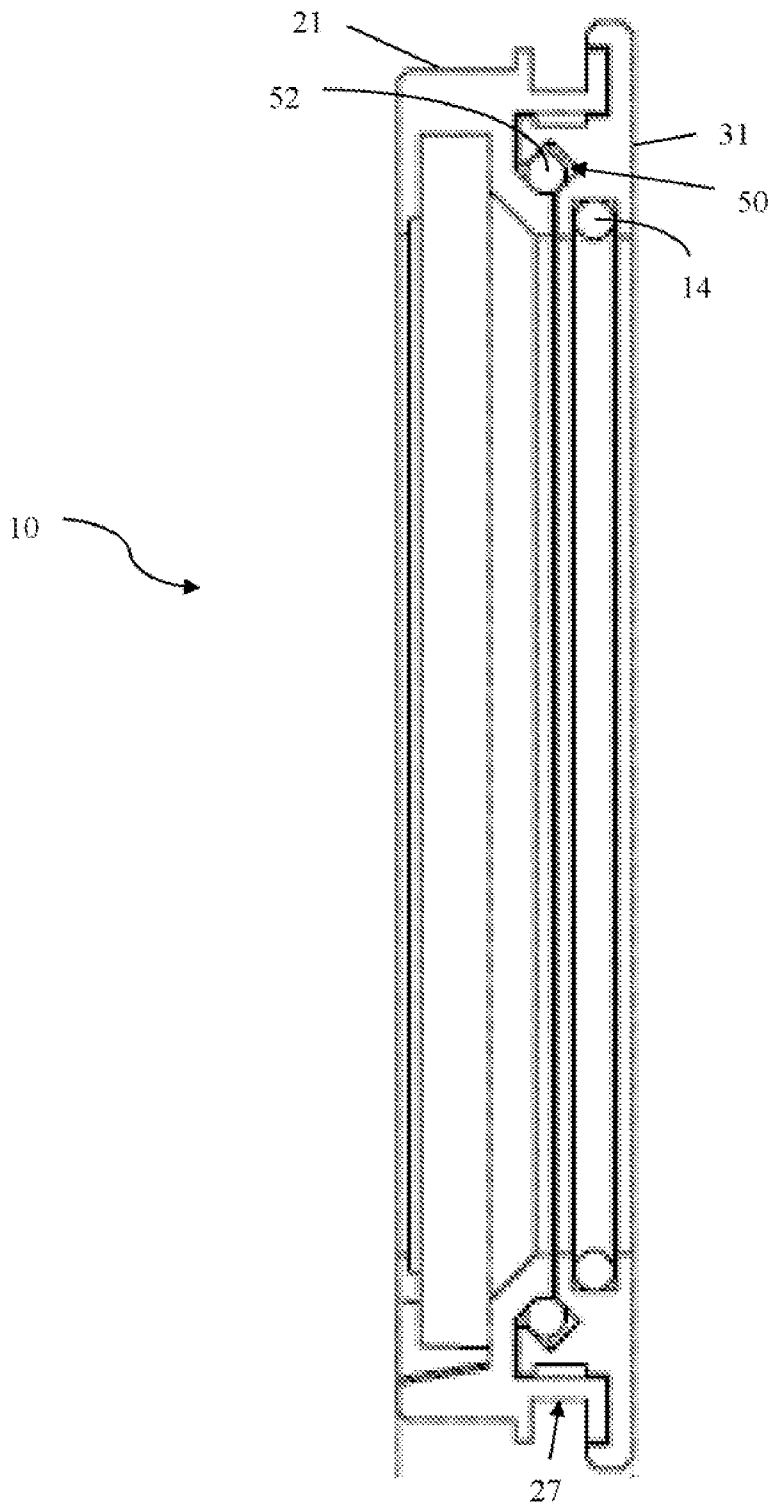


FIG. 6

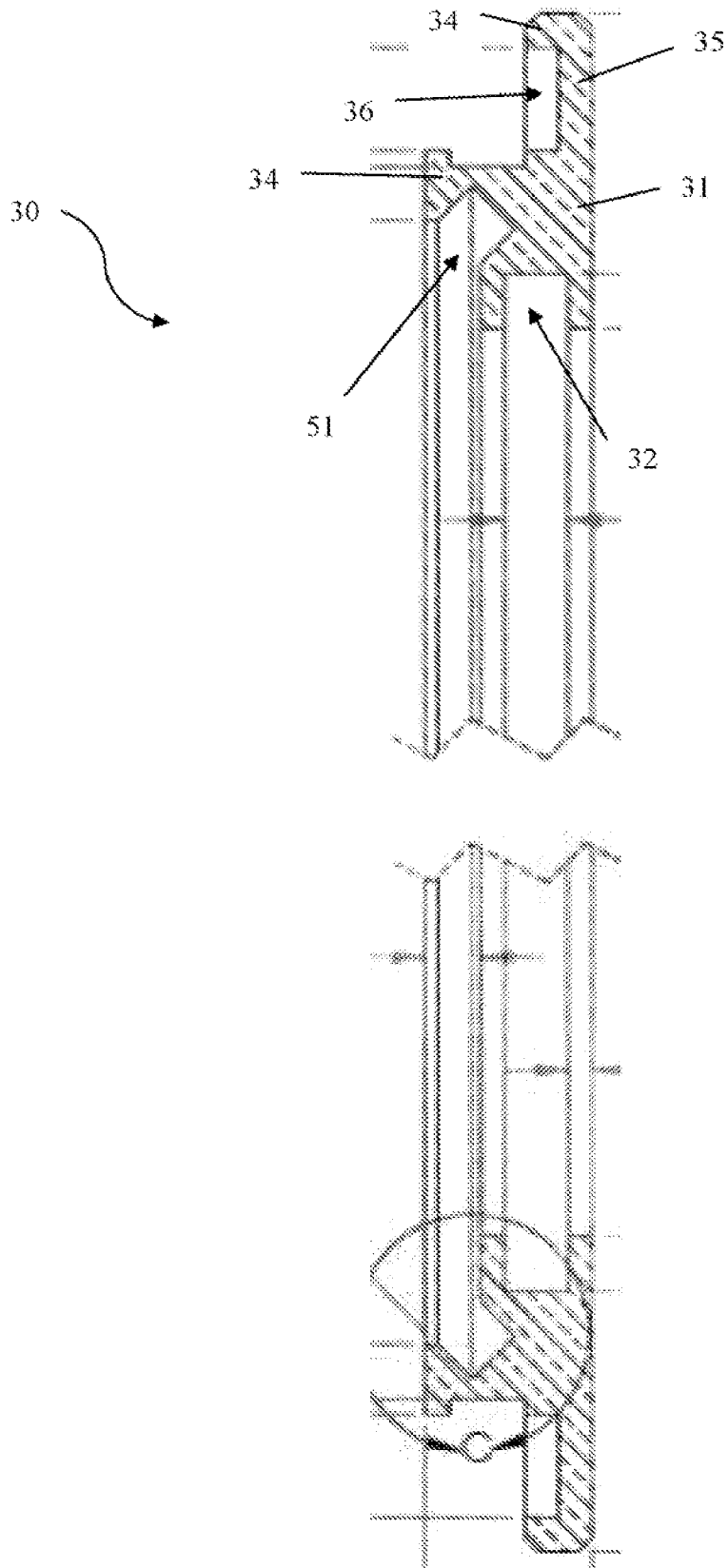


FIG. 7

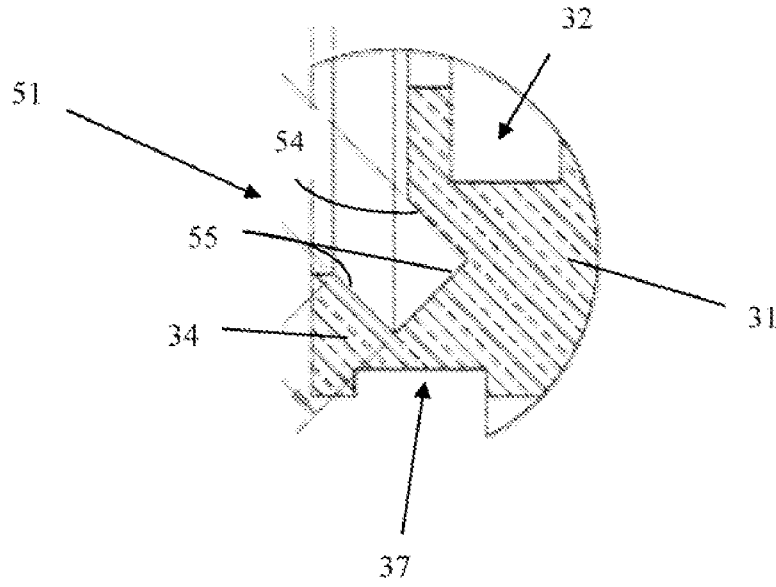


FIG. 7A

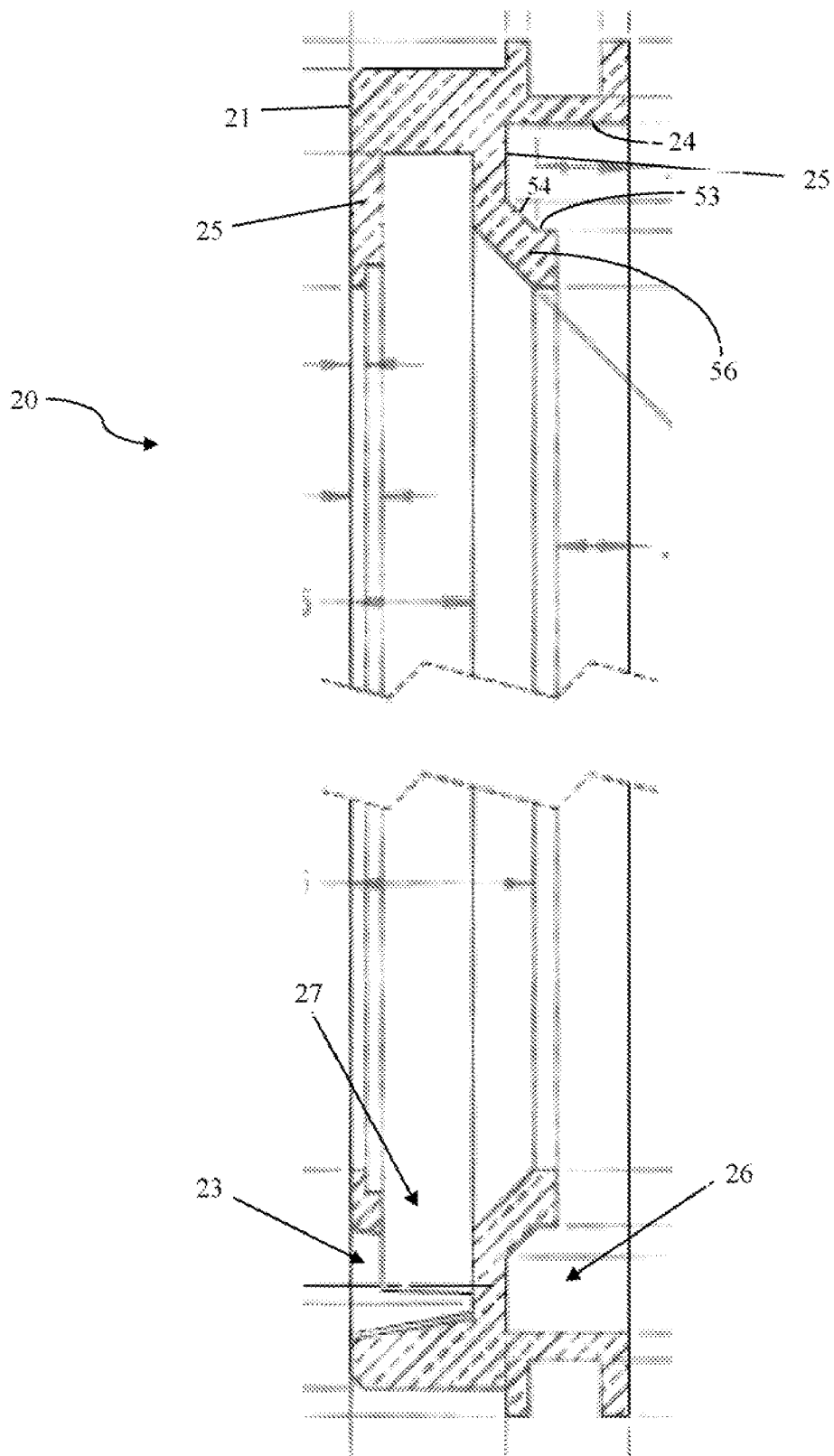


FIG. 8A

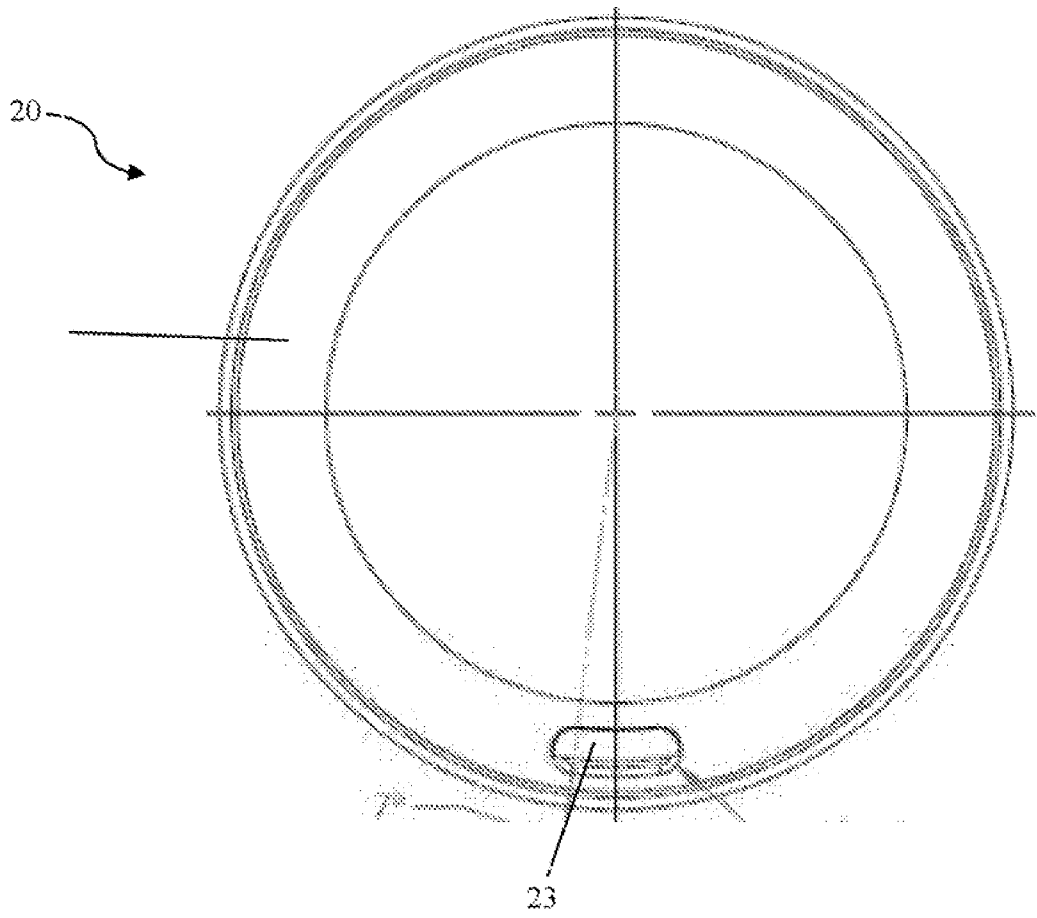


FIG. 8B

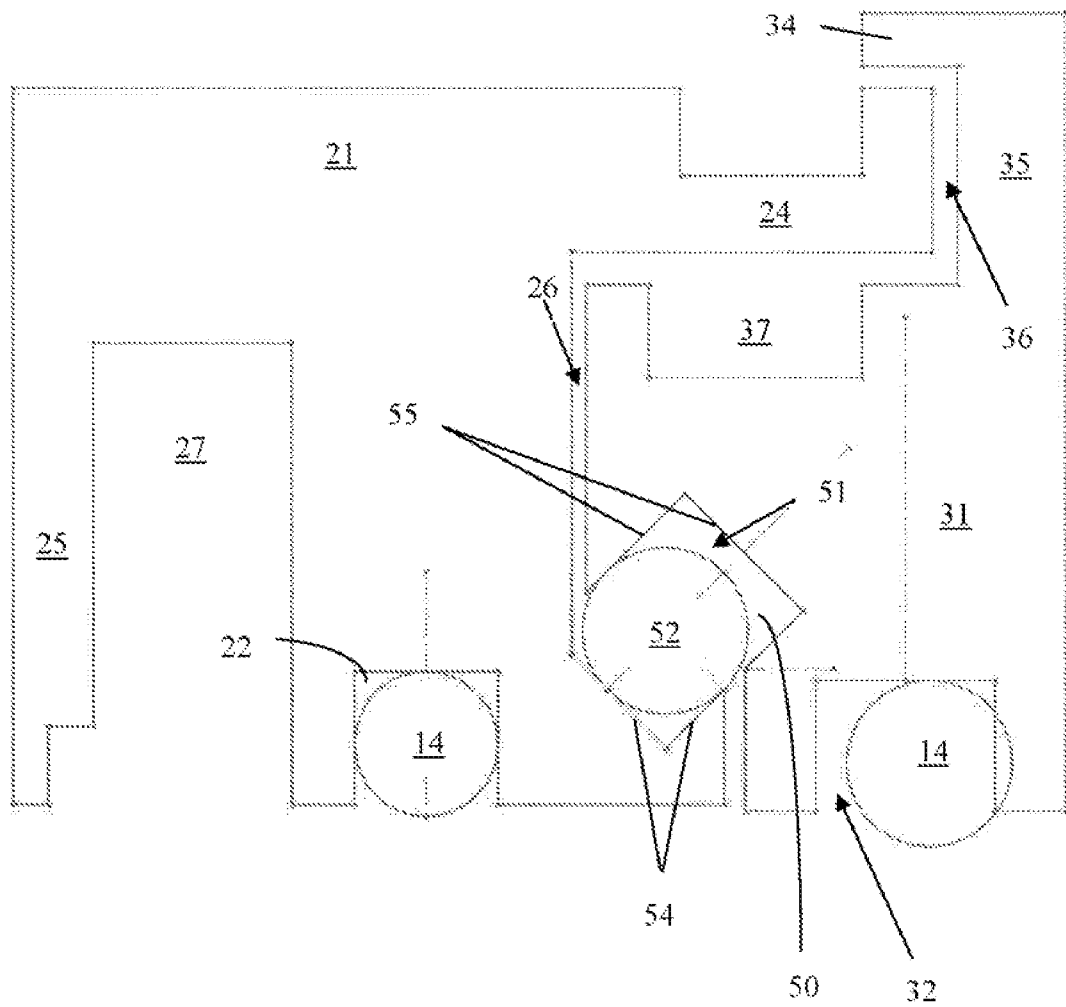


FIG. 9

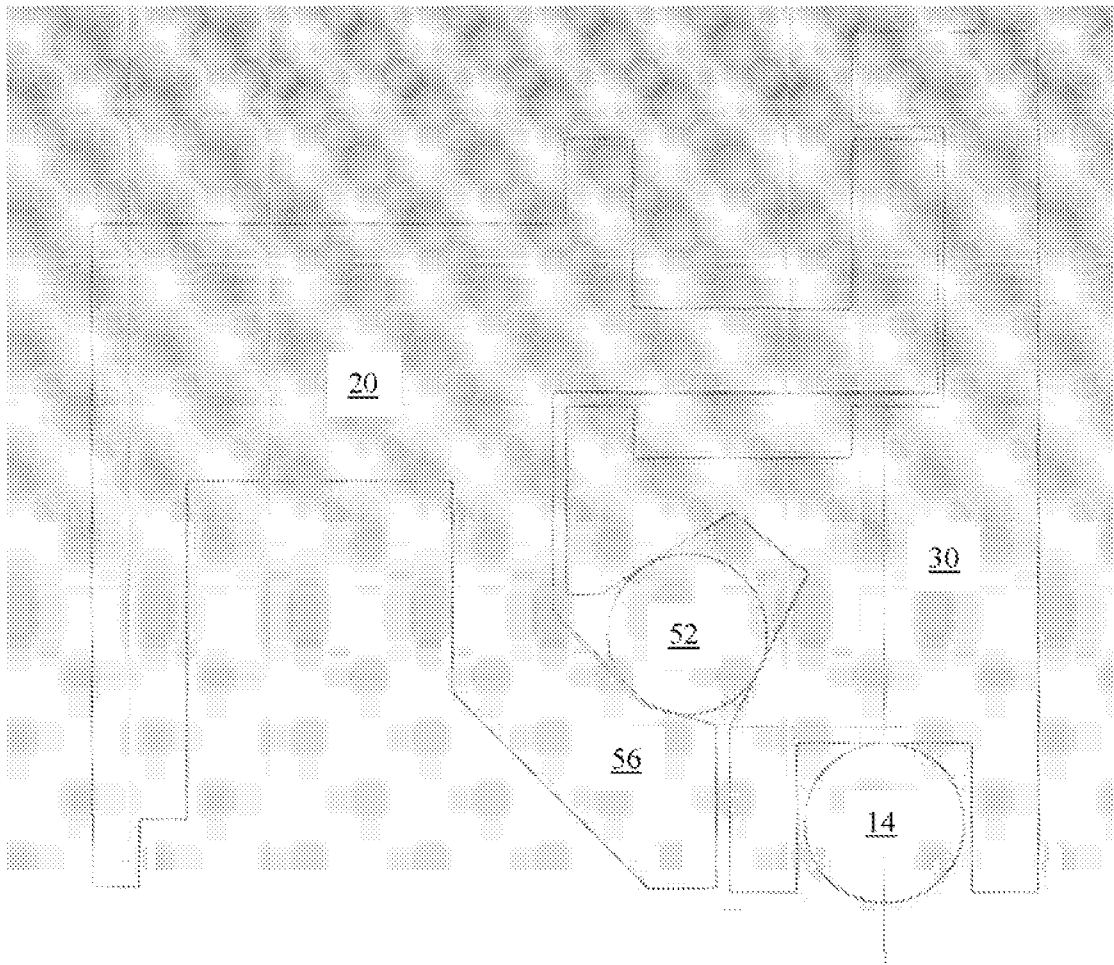


FIG. 10