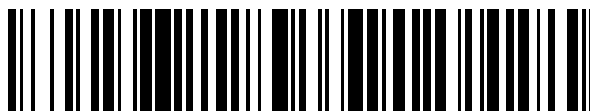


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 401**

51 Int. Cl.:

F04D 29/051 (2006.01)

F04D 29/041 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2014** **PCT/EP2014/074134**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015** **WO15074903**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2014** **E 14796487 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020** **EP 3071840**

54 Título: **Dispositivo de alivio**

30 Prioridad:

21.11.2013 DE 102013223806

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

17.08.2020

73 Titular/es:

KSB SE & CO. KGAA (100.0%)

Johann-Klein-Strasse 9

67227 Frankenthal, DE

72 Inventor/es:

KELLER, THOMAS y

MEYER, GERHARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 779 401 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

Dispositivo de alivio

5

El invento trata de una disposición para compensar el empuje axial de una turbomáquina con un elemento de alivio que está conectado de manera antigiratoria a un eje y conforma una hendidura de estrangulación radial junto con un contra-elemento fijado a la carcasa.

10

El empuje axial es el resultado de todas las fuerzas axiales que actúan sobre el rotor de una turbomáquina. Existen diferentes tipos de compensación de empuje axial.

15

Esencialmente, se conocen tres tipos de dispositivos de alivio para absorber el empuje axial: disco de alivio, pistón simple y pistón doble. Una característica común de las tres versiones es un flujo de alivio realizado a través de hendiduras. El flujo de alivio que se devuelve principalmente a la entrada de la bomba centrífuga, representa una pérdida por fugas, que se intenta minimizar configurando los anchos de hendidura lo más estrechos posible.

20

El objetivo es lograr una posición axial del rotor que se controle para todos los estados operativos de la turbomáquina, a fin de garantizar un funcionamiento sin problemas de la turbomáquina. Al operar la bomba centrífuga, se debe evitar el roce de las partes móviles en las partes fijas.

25

En la operación de una turbomáquina con un disco de alivio, la diferencia de presión que actúa entre dos lados del elemento de alivio conduce a una fuerza de alivio opuesta al empuje axial. La fuerza de alivio en este caso es tan grande como el empuje axial. Existe un equilibrio de fuerzas en el rotor. Se evita un roce del elemento de alivio en el contra-elemento.

30

Esta diferencia de presión aún no se ha acumulado durante las operaciones de arranque o parada, por lo que existe contacto entre el elemento de alivio y el contra-elemento sin las contramedidas correspondientes. Con la ayuda de conjuntos de muelles en el denominado "dispositivo de elevación", se debe evitar una oxidación de este tipo en las superficies de las hendiduras radiales.

35

El documento DE 886 250 describe un dispositivo de elevación para bombas centrífugas. El dispositivo de elevación forma un componente separado, cuyas partes circunferenciales están unidas al extremo del eje de la máquina rotativa alejado del lado del accionamiento. Las partes no giratorias están soportadas en la carcasa de la máquina rotativa. En estos dispositivos convencionales para absorber las fuerzas axiales durante el arranque y la parada, los conjuntos de muelles están dispuestos en una cámara separada fuera del área a través del cual fluye el fluido. Esta cámara está sellada del medio bombeado. Tales construcciones conducen a una longitud constructiva alargada. Además, se debe proporcionar una carcasa separada para el dispositivo.

40

Otra forma de interceptar las fuerzas axiales en procesos de arranque y parada de una turbomáquina, consiste en el uso de un anillo cardánico.

45

El documento DE 199 27 135 A1 describe un dispositivo de alivio para bombas centrífugas multi-etapas que utilizan un anillo cardánico. El anillo cardánico está dimensionado de manera que se deforma elásticamente por el empuje residual. El anillo cardánico está dispuesto en una cámara sellada separada. Esta construcción también conduce a una longitud constructiva adicional de la turbomáquina.

50

El documento DE 1 745 898 U describe un dispositivo para limitar el empuje axial del rotor de la bomba de una máquina centrífuga. El hecho de que un rodamiento axial libremente movable y un anillo de rodamiento externo se apoyen contra una brida de rodamiento de soporte mediante una fuerza de muelle evita la oxidación del elemento de alivio en el contra-elemento. Para esta construcción se requiere lubricación con aceite. Incluso con esta construcción, la longitud constructiva de la máquina se alarga en torno a una pieza de eje correspondiente, allí donde la carcasa correspondiente está sellada contra el medio bombeado.

55

El objeto del invento consiste en proporcionar una disposición para compensar el empuje axial de una turbomáquina, en la que se evita de manera fiable el roce del elemento de alivio en un contra-elemento incluso durante el arranque o la parada. La prevención de la oxidación no debe conducir a un alargamiento constructivo adicional de la turbomáquina. También se debe evitar una carcasa separada y el uso de un lubricante adicional.

60

Este objetivo se consigue según el invento porque un dispositivo para mantener el elemento de alivio a una distancia del contra-elemento está dispuesto en el contra-elemento, teniendo dicho dispositivo al menos un elemento generador de fuerza que genera una fuerza opuesta al empuje axial.

Según el invento, el dispositivo está dispuesto sobre el propio contra-elemento. El dispositivo está ubicado en el área de flujo medio de la turbomáquina. Esto significa que no se requiere alargamiento del eje ni carcasa adicional. También se omite un lubricante separado en el dispositivo según el invento.

5 El dispositivo tiene al menos un elemento generador de fuerza que genera una fuerza opuesta al empuje axial. El elemento generador de fuerza puede funcionar hidráulicamente o magnéticamente. Por ejemplo, los elementos piezoeléctricos también se pueden usar para generar fuerza.

10 En un modelo de fabricación particularmente ventajoso del invento, se usa un muelle como elemento generador de fuerza. Es económico de fabricar y demuestra ser extremadamente confiable para evitar que el elemento de alivio roce contra el contra-elemento. Además, no se requieren elementos de accionamiento adicionales.

15 Además del elemento generador de fuerza, el dispositivo presenta preferentemente un elemento desplazable axialmente. En un modelo de fabricación favorable del invento, el elemento desplazable axialmente presenta al menos un área que se acopla al menos parcialmente a una guía formada por el contra-elemento. Para este propósito, el elemento desplazable axialmente puede presentar una proyección anular que se engancha en un rebaje anular en el contra-elemento.

20 En un modelo de fabricación preferente del invento, el elemento generador de fuerza está dispuesto entre el contra-elemento fijo de la carcasa y el elemento desplazable axialmente. En este caso se conforma una cámara en la que se coloca el elemento generador de fuerza. El elemento generador de fuerza puede ser soportado en el contra-elemento y actuará sobre el elemento desplazable axialmente.

25 El elemento de alivio presenta superficies que se enfrentan a una cámara de alta presión y superficies que se enfrentan a una cámara de baja presión. En el funcionamiento de la turbomáquina, la diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de baja presión conduce a una fuerza de alivio opuesta al empuje axial. La fuerza de alivio es tan grande como el empuje axial. Existe un equilibrio de fuerzas en el rotor. Se evitará un roce del elemento de alivio sobre el contra-elemento.

30 Dado que esta diferencia de presión aún no se ha acumulado durante las operaciones de arranque o parada, según el invento, el elemento generador de fuerza que está dispuesto sobre el contra-elemento genera una fuerza durante el arranque y / o la parada. Esta fuerza actúa sobre un elemento desplazable axialmente. Esto hace que el elemento desplazable axialmente se mueva en la dirección del elemento de alivio.

35 Un elemento de cojinete de deslizamiento está dispuesto preferentemente sobre el elemento desplazable axialmente. En un modelo de fabricación particularmente ventajoso del invento, el elemento de cojinete de deslizamiento consiste en un termoplástico de alta resistencia. Un plástico a base de poliaril éter cetona ha demostrado ser particularmente favorable. Se usa preferentemente poliéter éter cetona (PEEK). Este elemento de deslizamiento permite un deslizamiento lubricado por un medio lubricante.

40 Durante las operaciones de arranque o parada, el elemento desplazable axialmente se convierte en el elemento generador de fuerza desplazado tan lejos que el elemento de cojinete de deslizamiento descansa sobre el elemento de alivio. El elemento de cojinete de deslizamiento sirve así como un tope para el elemento de alivio, de modo que se evita el roce contra el elemento de alivio en el contra-elemento.

45 La selección del material, de acuerdo con el invento da como resultado un deslizamiento lubricado a medias del elemento de alivio sobre el elemento de cojinete de deslizamiento, lo que evita que el elemento de alivio roce contra el contra-elemento. Esto evita daños al contra-elemento o al elemento de alivio. No existe abrasión, por lo que la hendidura de estrangulación radial se mantiene en su geometría deseada.

50 El elemento de cojinete de deslizamiento es preferentemente un anillo. En un ejemplo de fabricación particularmente favorable del invento, el anillo está dispuesto en un receptáculo que está formado por el elemento desplazable axialmente. Para este propósito, el elemento desplazable axialmente puede presentar una ranura en la que se encuentra el elemento de deslizamiento. El elemento de deslizamiento está fijado preferentemente por medio de un adhesivo y/u otro elemento de sujeción en el elemento desplazable axialmente.

55 Durante la fase de arranque el elemento desplazable axialmente es desplazado hacia el elemento de alivio. Si luego se acumula una diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de baja presión, una diferencia de presión actúa en consecuencia sobre el elemento de alivio, lo que conduce a una fuerza de alivio, y desplaza al rotor en contra del empuje axial.

Cuando la turbomáquina funciona a la velocidad deseada, la presión actúa sobre el elemento desplazable axialmente o sobre el elemento de cojinete de deslizamiento. Como resultado, el elemento desplazable axialmente se aleja del elemento de alivio hacia el contra-elemento. El elemento desplazable axialmente junto con el elemento de cojinete de deslizamiento se mueve así a una posición retraída.

5 Un elemento de sellado está dispuesto preferentemente entre el elemento desplazable axialmente y el contra-elemento. Una cámara de alta presión está separada de una cámara de baja presión por este elemento de sellado. El elemento generador de fuerza está dispuesto en una cámara en la que hay una presión más baja.

10 El contra-elemento presenta preferentemente una abertura que conecta la cámara en la que el elemento de fuerza está dispuesto, con la cámara de alivio. Esta conexión permite que el medio escape o fluya hacia o desde la cámara cuando se desplaza el elemento desplazable axialmente.

15 Al parar la máquina, la diferencia de presión entre la cámara de alta y baja presión disminuye, de modo que la fuerza de alivio disminuye y la hendidura de estrangulación se reduce. Como resultado, la presión que actúa sobre el elemento desplazable axialmente o el elemento de cojinete de deslizamiento en la cámara de alta presión también disminuye. Se establece así un nuevo equilibrio en el que el elemento generador de fuerza desplaza el elemento desplazable axialmente hacia el elemento de alivio. Como resultado, el elemento desplazable axialmente avanza. En esta posición, el disco de alivio descansa sobre el elemento de cojinete de deslizamiento y evita que el elemento de alivio roce contra el contra-elemento.

Otras ventajas y características resultan de la descripción de un modelo de fabricación en base a los dibujos y de los propios dibujos.

25 En este caso muestra la:

figura 1, una disposición para la compensación del empuje axial alojado en una bomba centrífuga.
figura 2, una sección de un corte axial de una bomba centrífuga multi-etapas.

30 La figura 1 muestra una bomba centrífuga con un eje 1 que lleva varios rodetes 2. Los rodetes están rodeados por una carcasa escalonada 3. El medio bombeado fluye a través de una carcasa de presión 4.

35 Se forma una hendidura de estrangulación axial 8 entre un manguito de estrangulación 6 conectado a la carcasa de presión 4 y un componente 7 conocido también como un pistón y que está conectado de manera giratoria al eje 1, estando previsto en el perímetro exterior de dicho componente preferentemente una capa de poliéter éter cetona.

El fluido bombeado se ramifica desde la zona de alta presión de la bomba centrífuga a través de la hendidura axial de estrangulación 8 y se conduce como un flujo de alivio.

40 Las cámaras 9 y 10 mostradas en la figura 2 están llenas de fluido. En este caso se trata preferentemente del medio bombeado de la bomba centrífuga. Durante el funcionamiento de la bomba centrífuga, la presión en la cámara 9 es significativamente mayor que en la cámara 10. Entre la cámara 9 de "alta presión" y la cámara 10 de "baja presión" está dispuesto un elemento de alivio 11. En el ejemplo de fabricación, el elemento de alivio 11 es un disco de alivio. El elemento de alivio 11 está conectado de forma giratoria al eje 1.

45 La diferencia de presión $\Delta p = p_9 - p_{10}$ que actúa sobre las superficies del elemento de alivio 11 da como resultado una fuerza de alivio opuesta a la fuerza de empuje axial F_{ax} . En el ejemplo de fabricación, el empuje axial actúa de izquierda a derecha con la vista sobre el dibujo. La fuerza de alivio generada debido a la diferencia de presión $\Delta p = p_9 - p_{10}$ actúa de derecha a izquierda con la vista sobre el dibujo.

50 Se conforma una hendidura de estrangulación radial 13 entre el elemento de alivio 11 y un contra-elemento 12. El contra-elemento 12 está firmemente conectado a la carcasa.

55 Si el empuje axial cambia durante la operación y la fuerza de alivio cae, el rotor se mueve en la dirección del lado de succión de la bomba y la hendidura de estrangulación radial 13 se estrecha. Debido a la mayor estrangulación en la hendidura de estrangulación 13, aumenta la presión p_9 y, por lo tanto, la fuerza de alivio. Si la fuerza de alivio es mayor que el empuje axial, el exceso de fuerza mueve el rotor hacia la parte trasera de la bomba y la hendidura de estrangulación 13 se ensancha. Como resultado, la presión p_9 que actúa sobre el elemento de alivio y también la fuerza de alivio vuelven a caer. Se establecen equilibrios de las fuerzas sobre el rotor, en el que se conforma una hendidura de estrangulación de aproximadamente 0,05 a 0,1 mm. El elemento de alivio 11 en la disposición según el invento, actúa como un cojinete axial hidrodinámico autorregulador.

Para que el sistema permanezca estable y los movimientos de control no se produzcan demasiado rápido, la hendidura de estrangulación axial 8 debe diseñarse de manera que se establezca una hendidura de estrangulación radial 13 de más de 0,01 mm y menos de 0,12 mm.

5 La ventaja de usar un disco de alivio como elemento de alivio 11 es el flujo de alivio relativamente bajo, de modo que se logran eficiencias volumétricas altas. Hasta ahora, la mayor susceptibilidad al desgaste ha sido una desventaja en el caso de las arandelas de alivio convencionales.

10 En el dispositivo, de acuerdo con el invento, se evita ahora el desgaste mediante un dispositivo para mantener el elemento de alivio 11 a una distancia del contra-elemento 12 cuando se arranca y/o se para. El dispositivo está dispuesto sobre el contra-elemento 12 según el invento. El dispositivo comprende un elemento generador de fuerza 14. El elemento generador de fuerza 14 genera una fuerza opuesta al empuje axial durante el arranque y/o la parada, que garantiza el mantenimiento de distancia del elemento de alivio 11 respecto al contra-elemento 12.

15 El dispositivo de distanciamiento presenta un elemento desplazable axialmente 15. El elemento generador de fuerza 14 está dispuesto entre el elemento desplazable axialmente 15 y el contra-elemento 12 fijado en la carcasa.

20 Además, el dispositivo comprende un elemento de cojinete de deslizamiento 16 que está soportado por el elemento desplazable axialmente 15. Para este propósito, el elemento desplazable axialmente 15 presenta un rebaje 17 en el que está dispuesto el elemento de cojinete de deslizamiento 16, que está diseñado como un anillo. El rebaje 17 está diseñado como una ranura circular.

25 La cara frontal del elemento de cojinete de deslizamiento 16 se dirige hacia el elemento de alivio 11. El elemento de cojinete de deslizamiento 16 consiste en poliéter éter cetona (PEEK).

El elemento de cojinete de deslizamiento 16 presenta preferentemente una cara frontal estructurada orientada hacia el elemento de alivio 11 con canales no mostrados. De este modo se permite un cojinete de deslizamiento lubricado con un medio lubricante.

30 Al arrancar o parar, la diferencia de presión $\Delta p = p_9 - p_{10}$ es pequeña, de modo que cuando se produce un empuje axial, el elemento de alivio 11 descansaría contra el contra-elemento 12. Este roce del elemento de alivio 11 sobre el contra-elemento 12 conduciría a signos considerables de desgaste.

35 En la disposición según el invento, el elemento generador de fuerza 14 mueve el elemento desplazable axialmente 15 de derecha a izquierda con la vista sobre el dibujo. En este caso, el elemento de cojinete de deslizamiento 16 se apoya en el elemento de alivio 11, que en el lado orientado hacia el elemento de cojinete de deslizamiento 16 presenta una zona blindada 18. Al arrancar o parar, se crea un cojinete de deslizamiento lubricado con un medio lubricante entre el elemento de alivio 11 y el elemento de cojinete de deslizamiento 16. En este caso se evita que el elemento de alivio 11 roce contra el contra-elemento 12.

40 Tan pronto como se acumule una diferencia de presión suficiente $\Delta p = p_9 - p_{10}$ entre las dos cámaras 9 y 10, se establece una hendidura de estrangulación entre el elemento de alivio 11 y el contra-elemento 12. Una presión aumentada p_9 ahora también actúa sobre la cara frontal del elemento de cojinete de deslizamiento 16. Esta presión p_9 desplaza el elemento axialmente desplazable 15 de izquierda a derecha con la vista sobre el dibujo. El dispositivo
45 está ahora en su posición de operación retraída.

La disposición según el invento crea así un dispositivo que se desengancha durante el arranque y/o la parada y, por lo tanto, cambia de derecha a izquierda y vuelve a su posición operativa durante el estado operativo y, por lo tanto, se desplaza de izquierda a derecha con la vista sobre el dibujo.

50 El elemento 15 desplazable axialmente presenta una primera ranura 19, en la que está dispuesto un elemento de sellado 20 diseñado como una junta tórica. Además, el elemento desplazable axialmente 15 presenta una segunda ranura 21, en la que está dispuesto un elemento de sellado 22 diseñado como una junta tórica. Los elementos de sellado 20 y 22 separan la cámara de "alta presión" 9 de la cámara de "baja presión" 10.

55 El contra-elemento 12 presenta una abertura 23 que conecta una cámara, en la que está dispuesto el elemento generador de fuerza 14, con la cámara de alivio 10. La abertura 23 está diseñada como un orificio de compensación de presión.

60 Si la presión de bombeo cae cuando el accionamiento se para, el elemento desplazable axialmente 15 vuelve a su posición sobresaliente, y evita la oxidación de las superficies de estrangulación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición para compensar el empuje axial de una turbomáquina, que presenta un elemento de alivio de carga (11) que está conectado de forma antigiratoria a un eje (1) y, junto con un contra-elemento (12) fijado a la carcasa conforma una hendidura de estrangulación radial (13), caracterizada porque en el contra-elemento (12) está dispuesto un dispositivo para mantener la distancia entre el elemento de alivio de carga (11) y el contra-elemento (12), presentando dicho dispositivo al menos un elemento generador de fuerza (14) que genera una fuerza opuesta al empuje axial.
- 10 2. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque el dispositivo presenta un elemento desplazable axialmente (15).
- 15 3. Disposición según la reivindicación 2, caracterizada porque el elemento generador de fuerza (14) está dispuesto entre el contra-elemento (12) y el elemento desplazable axialmente (15).
4. Disposición según la reivindicación 2 ó 3, caracterizada porque un elemento de cojinete de deslizamiento (16) está dispuesto sobre el elemento desplazable axialmente (15).
- 20 5. Disposición según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizada porque el contra-elemento (12) presenta una guía para el elemento desplazable axialmente (15).
6. Disposición según una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada porque al menos un elemento de sellado (20, 22) está dispuesto entre el elemento desplazable axialmente (15) y el contra-elemento (12).
- 25 7. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el contra-elemento (12) presenta una abertura (23) que conecta una primera cámara, en la que está dispuesto el elemento generador de fuerza (14), a una segunda cámara (10).
- 30 8. Procedimiento para compensar el empuje axial de una turbomáquina con una disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque una fuerza que se opone al empuje axial se genera mediante un elemento generador de fuerza (14) que está dispuesto sobre un contrapeso (12).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la fuerza opuesta desplaza un elemento (15) axialmente.
- 35 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque un elemento (16) se apoya contra un elemento de alivio de carga giratorio (11) debido al desplazamiento axial y, como resultado, se evita un contacto entre el elemento de alivio de carga (11) un contra-elemento fijo (12).

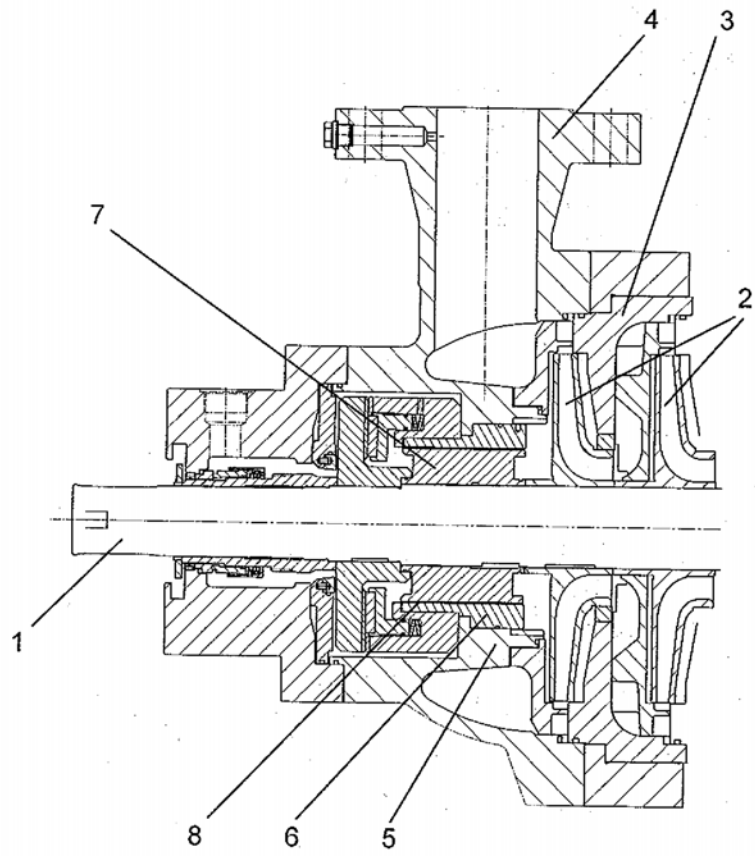


Fig. 1

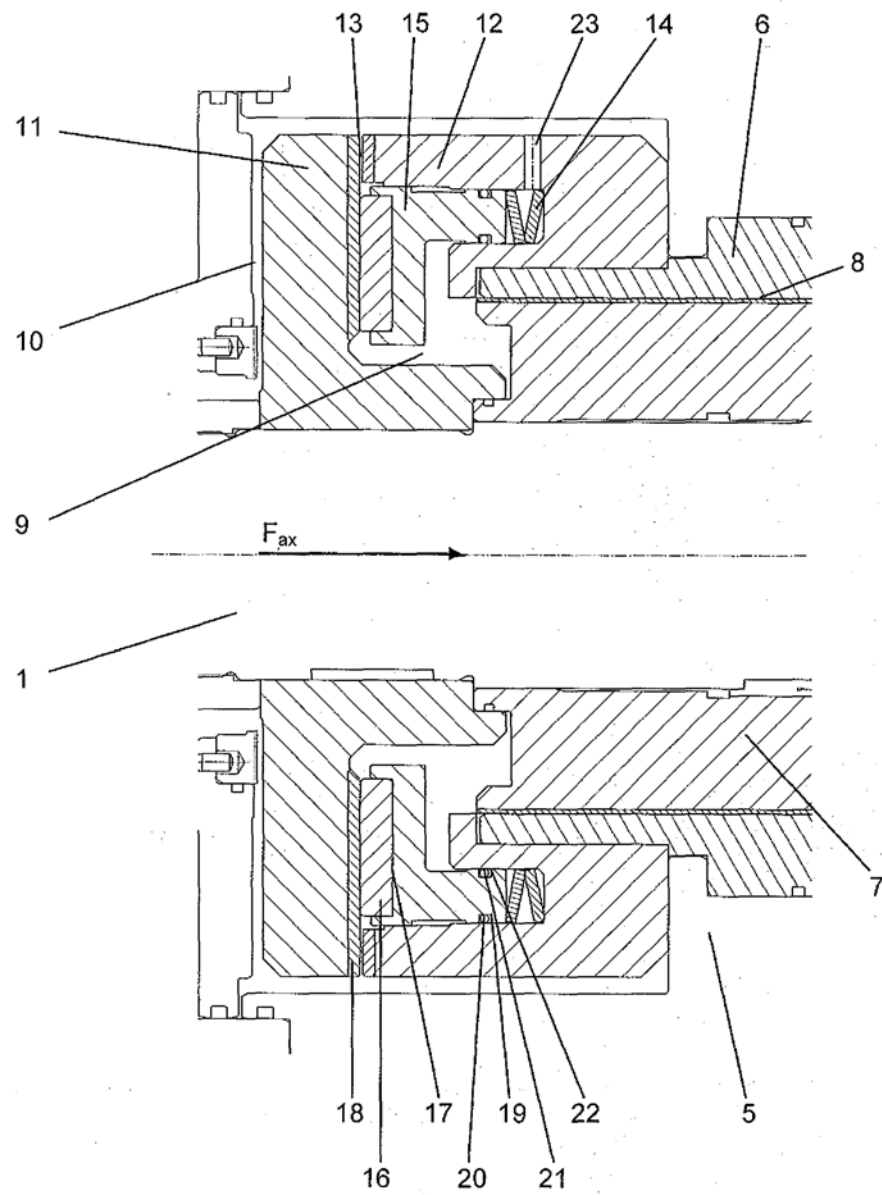


Fig. 2