

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 640**

51 Int. Cl.:

F16C 19/34 (2006.01)

F16C 33/66 (2006.01)

F16C 33/76 (2006.01)

F16N 7/30 (2006.01)

F16C 19/54 (2006.01)

F16C 33/51 (2006.01)

F16C 19/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2009 E 09774274 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2304255**

54 Título: **Sistema de rodamientos giratorios**

30 Prioridad:

30.06.2008 US 164345

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

16.10.2013

73 Titular/es:

**NUCOR CORPORATION (100.0%)
1915 Rexford Road
Charlotte, NC 28211, US**

72 Inventor/es:

**CRAIG, JEFF;
BLANKENSHIP, JEFF;
MCNEIL, RANDALL y
MECHAM, CORY**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 425 640 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

Sistema de rodamientos giratorios.

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud Europea reivindica prioridad y beneficio de la solicitud americana nº 12/164.345, presentada el 30 de Junio de 2008.

10 ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA DIVULGACIÓN

La presente invención está relacionada con sistemas de rodamientos, y más concretamente, a sistemas de rodamientos giratorios, que tienen las características del preámbulo de la reivindicación 1. GB 2 269 638 A describe un rodamiento de este tipo.

15 Los rodamientos giratorios son rodamientos axiales grandes comunes para cargas pesadas. Los rodamientos giratorios se han utilizado en el pasado en aplicaciones tales como fábricas de acero y otra maquinaria pesada. En muchos casos, el rodamiento giratorio es un componente solidario y crítico de un sistema mayor.

20 Los rodamientos giratorios a menudo se instalan en la base del equipo para permitir el giro de una estructura soportada. En estas instalaciones, a menudo ha sido difícil acceder directamente a los rodamientos giratorios para inspección, mantenimiento y reparación. El acceso a los rodamientos giratorios a menudo requería por lo menos cierto desmontaje de un sistema más grande, lo que resulta en una pérdida de productividad y mayores costes de mantenimiento. Además, la dificultad para acceder a los rodamientos giratorios para inspección aumenta la probabilidad de un fallo inesperado. Debido a que los rodamientos giratorios son grandes, costosos y requieren largos tiempos de espera para la sustitución, estos fallos inesperados pueden afectar sustancialmente a la productividad general de los sistemas que utilizan rodamientos giratorios.

30 Un sistema de rodamientos giratorios en el pasado incluía generalmente unos rodamientos de rodillos situados entre anillos concéntricos. Estos sistemas de rodamientos giratorios anteriores típicamente dependían de grasa como lubricante. La grasa era canalizada a través de unos puertos hacia el rodamiento giratorio para lubricar los rodamientos de rodillos y las pistas de rodadura de los anillos del rodamiento. En un ejemplo, un sistema de lubricación automatizado inyectaba grasa a intervalos regulares en el rodamiento giratorio.

35 Los sistemas de rodamientos giratorios anteriores que empleaban lubricación con grasa presentaban varios inconvenientes. Cuando la grasa se inyectaba en el sistema de rodamientos giratorios, el exceso de grasa en el rodamiento giratorio se dejaba escapar. La grasa que salía que era recogida alrededor del rodamiento giratorio recogía polvo y creaba riesgo de incendio, especialmente en entornos de altas temperaturas, tales como fábricas de acero. La grasa puede no llegar adecuadamente a todos los elementos de rodamiento del sistema de rodamientos giratorios produciendo desgaste y otros daños así como un fallo prematuro de los sistemas de rodamientos giratorios. También, la grasa, en general, está a presión durante la inyección al rodamiento giratorio, pero reside en el rodamiento a baja presión y puede endurecerse. La grasa endurecida en el interior del rodamiento giratorio impide, además, una distribución adecuada de lubricante a todos los elementos de rodamiento lo que da lugar a desgaste y daños en el rodamiento así como a un fallo prematuro del rodamiento. Además, los puertos de entrada, donde se suministra la grasa al sistema de rodamiento pueden bloquearse e impedir que la grasa entre en el rodamiento giratorio.

40 Además, incluso si están debidamente lubricados, en el interior de los rodamientos giratorios pueden producirse partículas de metal debido al desgaste entre los rodamientos de rodillos y las pistas de rodadura. Los rodamientos giratorios se han empleado con frecuencia también en entornos operativos donde pueden entrar contaminantes externos en el rodamiento giratorio. Los rodamientos giratorios incluso con un lubricante de grasa adecuado se han visto dañados internamente por estas diversas formas de contaminación. Los lubricantes de grasa han tendido a retener las partículas de metal y otros contaminantes, provocando que queden en contacto con los elementos de rodamiento dentro del sistema de rodamientos giratorios. La contaminación dentro del rodamiento ha dado lugar a un mayor rozamiento reduciendo la eficacia del rodamiento giratorio, así como daños mecánicos tales como desconchamiento y formación de estrías en el rodamiento. En funcionamiento, los lubricantes de grasa típicamente no se han filtrado y, por lo tanto, con el tiempo, se ha tendido a recoger contaminantes aumentando el potencial de daños y resultando en fallos adicionales de los sistemas de rodamientos giratorios.

50 Otro inconveniente de la lubricación con grasa ha sido mayor calor en el interior de los rodamientos giratorios. Una lubricación con grasa eficaz a menudo requería el llenado de los intersticios y el volumen interno del sistema de rodamientos giratorios. La grasa normalmente no fluía a través del sistema de rodamientos giratorios durante el funcionamiento normal. Estos factores a menudo dan lugar a que el sistema de rodamientos giratorios discorra más caliente de lo deseado provocando una mayor fatiga del metal y un fallo más rápido de los sistemas de rodamientos giratorios.

Los lubricantes de grasa también han dado lugar a un aumento de los costes de limpieza. La grasa utilizada en los sistemas anteriores puede suministrarse al rodamiento giratorio periódicamente dando lugar a grasa usada que es expulsada fuera del sistema de rodamientos giratorios. La grasa usada tendía a acumularse y para eliminar el exceso de grasa se requería un mantenimiento. Esta limpieza se añadía a los costes de mantenimiento.

Las grasas lubricantes utilizadas en los sistemas de rodamientos giratorios anteriores también han sido costosas. Muchas aplicaciones requerían una grasa especial para la temperatura y el entorno de funcionamiento en el cual se utiliza el sistema de rodamientos giratorios. También, los sistemas de rodamientos giratorios anteriores no han sido capaces de reciclar la grasa usada lo que resulta en un aumento de los costes de funcionamiento para el sistema de rodamientos giratorios. La eliminación de la grasa utilizada también ha sido costosa y a menudo requería procedimientos de eliminación especiales para cumplir con las regulaciones ambientales.

Los inconvenientes de la lubricación con grasa limita la vida útil de los sistemas de rodamientos giratorios. La vida útil de los sistemas de rodamientos giratorios se ha calculado típicamente en base a factores tales como la capacidad de carga requerida, la eficacia de la lubricación con grasa, y las temperaturas de funcionamiento. Estos problemas asociados a la lubricación con grasa limitan la vida útil proyectada de los sistemas de rodamientos giratorios, así como un aumento del riesgo de fallos reales de los rodamientos giratorios. En algunas aplicaciones se ha requerido la sustitución de rodamientos giratorios a intervalos regulares, en algunos casos tan frecuentemente como cada pocos meses. Dado el coste de los sistemas de rodamientos giratorios y la dificultad de instalación, la sustitución regular de los rodamientos giratorios aumentaba sustancialmente los costes de funcionamiento globales de los sistemas de rodamientos giratorios y reducía la productividad de los equipos y sistemas que utilizan rodamientos giratorios.

Otros sistemas de rodamientos giratorios anteriores han empleado lubricación por circulación de aceite. Estos sistemas típicamente han llenado el rodamiento giratorio con aceite en circulación, que puede filtrarse y reciclarse, o no. Debido al tamaño de los rodamientos giratorios, los rodamientos giratorios que emplean lubricación por circulación de aceite generalmente han requerido grandes cantidades de aceite. En muchos casos, han sido necesarios aceites especiales debido al entorno de funcionamiento del rodamiento giratorio provocando mayores costes de material. En cualquier caso, a menudo se requerían procedimientos especiales para eliminar el aceite usado, aumentando aún más los costes de funcionamiento de estos sistemas de rodamientos giratorios. El exceso de aceite en el rodamiento giratorio ha impedido el movimiento de los rodamientos de rodillos en el sistema de rodamientos giratorios reduciendo la eficacia del rodamiento giratorio. Otro inconveniente de la lubricación por circulación de aceite ha sido el aumento de calor con el rodamiento giratorio. Al igual que con la lubricación con grasa, el exceso de calor en el interior del sistema de rodamientos giratorios se ha traducido en un mayor desgaste del metal y la fatiga del metal, y ha acelerado el fallo de los sistemas de rodamientos giratorios.

A la luz de los inconvenientes asociados a estas técnicas de lubricación anteriores, sigue existiendo la necesidad de sistemas de lubricación de rodamientos giratorios que proporcionen una lubricación adecuada de los elementos de rodamiento, mientras que se mejora la fiabilidad, aumentando la vida útil del rodamiento, y reduciendo los costes de funcionamiento. Los problemas mencionados anteriormente se resuelven con el nuevo sistema de rodamientos giratorios que comprende las características de la parte caracterizadora de la reivindicación independiente 1.

Se describe ahora un sistema de rodamientos giratorios que comprende un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento situados concéntricamente uno respecto al otro formando por lo menos una pista de rodadura superior e inferior entre los mismos, una pluralidad de rodillos de rodamiento situados en cada pista de rodadura entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, una pluralidad de boquillas de suministro capaces de suministrar una mezcla de aceite y aire a las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura superior, unos conductos capaces comunicar de manera fluida la mezcla de aire y aceite a través de las pistas de rodadura y recoger aceite de la mezcla adyacente a la pista de rodadura inferior, unas juntas capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos e impedir el flujo de salida de aceite desde las pistas de rodadura, y por lo menos un puerto de salida capaz de conducir un flujo de salida de aire y aceite desde las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura inferior.

También se describe un sistema de rodamientos giratorios que comprende un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento situados concéntricamente uno respecto al otro formando por lo menos una pista de rodadura superior e inferior entre los mismos, una pluralidad de rodillos de rodamiento situados en cada pista de rodadura entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, una pluralidad de boquillas de suministro capaces de suministrar una mezcla de aceite y aire a las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura superior, unos conductos capaces comunicar de manera fluida la mezcla de aire y aceite a través de las pistas de rodadura y recoger aceite de la mezcla adyacente a la pista de rodadura inferior, por lo menos un puerto de salida capaz de conducir un flujo de salida de aire y aceite desde las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura inferior, una junta superior posicionada entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, una junta inferior situada adyacente al primer anillo de rodamiento capaz de impedir el flujo de salida de aire y aceite desde los conductos a través de los anillos de rodamiento, un anillo de estanqueidad situado adyacente a por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento, y una válvula de control de presión de aire posicionada adyacente al anillo de estanqueidad capaz de regular el flujo de aire en los conductos.

También se describe un procedimiento para detectar el desgaste de un sistema de rodamientos giratorios que comprende montar un sistema de rodamientos giratorios que comprende un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento situados concéntricamente uno respecto al otro formando por lo menos una pista de rodadura superior e inferior, una pluralidad de rodillos de rodamiento situados en cada pista de rodadura entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, y un sistema de índices que tiene una primera referencia conectada al primer anillo de rodamiento y posicionada respecto a una segunda referencia en el segundo anillo de rodamiento para proporcionar una distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia, donde la distancia medible varía con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios; y controlar una variación de la distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia para controlar el desgaste del sistema de rodamientos giratorios.

También se describe un sistema de índices que tiene la capacidad de detectar el desgaste de un sistema de rodamientos giratorios que comprende un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento situados concéntricamente uno respecto al otro formando por lo menos una pista de rodadura superior e inferior, una pluralidad de rodillos de rodamiento, situados en cada pista de rodadura entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, y una primera referencia conectada al primer anillo de rodamiento y posicionada respecto a una segunda referencia en el segundo anillo de rodamiento que proporciona una distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia, donde la distancia medible puede variar con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen unas realizaciones del sistema de rodamientos giratorios que se contemplan actualmente con referencia a las siguientes figuras:

La figura 1 es una vista superior de un sistema de rodamientos giratorios;

La figura 2 es una vista en sección del sistema de rodamientos giratorios de la figura 1 a lo largo de la línea de sección 2;

La figura 3 es una vista en sección del sistema de rodamientos giratorios de la figura 1 a lo largo de la línea de sección 3;

La figura 4 es una vista en detalle del sistema de rodamientos giratorios de la figura 3;

La figura 5 es una vista en sección del sistema de rodamientos giratorios de la figura 1 a lo largo de la línea de sección 5;

La figura 6 es una vista en detalle del sistema de rodamientos giratorios de la figura 5;

La figura 7 es una vista en sección de otro sistema de rodamientos giratorios;

La figura 8 es una vista en perspectiva de un separador de rodamientos.

La figura 9 es una vista en detalle de sistemas de índices alternativos.

Descripción detallada de los dibujos

Haciendo referencia en general a las figuras 1 a 9, se describe un sistema de rodamientos giratorios 10 con lubricación con aire y aceite. El sistema de rodamientos giratorios 10 puede ser adecuado para utilizarse en diversas aplicaciones, incluyendo aplicaciones en altas temperaturas, tales como fábricas de acero con hornos de arco eléctrico. Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de rodamientos giratorios puede comprender un primer anillo de rodamiento 20 y un segundo anillo de rodamiento 30 situado concéntricamente respecto al primer anillo de rodamiento. El primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 forman entre los mismos unas pistas de rodadura, y en cada pista de rodadura puede quedar situada una pluralidad de rodillos de rodamiento entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento. Los rodillos de rodamiento son capaces de soportar la carga que lleva el rodamiento giratorio. El sistema de rodamientos giratorios 10 también tiene una pluralidad de boquillas de suministro 70, unas juntas, y unos puertos de salida 80 dispuestos tal como se describe a continuación.

El primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 generalmente quedan sujetos a un sistema circundante soportado por el rodamiento giratorio. Tal como se muestra en la figura 3, por ejemplo, el primer anillo de rodamiento puede estar sujeto a una base de apoyo 91, mientras que el segundo anillo de rodamiento 30 queda sujeto a una estructura de base de torreta 92. Alternativamente, el primer anillo de rodamiento 20 puede estar sujeto a una estructura de base de torreta 92, mientras que el segundo anillo de rodamiento queda sujeto a una base de

apoyo 91. En cualquier caso, el sistema de rodamientos giratorios 10 típicamente puede permitir que la estructura de base de torreta 92 gire respecto a la base de apoyo 91.

El primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 pueden quedar sujetos a elementos del sistema circundante por medio de tornillos 93 y tuercas 94, tal como se muestra en la figura 3. Alternativamente, pueden utilizarse espárragos para sujetar los anillos de rodamiento al sistema circundante. Por ejemplo, el segundo anillo de rodamiento 30 puede sujetarse a una estructura de base de torreta 92 por medio de un espárrago 93, tal como se muestra en la figura 7. El uso de un espárrago puede simplificar el montaje y la instalación del sistema de rodamientos giratorios 10. Además, también se contempla la fijación del primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 al sistema circundante mediante otros dispositivos mecánicos o técnicas apropiadas.

Tal como se muestra en la figura 3, el segundo anillo de rodamiento 30 puede estar formado por dos piezas de acoplamiento, una primera parte del segundo anillo de rodamiento 31 y una segunda parte del segundo anillo de rodamiento 32. La sección transversal del segundo anillo de rodamiento puede ser substancialmente en forma de U y posicionada alrededor del primer anillo de rodamiento 20. Alternativamente, la sección transversal del primer anillo de rodamiento 20 puede ser substancialmente en forma de U y posicionada alrededor del segundo anillo de rodamiento 30. El primer anillo de rodamiento 20 también puede estar formado por dos piezas de acoplamiento. También se contemplan otras configuraciones del primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 7, el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 pueden tener unas ranuras en forma substancialmente de V donde ni el primer anillo de rodamiento ni el segundo anillo de rodamiento queda posicionado alrededor del otro.

La configuración del sistema de rodamientos giratorios 10 representada en la figura 3 en la que el segundo anillo de rodamiento está formado por dos piezas de acoplamiento puede facilitar el montaje del sistema de rodamientos giratorios. A modo de ejemplo, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede montarse generalmente posicionando primero la segunda parte 32 del segundo anillo de rodamiento. A continuación pueden posicionarse los rodillos de rodamiento inferior 52, y el primer anillo de rodamiento 20 puede colocarse en una posición concéntrica al segundo anillo de rodamiento para contener los rodillos de rodamiento inferiores. Entonces pueden posicionarse los rodillos de rodamiento concéntricos 53 y los rodillos de rodamiento superiores 51, y la primera parte del segundo anillo de rodamiento 31 puede colocarse en posición. Alternativamente, si el primer anillo de rodamiento 20 estuviera formado por dos piezas de acoplamiento, el proceso de montaje puede proceder colocando primero una segunda parte del primer anillo de rodamiento, posicionando los rodillos de rodamiento inferiores, posicionando el segundo anillo de rodamiento, posicionando los rodillos de rodamientos concéntricos y superiores, y finalmente colocando la primera parte del primer anillo de rodamiento. El desmontaje del sistema de rodamientos giratorios 10 también puede facilitarse cuando el primer anillo de rodamiento 20 o el segundo anillo de rodamiento 30 están formados por dos o más piezas de acoplamiento.

En funcionamiento, puede ser necesario inclinar el sistema de rodamientos giratorios 10. Puede desearse identificar un eje de inclinación 12 del rodamiento giratorio. En una realización, un sistema de rodamientos giratorios 10 también puede comprender un índice de montaje 11 capaz de identificar una posición a lo largo de la circunferencia de los anillos de rodamiento. El índice de montaje 11 puede sujetarse a lo largo de la circunferencia del rodamiento giratorio en una posición conocida respecto al eje de inclinación 12. El índice de montaje 11 puede utilizarse para identificar el eje de inclinación 12 para que el sistema de rodamientos giratorios 10 pueda posicionarse correctamente antes de la inclinación.

Alternativamente, el índice de montaje 11 puede utilizarse para identificar una posición a lo largo de la circunferencia del sistema de rodamientos giratorios 10, que no deba someterse a mayores cargas a menudo presentes en un eje de inclinación. Esta posición puede estar presente debido a limitaciones en los procesos utilizados para el tratamiento térmico de grandes rodamientos giratorios. El índice de montaje 11 puede utilizarse para alinear correctamente el sistema de rodamientos giratorios 10 y de ese modo evitar daños en el sistema de rodamientos giratorios.

El segundo anillo de rodamiento 30 puede posicionarse concéntricamente respecto al primer anillo de rodamiento 20 para formar pistas de rodadura 41 y 42 con el primer anillo de rodamiento. Las pistas de rodadura pueden ser canales o ranuras entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 en las cuales los rodillos de rodamiento hagan contacto con el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento para soportar la carga del sistema de rodamientos. Para reducir el rozamiento y mejorar la eficiencia del sistema de rodamientos giratorios, el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento pueden estar fabricados para que produzcan una superficie de bajo rodamiento para las pistas de rodadura. Además, las pistas de rodadura pueden endurecerse para reducir el desgaste.

La configuración de las pistas de rodadura puede depender del diseño del primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30. Tal como se muestra en la figura 7, por lo menos una pista de rodadura superior 41 y una pista de rodadura inferior 42 pueden estar formadas entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30. En este ejemplo, puede posicionarse una pluralidad de rodillos de rodamiento oblicuamente en las pistas de rodadura superior e inferior entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento

para soportar la carga del sistema de rodamientos. Alternativamente, tal como se muestra en la figura 3, pueden formarse tres pistas de rodadura incluyendo una pista de rodadura superior 41, una pista de rodadura inferior 42, y una pista de rodadura concéntrica 43 para soportar la carga del sistema de rodamientos. Además, el sistema de rodamientos giratorios puede comprender unos conductos capaces de comunicar de manera fluida aire y aceite a través de las pistas de rodadura y recoger aceite adyacente a la pista de rodadura inferior.

Una pluralidad de rodillos de rodamiento están posicionados en cada pista de rodadura entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30 para atender a la carga del sistema de rodamientos. Los rodillos de rodamiento superiores 51 pueden posicionarse en la pista de rodadura superior 41 y los rodillos de rodamiento inferiores 52 pueden posicionarse en la pista de rodadura inferior 42. Además, los rodillos de rodamiento concéntricos 53 pueden posicionarse en la pista de rodadura concéntrica 43, tal como se muestra en la figura 3. La carga prevista sobre el sistema de rodamientos giratorios 10 puede determinar el número y el tamaño de los rodillos de rodamiento empleados. Típicamente, para mayores cargas de rodamiento mayor será el número y el tamaño deseado de los rodillos de rodamiento utilizados.

Pueden utilizarse distintos tipos de rodillos de rodamiento en el sistema de rodamientos giratorios. A modo de ejemplo, los rodillos de rodamiento pueden ser rodamientos cilíndricos, de bolas, o cónicos. Alternativamente, los rodillos de rodamiento pueden ser perfilados, de manera que el diámetro de un rodillo de rodamiento sea mayor en el centro del rodillo de rodamiento que en los extremos del rodillo de rodamiento. Los rodillos de rodamiento con este perfil pueden impedir el desarrollo de concentraciones de tensiones en los extremos de los rodillos de rodamiento. Alternativamente, los rodillos de rodamiento pueden ser rodamientos esféricos o rodamientos de bolas si son adecuados para la carga sobre el sistema de rodamientos giratorios.

La pluralidad de rodillos de rodamiento posicionados dentro de cada pista de rodadura puede separarse por medio de unos separadores de rodamientos 54. Los separadores de rodamientos 54 pueden impedir que los rodillos de rodamiento choquen en el interior de las pistas de rodadura y pueden garantizar que los rodillos de rodamiento sigan distribuidos por toda la circunferencia del rodamiento giratorio. Además, los separadores de rodamientos 54 pueden proporcionar conductos capaces de comunicar de manera fluida aire y aceite a través de las pistas de rodadura para mejorar la lubricación de los rodillos de rodamiento y las pistas de rodadura. Alternativamente, algunas realizaciones del sistema de rodamientos giratorios pueden emplear un complemento completo de rodillos de rodamiento y pueden no utilizar separadores de rodamientos.

Tal como se muestra en la figura 8a, cada separador de rodamientos 54 puede ser substancialmente rectangular, capaz de posicionarse alrededor de un rodillo de rodamiento. En la figura 8b, el separador de rodamientos 54 se ilustra posicionado alrededor de un rodillo de rodamiento superior 51. También se contemplan otras configuraciones del separador de rodamientos para utilizarse con el sistema de rodamientos giratorios. Por ejemplo, un separador de rodamientos puede estar formado como una tira adaptada para posicionar múltiples rodillos de rodamiento consecutivos. En otro ejemplo, un separador de rodamientos puede estar adaptado para posicionarse entre rodillos de rodamiento consecutivos.

Los separadores de rodamientos 54 pueden estar formados de materiales adecuados para utilizarse en una aplicación seleccionada. Por ejemplo, los separadores de rodamientos pueden estar formados de Delrin® para aplicaciones en altas temperaturas. Además, los separadores de rodamientos pueden estar formados de resina acetel. Alternativamente, los separadores de rodamientos pueden estar formados de nailon o de otro material plástico. En otra alternativa, los separadores de rodamientos pueden estar formados de acero, bronce, o de otros metales adecuados. El material utilizado para formar el separador de rodamientos puede ser resistente a altas temperaturas y puede ser resistente para mantener la separación entre los rodillos de rodamiento cuando se aplican grandes cargas al sistema de rodamientos giratorios.

La distribución de fuerzas en el rodamiento giratorio puede depender de la configuración de las pistas de rodadura y los rodillos de rodamiento. En la configuración de tres pistas de rodadura mostrada en la figura 3, los rodillos de rodamiento superiores 51 pueden soportar el empuje vertical hacia abajo provocado por cargas hacia abajo o bien por fuerzas de vuelco o de inclinación aplicadas al sistema de rodamientos giratorios 10. Los rodillos de rodamiento concéntricos 53 pueden absorber fuerzas radiales. Los rodillos de rodamiento inferiores 52 pueden resistir empujes verticales hacia arriba producidos por fuerzas de vuelco o de inclinación aplicadas al sistema de rodamientos giratorios 10. Otras configuraciones del sistema de rodamientos giratorios pueden distribuir estas fuerzas de manera diferente a lo largo de dos o más conjuntos de rodillos de rodamiento posicionados en dos o más pistas de rodadura. Por ejemplo, en la configuración de dos pistas de rodadura mostrada en la figura 7, tanto los rodillos de rodamiento superiores 51 como los rodillos de rodamiento inferiores 52 pueden soportar tanto fuerzas radiales como verticales aplicadas al sistema de rodamientos giratorios.

En funcionamiento, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede permitir que una estructura de base de torreta 92 gire respecto a una base de apoyo 91 permitiendo que el segundo anillo de rodamiento 30 gire respecto al primer anillo de rodamiento 20. Los rodillos de rodamiento y las pistas de rodadura pueden reducir el rodamiento entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, y reducir la fuerza requerida para girar el sistema de rodamientos giratorios 10. La lubricación dentro del sistema de rodamientos giratorios 10 puede reducir además el

rozamiento entre el primer anillo de rodamiento y el segundo anillo de rodamiento, e impedir daños a los rodillos de rodamiento y las pistas de rodadura.

A diferencia de los sistemas de rodamientos giratorios anteriores que utilizaban lubricación con grasa, el sistema de rodamientos giratorios 10 emplea un sistema de aire y aceite comprimido para la lubricación. Por ejemplo, el sistema de aire y aceite a presión para la lubricación puede ser el sistema de lubricación aire/aceite que se describe en la patente americana nº 6.145.626 de Niemczura, y otros. Tal como se muestra en las figuras 3 a 6, el sistema de rodamientos giratorios 10 comprende también una pluralidad de boquillas de suministro 70 y por lo menos un puerto de salida 80. La pluralidad de boquillas de suministro 70 puede ser capaz de suministrar aire y aceite a las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura superior, y los puertos de salida 80 pueden ser capaces de conducir un flujo de salida de aire y aceite desde las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura inferior. Los puertos de salida 80 también pueden ser capaces de mantener una cantidad controlada de aceite en el sistema de rodamientos giratorios. Además, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede comprender unas juntas capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos e impedir un flujo de salida de aceite desde las pistas de rodadura.

La pluralidad de boquillas de suministro 70 puede estar posicionada en varias posiciones. Las boquillas de suministro 70 pueden estar posicionada en el primer anillo de rodamiento 20, tal como se muestra en la figura 5. Alternativamente, las boquillas de suministro 70 pueden estar posicionadas en el segundo anillo de rodamiento 30. Tal como se muestra en la figura 6, las boquillas de suministro 70 pueden estar posicionadas para suministrar aire y aceite a la pista de rodadura superior 41. En otra alternativa, las boquillas de suministro 70 pueden estar posicionadas para suministrar aire y aceite a múltiples pistas de rodadura del sistema de rodamientos giratorios. El número de boquillas de suministro utilizadas puede depender de la circunferencia general del sistema de rodamientos giratorios 10 y el número total de rodillos de rodamiento utilizados junto con otros factores. En una realización, las boquillas de suministro pueden estar posicionadas donde anteriormente se utilizaban elementos de engrase para lubricar un sistema de rodamientos giratorios 10. Pueden diseñarse posiciones adicionales para boquillas de suministro 70 en el primer anillo de rodamiento 20 o el segundo anillo de rodamiento 30. Estas posiciones adicionales pueden conectarse hasta que se requiera y pueden utilizarse como seguridad o sustitución si una boquilla de suministro llegara a dañarse.

Los puertos de salida 80 pueden ser capaces de conducir un flujo de salida de aire y aceite desde las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura inferior del sistema de rodamientos giratorios 10. Los puertos de salida 80 del sistema de rodamientos giratorios 10 también pueden ser capaces de mantener una cantidad controlada de aceite en el sistema de rodamientos giratorios. Los puertos de salida 80 pueden estar posicionados en distintas ubicaciones en el sistema de rodamientos giratorios 10. Por ejemplo, los puertos de salida 80 pueden estar posicionados en el primer anillo de rodamiento 20 o el segundo anillo de rodamiento 30. En otra alternativa, los puertos de salida 80 pueden estar situados entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento 30. En una realización, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede estar diseñado para recoger aceite en un cárter 81 cerca del puerto de salida 80. El cárter 81 puede estar formado formando parte del sistema de rodamientos giratorios entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento. Alternativamente, el cárter 81 puede estar formado entre el primer anillo de rodamiento o el segundo anillo de rodamiento y un anillo del cárter 82 situado adyacente a uno de los anillos de rodamiento. En un ejemplo, el anillo del cárter 82 puede ser de sección transversal substancialmente en forma de L, tal como se muestra en la figura 5. En cualquier caso, el anillo del cárter 82 puede estar formado como una única pieza o puede estar formado por una o más piezas de acoplamiento. El cárter 81 también puede ser capaz de mantener una cantidad deseada de aceite en el sistema de rodamientos giratorios. En otra realización, el aceite puede mantenerse en un cárter, depósito de aceite externo o dispositivo de recogida externo similar en lugar de en el interior del sistema de rodamientos giratorios.

Además, los puertos de salida 80 pueden ajustarse para regular la cantidad de aceite que se mantendrá en el sistema de rodamientos giratorios 10. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, el puerto de salida 80 puede ser un tubo vertical ajustado hacia arriba en longitud para mantener más aceite en el sistema de rodamientos giratorios, o puede ser ajustado hacia abajo en longitud para mantener menos aceite en el sistema de rodamientos giratorios. Los puertos de salida 80 también pueden ser desmontables del sistema de rodamientos giratorios para permitir drenar el aceite desde el interior del sistema de rodamientos giratorios. El sistema de rodamientos giratorios 10 también puede comprender unos tapones de drenaje 83 capaces de conducir un flujo de salida de aceite desde los conductos del sistema de rodamientos giratorios. Los tapones de drenaje 83 pueden quitarse para drenar aceite desde el sistema de rodamientos giratorios 10. Además, los tapones de drenaje 83 pueden ser capaces de capturar magnéticamente partículas de metal del aceite. Un tapón de drenaje magnético puede mejorar la fiabilidad del sistema de rodamientos giratorios 10, ayudando a la eliminación de contaminantes del sistema de rodamientos giratorios que podrían dañar los rodillos de rodamiento y las pistas de rodadura. En un ejemplo, los puertos de salida 80 y los tapones de drenaje 83 pueden posicionarse en el anillo del cárter 82, tal como se muestra en la figura 4.

En otra realización, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede comprender dos puertos de salida 80 posicionados adyacentes al eje de inclinación 12 del sistema de rodamientos giratorios. Cuando el sistema de rodamientos giratorios 10 se inclina durante el funcionamiento, el aceite puede fluir en el interior del sistema de rodamientos giratorios hasta el punto más inferior. Posicionando puertos de salida 80 adyacentes al eje de inclinación 12 del sistema de rodamientos giratorios 10, puede mantenerse el nivel de aceite en el puerto de salida

cuando el sistema de rodamientos giratorios 10 se inclina, y también puede reducirse la posibilidad de que salga aceite del sistema de rodamientos giratorios 10 cuando el sistema de rodamientos giratorios se inclina.

5 El sistema de rodamientos giratorios 10 también tiene unas juntas capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos e impedir el flujo de salida de aceite desde las pistas de rodadura. Tal como se muestra en la figura 5, el rodamiento giratorio tiene una junta superior 61 situada entre el primer anillo de rodamiento 20 y el segundo anillo de rodamiento. Además, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede tener una tapa de cierre superior 65 posicionada para ayudar en la colocación de la junta superior 61. La tapa de cierre superior puede aumentar la presión sobre la junta superior para ayudar a regular la presión del aire dentro del sistema de rodamientos giratorios. 10 Tal como se muestra en la figura 6, la tapa de cierre superior 65 puede sujetarse al primer anillo de rodamiento. La tapa de cierre superior puede extenderse en por lo menos una parte de la junta superior. Alternativamente, la tapa de cierre superior 65 puede sujetarse al segundo anillo de rodamiento. En otra alternativa, la tapa de cierre superior también puede sujetarse a la junta superior.

15 El sistema de rodamientos giratorios 10 también puede comprender una junta inferior 84 situada adyacente al primer anillo de rodamiento 20 capaz de impedir la salida de aire y aceite desde los conductos a través de los anillos de rodamiento. Alternativamente, la junta inferior 84 puede estar posicionada junto a la pista de rodadura inferior. La junta inferior también puede estar posicionada entre el primer anillo de rodamiento 20 y una parte del anillo del cárter 82 para impedir que el aceite escape desde el cárter. Tal como se muestra en la figura 3, la junta inferior puede estar formada como una junta tórica o junta similar capaz de impedir la salida de aire y aceite. Al igual que con la junta superior, puede emplearse también una tapa de cierre inferior, no mostrada, capaz de aplicar una fuerza para 20 ayudar en el posicionamiento de la junta inferior.

25 El sistema de rodamientos giratorios 10 también puede comprender una válvula de control de presión de aire 62 posicionada entre el segundo anillo de rodamiento y el primer anillo de rodamiento. Además, el sistema de rodamientos giratorios 10 también puede comprender un anillo de estanqueidad 63 situado adyacente al segundo anillo de rodamiento. En otra alternativa, la válvula de control de presión de aire 62 puede estar posicionada adyacente a la junta 63, tal como se muestra en la figura 3. La válvula de control de presión de aire 62 puede ser capaz de regular el flujo de aire a través de los conductos y las pistas de rodadura del sistema de rodamientos giratorios. Por ejemplo, la válvula de control de presión de aire 62 no puede separarse del anillo de estanqueidad durante el funcionamiento normal, pero puede funcionar como válvula de alivio cuando la presión de aire dentro del sistema de rodamientos giratorios aumenta. 30

35 La junta 63 puede estar posicionada junto al segundo anillo de rodamiento con una separación predeterminada entre los mismos. Para facilitar la instalación y la alineación del anillo de estanqueidad 63, el anillo de estanqueidad puede estar diseñado con un índice de anillo de estanqueidad 64 para asegurar el correcto posicionamiento del anillo de estanqueidad respecto al segundo anillo de rodamiento. La separación predeterminada entre el anillo de estanqueidad 63 y el segundo anillo de rodamiento puede dimensionarse de manera que la válvula de control de presión de aire 62 encaje firmemente entre el anillo de estanqueidad y el segundo anillo de rodamiento. En una 40 realización, la válvula de control de presión de aire 62 puede insertarse en una abertura de la segunda parte del segundo anillo de rodamiento 32, tal como se muestra en la figura 4. El anillo de estanqueidad 63 puede instalarse entonces de manera que el anillo de estanqueidad 63 en combinación con la válvula de control de presión de aire 62 pueda regular la presión de aire en el interior del sistema de rodamientos giratorios. En otra realización, la válvula de control de presión de aire puede insertarse en una abertura del anillo de estanqueidad, de modo que cuando el anillo de estanqueidad se instala la válvula de control de presión de aire funciona en combinación con una superficie del segundo anillo de rodamiento. 45

50 También, tal como se muestra en la figura 4, el sistema de rodamientos giratorios 10 puede comprender una tapa de la válvula de control de presión de aire 66. La tapa de la válvula de control de presión de aire 66 puede estar posicionada adyacente a por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento y tapar por lo menos parte de la válvula de control de presión de aire 62. Tal como se muestra en la figura 4, la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 puede estar sujeta al anillo de estanqueidad 63 adyacente a la segunda parte del segundo anillo de rodamiento 32 y puede extenderse también sobre por lo menos parte de la válvula de control de presión de aire 62. Para reducir el rozamiento durante el funcionamiento del rodamiento giratorio, puede ser deseable mantener una separación entre la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 y el segundo anillo de rodamiento. Alternativamente, la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 puede quedar sujeta al segundo anillo de rodamiento, y mantenerse una separación entre la válvula de control de presión de aire y el anillo de estanqueidad. En otra alternativa, la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 puede quedar sujeta a la válvula de control de presión de aire 62 y puede aplicar una fuerza para ayudar en el posicionamiento de la válvula de control de presión de aire. 55 60

65 Con el tiempo las juntas pueden deteriorarse y requerir su sustitución. Para facilitar la sustitución, puede ser deseable que las juntas sean componentes separados. Alternativamente, las juntas pueden ser solidarias del primer anillo de rodamiento 20, el segundo anillo de rodamiento 30, o el anillo del cárter 82. Pueden utilizarse distintos materiales para formar las juntas. Por ejemplo, las juntas pueden formarse de un material polímero de calidad

industrial adecuada para utilizarse en un entorno de altas temperaturas. Las tapas de cierre pueden proteger las juntas del entorno exterior para reducir el riesgo de que las juntas se dañen.

A modo de ejemplo, la presión de aire en el interior de las pistas de rodadura del sistema de rodamientos giratorios 10 puede mantenerse en el intervalo entre 2 y 5 psig. El aire a presión puede entrar en el sistema de rodamientos giratorios a través de la boquilla de suministro y las juntas y la válvula de control de presión de aire puede mantener la presión de aire en el interior del sistema de rodamientos giratorios. La junta superior 61 puede estar diseñada para soportar una presión mayor que la junta inferior 84 y la válvula de control de presión de aire 62, de manera que se si produce una fuga el aire y el aceite a presión todavía puedan fluir desde la pista de rodadura superior hacia abajo a través de las otras pistas de rodadura para permitir una lubricación continuada de las pistas de rodadura y los rodillos de rodamiento.

Durante el funcionamiento, el aire y el aceite a presión pueden combinarse. En una realización, puede realizarse un suministro de aceite intermitente medido en un flujo continuo de aire a presión. La cantidad de aceite suministrado en el flujo de aire a presión puede ser menor que la cantidad de lubricante requerida con sistemas anteriores. El aceite y el aire pueden combinarse mediante el uso de un bloque de mezclado, mezclador en T, u otros componentes similares conocidos en la técnica anterior. El aire y el aceite a presión pueden pasar entonces a través de mangueras o tubos hacia las boquillas de suministro 70 y suministrarse a las pistas de rodadura del sistema de rodamiento giratorios 10. El aire y el aceite a presión lleva aceite lubricante a las pistas de rodadura y los rodillos de rodamiento posicionados en las mismas. El aire a presión puede aumentar en el interior del sistema de rodamientos giratorios 10 y la mayor presión de aire en el sistema de rodamientos giratorios puede regularse mediante las juntas tal como se ha descrito anteriormente. Este aumento de la presión de aire en el interior del sistema de rodamientos giratorios 10 puede reducir la probabilidad de que entren contaminantes del entorno circundante en el sistema de rodamientos giratorios. Además, el aumento de la presión de aire en el interior del sistema de rodamientos giratorios 10 puede obligar al aceite lubricante a circular hacia las pistas de rodadura mejorando la eficacia de la lubricación entre las pistas de rodadura y los elementos de rodamiento. Al reducir la contaminación y mejorar la lubricación, es menos probable que se dañe o se desgaste el sistema de rodamientos giratorios 10 y puede aumentar la fiabilidad y la vida de funcionamiento.

El aceite que sale del sistema de rodamientos giratorios 10 a través de los puertos de salida 80 se recoge para reutilizarse o eliminarse. El sistema de rodamientos giratorios puede comprender también mangueras o tubos conectados a los puertos de salida 80 para canalizar el aceite usado hacia un recipiente de almacenamiento. Entonces el aceite usado puede desecharse o filtrarse para eliminar los contaminantes y reutilizarse. Después, el aceite filtrado puede suministrarse de nuevo al sistema de rodamientos giratorios 10 a través de las boquillas de suministro 70 tal como se ha descrito anteriormente. En una realización, el aire y el aceite a presión pueden suministrarse al rodamiento giratorio cerca de la pista de rodadura superior 41, tal como se muestra en las figuras 5 y 6. El aceite puede entonces pasar a través de la pista de rodadura concéntrica 43 y la pista de rodadura inferior 42 por gravedad y reducir la presión hasta que el aceite llegue al puerto de salida 80. El aceite puede fluir de manera continua a través de las pistas de rodadura por el aire a presión en el interior del sistema de rodamientos giratorios. El sistema de rodamientos giratorios 10 puede diseñarse para recoger el aceite en el cárter 81 cerca del puerto de salida 80. Alternativamente, puede disponerse un depósito de aceite o recipiente similar fuera del sistema de rodamientos giratorios 10 para recoger el aceite usado.

También se describe un sistema de índices que tiene la capacidad de controlar el desgaste de un sistema de rodamientos giratorios. El sistema de índices es un primer anillo de rodamiento y un segundo anillo de rodamiento, una primera referencia conectada al primer anillo de rodamiento y posicionada respecto a una segunda referencia en el segundo anillo de rodamiento que proporciona una distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia. La distancia medible es capaz de variar con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios. Con el uso, las pistas de rodadura, los rodillos de rodamiento, y otros componentes del sistema de rodamientos giratorios 10 se desgastan provocando que la posición del segundo anillo de rodamiento varíe respecto al primer anillo de rodamiento. A medida que varía la posición del segundo anillo de rodamiento, la distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia varía indicando un desgaste del sistema de rodamientos giratorios. Una variación en la distancia medible también puede indicar la necesidad de mantenimiento o inspección antes del fallo real del rodamiento giratorio. El sistema de índices proporciona un procedimiento para controlar el desgaste de un sistema de rodamientos giratorios controlando una variación en la distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia.

Tal como se muestra en la figura 4, la primera referencia puede ser una tapa de la válvula de control de presión de aire 66 situada adyacente a por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento. La segunda referencia puede ser una muesca 67 formada en la superficie exterior del segundo anillo de rodamiento, tal como se muestra. Tal como se ilustra en la figura 4, la muesca 67 está formada en la superficie exterior de la segunda parte del segundo anillo de rodadura 32. En esta configuración, la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 se extiende hacia la muesca 67, pero puede no quedar en contacto con el segundo anillo de rodamiento pero puede formar una separación entre la tapa de la válvula de control de presión de aire 66 y por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento. La separación es una distancia medible que puede variar con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios. En una realización, la separación puede ser de aproximadamente 0,030 pulgadas (7,62

milímetros) y puede ser medible, por ejemplo, con un palpador o una galga de espesores capaz de realizar pequeñas mediciones, por ejemplo, por debajo de 0,001 pulgadas. En otra realización, la distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia puede controlarse por medio de un sistema automatizado capaz de proporcionar una alarma cuando la variación de la distancia medible supere un umbral.

Haciendo referencia en general a la figura 9, se contemplan también otras configuraciones de la primera referencia y la segunda referencia para utilizarse con la presente descripción. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 9A, la primera referencia puede comprender una tapa de la válvula de control de presión de aire 66 y la segunda referencia puede comprender una marca de referencia 68 formada sobre la superficie del segundo anillo de rodamiento o en la misma. En otras alternativas, la primera referencia puede comprender un saliente o una tapa de estanqueidad unida al primer anillo de rodamiento. Tal como se muestra en la figura 9B, la primera referencia puede comprender el anillo de estanqueidad 63, mientras que la segunda referencia comprende un saliente 69 del segundo anillo de rodamiento. El saliente desde el segundo anillo de rodamiento puede ser una tapa de cierre, una tapa de la válvula de control de presión de aire, u otro saliente que forme una distancia medible con la primera referencia. En otra alternativa, la primera referencia puede comprender una muesca 71 unida al primer anillo de rodamiento. Un saliente 69 desde el segundo anillo de rodadura puede extenderse hacia la muesca 71 unido al primer anillo de rodamiento para formar la distancia medible. Todavía en otra alternativa, la primera referencia puede comprender la tapa de cierre superior 65, y la segunda referencia puede comprender una muesca formada en una superficie de la primera parte del segundo anillo de rodamiento 31, tal como se muestra en la figura 6.

En cualquier caso, la ubicación de la primera referencia y la segunda referencia debe seleccionarse de modo que la distancia medible pueda ser razonablemente accesible para control e inspección. En cada alternativa, la distancia medible puede variar con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios, y la variación en la distancia medible entre la primera referencia y la segunda referencia puede permitir controlar el desgaste en el sistema de rodamientos giratorios.

El sistema de rodamientos giratorios 10 que emplea lubricación de aire y aceite a presión presenta varias ventajas respecto a los sistemas de circulación de aceite y grasa. La cantidad de aceite usado se reduce, reduciéndose de este modo el coste y el riesgo de incendio. Pueden utilizarse aceites no inflamables para reducir todavía más los riesgos de incendio, pero con un aumento de los costes. A diferencia de la grasa, que sólo puede utilizarse una vez, el aceite puede filtrarse y volverse a utilizar varias veces. Además, el volumen de aceite usado para lubricar un sistema de rodamientos giratorios 10 empleando lubricación de aire y aceite a presión puede ser menor que el volumen de aceite usado para la lubricación por circulación de aceite, y aun ser más eficaz en la lubricación del sistema de rodamientos ya que los sistemas de circulación de aceite pueden ser deficientes a veces en el suministro de aceite a los elementos del sistema de rodamientos. Al utilizar menos aceite, pueden reducirse también fugas de aceite del rodamiento. La capacidad de reutilizar el lubricante y el uso de menos aceite reduce la cantidad total de lubricante, reduciéndose el coste de funcionamiento del sistema. Además, mediante la reutilización del aceite, el coste de la eliminación de lubricante utilizado para cumplir la normativa ambiental puede reducirse. No es necesario que el lubricante específico identificado como mezcla de aire y aceite sea un aceite o sea clasificado como un aceite. La mezcla de aire y aceite puede formarse a partir de cualquier lubricante adecuado capaz de ser mezclado con aire u otro gas adecuado.

El aire a presión puede fluir de manera continua a través del sistema de rodamientos giratorios 10 y puede inyectarse aceite sólo a intervalos irregulares según sea necesario para lubricar las pistas de rodadura y los rodillos de soporte. En una realización, el aceite puede inyectarse a intervalos regulares, tales como aproximadamente cada treinta minutos. En cualquier caso, el aceite se suministra generalmente a mayor o menor frecuencia dependiendo de las necesidades de lubricación del sistema de rodamientos giratorios. El flujo, la presión, y el volumen del aire y aceite también pueden controlarse para proporcionar información de diagnóstico sobre el funcionamiento y el desgaste del sistema de rodamientos giratorios. Un fallo potencial del sistema de lubricación puede ser detectado antes, y por lo tanto, el mantenimiento puede llevarse a cabo antes de que el sistema de rodamientos giratorios sea dañado. En consecuencia, el sistema de rodamientos giratorios puede funcionar también a una temperatura más baja. A diferencia de los sistemas de circulación de aceite y grasa, la lubricación con aire y aceite no llena todo el volumen del sistema de rodamientos giratorios y, por lo tanto, el rozamiento en el interior del sistema se reduce. Además, el flujo continuo de aire en el interior del sistema de rodamientos giratorios puede producir un enfriamiento del sistema. La temperatura del aire y el aceite también puede medirse para detectar temperaturas elevadas en el interior del sistema de rodamientos giratorios, y ayudar en el control del funcionamiento y el rendimiento del sistema de rodamientos.

El sistema puede filtrar el aire y aceite para eliminar contaminantes y partículas creadas en el interior del sistema de rodamientos giratorios. A diferencia de los lubricantes de grasa que retienen contaminantes, el aire y el aceite filtrado pueden ser menos propensos a recoger materia extraña que podría dañar las pistas de rodadura y los rodillos de rodamiento. Además, el aceite puede eliminarse completamente del sistema de rodamientos giratorios lo que permite el análisis de contenciones para evaluar el grado de desgaste en el sistema de rodamientos giratorios. Al eliminar la contaminación del sistema de rodamientos giratorios y mejorar la capacidad de inspeccionar el rodamiento giratorio, la lubricación por aire y aceite a presión puede aumentar la fiabilidad del sistema de rodamientos giratorios y reducir la frecuencia de fallos inesperados.

5 Aunque la invención se ha descrito con referencia detallada a una o más realizaciones, la descripción ha considerarse como ilustrativa y no limitativa. A los expertos en la materia se les ocurrirán modificaciones y alteraciones tras una lectura y comprensión de esta memoria. Se pretende incluir todas estas modificaciones y alteraciones en la medida en que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones, o los equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de rodamientos giratorios (10) que comprende:

- 5 (a) un primer anillo de rodamiento (20) y un segundo anillo de rodamiento (30) posicionados concéntricamente uno respecto al otro formando por lo menos una pista de rodadura superior e inferior (41, 42) entre los mismos,
- (b) una pluralidad de rodillos de rodamiento (51, 52, 53) posicionados en cada pista de rodadura (41, 42, 43) entre el primer anillo de rodamiento (20) y el segundo anillo de rodamiento (30),

10 caracterizado por el hecho de que el sistema de rodamientos giratorios (10) comprende, además:

- (c) una pluralidad de boquillas de suministro (70) capaces de suministrar una mezcla de aceite y aire a las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura superior (41),
- 15 (d) unos conductos capaces de comunicar de manera fluida la mezcla de aire y aceite a través de las pistas de rodadura (41, 42) y recoger aceite de la mezcla adyacente a la pista de rodadura inferior (42),
- (e) unas juntas (61, 63, 84) capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos e impedir el flujo de salida de aceite desde las pistas de rodadura, y
- 20 (f) por lo menos un puerto de salida (80) capaz de conducir un flujo de salida de aire y aceite desde las pistas de rodadura adyacentes a la pista de rodadura inferior (42).

2. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el segundo anillo de rodamiento (30) está formado por dos piezas de acoplamiento.

25 3. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el segundo anillo de rodamiento (30) tiene forma de U y está posicionado alrededor del primer anillo de rodamiento (20).

30 4. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el primer anillo de rodamiento (20) está formado por dos piezas de acoplamiento.

5. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el primer anillo de rodamiento (20) tiene forma de U y está posicionado alrededor del segundo anillo de rodamiento (30).

35 6. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el segundo anillo de rodamiento (30) posicionado concéntricamente respecto al primer anillo de rodamiento (20) forma dos pistas de rodadura (41, 42) con una pluralidad de rodillos de rodamiento (51, 52) posicionados oblicuamente en la pista de rodadura superior e inferior (41, 42) entre el primer anillo de rodamiento (20) y el segundo anillo de rodamiento (30).

40 7. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el segundo anillo de rodamiento (30) posicionado concéntricamente respecto al primer anillo de rodamiento (20) forma tres pistas de rodadura (41, 42, 43), una pista de rodadura superior (41), una pista de rodadura inferior (42), y una pista de rodadura concéntrica (43), con una pluralidad de rodillos de rodamiento (51, 52, 53) posicionados en cada pista de rodadura (41, 42, 43) entre el primer anillo de rodamiento (20) y el segundo anillo de rodamiento (30).

45 8. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el primer anillo de rodamiento (20) está sujeto a una base de apoyo (91) y el segundo anillo de rodamiento (30) está sujeto a una estructura de base de torreta (92).

50 9. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el primer anillo de rodamiento (20) está sujeto a una estructura de base de torreta (92) y el segundo anillo de rodamiento (30) está sujeto a una base de apoyo (91).

55 10. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que tiene un eje de inclinación (12) y dos puertos de salida (80) posicionados adyacentes al eje de inclinación (12).

60 11. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el por lo menos un puerto de salida (80) también es capaz de recoger una cantidad controlada de aceite en el sistema de rodamientos giratorios (10).

12. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un cárter (81) capaz de mantener una cantidad deseada de aceite en el interior del sistema de rodamientos giratorios (10).

13. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, por lo menos un índice de montaje (11) capaz de identificar una posición a lo largo de la circunferencia de los anillos de rodamiento (20, 30).
- 5 14. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una junta inferior (84) posicionada adyacente al primer anillo de rodamiento (20) capaz de impedir el flujo de salida de aire desde los conductos a través de los anillos de rodamiento (20, 30).
- 10 15. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, por lo menos un tapón de drenaje (83) capaz de conducir un flujo de salida de aceite desde los conductos del sistema de rodamientos giratorios (10).
- 15 16. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 15, caracterizado por el hecho de que el por lo menos un tapón de drenaje (83) capaz de conducir un flujo de salida de aceite desde el sistema de rodamientos giratorios (10) es capaz de capturar magnéticamente partículas metálicas en el aceite.
- 20 17. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las juntas (61, 63, 84) capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos comprenden una junta superior (61) posicionada entre el primer anillo de rodamiento (20) y el segundo anillo del rodamiento (30).
- 25 18. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una tapa de estanqueidad superior (65) posicionada adyacente al primer anillo de rodamiento (20) y capaz de aplicar una fuerza para ayudar a posicionar la junta superior (61).
- 30 19. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un anillo de estanqueidad (63) posicionado adyacente al segundo anillo de rodamiento (30).
- 35 20. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 19, caracterizado por el hecho de que las juntas (61, 63, 84) capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos comprenden una válvula de control de presión de aire (62) posicionada adyacente al anillo de estanqueidad (63).
- 40 21. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las juntas (61, 63, 84) capaces de regular el flujo de aire a través de los conductos comprenden por lo menos una válvula de control de presión de aire (62) posicionada entre el segundo anillo de rodamiento (30) y el primer anillo de rodamiento (20).
- 45 22. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 20 o la reivindicación 21, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una tapa de la válvula de control de presión de aire (66) posicionada adyacente a por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento (30) y cubriendo por lo menos parte de la válvula de control de presión de aire (62).
- 50 23. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 22, caracterizado por el hecho de que una distancia medible entre la válvula de control de presión de aire (66) y una referencia sobre el segundo anillo de rodamiento (30) varía con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios (10).
- 55 24. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, unas tapas de estanqueidad (65) posicionadas adyacentes a las juntas (61, 63, 84) y capaces de aplicar una fuerza para ayudar a posicionar las juntas (61, 63, 84).
- 60 25. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 24, caracterizado por el hecho de que las tapas de estanqueidad (65) está sujetas a las juntas (61, 63, 84).
26. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que existe una distancia medible adyacente a por lo menos una superficie del segundo anillo de rodamiento (30) y puede variar con el desgaste del sistema de rodamientos giratorios (10).
27. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 26, caracterizado por el hecho de que se forma una distancia medible entre una primera referencia conectada con el primer anillo de rodamiento (20) y una muesca (67) formada en el segundo anillo de rodamiento (30).
28. Sistema de rodamientos giratorios (10) según la reivindicación 26, caracterizado por el hecho de que se forma una distancia medible entre una primera referencia conectada con el primer anillo de rodamiento (20) y un saliente (69) desde el segundo anillo de rodamiento (30).

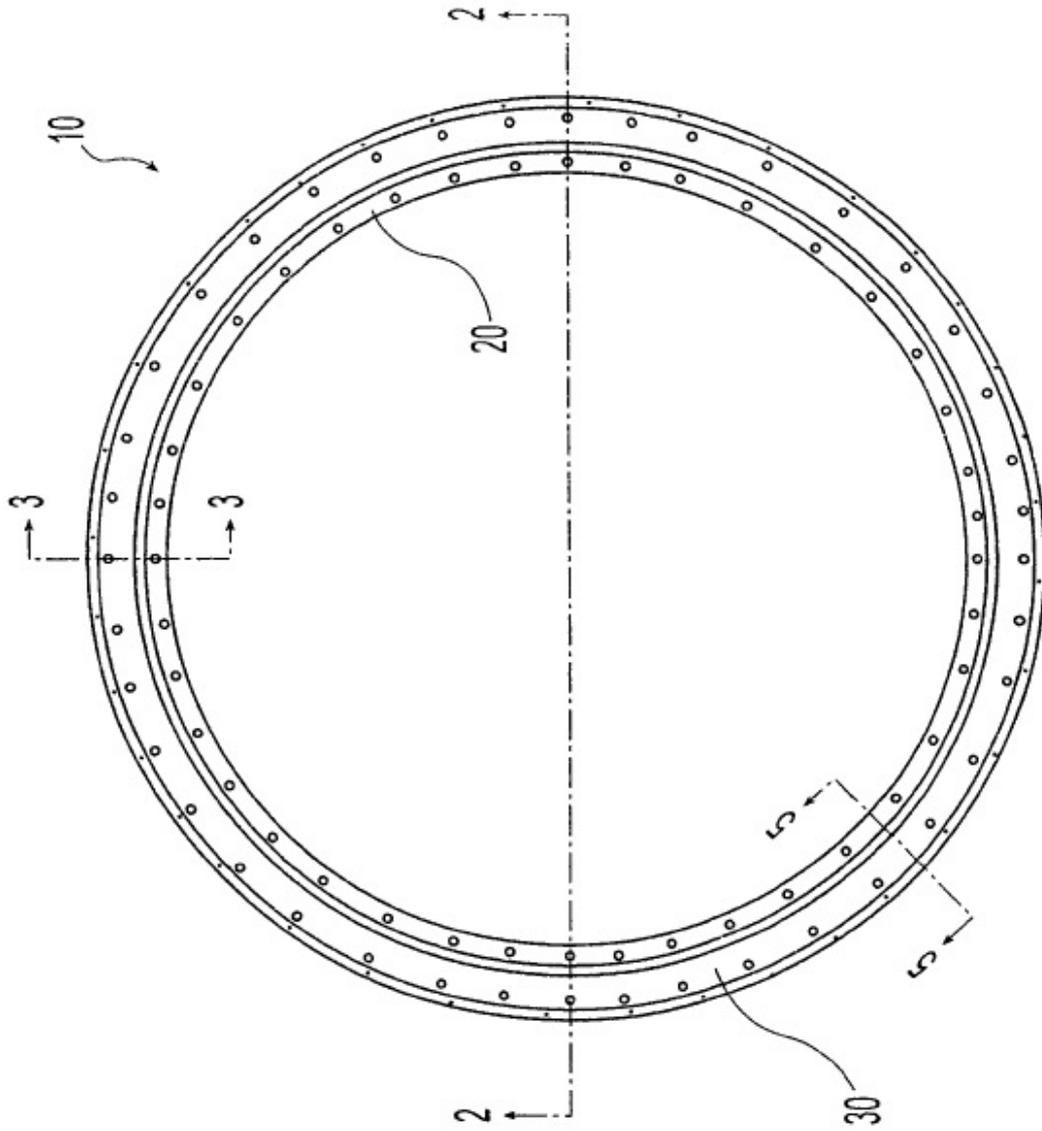


Fig. 1

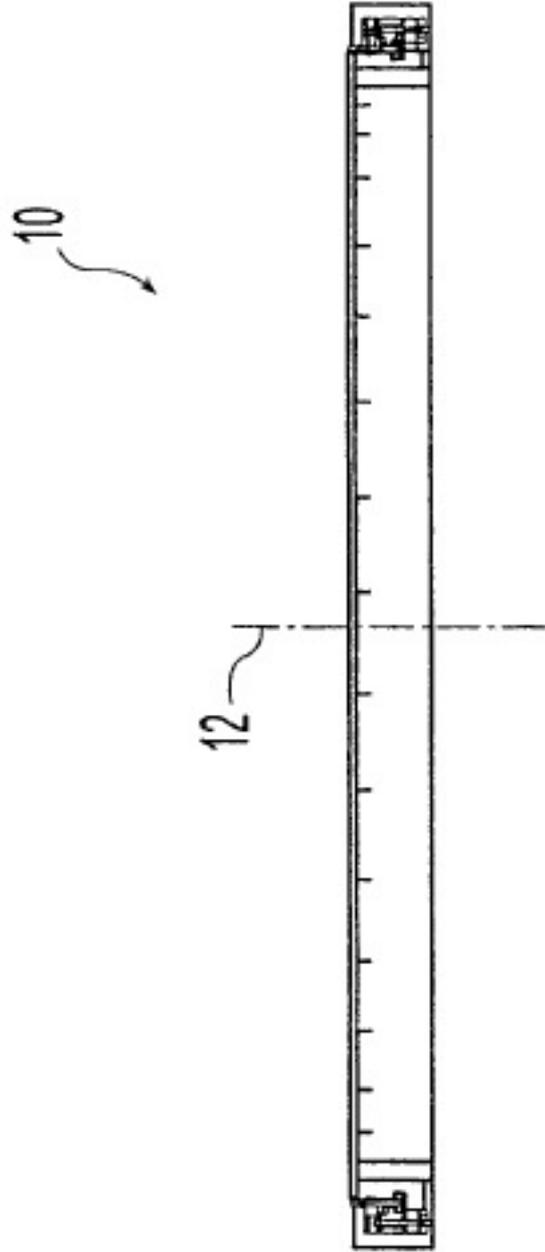
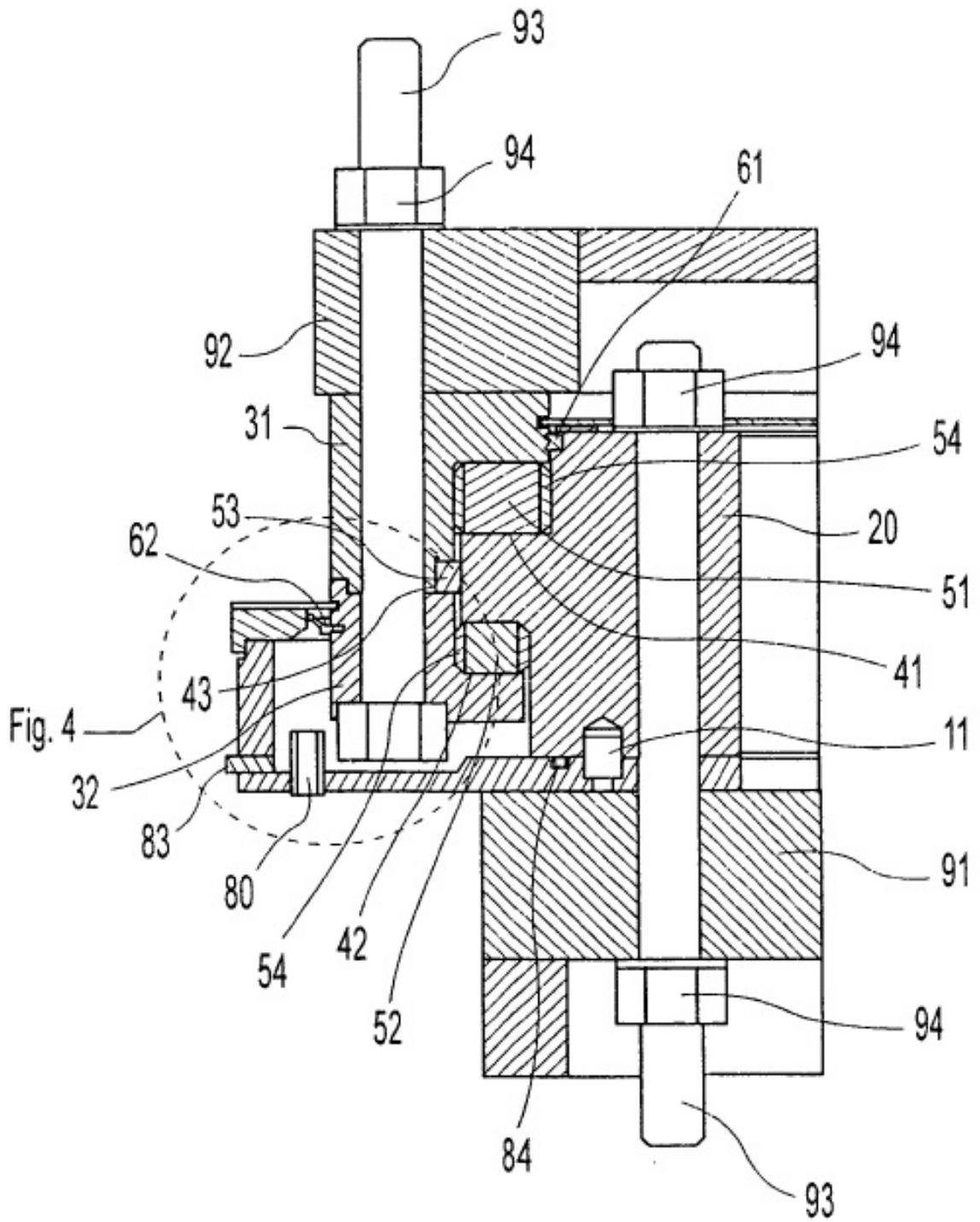


Fig. 2



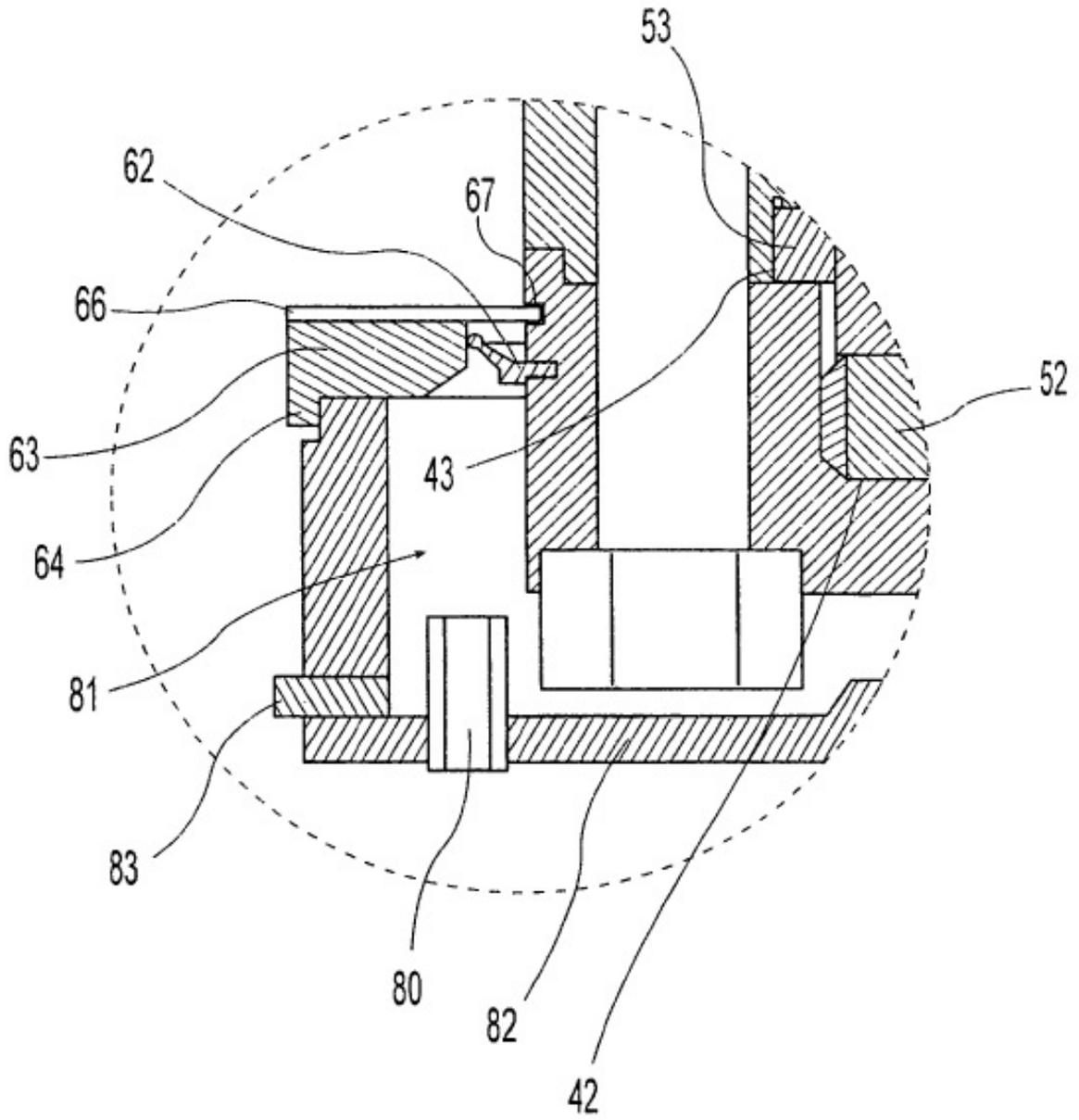


Fig. 4

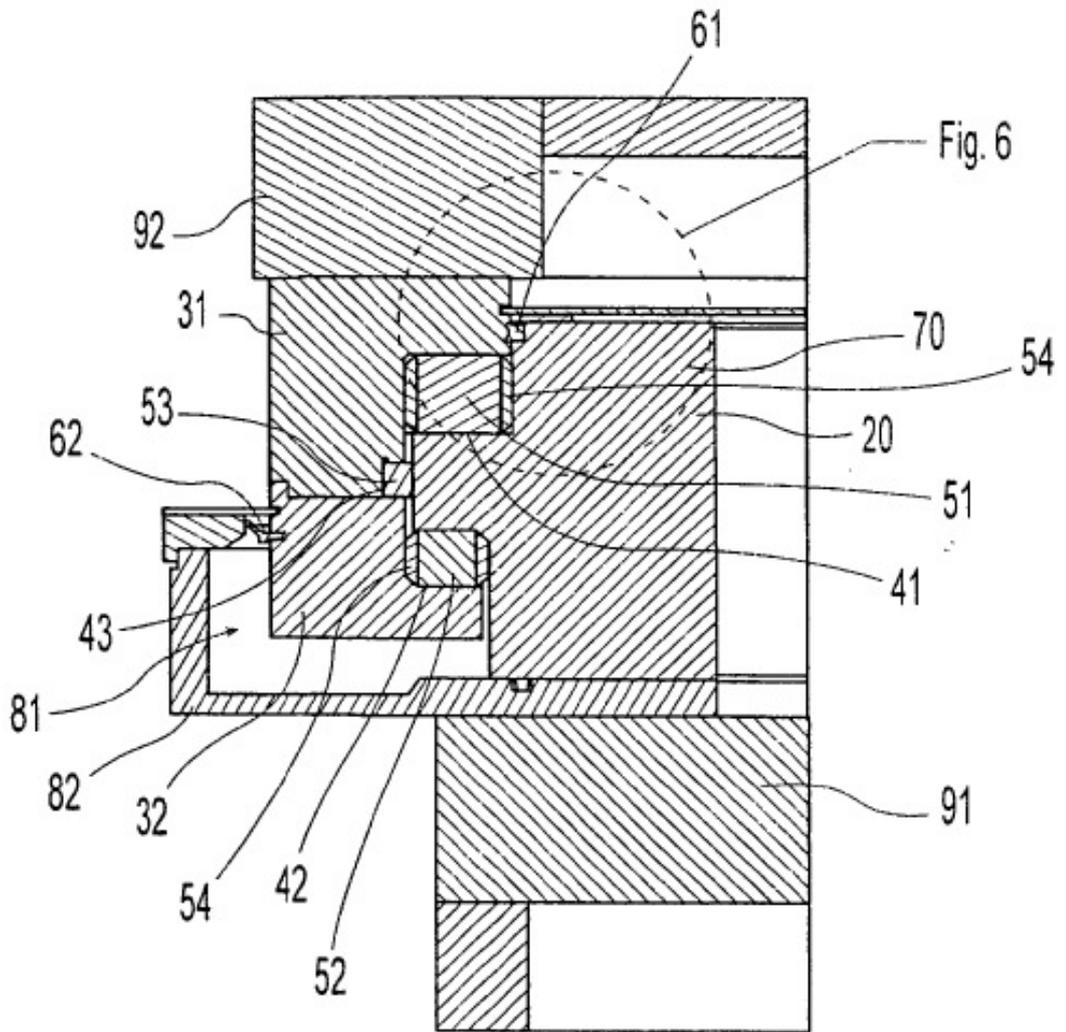


Fig. 5

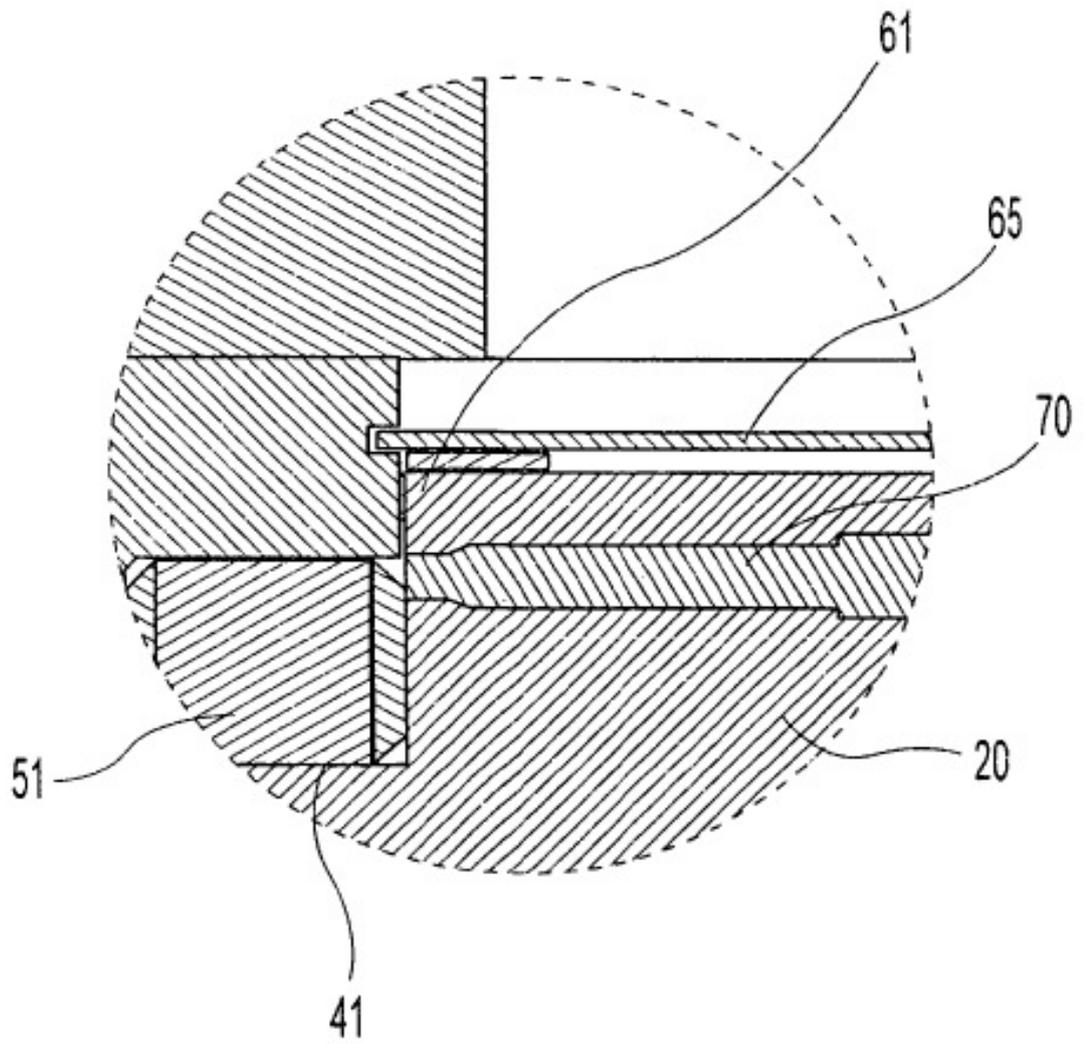


Fig. 6

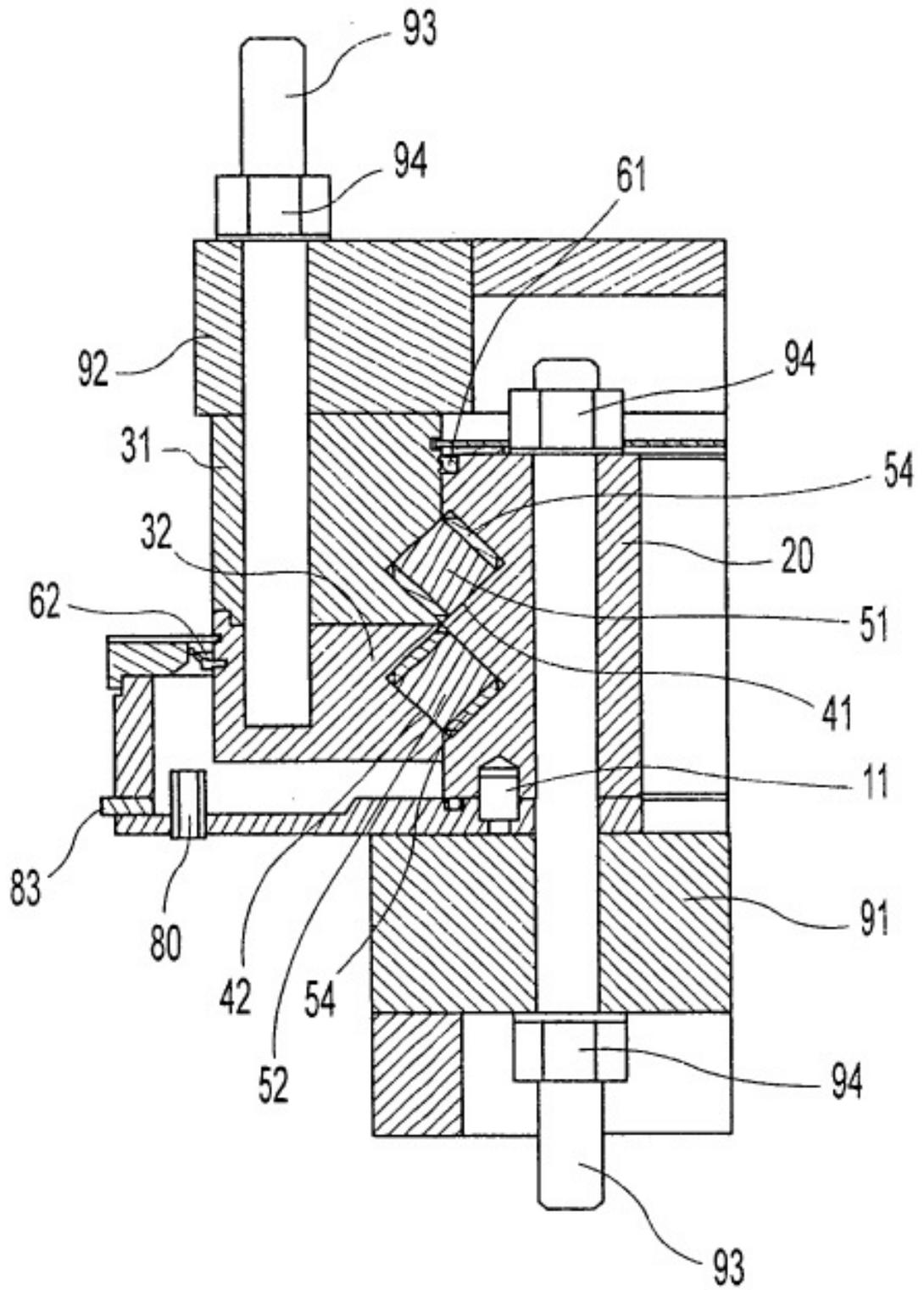


Fig. 7

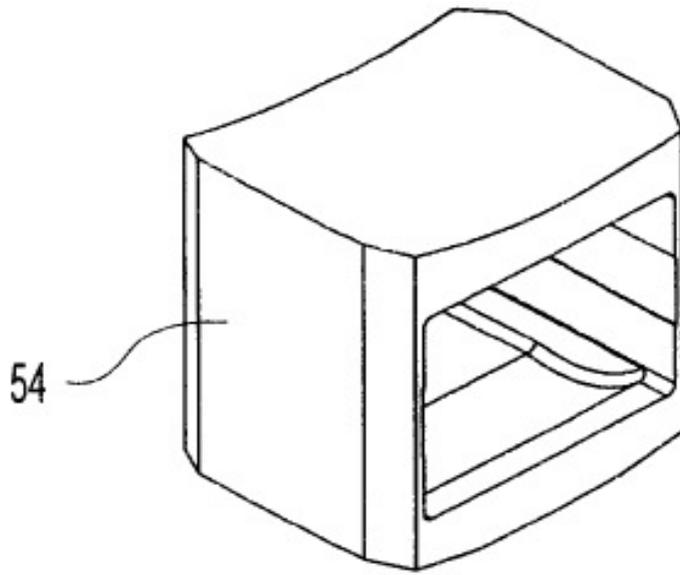


Fig. 8A

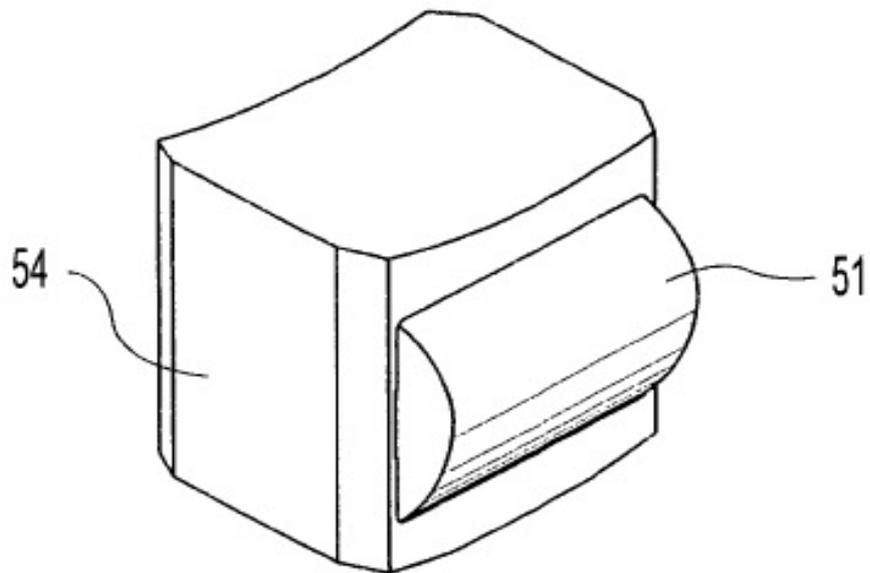


Fig. 8B

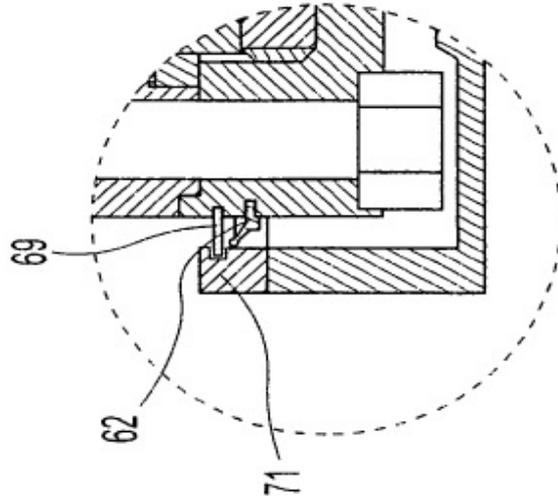


Fig. 9C

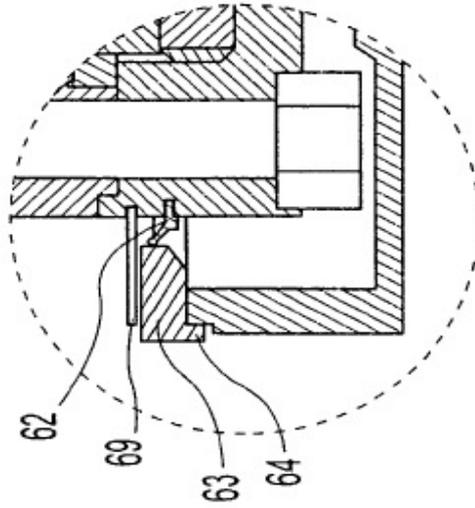


Fig. 9B

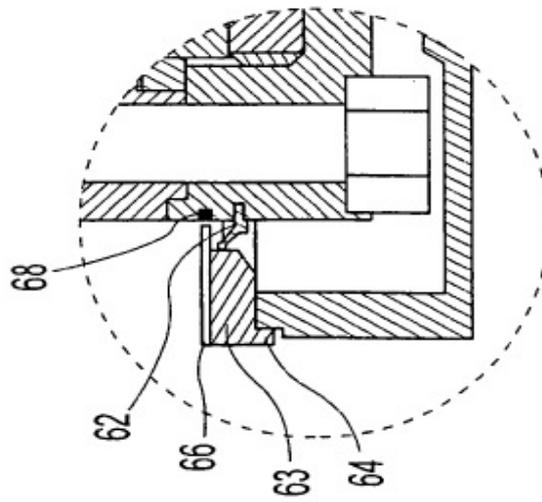


Fig. 9A