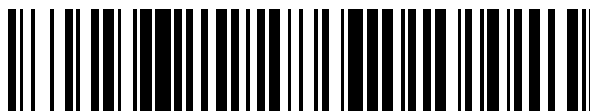


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 349**

51 Int. Cl.:

F04D 29/06 (2006.01)

F04D 29/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2013** E 13166493 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** EP 2667034

54 Título: **Bomba de varias fases**

30 Prioridad:

22.05.2012 EP 12168930

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

31.07.2019

73 Titular/es:

**SULZER MANAGEMENT AG (100.0%)
Neuwiesenstrasse 15
8401 Winterthur, CH**

72 Inventor/es:

**MEUTER, PAUL y
WELSCHINGER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 721 349 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).

DESCRIPCION

Bomba de varias fases

5 La invención se refiere a una bomba de varias fases para el transporte de un fluido de bombeo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

10 Las bombas, en particular las bombas centrífugas, son turbinas perfectamente conocidas a partir del estado de la técnica y se emplean en las más diferentes aplicaciones para el transporte de fluidos de bombeo, por ejemplo líquidos o mezclas. Los componentes esenciales de una bomba, es decir, la carcasa, un árbol de rotor, el cojinete para el árbol de rotor así como el rotor de la bomba así como la estructura de base de las bombas son conocidos en sí.

15 En el estado de funcionamiento, se acciona el árbol de rotor por un accionamiento, que puede estar acoplado por medio de un acoplamiento en el árbol del rotor y el fluido de bombeo circula desde un racor de aspiración hacia un rotor de la bomba, de manera que el rotor de la bomba dispuesto sobre el árbol de rotor transmite la energía necesaria para el transporte sobre el fluido de bombeo. El rotor de la bomba propiamente dicho está constituido, por ejemplo, por un cuerpo de cubo, que forma una unidad con el disco de soporte, por paletas, que transmiten energía sobre el fluido de la bomba así como, según la aplicación, por un disco de cubierta. Para la orientación espacial, el lado del árbol del rotor, en el que está acoplado el accionamiento, se designa como lado de accionamiento y el lado opuesto se designa como lado de no accionamiento. La distribución de la presión se describe con la ayuda de la posición con relación al rotor de la bomba, el lado de aspiración del rotor de la bomba corresponde al lado de baja presión, mientras que el lado opuesto, es decir, la zona después del rotor de la bomba, se designa como lado de alta presión. En general, se distingue entre bombas monofásicas y bombas polifásicas, en donde las bombas polifásicas están realizadas de tal manera que varios rotores de la bomba están dispuestos unos detrás de los otros en serie y la presión del fluido de bombeo se eleva después de la pasada de cada fase de la bomba. En el caso de bombas polifásicas, el árbol del rotor se aloja, entre otras cosas para amortiguar oscilaciones, sobre soportes de cojinetes especiales o bien sobre el lado de no accionamiento en un cojinete exterior especial, puesto que la sensibilidad de la bomba a las oscilaciones se incrementa a medida que aumenta la longitud del árbol del rotor.

30 Se conoce a partir del estado de la técnica que las oscilaciones de diferente tipo son una de las causas más frecuentes para los problemas de funcionamiento de las bombas. En cada bomba actúan fuerzas dinámicas de origen mecánico e hidráulico, en particular en bombas con árbol de rotor que giran a alta velocidad o con números de revoluciones variables aparecen de esta manera oscilaciones mecánicas, que provocan problemas considerables. Las oscilaciones son inducidas, en parte, por ejemplo por la excitación de frecuencias propias de la bomba o bien de sus partes o por desequilibrios mecánicos de las partes giratorias en virtud de impulsos inadecuados. Especialmente en el caso de modificaciones de la velocidad de giro del árbol de rotor, se excitan estas frecuencias propias debido a desequilibrios inevitables del árbol del rotor. Por otra parte, tales bombas están expuestas, en virtud de sus condiciones ambientales y de montaje, a oscilaciones que deben ser mantenidas alejadas del sistema de rotor. En el núcleo, por lo tanto, la amortiguación del árbol del rotor y el desacoplamiento de la carcasa desde el árbol de rotor son esenciales para la supresión de la transferencia de la oscilación durante la consideración de las oscilaciones. Con números de revoluciones altos, no son suficientes ya, además, las disposiciones conocidas para el alojamiento del árbol de rotor, puesto que el árbol de rotor comienza a oscilar la mayoría de las veces con fuerza.

45 Un efecto esencial, que se utiliza en el alojamiento de árbol de rotor y en la amortiguación de oscilaciones desde los árboles de rotor sobre el lado de no accionamiento es el efecto Lomakin. En virtud del efecto Lomakin se centra el árbol del rotor en intersticios anulares atravesados axialmente por la corriente, cuando éste se desvía. El efecto de centrado se provoca porque en virtud de la desviación del árbol de rotor, se incrementan o bien se reducen las distancias o intersticios entre el árbol de rotor y el cojinete de accionamiento, de manera que la velocidad de la circulación del fluido lubricante en la zona de la distancia menor o intersticio más estrecho es menor que en la zona de distancias mayores. Debido a la pérdida mayor de entrada resulta una diferencia de la presión, que corresponde de nuevo a una fuerza de recuperación dirigida en contra de la desviación, que actúa con efecto de centrado sobre el árbol de rotor.

50 Otra solución para la amortiguación de oscilaciones se conoce a partir del documento EP 0 867 627 B1. Allí se describe un sistema de amortiguación para árboles de rotor alojados magnéticamente, que propone prever entre el rotor y la carcasa un miembro intermedio, que se apoya sobre bolas en la carcasa, de manera que las bolas descansan en cazoletas. En esta solución es un inconveniente que independientemente del material utilizado y del radio de las cazoletas, incluso en el caso de desviación mínima de las bolas, aparecen fuerzas de recuperación enormes. Una razón para ello es que la selección del material de las bolas y de las cazoletas se limita por las otras fuerzas que actúan en la bomba, por ejemplo a través de la fuerza del peso del rotor o las fuerzas del cojinete, que actúan a lo largo del eje del rotor, en el caso de cojinetes magnéticos permanentes. Por último, hay que establecer que la función deseada sólo se cumple en una medida insuficiente y la estructura del sistema de amortiguación es

demasiado complejo e intensivo de mantenimiento. Una bomba polifásica similar se conoce también a partir del documento DE 103 22 382 A1.

Una solución para la lubricación de un cojinete de una bomba se conoce a partir del documento US 4 958 988 A. En este caso, por medio de una instalación de lubricación se desvía un lubricante que está bajo presión a partir de un fluido de bombeo y se bombea hacia los cojinetes. El lubricante desviado circula en este caso a través de uno o varios conductos radiales (orificios transversales) en el árbol de rotor a los cojinetes y sale a continuación a una cámara de salida. Un inconveniente de esta solución es que deben fabricarse de manera muy costosa por medio de taladrado los conductos en el árbol de rotor.

En el documento US 5 397 220 A, a partir de la zona de alta presión debe desviarse una parte del fluido de bombeo por medio de un turbo de circulación hasta la motobomba. En la motobomba se utiliza el fluido de bombeo desviado como lubricante y refrigerante para los cojinetes del motor. Un inconveniente de esta solución es la conducción muy costosa y laboriosa del lubricante por medio de un conducto guiado en el exterior de la bomba.

Por lo tanto, el cometido de la invención es proponer una bomba, en la que se evitan en gran medida las oscilaciones perjudiciales del árbol de rotor sobre el lado de accionamiento y se reducen o bien se amortiguan las oscilaciones del árbol de rotor a una medida predeterminable, de manera que un consigue un rendimiento elevado de la bomba y/o una marcha mejorada del árbol de rotor en el estado de funcionamiento.

Los objetos de la invención que solucionan este cometido se caracterizan por las características de la reivindicación independiente 1.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización especialmente ventajosas de la invención.

Por lo tanto, la invención se refiere a una bomba de varias fases para el transporte de un fluido de bombeo, en la que en el estado de funcionamiento, el fluido de la bomba preparado bajo una presión de entrada en un lado de baja presión de la bomba puede ser transportado por medio de un rotor de la bomba alojado de forma giratoria alrededor de un eje de giro en un estator de la bomba sobre un lado de alta presión del rotor de la bomba, y a un árbol de rotor con un lado de accionamiento y un lado de no accionamiento, que está alojado sobre el lado de accionamiento en un cojinete exterior y se puede acoplar a través de un acoplamiento con un accionamiento, en donde el árbol de rotor con el rotor de la bomba está dispuesto en un cojinete adicional en el lado de accionamiento. De acuerdo con la invención, el cojinete en el lado de accionamiento está dispuesto entre el cojinete exterior y el rotor de la bomba y sobre el lado de accionamiento del árbol de rotor, entre el árbol del rotor y el cojinete en el lado de accionamiento, en un intersticio anular de lubricación se puede configurar una película de lubricante a partir de un fluido de lubricante formado a partir del fluido de bombeo, en donde está previsto un conducto de lubricante de tal manera que el fluido de lubricante se puede alimentar al intersticio anular de lubricación entre el árbol del rotor y el cojinete en el lado de accionamiento.

Por lo tanto, para la invención es esencial que sobre el lado de accionamiento esté previsto el intersticio anular de lubricación como un elemento de estabilización hidrodinámica, en el que en el estado de funcionamiento de la bomba se configura en el intersticio anular de lubricación una película de lubricante hidrodinámico. La película de lubricante, que se forma a partir del fluido de lubricante, que se forma de nuevo a partir del fluido de bombeo a transportar a través de la bomba y que se toma con preferencia como fluido de bombeo desde el lado de alta presión del rotor de la bomba, se alimenta al intersticio de lubricación sobre el lado de accionamiento por medio del conducto de lubricante. En particular, un cojinete sobre el lado de accionamiento, por ejemplo el cojinete de accionamiento, es especialmente adecuado para tal disposición porque éste puede absorber tanto oscilaciones forzadas desde el exterior de la bomba como también oscilaciones excitadas desde el interior de la bomba.

Dicho de manera simplificada, el fluido de bombeo o bien de lubricación es transportado desde el lado de alta presión sobre el lado de baja presión, en particular hacia al cojinete de accionamiento, para configurar allí en el estado de funcionamiento de la bomba en un intersticio anular de lubricación una película de lubricante hidrodinámico. Por lo tanto, por medio de la presente invención se mejora en una medida decisiva la dinámica de los árboles del rotor porque a través de la película de lubricante se eleva en una medida decisiva la amortiguación y la rigidez del sistema de rotor apto para oscilación.

De esta manera se evitan en gran medida oscilaciones perjudiciales del árbol de rotor o bien se reducen o bien se amortiguan al menos a una medida predeterminable tolerable, de modo que la bomba puede ser accionada también con un número de revoluciones o bien en un campo de revolución determinado, en particular con altos números de revoluciones, lo que no era posible hasta ahora sin la utilización del intersticio anular de lubricación de acuerdo con la invención con película de lubricante. Además, se puede conseguir eventualmente incluso un rendimiento más elevado de la bomba y una marcha mejorada más silenciosa del rotor en el estado de funcionamiento, lo que en último término conduce a que no sólo se pueda ahorrar energía para el funcionamiento de la bomba, sino que se pueden prolongar también los intervalos de mantenimiento, con lo que se pueden reducir drásticamente los costes

implicados con ello y al mismo tiempo se eleva esencialmente también la duración de vida de la bomba.

En este caso, se puede adaptar la intensidad de la amortiguación de acuerdo con los requerimientos y especificaciones técnicas en una bomba de acuerdo con la invención de una manera sencilla. Esto se puede realizar, por ejemplo, a través de la selección adecuada de la geometría, por ejemplo de la forma geométrica o la anchura del intersticio anular de lubricación o, en cambio, controlando y/o regulando, por ejemplo, por medio de una válvula conocida en sí la presión del fluido de lubricación introducido en el intersticio anular de lubricación. También la alimentación de lubricante desde diferentes fases de la bomba, es decir, con diferentes presiones, en el intersticio anular de lubricación es una medida para el control y regulación de la amortiguación.

En particular, el cojinete de accionamiento está constituido de dos partes, comprendiendo un cojinete de accionamiento principal y un cojinete previo. En virtud de la estructura al menos de dos partes, se pueden realizar diferentes ejemplos o bien variantes de realización ventajosos de la invención. La película de lubricante, que se configura en el estado de funcionamiento en el intersticio anular de lubricación se puede configurar, por lo tanto, entre el cojinete previo y el árbol de rotor o, en cambio, entre el cojinete principal y el árbol de rotor, de manera que a través de los diferentes ejemplos o bien variantes de realización se modifica el desarrollo del fluido de bombeo y el fluido lubricante. A continuación se describen de manera más detallada estos ejemplos o bien variantes de realización.

Como medida especialmente preferida se prevé sobre un lado de alta presión de una fase de la bomba, con preferencia de la primera fase de la bomba, un orificio de lubricante y el orificio de lubricante está conectado para circulación con el conducto de lubricante y/o en el cojinete de accionamiento está previsto un orificio de alimentación para la alimentación del fluido de lubricación. Por medio del orificio de lubricante, que puede estar realizado como simple taladro, como válvula o bien como un componente para el bloqueo o regulación del flujo de paso del fluido de bombeo, se regula la extracción del fluido de bombeo, que se alimenta como fluido de lubricación. A través de esta medida ventajosa es posible utilizar como fluido de lubricación el fluido de bombeo del lado de alta presión, por lo tanto el fluido de bombeo se extrae de una zona de la bomba, en la que el fluido de la bomba presenta una presión más alta que la presión de entrada en el lado de baja presión. A través del orificio de lubricante, que se puede conectar con el conducto de lubricante, es posible, además, dejar circular el fluido de bombeo desde el lado de alta presión a zonas con una presión más baja, por ejemplo sobre el lado de baja presión. A tal fin, pueden estar previstos, por ejemplo, en o junto a la carcasa de la bomba unos canales o conductos especiales como conductos de lubricante, que conectan el orificio de lubricante con el taladro de alimentación.

Como medida muy ventajosa, el fluido de bombeo utilizado como fluido de lubricación circula a través del conducto de lubricante hasta el taladro de alimentación del cojinete de accionamiento y se puede alimentar desde allí por ejemplo como fluido de lubricación hasta el intersticio anular de lubricación. Puesto que el cojinete de accionamiento se encuentra sobre el lado de baja presión, que corresponde al lado de accionamiento, el fluido de lubricación circula automáticamente en virtud de la diferencia de la presión, es decir, sin fuerzas exteriores, desde el orificio de lubricante en la dirección del taladro de alimentación. De manera similar al orificio de lubricante, el taladro de alimentación puede estar realizado como simple taladro, como válvula o bien como un componente para el bloqueo y se utilizará para el control y regulación de la alimentación del fluido de lubricación.

En un ejemplo de realización especialmente ventajoso, el intersticio anular de lubricación y el lado de baja presión está en conexión de circulación y el lubricante circula a lo largo del árbol del rotor en la dirección del lado de baja presión. Puesto que el intersticio anular de lubricación y el lado de baja presión están en conexión de circulación y el lubricante afluye a través del taladro de alimentación con la presión del lado de alta presión, en virtud de la estructura descrita, se genera una circulación axial desde el intersticio anular de lubricación en la dirección del lado de baja presión y centra el árbol del rotor cuando éste es desviado en dirección radial desde su posición de reposo. El efecto de centrado, que corresponde al efecto Lomakin descrito, es provocado, como ya se ha descrito, porque en virtud de la desviación del árbol del rotor se incrementan o bien se reducen las distancias o intersticios entre el árbol del rotor y el cojinete de accionamiento, con lo que resulta una diferencia de la presión, que provoca de nuevo una fuerza de recuperación dirigida en contra de la desviación y que actúa con efecto de centrado sobre el árbol del rotor.

De esta manera, a través de la presente invención es posible por primera vez utilizar un efecto de centrado sobre el lado de accionamiento y mejorar en una medida decisiva la amortiguación y la rigidez de un árbol de rotor oscilante, en particular en el caso de números de revoluciones altos.

Una variante de realización de la invención prevé que sobre el lado de accionamiento en el cojinete de accionamiento esté prevista una cámara de cojinete, en particular entre el cojinete de accionamiento principal y el cojinete previo y que la cámara de cojinete y el intersticio anular de lubricación estén en conexión de circulación. Además, entre la cámara de cojinete y el lado de baja presión puede estar previsto un conducto de compensación, de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete hasta el lado de baja presión. También en esta variante, puesto que el intersticio anular de lubricación y la cámara

- de cojinete están en conexión de circulación, por lo que el fluido de lubricación circula, por ejemplo, desde el intersticio anular de lubricación y/o por medio del conducto de compensación, se genera una diferencia de la presión similar a los ejemplos de realización anteriores, a través de la cual se amortiguan de manera ventajosa las oscilaciones del árbol del rotor y se centra este árbol. Adicionalmente, esta variante posibilita combinar un cojinete de accionamiento con un intersticio anular de lubricación, de manera que sobre la base de cojinetes de accionamiento conocidos, en los que está presente una cámara de cojinete, se puede realizar la invención de manera menos costosa y más económica, puesto que se puede acceder a soluciones constructivas existentes y se pueden reequipar eventualmente también al menos determinados tipos de bombas.
- Como otra fase ventajosa en la práctica, el fluido de lubricación se puede alimentar al intersticio anular de lubricación a través de la cámara de cojinete, de maneras que el fluido de lubricación puede circular, por ejemplo, desde el lado de alta presión a través del conducto de lubricante hasta la cámara de cojinete y entonces hasta el intersticio de anillo de lubricación. Una ventaja de esta realización de acuerdo con la invención es la realización constructiva muy sencilla, con lo que se pueden reequipar bombas presentes de manera muy sencilla con un sistema de amortiguación. Y se pueden configurar bombas nuevas de una manera muy económica con la amortiguación adicional.
- En otro ejemplo de realización ventajoso, en función del tipo de construcción y de la estructura de la bomba, en el cojinete previo está previsto un taladro de cojinete previo para la alimentación del fluido de lubricación en un intersticio de cojinete previo entre el cojinete previo y el árbol de rotor y/o en el lado de accionamiento delante del cojinete previo está prevista una cámara de cojinete previo y/o entre la cámara de cojinete previo y el lado de baja presión está previsto un conducto de cojinete previo de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete previo hasta el lado de baja presión. El modo de funcionamiento de esta variante corresponde esencialmente a las formas de realización ya descritas, siendo diferentes solamente la configuración del intersticio anular de lubricación entre el cojinete previo y el árbol del rotor, la circulación axial del fluido de lubricación desde el cojinete previo en la dirección de la cámara del cojinete previo así como el conducto del cojinete previo entre la cámara de cojinete previo y el lado de baja presión.
- Como se explica más adelante con la ayuda de la figura 2 de forma ejemplar en un ejemplo de realización especialmente preferido, la bomba puede estar configurada como bomba de varias fases y comprende al menos otro rotor de bomba, alojado de forma giratoria alrededor de un eje de giro. Sobre el lado de alta presión de otra fase de la bomba está previsto otro orificio de lubricante y el otro orificio de lubricante está en conexión de circulación con el conducto de lubricante.
- De esta manera es posible, por ejemplo, alimentar el fluido de lubricación de manera alternativa desde diferentes fases de la presión de la bomba o bien fases de la bomba y de esta manera ajustar el grado de la amortiguación o bien la rigidez del rotor apto para oscilación de una forma muy sencilla y se puede ajustar de una manera muy flexible a diferentes requerimientos y condiciones de funcionamiento variables.
- Otra ventaja especial consiste en que a través de la invención es posible por primera vez construir la bomba con un número mucho más alto de fases de la bomba que lo que era posible hasta ahora. Hasta ahora, el número posible de las fases de la bomba estaba limitado sólo ya por las oscilaciones del árbol de rotor, que se incrementan masivamente a medida que se eleva el número de las fases de la bomba. A través de la invención se puede estabilizar con seguridad el árbol del rotor prácticamente a una longitud discrecional.
- En este caso, la bomba puede comprender también una fuente externa para la alimentación de fluido de lubricación, de manera que la fuente externa no corresponde a una fase de la bomba. Se entiende que en este caso el fluido de la bomba puede ser proporcionado en casos especiales también desde otras fuentes externas, por ejemplo desde un acumulador de presión o desde una bomba, que proporciona el medio para la formación de la capa de estabilización bajo una presión predeterminable, especialmente bajo una presión controlable y/o regulable para la introducción en el intersticio anular de lubricación. El fluido de lubricación tampoco tiene que ser forzosamente el fluido de la bomba a bombear, sino que puede ser también otro medio, por ejemplo un aceite, agua u otro medio o bien fluido líquido o gaseoso.
- La invención se refiere, además, a un cojinete de accionamiento para una bomba de acuerdo con la invención, estando previsto en el cojinete de accionamiento un taladro de alimentación para la alimentación del fluido de lubricación.
- Por medio de la utilización de determinadas variantes de realización del cojinete de accionamiento es posible de esta manera reequipar bombas existentes del estado de la técnica, de manera que para aprovechar la ventaja de la invención no es necesario sustituir toda la bomba. Esto es posible, por ejemplo, porque un cojinete de accionamiento de acuerdo con la invención se adapta fácilmente a la geometría de una bomba más antigua conocida y se puede instalar en éste en el marco de un mantenimiento regular. Esto significa que el cojinete de accionamiento más antiguo, que tiene los problemas descritos al principio con las oscilaciones perjudiciales, se puede sustituir

fácilmente por cojinetes de accionamiento, en los que se aplica la presente invención.

Como medida especial puede estar previsto también en el cojinete de accionamiento de acuerdo con la invención un taladro de alimentación, que está realizado como válvula o como un componente para el bloqueo y que sirve para el control o bien la regulación del flujo de paso del fluido de lubricación. El taladro de alimentación está configurado y dispuesto en este caso con preferencia de tal manera que para la configuración de la capa de lubricante hidrodinámico se puede alimentar al intersticio anular de lubricación una cantidad predeterminable de fluido de lubricación por medio del conducto de lubricante, que está configurado, por ejemplo, como conductos previstos junto o en la carcasa.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda del dibujo. De muestra en representación esquemática lo siguiente:

La figura 1 muestra el estado de la técnica en el ejemplo de una bomba de varias fases.

La figura 2 muestra un ejemplo de realización de una bomba de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra otro ejemplo de realización de una bomba de acuerdo con la invención.

Para la descripción siguiente de las figuras se aplica que todos los signos de referencia, que se refieren en los ejemplos a características del estado de la técnica están provistos con una coma alta y todos los signos de referencia que se refieren a características de acuerdo con la invención están identificados sin coma alta.

La figura 1 muestra el estado de la técnica en una representación esquemática con la ayuda de una bomba de varias fases. En el estado de funcionamiento, el árbol de rotor 13' es accionado por un accionamiento (no representado), que está acoplado por medio de un acoplamiento 18' en el árbol de rotor 13' y el fluido de bombeo circula desde el racor de aspiración 17' hacia el rotor de la bomba 12', de manera que el rotor de la bomba 12' dispuesto sobre el árbol de rotor 13' transmite la energía necesaria para el transporte sobre el fluido de la bomba. El rotor de la bomba 12' propiamente dicho está constituido por un cuerpo de cubo, que forma una unidad con un disco de soporte (no representado), por palas (no representadas), que transmiten energía sobre el fluido de bombeo así como por un disco de cubierta (no representado). Para la orientación espacial, se designa el lado del árbol de rotor 13', en el que está acoplado el accionamiento, como lado de accionamiento AS' y el lado opuesto se designa como lado de no accionamiento NS'. La distribución de la presión delante y detrás del rotor de la bomba 12 se puede describir de la siguiente manera, el lado de aspiración del rotor de la bomba 12', sobre el que la presión es más reducida, es decir, que corresponde a la presión de entrada, se designa como lado de baja presión LP', mientras que el lado opuesto, sobre el que la presión del fluido de bombeo es más alta que sobre el lado de baja presión LP', se designa como lado de alta presión HP'. En general, se distinguen entre bombas de una fase y bombas de varias fases 1', que están realizadas, en general, de tal forma que el árbol de rotor 13' está alojado en un soporte de cojinete y el rotor de la bomba 12' está dispuesto en voladizo.

Puesto que en la bomba 1' mostrada en la figura 2 se trata de una bomba 1' de varias fases, la bomba 1' comprende varias fases de la bomba K', de manera que se eleva la presión de una fase a otra fase. Cada fase de la bomba K' comprende un rotor de bomba 12' y un estator de bomba 11' que se conecta en él de acuerdo con la estructura descrita anteriormente.

El rotor de la bomba 12' y el estator de la bomba 11' están alineados en este caso con relación a un árbol de rotor común 13' de tal manera que el rotor de la bomba 12' se desplaza en rotación en el estado de funcionamiento desde el árbol de rotor 13', mientras que el estator de la bomba 4' está desacoplado del movimiento giratorio del árbol de rotor 13' y, por lo tanto, no gira con relación al rotor de la bomba 12'. La pluralidad de las fases de la bomba K' están dispuestas unas detrás de las otras en serie en una carcasa de bomba (no representada) esencialmente del tipo de tubo.

Para conseguir una presión suficientemente alta del fluido de bombeo, se prevén en la práctica, como ya se ha mencionado, varias fases de la bomba, que están constituidas en cada caso por un rotor de bomba 12' y un estator de bomba 11', lo que conduce forzosamente a una longitud considerable de la construcción del árbol de rotor 13'. El inconveniente decisivo de tales árboles de rotor largos 13' es que sólo se pueden dominar con dificultad en lo que se refiere a las oscilaciones. Los árboles de rotor largos 13' forman en el interior de la carcasa de la bomba en forma de tubo (no se representa), en efecto, un sistema apto para oscilaciones, que puede configurar, en particular, diferentes modos de oscilaciones transversales, que pueden ser tan intensivos que la bomba 1' no puede ser accionada ya con un número de revoluciones predeterminado o bien en un intervalo de revoluciones determinado. Además, también se puede reducir el rendimiento de las bombas 1' y en el peor de los casos hay que temer incluso daños de la bomba 1', cuando el árbol de rotor 13', por ejemplo, comienza a oscilar de una manera tan fuerte e incontrolada que partes del árbol de rotor 13', como tal vez el rotor de la bomba 12' pueden entrar en contacto a través del movimiento oscilante, por ejemplo, con la carcasa de la bomba. En este caso, el tipo y la intensidad de las oscilaciones del árbol de la bomba 1' no sólo dependen de la geometría especial, sino también del estado de

funcionamiento de la bomba 1', del fluido de bombeo a transportar, del número de revoluciones de de la bomba 1' y de otros parámetros conocidos o en parte no conocidos con exactitud, de manera que apenas es posible solucionar sólo a través de una adaptación de las relaciones geométricas de las bombas 1' conocidas o a través de la utilización de materiales nuevos los problemas implicados con las oscilaciones perjudiciales del árbol de rotor 13'.

5 Con la ayuda de la figura 2 se describe a continuación un ejemplo de realización especialmente preferido de una bomba de acuerdo con la invención, en la que la bomba de acuerdo con la invención, que se designa a continuación, en general, con el signo de referencia 1, sirve para el transporte de un fluido de bombeo. En el estado de funcionamiento, el fluido de bombeo preparado bajo una presión de entrada en el lado de baja presión LP de la bomba 1 puede ser transportado por medio de un rotor de bomba 12 alojado de forma giratoria en un estator de bomba 11 alrededor de un eje de giro A sobre un lado de alta presión HP del rotor de la bomba 12, y un árbol de rotor 13 está dispuesto con el rotor de la bomba 12 en un cojinete de accionamiento 14 configurado como cojinete de árbol. De acuerdo con la invención, sobre un lado de accionamiento AS del árbol de rotor 13, entre el árbol de rotor 13 y el cojinete de accionamiento 14, en un intersticio anular de lubricación 15 se puede configurar una película de lubricante de un fluido de lubricación formado a partir del fluido de bombeo, de manera que está previsto un conducto de lubricante 16 de tal manera que el fluido de lubricante se puede conducir al intersticio anular de lubricación 15 entre el árbol de rotor 13 y el cojinete de accionamiento 14.

20 De acuerdo con la invención, en el estado de funcionamiento de la bomba 1, en el intersticio anular de lubricación 15 previsto sobre el lado de accionamiento AS, se configura una película de lubricante hidrodinámico, que se forma a partir del fluido de lubricación, que se forma de nuevo a partir del fluido de bombeo a transportar a través de la bomba y que se extrae con preferencia como fluido de bombeo comprimido con presión elevada del lado de alta presión HP del rotor de la bomba 12. La alimentación del fluido de lubricación al intersticio anular de lubricación 15 se realiza por medio del conducto de lubricante 16. Al mismo tiempo, se puede ajustar la amortiguación del árbol de rotor 13, a través de la selección adecuada de la geometría del intersticio anular de lubricación 15, pudiendo seleccionarse libremente, en principio, la forma y la anchura del intersticio anular de lubricación 15.

30 La invención posibilita de esta manera evitar en la mayor medida posible de una forma especialmente ventajosa las oscilaciones perjudiciales del árbol de rotor 13 sobre el lado de accionamiento AS o bien estas oscilaciones se reducen o bien se amortiguan al menos a una medida tolerable predeterminable, de modo que la bomba 1 se puede accionar también a altos números de revoluciones o también con números de revoluciones desfavorables en sí en una zona de carga parcial. Además, se puede conseguir incluso un rendimiento más elevado de la bomba 1 y una marcha mejorada más silenciosa del árbol de rotor 13 en el estado de funcionamiento. Esto conduce en último término, naturalmente, también a que no sólo se pueda ahorrar energía para el funcionamiento de la bomba 1, sino que se pueden prolongar también los intervalos de mantenimiento, con lo que se pueden reducir drásticamente los costes implicados con ellos y al mismo tiempo se eleva también esencialmente la duración de vida de la bomba.

40 En la práctica, el cojinete de accionamiento 14 está constituido a veces de dos partes, que comprende un cojinete de accionamiento principal 141 y un cojinete previo 142. En virtud de la constitución al menos de dos partes, existen diferentes ejemplos y variantes de realización ventajosos. La película de lubricante, que se configura en el estado de funcionamiento en el intersticio anular de lubricación 15, se puede configurar de esta manera en la zona del cojinete previo 142, entre el cojinete principal 141 y el árbol de rotor 13 o también en ambas zonas.

45 Sobre el lado de alta presión HP de la bomba está previsto un orificio de lubricante 161 y el orificio de lubricante 161 está en conexión de circulación con el conducto de lubricante. A través del orificio de lubricante 161, que está realizado, por ejemplo, como simple taladro, como válvula o como un componente para el bloqueo y sólo sirve para el control o bien para la regulación del flujo de paso del fluido de la bomba, el fluido de la bomba circula desde el lado de alta presión HP en el estado de funcionamiento de la bomba 1 hasta el conducto de refrigerante 161. En el cojinete de accionamiento 14 está previsto, además, un taladro de alimentación 144 para la alimentación del fluido de lubricación. Por medio del taladro de alimentación 144, que está realizado de la misma manera como simple taladro, como válvula o como un componente para el bloqueo y que sirve para el control o bien para la regulación del flujo de paso del fluido de lubricación, se alimenta el fluido de lubricación al intersticio anular de lubricación 15 a través del cojinete de accionamiento 14. Por medio de la posición del taladro de alimentación 144 en el cojinete de accionamiento 14 se puede influir, además, sobre las propiedades de amortiguación de la película de lubricación configurada en el intersticio anular de lubricación 15.

60 Puesto que el intersticio anular de lubricación 15 y el lado de baja presión LP están en conexión de circulación y puesto que el lubricante circula a lo largo del árbol del rotor en la dirección del lado de baja presión, aparece una circulación axial, con lo que en el caso de desviación del árbol del rotor 13 desde la posición centrada hasta la posición radial, resulta una diferencia de la presión y las fuerzas de recuperación actúan sobre el árbol del rotor 13 en dirección a la posición de reposo.

La variante de realización mostrada en la figura 2 prevé que sobre el lado de accionamiento en el cojinete de accionamiento 14 está prevista una cámara de cojinete 143, en particular entre el cojinete de accionamiento principal

141 y el cojinete previo 142, y la cámara de cojinete 143 y el intersticio anular de lubricación 15 están en conexión de circulación. Además, entre la cámara de cojinete 143 y el lado de baja presión LP está previsto un conducto de compensación 145 de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete 143 hasta el lado de baja presión LP. De manera similar al ejemplo de realización anterior, en esta variante, puesto que el intersticio anular de lubricación 15 y la cámara de cojinete 143 están en conexión de circulación, el fluido de lubricación circula, por ejemplo, desde el intersticio anular de lubricación 15 hasta la cámara de cojinete 143 y/o se genera por medio del conducto de compensación 145 una diferencia de la presión en el intersticio anular de lubricación 15, a través de la cual se amortiguan de una manera ventajosa las oscilaciones del árbol de rotor 13 y éste se centra. Adicionalmente, esta variante posibilita combinar un cojinete de accionamiento 14 con un intersticio anular de lubricación 15, de manera que sobre la base de cojinetes de accionamiento 14 conocidos, en los que está presente una cámara de cojinete, la invención se puede realizar de una manera poco costosa y económica, reequipando estas bombas con sus soluciones constructivas existentes.

A la inversa, el fluido de lubricación se puede alimentar al intersticio anular de lubricación 15 también a través de la cámara de cojinete 143, de manera que el fluido de lubricación puede circular, por ejemplo, desde el lado de alta presión HP a través del conducto de lubricante 16 directamente hasta la cámara de cojinete 143. Una ventaja de esta variante de acuerdo con la invención es la realización constructiva muy sencilla, con lo que en el futuro las bombas se pueden configurar de una manera muy económica con la amortiguación adicional. De manera alternativa, el fluido de lubricación puede circular también al mismo tiempo en varios puntos hasta el cojinete de accionamiento 14, la cámara de cojinete 143 o el intersticio anular de lubricación 15.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 2 de una bomba 1 de acuerdo con la invención, la bomba 1 está configurada como bomba 1 de varias fases y comprende al menos otro rotor de bomba 12 alojado de forma giratoria alrededor de un eje de giro A. En el lado de alta presión HP de otra fase de la bomba K puede estar previsto otro orificio de lubricante 161 y el otro orificio de lubricante 161 puede estar en conexión de circulación con el conducto de refrigerante 16.

En virtud de la medida descrita, el fluido de bombeo puede circular desde cada fase discrecional de la bomba K hasta el conducto de lubricante 16, de manera que, en función de la aplicación, son posibles también varios conductos de lubricante 16 desde diferentes fases de la bomba K, de manera que la presión en el intersticio anular de lubricación 15 y, por lo tanto, el grado de amortiguación o bien la rigidez del árbol del rotor 13 apto para oscilaciones se pueden ajustar de una manera muy sencilla y muy flexible a diferentes requerimientos y condiciones variables de funcionamiento. Este ejemplo de realización es, por lo tanto, especialmente ventajoso para bombas 1 de varias fases, puesto que sus árboles de rotor 13 son la mayoría de las veces sobre proporcionalmente largos y plantean requerimientos muy altos, en particular a altos números de revoluciones y en el lado de accionamiento AS, con respecto a amortiguación o bien alojamiento y que se cumplen a través de la invención.

A través de la utilización de determinadas variantes de realización es posible reequipar el cojinete de accionamiento de acuerdo con la invención mostrado en la figura 2 para una bomba en bombas existentes del estado de la técnica, de manera que, para aprovechar las ventajas de la invención, no debe sustituirse toda la bomba. Esto es posible, por ejemplo, porque se adapta un cojinete de accionamiento de acuerdo con la invención fácilmente a la geometría de una bomba más antigua conocida y se instala en ésta en el marco de un mantenimiento regular. Esto significa que el cojinete de accionamiento más antiguo, que tiene los problemas descritos al principio con las oscilaciones perjudiciales, se puede sustituir fácilmente por cojinetes de accionamiento de la presente invención.

Como medida especial puede estar previsto en el cojinete de accionamiento de acuerdo con la invención también un taladro de alimentación, que está realizado, por ejemplo, como válvula, de manera que para la alimentación del fluido de lubricación se prevén conductos correspondientes para la alimentación del fluido de lubricación, por ejemplo junto o en la carcasa, y con los que el taladro de alimentación está en conexión de circulación. La forma y la geometría del taladro de alimentación están configuradas y dispuestas en este caso de tal forma que para la configuración de la capa de lubricante hidrodinámico se puede alimentar al intersticio anular de lubricación una cantidad predeterminable de fluido de lubricación.

La figura 3 muestra otro ejemplo de realización ventajoso de una bomba 1 de acuerdo con la invención, en la que en el cojinete previo 142 está previsto un taladro de cojinete previo 1421 para la alimentación del fluido de lubricación a un intersticio de cojinete previo 1422 entre el cojinete previo 142 y el árbol de rotor 13 y/o en el lado de accionamiento delante del cojinete previo 142 está prevista una cámara de cojinete previo 1423 y/o entre la cámara de cojinete previo 1423 y el lado de baja presión LP está previsto un conducto de cojinete previo 1424 de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete previo 1423 hasta el lado de baja presión LP. El modo de funcionamiento de este ejemplo de realización corresponde esencialmente al ejemplo de realización mostrado en la figura 2, siendo diferentes solamente la configuración del intersticio de cojinete previo 1422 entre el cojinete previo 14 y el árbol de rotor 13, la dirección de la circulación axial del fluido de lubricación, es decir, desde el intersticio de cojinete previo 1422 en la dirección de la cámara de cojinete previo 1423 así como el conducto del cojinete previo 1424 entre la cámara de cojinete previo 1423 y el lado de baja

presión LP.

5 Se entiende que todos los ejemplos de realización descritos anteriormente de la invención deben entenderse sólo de forma ejemplar o bien ilustrativa y la invención comprende, en particular, pero no sólo todas las combinaciones adecuadas de los ejemplos de realización descritos.

REIVINDICACIONES

- 1.- Bomba de varias fases para el transporte de un fluido de bombeo, en la que en el estado de funcionamiento, el fluido de la bomba preparado bajo una presión de entrada en un lado de baja presión (LP) de la bomba (1) puede ser transportado por medio de un rotor de la bomba (12) alojado de forma giratoria alrededor de un eje de giro (A) en un estator de la bomba (11) sobre un lado de alta presión (HP) del rotor de la bomba (12), y un árbol de rotor (13) con un lado de accionamiento y un lado de no accionamiento, que está alojado sobre el lado de accionamiento en un cojinete exterior y se puede acoplar a través de un acoplamiento con un accionamiento, **caracterizada** porque el árbol de rotor (13) con el rotor de la bomba (12) está dispuesto en un cojinete (14) adicional en el lado de accionamiento, en donde el cojinete en el lado de accionamiento está dispuesto entre el cojinete exterior y el rotor de la bomba (12) y porque sobre el lado de accionamiento (AS) del árbol de rotor (13), entre el árbol del rotor (13) y el cojinete (14) el lado de accionamiento, en un intersticio anular de lubricación (15) se puede configurar una película de lubricante a partir de un fluido de lubricante formado a partir del fluido de bombeo, en donde está previsto un conducto de lubricante (16) de tal manera que el fluido de lubricante se puede alimentar al intersticio anular de lubricación (15) entre el árbol del rotor (13) y el cojinete (14) en el lado de accionamiento.
- 2.- Bomba de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el cojinete (14) en el lado de accionamiento está constituido de dos partes, comprendiendo un cojinete principal (141) y un cojinete previo (142).
- 3.- Bomba de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que sobre el lado de alta presión (HP) está previsto un orificio de lubricante (161) y el orificio de lubricante (161) está en conexión de circulación con el conducto de lubricante (16).
- 4.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que en el cojinete (14) en el lado de accionamiento está previsto un taladro de alimentación (144) para la alimentación del fluido de lubricación.
- 5.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el intersticio anular de lubricación (15) y el lado de baja presión (LP) están en conexión de circulación y porque el fluido de lubricación circula a lo largo del árbol del rotor (13) en la dirección del lado de baja presión (LP).
- 6.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, en la que sobre el lado de accionamiento (AS) en el cojinete (14) en el lado de accionamiento está prevista una cámara de cojinete (143), en particular entre el cojinete principal (141) y el cojinete previo (142) y la cámara de cojinete (143) y el intersticio anular de lubricación (15) están en conexión de circulación.
- 7.- Bomba de acuerdo con la reivindicación 6, en la que entre la cámara de cojinete (143) y el lado de baja presión (LP) está previsto un conducto de compensación (145), de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete (143) hasta el lado de baja presión (LP).
- 8.- Bomba de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el fluido de lubricación se puede alimentar al intersticio anular de lubricación (15) a través de la cámara de cojinete (143).
- 9.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 8, en la que en el cojinete previo (142) está previsto un taladro de cojinete previo (1421) para la alimentación del fluido de lubricación a un intersticio del cojinete previo (1422) entre el cojinete previo (142) y el árbol de rotor (13).
- 10.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 9, en la que en el lado de accionamiento delante del cojinete previo (142) está prevista una cámara de cojinete previo (1423).
- 11.- Bomba de acuerdo con las reivindicaciones 2 a 10, en la que entre la cámara de cojinete previo (1423) y el lado de baja presión (LP) está previsto un conducto de cojinete previo (1424), de tal manera que el fluido de lubricación puede circular en el estado de funcionamiento desde la cámara de cojinete previo (1423) hasta el lado de baja presión (LP).
- 12.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que sobre el lado de alta presión (HP) en otra fase de la bomba (K) está previsto otro orificio de lubricante (161) y el otro orificio de lubricante (161) está en conexión de circulación con el conducto de lubricante (16).
- 13.- Bomba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la bomba (1) comprende una fuente externa para la alimentación del fluido de lubricación, en la que la fuente externa no corresponde a una fase de la bomba (K).

Fig.1

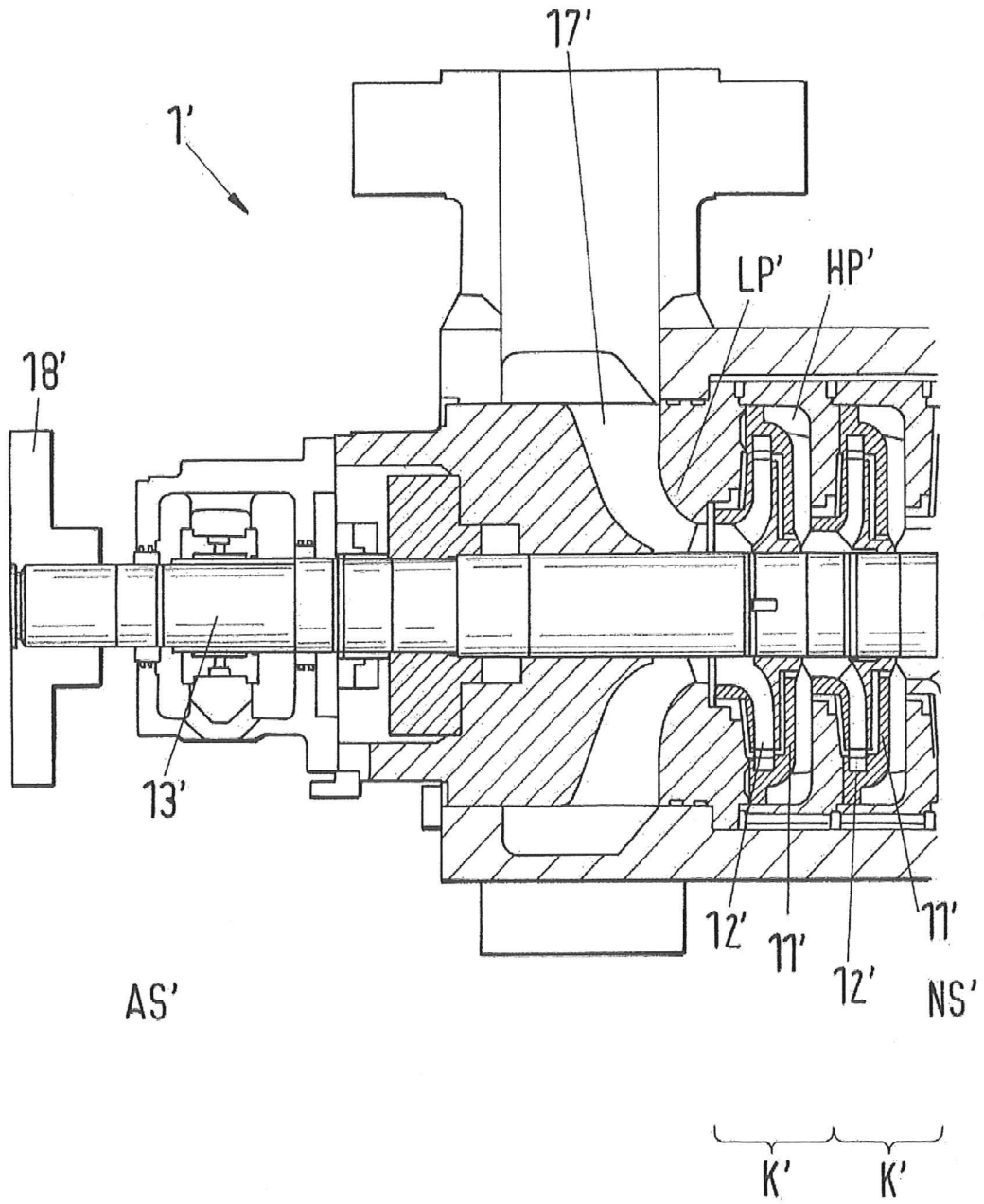
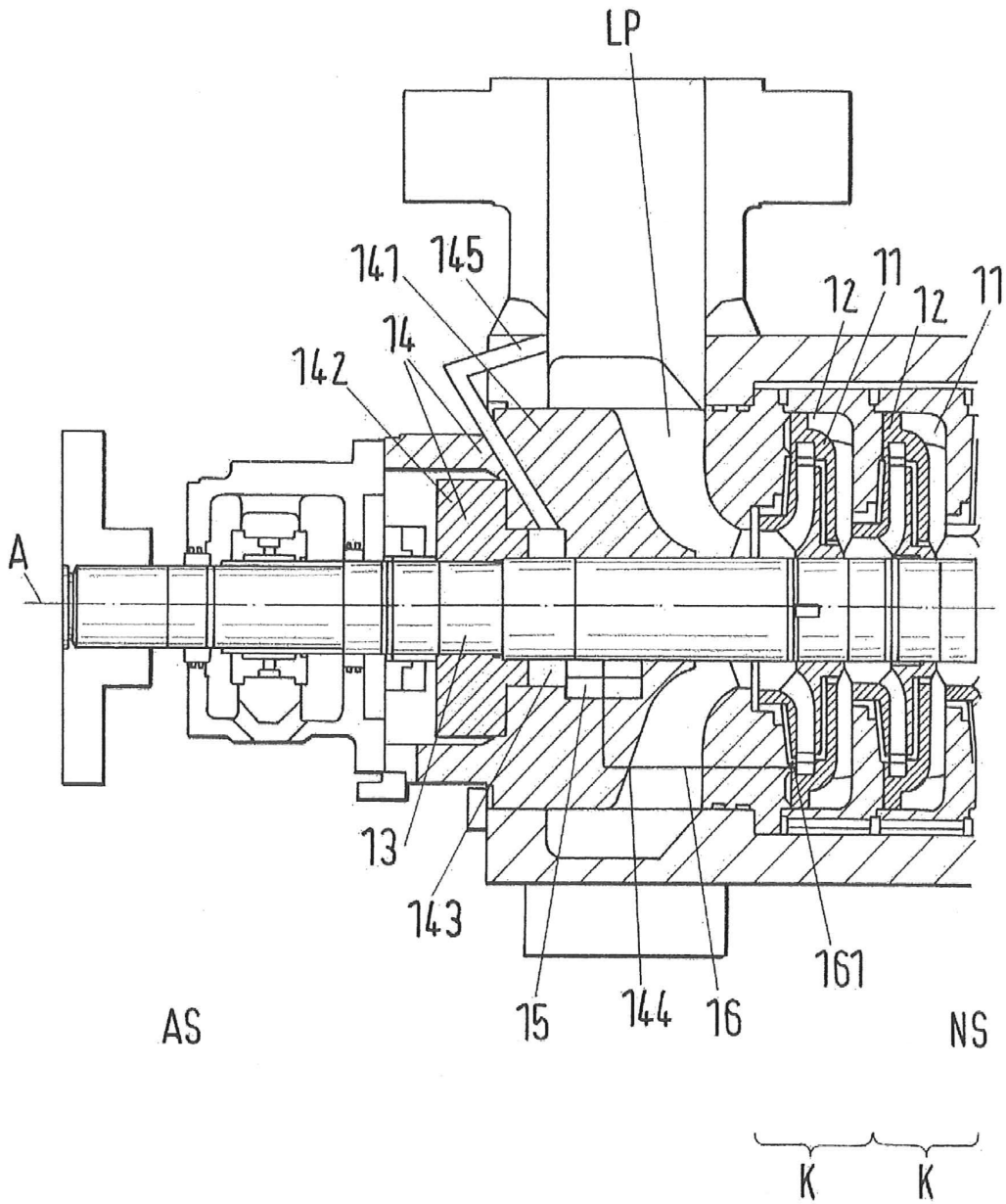


Fig.2



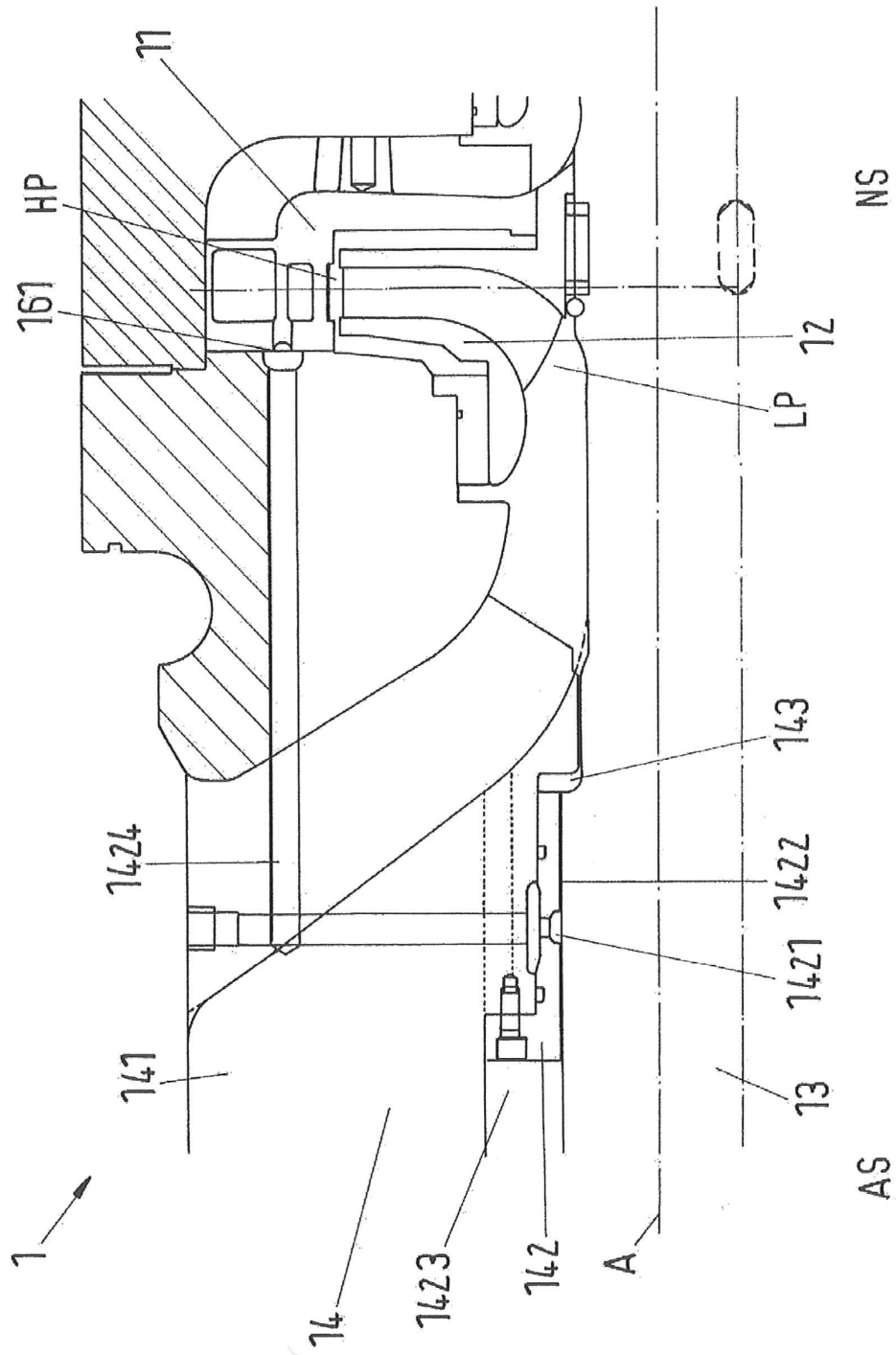


Fig.3