

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 429**

51 Int. Cl.:

F04D 29/041 (2006.01)
F04D 29/047 (2006.01)
F16C 1/26 (2006.01)
F16C 33/10 (2006.01)
F04D 1/06 (2006.01)
F04D 13/14 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)
F16C 17/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016** **PCT/EP2016/062074**
87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016** **WO16193173**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016** **E 16725175 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022** **EP 3303776**

54 Título: **Cojinete combinado y turbomáquina que incluye dicho cojinete**

30 Prioridad:

05.06.2015 IT UB20151335

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.08.2022

73 Titular/es:

NUOVO PIGNONE TECNOLOGIE SRL (100.0%)
Via Felice Matteucci 2
50127 Florence, IT

72 Inventor/es:

MANZARI, VITO;
RIPA, DONATO ANTONIO y
MILONE, FABRIZIO

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 920 429 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

Cojinete combinado y turbomáquina que incluye dicho cojinete

5 Campo de la invención

La descripción se refiere en general a turbomáquinas y cojinetes para su uso en el soporte del eje giratorio de turbomáquinas.

10 Técnica anterior

WO 00/28190 A1 describe un cojinete de eje que tiene dos elementos de cojinete y que actúa como un cojinete de empuje y un cojinete del eje. Las bombas hidráulicas generan una alta presión para suministrar fluido hidráulico a las superficies del cojinete.

15 Las turbomáquinas tales como, en particular, bombas centrífugas, están provistas de cojinetes radiales y axiales. En algunas configuraciones se utilizan cojinetes de fluidos. Los cojinetes de fluidos son aquellos cojinetes en donde la carga es soportada en su totalidad por una película delgada de un fluido para cojinetes, líquido o gaseoso, entre almohadillas fijas y almohadillas giratorias o muñones. En algunas disposiciones conocidas, el fluido procesado por la turbomáquina no es adecuado como fluido para cojinetes, p. ej., debido a las partículas que contiene. Se necesita entonces un fluido para cojinetes dedicado que circule de forma forzada en un circuito cerrado y que se suministre a los cojinetes. Se utiliza glicol acuoso o aceite lubricante para alimentar los cojinetes para generar la película de fluido para cojinetes y para su refrigeración. En algunas configuraciones, se proporcionan sellos mecánicos u otros sistemas en las áreas de la turbomáquina donde está presente el fluido de proceso. Estos evitan que el fluido de proceso entre en contacto con los cojinetes y se filtre hacia el entorno externo.

Se requiere un sistema de impulso del fluido para cojinetes para hacer circular el fluido para cojinetes a través de los cojinetes, sellos mecánicos y un sistema de refrigeración, donde se elimina el calor del fluido para cojinetes.

30 Esto da lugar a una estructura compleja que afecta negativamente a la fiabilidad de la turbomáquina.

Por lo tanto, existe la necesidad de una estructura más simple de estos componentes mecánicos.

35 Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 Aspectos de la descripción se refieren a un cojinete combinado configurado para soportar de forma giratoria un eje de una turbomáquina y que comprende en combinación: al menos un elemento de cojinete radial, al menos un elemento de cojinete de empuje o elemento de cojinete axial y un rodete de fluido para cojinetes de una bomba de impulso del fluido para cojinetes en comunicación de fluidos con el elemento de cojinete de empuje y el elemento de cojinete radial según la reivindicación 1.

45 La descripción se refiere, además, a una turbomáquina que comprende: una carcasa; un eje soportado en la carcasa para su rotación; y al menos un rodete de turbomáquina montado en el eje para su rotación conjunta con este. Según las realizaciones descritas en la presente memoria, la turbomáquina incluye un cojinete combinado dispuesto y configurado para soportar el eje de forma que el eje pueda girar en la carcasa. El cojinete combinado integra al menos un elemento de cojinete radial, al menos un elemento de cojinete de empuje y un rodete de fluido para cojinetes de una bomba de impulso del fluido para cojinetes en comunicación de fluidos con el elemento de cojinete de empuje y el elemento de cojinete radial.

50 Por lo tanto, el cojinete combinado proporciona tres funciones distintas y combinadas: una función de cojinete de empuje, una función de cojinete radial y una función de bombeo del fluido para cojinetes.

55 La turbomáquina puede ser una turbomáquina de una sola etapa con un único rodete de turbomáquina. El rodete de turbomáquina puede montarse de forma que sobresalga por encima. En otras realizaciones, la turbomáquina puede ser una turbomáquina multietapa, por ejemplo una turbomáquina montada entre cojinetes, que incluye una pluralidad de rodetes de turbomáquina montados en el eje entre dos disposiciones del cojinete de extremo.

60 En realizaciones descritas en la presente memoria, la turbomáquina puede ser una bomba centrífuga, por ejemplo, una bomba centrífuga de una sola etapa o, preferiblemente, multietapa.

65 En algunas realizaciones, la turbomáquina puede configurarse para funcionar con el eje de rotación del eje en una posición vertical, o bien en una posición horizontal. En algunas aplicaciones, la turbomáquina puede ser, por ejemplo, una turbomáquina submarina, tal como una bomba centrífuga submarina, en particular una bomba centrífuga multietapa configurada para funcionar con un eje vertical. La turbomáquina submarina puede estar

provista de un accionador, p. ej., un motor eléctrico, que puede estar dispuesto en la parte inferior o preferiblemente en la parte superior de la turbomáquina o debajo de la turbomáquina.

La carcasa de la turbomáquina puede comprender un tambor exterior. Una carcasa de turbomáquina fija interior puede estar dispuesta en el tambor exterior y rodeada de este modo. En otras realizaciones, la turbomáquina puede estar provista de solo una carcasa exterior.

Según otro aspecto, en la presente memoria se describe un método para operar una turbomáquina según la reivindicación 15.

Se deducirán mejor otras características y ventajas de la invención a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas.

Breve descripción de los dibujos

Una apreciación más completa de las realizaciones desveladas de la invención y muchas de sus ventajas relacionadas se obtendrá fácilmente a medida que la misma se entienda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada al considerarse en relación con los dibujos adjuntos, en donde:

la Fig. 1 ilustra un esquema de una turbomáquina que incluye una bomba centrífuga multietapa y un motor eléctrico que acciona la bomba;

la Fig. 2 ilustra una vista en sección, a lo largo de un plano que contiene el eje de rotación, de una primera realización de una bomba centrífuga multietapa según la descripción;

las Figs. 3 y 4 ilustran ampliaciones de la disposición del cojinete del extremo de accionamiento y el cojinete del extremo sin accionamiento de la bomba centrífuga multietapa de las Figs. 1 y 2;

la Fig. 5 ilustra una vista en sección, a lo largo de un plano que contiene el eje de rotación, de una segunda realización de una bomba centrífuga multietapa según la descripción;

la Fig. 6 ilustra una ampliación de la disposición del cojinete del extremo de accionamiento de la Fig. 5;

la Fig. 7 ilustra una vista isométrica del cojinete combinado;

las Figs. 8 a 11 ilustran vistas en sección de otras realizaciones ilustrativas de turbomáquinas que incluyen un cojinete combinado según se describe en la presente memoria.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

Los dispositivos descritos en la presente memoria facilitan el montaje, mantenimiento y acondicionamiento de turbomáquinas giratorias tales como en particular, aunque no de forma limitativa, bombas centrífugas de una sola etapa o multietapa.

A diferencia de las unidades de cojinetes convencionales, se proporciona un cojinete integrado, es decir, combinado, que combina funciones de soporte tanto radiales como axiales para el eje giratorio de la turbomáquina. También puede estar integrado un rodete para reforzar la presión de un fluido para cojinetes en el cojinete combinado. Como el cojinete radial y el cojinete axial o de empuje estén integrados en un mismo componente, junto con un rodete de fluido para cojinetes, la fabricación y el montaje de estos componentes en la turbomáquina es más simple. También la sustitución de la unidad de cojinetes es más rápida y requiere menos habilidad técnica. El circuito del fluido para cojinetes se simplifica adicionalmente y hace más fácil la fabricación e instalación.

Como se describirá con mayor detalle después en la presente memoria, haciendo referencia específicamente a la Fig. 3, un aspecto importante de la presente descripción es un cojinete combinado diseñado y configurado para proporcionar capacidad de cojinete radial y axial para el eje de la turbomáquina. Para una mejor comprensión de la función de este cojinete combinado se describirán primero las características principales de la bomba centrífuga multietapa 1 haciendo referencia a las Figs. 1 y 2.

En la Fig. 1 se muestra una bomba centrífuga multietapa 1 accionada por un accionador, que incluye, p. ej., un motor eléctrico 3. Un acoplamiento mecánico 5 (Fig. 2) conecta mecánicamente un eje 7 de accionamiento del motor eléctrico 3 a un eje 11 de la bomba multietapa, que se denominará en la presente memoria a continuación "eje 11 de bomba" de la bomba centrífuga multietapa 1. En las realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria, la bomba centrífuga multietapa 1 puede ser una bomba centrífuga multietapa submarina, configurada y diseñada para funcionar en una posición vertical, es decir, con el eje de rotación A-A orientado sustancialmente vertical. En otras realizaciones, la bomba centrífuga multietapa puede ser una bomba centrífuga multietapa de eje horizontal. En

algunas realizaciones, la bomba centrífuga multietapa puede estar destinada a usos distintos de las aplicaciones submarinas.

La bomba centrífuga multietapa 1 puede comprender un componente de estátor que soporte el eje 11 de bomba de forma que el eje 11 de bomba pueda girar alrededor de su eje longitudinal. Se monta una pluralidad de rodetes 15 de bomba en el eje 11 de bomba para su rotación conjunta con este. En algunas realizaciones, el componente estatórico puede comprender un tambor 17, en donde puede estar alojada una carcasa 19 de la bomba interior fija. Las piezas de rotor y las piezas de estátor definen una pluralidad de etapas, que están dispuestas en serie desde una entrada de la bomba hasta una salida de la bomba. Una cubierta 21 cierra el tambor 17 en su lado superior del extremo de accionamiento. Puede proporcionarse un elemento 23 de carcasa intermedio para conectar el tambor 17 y la cubierta 21 a una carcasa del motor eléctrico 3. El acoplamiento mecánico 5 puede estar dispuesto dentro del elemento 23 de carcasa intermedio. El tambor 17 y la carcasa 19 de la bomba interior forman la carcasa 13 de la bomba de forma acumulativa.

El eje 11 de bomba tiene un primer extremo 11A y un segundo extremo 11B. El primer extremo 11A se denomina comúnmente "extremo de accionamiento" del eje 11 de bomba, ya que es el extremo orientado hacia el accionador 3. El segundo extremo 11B se denomina comúnmente "extremo sin accionamiento" del eje 11 de bomba.

El eje 11 de bomba es soportado usualmente por cojinetes en o cerca de su extremo 11A de accionamiento y su extremo 11B sin accionamiento. Los cojinetes de fluidos se utilizan para soportar de forma giratoria el eje 11 de bomba. En realizaciones descritas en la presente memoria, se dispone un cojinete combinado 25 en el extremo 11A de accionamiento del eje 11 de bomba y un cojinete simple, p. ej., se dispone un cojinete radial 27 simple en el extremo 11B sin accionamiento del eje 11 de bomba. En la realización de la Fig. 2, para separar el cojinete combinado 25 del fluido de proceso, que se procesa a través de las etapas de la bomba, puede proporcionarse un primer sello mecánico 29 del extremo de accionamiento. Puede proporcionarse un segundo sello mecánico 31 del extremo sin accionamiento para separar el cojinete radial 27 de las etapas de la bomba, donde se procesa el fluido de proceso. Los sellos mecánicos evitan fugas del fluido de proceso hacia los cojinetes, ya que el fluido de proceso puede contener partículas sólidas, tales como arena y similares, que pueden dañar los cojinetes.

El cojinete combinado 25 y el cojinete radial 27 se alimentan con un fluido para cojinetes presurizado, que tiene la doble función de refrigerar los cojinetes eliminando calor de los mismos, y generar una película de fluido entre las almohadillas fijas y giratorias y/o los muñones giratorios, que soporta las cargas. Como se describirá después en la presente memoria, se hace que el fluido para cojinetes circule en un circuito cerrado, que incluye un intercambiador de calor donde se disipa el calor eliminado por el fluido para cojinetes de los cojinetes, por ejemplo, mediante intercambio de calor con agua de mar. Si se proporcionan sellos mecánicos, tales como los sellos mecánicos 29 y/o 31, también puede utilizarse fluido para cojinetes para enjuagar los sellos mecánicos.

Como se ha mencionado anteriormente, el fluido para cojinetes puede ser un líquido, por ejemplo aceite lubricante o una mezcla de agua y glicol.

En algunas realizaciones, el cojinete 27 del extremo sin accionamiento es un cojinete radial simple, es decir, un cojinete capaz de proporcionar un soporte radial al eje 11 de bomba. La estructura y el funcionamiento del cojinete radial 27 son conocidos por los expertos en la técnica y no se describirán con detalle en la presente memoria.

A diferencia de los dispositivos anteriores, el cojinete combinado 25 dispuesto (en la realización ilustrada) en el lado 11A del extremo de accionamiento del eje 11 de bomba puede proporcionar una capacidad de cojinete radial combinada, así como una capacidad de cojinete de empuje, es decir, una capacidad de cojinete axial. En otras palabras, el cojinete combinado 25 puede configurarse para soportar el eje 11 de bomba tanto radial como axialmente. Por otra parte, en las realizaciones descritas en la presente memoria, el cojinete combinado 25, combina además una función de impulso del fluido para cojinetes, es decir, proporciona la función de suministrar el fluido para cojinetes a los cojinetes y a los sellos mecánicos del eje 11 de bomba, si los hubiera.

La fabricación e instalación de un cojinete combinado 25 en vez de un cojinete radial, un cojinete axial y una bomba de impulso del fluido para cojinetes por separado reduce los costes de fabricación y montaje. El cojinete combinado también proporciona una fiabilidad mejorada y mayor tiempo medio entre averías (MTBF), mejorando por lo tanto la disponibilidad global de la bomba centrífuga multietapa, u otra turbomáquina, en donde se utilice el cojinete combinado. El reacondicionamiento y reparación de las turbomáquinas se hacen con mayor facilidad y rapidez.

El sistema de circuitos para el fluido para cojinetes a través de la turbomáquina también puede hacerse más simple y menos caro.

En realizaciones ilustrativas, como se ilustra en la Fig. 3 con referencia continua a la Fig. 2, el cojinete combinado 25 puede estar dispuesto en un asiento 21A que puede formar parte integrante de, o estar conectado

mecánicamente a, la cubierta 21 u otras piezas de la carcasa 13 de la bomba. El asiento 21A puede estar alojado en un volumen 50 rodeado por el elemento 23 de carcasa intermedio.

El cojinete combinado 25 comprende un elemento de cojinete de empuje, o un elemento 26 de cojinete axial, y un elemento 28 de cojinete radial. Según algunas realizaciones, el elemento 26 de cojinete de empuje está compuesto por un primer anillo 41 de cojinete de empuje giratorio y un segundo anillo 43 de cojinete de empuje giratorio. Los primeros anillos 41 de cojinete y el segundo anillo 43 de cojinete de empuje pueden formar parte integrante del eje 11 de bomba. Preferiblemente, el primer anillo 41 de cojinete y el segundo anillo 43 de cojinete se fabrican como componentes separados y se montan y se constriñen en el eje 11 de bomba.

El primer anillo 41 de cojinete de empuje y el segundo anillo 43 de cojinete de empuje pueden distanciarse axialmente entre sí como para alojar entre ellos un elemento 45 anular fijo portador de almohadillas. El elemento 45 anular fijo portador de almohadillas puede estar provisto de almohadillas de cojinete de empuje fijas opuestas para soportar cargas axiales orientadas en direcciones axiales opuestas. Más específicamente, el elemento 45 anular portador de almohadillas puede estar provisto de primeras almohadillas 45A de cojinete de empuje fijas, es decir, no giratorias, que actúen conjuntamente con el primer anillo 41 de cojinete de empuje giratorio, y de segundas almohadillas 45B de empuje fijas, que actúen conjuntamente con el segundo anillo 43 de cojinete de empuje giratorio. El primer anillo 41 de cojinete de empuje giratorio y el segundo anillo 43 de cojinete de empuje giratorio (colectivamente, primer y segundo anillo 41 y 43 de cojinete de empuje giratorio) y las respectivas almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje fijas forman el elemento 26 de cojinete de empuje, que soporta cargas axiales, es decir, empujes axiales, generados en el eje 11 de bomba en ambas direcciones, es decir, empujes axiales dirigidos hacia arriba y hacia abajo. Cada primer y segundo anillo 41, 43 de cojinete de empuje giratorio está provisto de superficies activas orientadas hacia las primeras almohadillas 45A de cojinete de empuje y las segundas almohadillas 45B de cojinete de empuje fijas, respectivamente. Las superficies activas pueden estar provistas de almohadillas de cojinete de empuje giratorias respectivas, no mostradas, orientadas hacia las correspondientes almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje fijas. Se forman huecos entre cada conjunto de almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje no giratorias, es decir, estacionarias, y las superficies activas respectivas del primer y segundo anillo 41, 43 de cojinete de empuje giratorio. El fluido para cojinetes presurizado se suministra en los huecos como se describirá más adelante.

El eje 11 de bomba se extiende axialmente a través del elemento 45 anular fijo portador de almohadillas, formando un muñón 11C entre el primer anillo 41 de cojinete de empuje giratorio y el segundo anillo 43 de cojinete de empuje giratorio. El muñón 11C puede actuar conjuntamente con almohadillas 45C radiales soportadas por el elemento 45 anular fijo portador de almohadillas y dispuestas en una superficie interior sustancialmente cilíndrica del elemento 45 portador de almohadillas. El muñón 11C y las almohadillas 45C radiales forman el elemento 28 de cojinete radial, que proporciona una función de soporte radial encima del eje 11 de la bomba. Se forman huecos entre las almohadillas 45C radiales y la superficie exterior cilíndrica del muñón 11C. El fluido de cojinete presurizado se suministra a través de estos huecos como se describirá con mayor detalle más adelante en la presente memoria.

Según algunas realizaciones, las almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje fijas y/o las almohadillas 45C radiales pueden ser almohadillas de diamante policristalino, almohadillas cerámicas o hechas de otros materiales capaces de resistir condiciones de alta temperatura y alta carga, y adecuados para operar con fluidos que contienen partículas abrasivas, tales como agua de mar que contiene arena.

En la realización ilustrativa ilustrada en los dibujos, las almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje estacionarias y las almohadillas 45C radiales están montadas de forma rígida en el elemento 45 anular portador de almohadillas. En otras realizaciones, uno, dos o todos los conjuntos de almohadillas 45A, 45B, 45C pueden montarse de forma inclinada en el elemento 45 anular portador de almohadillas.

Como se muestra en la Fig. 3, el cojinete combinado 25 puede comprender además un rodete 49 de fluido para cojinetes formando parte de una bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes, que gira íntegramente con el eje 11 de bomba. En la realización ilustrativa ilustrada en las figuras, el rodete 49 de fluido de cojinete es un rodete centrífugo que comprende palas 46 de rodete y una envoltura 52 (véase en particular la Fig. 7).

En algunas realizaciones, las palas 46 de rodete están formadas íntegramente en el primer anillo 41 de cojinete de empuje. Más específicamente, en esta realización ilustrativa se proporcionan las palas 46 de rodete en la superficie del primer anillo 41 de cojinete de empuje orientadas alejadas de las primeras almohadillas 45A de cojinete de empuje fijas y opuestas al segundo anillo 41 de cojinete de empuje. El rodete 49 de fluido para cojinetes tiene una entrada 49A de rodete y una salida 49B de rodete. La entrada 49A de rodete puede estar en comunicación de fluidos con el volumen interior 50 del elemento 23 de carcasa intermedio. El volumen interior 50 del elemento 23 de carcasa intermedio puede formar un receptáculo de fluido para cojinetes. La salida 49B de rodete puede estar en comunicación de fluidos con una voluta 51 de la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes. La voluta 51 puede formarse en el asiento 21A y puede rodear circunferencialmente el rodete 49 de fluido para cojinetes.

El fluido contenido en el volumen 50 es bombeado por el rodete 49 de fluido para cojinetes de la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes a la voluta 51, desde donde el fluido para cojinetes fluye hacia el cojinete combinado 25 y la sello mecánico 29, para proporcionar soporte radial y axial para el eje 11 de bomba y enjuagar el sello mecánico 29. Para ello, la voluta 51 puede acoplarse en comunicación de fluidos a los huecos proporcionados entre las superficies activas del primer y segundo anillo 41, 43 de cojinete de empuje giratorio y las primeras almohadillas 45A de cojinete de empuje estacionarias y las segundas almohadillas 45B de cojinete de empuje fijas, respectivamente, así como a los huecos entre la superficie activa radial del muñón 11C y las almohadillas 45C radiales. La voluta 51, se acopla además en comunicación de fluidos al sello mecánico 29.

En algunas realizaciones, en el asiento 21A se proporciona un conducto 53 de suministro de fluido que se extiende longitudinalmente y un conducto 54 de suministro de fluido que se extiende radialmente. El conducto 54 de suministro de fluido que se extiende radialmente puede estar en comunicación de fluidos con los puertos radiales 56 proporcionados en el elemento 45 anular estacionario portador de almohadillas para suministrar fluido para cojinetes presurizado al elemento 28 de cojinete radial y al elemento 26 de cojinete de empuje.

Con referencia a las Figs. 2 a 4, ahora se describirá el funcionamiento de la bomba 1. Durante el funcionamiento, el motor eléctrico 3 acciona en rotación el eje 11 de bomba y los rodetes 15 de bomba montados en el mismo. La rotación del eje 11 de bomba hace también que el rodete 49 de fluido para cojinetes gire, de modo que el fluido para cojinetes presurizado sea bombeado por el rodete 49 de fluido para cojinetes a través de conductos 53, 54 y a través de puertos radiales 56, enjuagando por lo tanto los huecos entre las almohadillas 45C radiales y el muñón 11C del eje 11 de bomba, generando en los mismos una película de fluido para cojinetes. Además, el fluido para cojinetes fluye desde los huecos entre el muñón 11C y las almohadillas 45C radiales a los huecos axiales entre las almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje fijas y las superficies activas respectivas del primer y segundo anillo 41, 43 de cojinete de empuje y finalmente se recoge en la parte inferior del asiento 21A.

Además, el conducto 53 puede extenderse longitudinalmente en 53A, 53B para establecer una conexión de fluidos entre la voluta 51 y el sello mecánico 29.

El fluido para cojinetes que enjuaga el sello mecánico 29 y el cojinete combinado 25 se recoge en la parte inferior del asiento 21A, desde donde el fluido para cojinetes sale de la carcasa de la bomba como se describe más adelante en la presente memoria. El fluido para cojinetes que se filtra a través de la sello mecánico 29 hacia el interior de la bomba centrífuga multietapa 1 puede descargarse en el flujo principal del fluido de trabajo procesado por la bomba centrífuga multietapa 1.

Además, la voluta 51 puede acoplarse en comunicación de fluidos al cojinete radial 27 del extremo sin accionamiento y al sello mecánico 31 del extremo sin accionamiento para suministrar a estos fluido para cojinetes presurizado. Un conducto 55, 57 adicional, que puede extenderse a lo largo de la cubierta 21 y el tambor 17 de la bomba centrífuga multietapa 1, puede extenderse desde el conducto 53A hacia abajo hasta el cojinete radial 27 del extremo sin accionamiento, como se muestra mejor en la Fig. 4. Además, un conducto lateral 59 puede conectar en comunicación de fluidos el conducto 57 con la sello mecánico 31 del extremo sin accionamiento. Este circuito proporciona fluido para cojinetes presurizado al cojinete radial 27 del extremo sin accionamiento para la lubricación y refrigeración, además de enjuagar el sello mecánico 31 del extremo sin accionamiento. Las fugas del fluido para cojinetes desde el sello mecánico 31 del extremo sin accionamiento hacia los rodetes 15 de bomba se unen con el fluido de trabajo principal procesado por la bomba centrífuga multietapa 1.

El fluido para cojinetes que sale fluyendo del cojinete radial 27 del extremo sin accionamiento y de la sello mecánico 31, en el lado del cojinete radial 27 del extremo sin accionamiento, puede recogerse a través de un conducto 61 de salida, que puede proporcionarse en el tambor 17. Puede proporcionarse un conducto 63 de salida adicional para recoger el fluido para cojinetes que sale fluyendo de la sello mecánico 29 del extremo de accionamiento y del cojinete combinado 25 y se recoge en la parte inferior del asiento 21A.

Los conductos 61, 63 de salida pueden estar en comunicación de fluidos con un intercambiador de calor externo, mostrado esquemáticamente con 65 en la Fig. 2, desde donde un conducto 67 de retorno suministra el fluido para cojinetes enfriado de vuelta al volumen interior 50. En el intercambiador 65 de calor, el fluido para cojinetes puede enfriarse mediante intercambio de calor, por ejemplo con agua de mar, si la bomba centrífuga multietapa 1 se configura como una bomba submarina centrífuga multietapa.

Las Figs. 5 y 6 ilustran otra realización de una bomba centrífuga multietapa 1 según la presente descripción. Los mismos números de referencia designan las partes y componentes iguales o correspondientes a los que ya se han descrito en relación con las Figs. 2, 3, 4. Estas piezas no se describirán de nuevo.

En la Fig. 5, los números de referencia 71 y 72 indican un colector de entrada de la bomba y uno de salida de la bomba, respectivamente.

El lado del extremo de accionamiento del eje 11 de bomba es soportado radial y axialmente por un cojinete combinado 25, que proporciona capacidades de cojinete radial y axial y que integra además una bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes que comprende un rodete 49 de fluido para cojinetes para suministrar fluido para

cojinetes presurizado a una voluta 51. El fluido para cojinetes reforzado por el rodete 49 de fluido para cojinetes se provee a las almohadillas de cojinete axial y radial del cojinete combinado 25 y a un sello mecánico 29 del extremo de accionamiento. El cojinete combinado 25 de las Figs. 5, 6 puede ser sustancialmente igual que el cojinete combinado 25 de las Figs. 2, 3.

La sello mecánico del extremo sin accionamiento se omite y el cojinete del extremo sin accionamiento se sumerge en el fluido de trabajo procesado por la bomba centrífuga multietapa 1. No se proporciona una conexión de fluidos con la voluta 51.

En las realizaciones descritas anteriormente, el cojinete combinado 25 está dispuesto en el extremo 11A de accionamiento del eje 11 de bomba y un cojinete radial 27 simple se sitúa en el extremo 11B sin accionamiento del eje 11 de bomba. Esta es actualmente una disposición preferida. Sin embargo, en otras realizaciones puede proporcionarse una disposición invertida, en donde el cojinete combinado 25 está dispuesto en el extremo 11B sin accionamiento del eje 11 de bomba, mientras que un cojinete simple, por ejemplo un cojinete radial simple, puede estar situado en el extremo 11A de accionamiento del eje 11 de bomba.

Las almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje y las almohadillas 45C radiales pueden configurarse como almohadillas de cojinete para fluidos conocidas y pueden acoplarse de forma rígida al elemento 45 anular fijo portador de almohadillas. En otras realizaciones, las almohadillas 45A, 45B de cojinete de empuje y/o las almohadillas 45C radiales pueden montarse de forma inclinada en el elemento 45 anular fijo portador de almohadillas.

El elemento 45 anular fijo portador de almohadillas puede comprender dos o más partes, separadas entre sí por planos radiales, para un montaje fácil alrededor del eje 11 de bomba y más específicamente alrededor de la parte de este que forma el muñón 11C.

En la descripción anterior, se hizo referencia a una bomba centrífuga multietapa 1 submarina que tiene un eje de rotación vertical A-A y se conecta a un motor eléctrico 3. Sin embargo, se entenderá que el cojinete combinado 25 descrito en la presente memoria puede utilizarse también en otros tipos de turbomáquinas para soportar el eje respectivo de la turbomáquina. Por ejemplo, el cojinete combinado puede utilizarse en una bomba centrífuga de una sola etapa, o en otras turbomáquinas axiales o radiales giratorias, tales como bombas radiales, bombas axiales, compresores axiales o radiales. En general, un cojinete combinado según se describe en la presente memoria puede utilizarse de forma ventajosa en turbomáquinas giratorias donde un eje giratorio requiere soporte axial y radial por medio de cojinetes de fluido que requieren un flujo continuo de fluido para cojinetes de una bomba de fluido de cojinete.

Las Figs. 8 y 9 ilustran, a modo de ejemplo, dos realizaciones de bombas centrífugas multietapa con una disposición de rodets back-to-back. El número de referencia 11 indica el eje de bomba en donde se montan los rodets 15 de bomba. El rotor formado por rodets 15 y el eje 11 de bomba se soportan en una carcasa 13 para su rotación. La turbomáquina tiene un extremo de accionamiento EA conectado a un motor eléctrico u otro accionador, no mostrado, y un extremo sin accionamiento ESA opuesto. El eje 11 de bomba es soportado por un cojinete combinado 25 y un cojinete radial 27. Los detalles del cojinete radial 27 y el cojinete combinado 25 pueden ser similares a los descritos anteriormente en la presente memoria en relación con las Figs. 1 a 7 y no se describirán nuevamente.

En la realización de la Fig. 8, el cojinete radial 27 está dispuesto en el extremo sin accionamiento ESA, mientras que el cojinete combinado 25 está dispuesto en el extremo de accionamiento EA del eje 11 de bomba.

En la realización de la Fig. 9, el cojinete radial 27 está dispuesto en el extremo de accionamiento EA y el cojinete combinado 25 está dispuesto en el extremo sin accionamiento ESA del eje 11 de bomba.

Las Figs. 10 y 11 ilustran vistas en sección de dos realizaciones de un compresor centrífugo. Un eje 11 del compresor y los rodets 15 respectivos se soportan en una carcasa 13 para su rotación. El eje 11 del compresor es soportado por un cojinete combinado 25 y por un cojinete radial 27. En la Fig. 10, el cojinete combinado 25 está situado en el extremo de accionamiento EA del eje 11 del compresor, y el cojinete radial 27 está situado en el extremo sin accionamiento ESA del eje 11 del compresor. En la Fig. 11 se muestra la disposición invertida, en donde el cojinete combinado 25 está situado en el extremo sin accionamiento ESA y el cojinete radial 27 está situado en el extremo de accionamiento EA del eje 11 del compresor. También en estas realizaciones, los detalles del cojinete combinado 25 pueden ser los mismos que ya se han descrito en relación con las Figs. 1 a 7 y no se describirán de nuevo.

La terminología utilizada en la presente memoria tiene el propósito de describir únicamente realizaciones particulares y no pretende ser limitativa de la descripción. Como se utiliza en la presente descripción, las formas singulares “un”, “una” y “el/la” pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos “comprende” y/o “que comprende”, cuando se utilizan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, especifican la presencia de las características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la

presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de estos.

5 Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se consideran los ejemplos más prácticos y preferidos, debe entenderse que la invención no debe limitarse a los ejemplos descritos, sino que, por el contrario, pretende cubrir diversas modificaciones y disposiciones equivalentes como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

Por último, a continuación en la memoria se describen algunos aspectos que no forman parte de la invención reivindicada:

- 10 - La turbomáquina comprende además un primer sello mecánico 29, dispuesta entre el cojinete combinado 25 y dicho al menos un rodete 15 de turbomáquina, y en donde el primer sello mecánico 29 está en comunicación de fluidos con la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes, que está configurada y dispuesta para suministrar fluido para cojinetes a la primera sello mecánico 29. La turbomáquina comprende además una segunda sello
- 15 mecánico 31 dispuesta entre el rodete 15 de turbomáquina y el cojinete radial 27, y en donde la segunda sello mecánico 31 está en comunicación de fluidos con la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes, que está configurada y dispuesta para suministrar fluido para cojinetes a la segunda sello mecánico 31. La turbomáquina comprende además un circuito 65, 67 de refrigeración que tiene además un intercambiador 65 de calor y que está en comunicación de fluidos con la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes y el cojinete combinado 25,
- 20 estando el circuito de refrigeración configurado y dispuesto para recibir fluido para cojinetes calentado desde el cojinete combinado 25 y suministrar fluido para cojinetes enfriado hacia la bomba 48 de impulso del fluido para cojinetes.
- 25 - La turbomáquina comprende un asiento 21A, que aloja el cojinete combinado 25, en donde se forma una voluta 51 que rodea el rodete 49 de fluido para cojinetes en dicho asiento 21A, y en donde la voluta 51 está en comunicación con el elemento 26 de cojinete de empuje y el elemento 28 de cojinete radial.

REIVINDICACIONES

1. Un cojinete combinado (25) para un eje (11) de rodete (15) de una turbomáquina (1) que comprende en combinación: al menos un elemento (28) de cojinete radial, al menos un elemento (26) de cojinete de empuje y está **caracterizado por** al menos un rodete (49) de fluido para cojinetes de una bomba (48) de impulso del fluido para cojinetes, estando integrado el rodete (49) de fluido para cojinetes en el elemento (26) de cojinete de empuje del cojinete combinado (25), y estando la bomba (48) de impulso del fluido para cojinetes en comunicación de fluidos con el elemento (26) de cojinete de empuje y el elemento (28) de cojinete radial.
2. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 1 en donde el elemento (28) de cojinete de empuje comprende un primer anillo (41) de cojinete de empuje giratorio y/o un segundo anillo (43) de cojinete de empuje giratorio.
3. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 2 en donde el primer anillo (41) de cojinete de empuje giratorio y el segundo anillo (43) de cojinete de empuje giratorio están separados entre sí axialmente y actúan conjuntamente con almohadillas (45A, 45B) de empuje estacionarias opuestas para soportar cargas axiales orientadas en direcciones axiales opuestas, y en donde el elemento (28) de cojinete radial está dispuesto entre el primer anillo (41) de cojinete de empuje y el segundo anillo (43) de cojinete de empuje.
4. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 2 o la reivindicación 3 en donde un elemento (45) anular estacionario portador de almohadillas está dispuesto entre el primer anillo (41) de cojinete de empuje y el segundo anillo (43) de cojinete de empuje.
5. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 4 en donde el elemento (45) anular estacionario portador de almohadillas soporta las primeras almohadillas (45A) de cojinete de empuje, actuando conjuntamente con el primer anillo (41) de cojinete de empuje, y las segundas almohadillas (45B) de cojinete de empuje, actuando conjuntamente con el segundo anillo (43) de cojinete de empuje, estando dispuestas las primeras almohadillas (45A) de empuje y las segundas almohadillas (45B) de empuje en extremos axialmente opuestos del elemento (45) anular estacionario portador de almohadillas.
6. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 4 o la reivindicación 5 en donde las almohadillas (45C) radiales están dispuestas en una superficie interior sustancialmente cilíndrica del elemento (45) anular estacionario portador de almohadillas y actúan conjuntamente con un muñón (11C) dispuesto dentro de dicha superficie interior sustancialmente cilíndrica.
7. El cojinete combinado (25) de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6 en donde el rodete (49) de fluido para cojinetes está integrado con uno de dicho primer anillo (41) de cojinete de empuje giratorio y dicho segundo anillo (43) de cojinete de empuje giratorio.
8. El cojinete combinado (25) de la reivindicación 7 en donde el rodete (49) de fluido para cojinetes está dispuesto en una cara de dicho anillo (41) de cojinete de empuje giratorio orientado de forma opuesta al otro anillo (43) de cojinete de empuje giratorio.
9. El cojinete combinado (25) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde una salida (49B) del rodete (49) de fluido para cojinetes está en comunicación de fluidos con conductos (53, 54) de suministro de fluido configurados y dispuestos para suministrar fluido para cojinetes al elemento (28) de cojinete radial y al elemento (26) de cojinete de empuje.
10. Una turbomáquina (1) que comprende:
 - una carcasa (13);
 - un eje (11) soportado en la carcasa (13) para su rotación en la misma;
 - al menos un rodete (15) de turbomáquina montado en el eje (11) para su rotación conjunta con el mismo;
 - un cojinete combinado (25) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, soportando de forma giratoria el eje (11) en la carcasa (13).
11. La turbomáquina (1) de la reivindicación 10 en donde el eje (11) tiene un extremo (11A) de accionamiento, para su conexión a un accionador (3), y un extremo (11B) sin accionamiento, opuesto al extremo (11A) de accionamiento, y en donde el cojinete combinado (25) está dispuesto en uno de dicho extremo (11A) de accionamiento y extremo (11B) sin accionamiento del eje (11); y en donde un cojinete radial (27) está dispuesto en el otro de dicho extremo (11A) de accionamiento y extremo (11B) sin accionamiento del eje (11).

12. La turbomáquina (1) de la reivindicación 11 en donde un receptáculo (50) de fluido para cojinetes está dispuesto entre el cojinete combinado (25) y el accionador (3), estando el receptáculo (50) de fluido para cojinetes en comunicación de fluidos con una entrada (49A) del rodete (49) de fluido para cojinetes.
- 5 13. La turbomáquina (1) de la reivindicación 11 o 12 en donde la bomba (48) de impulso del fluido para cojinetes está en comunicación de fluidos con el cojinete radial (27) para proveerla de fluido para cojinetes presurizado.
- 10 14. La turbomáquina (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 en donde la turbomáquina es una bomba centrífuga o una bomba submarina, y está configurada preferiblemente para funcionar con el eje en orientación vertical.
- 15 15. Un método para operar una turbomáquina que comprende una carcasa (13), un eje (11) soportado para su rotación en la carcasa (13) y al menos un rodete (15) de turbomáquina montado en el eje (11) para su rotación conjunta con el mismo; comprendiendo el método las siguientes etapas:

20 girar el eje (11) contra un cojinete combinado (25), proporcionando el cojinete combinado (25) un soporte axial y radial al eje (11), en donde el cojinete combinado (25) comprende al menos un elemento (28) de cojinete radial, al menos un elemento (26) de cojinete de empuje y un rodete (49) de fluido para cojinetes de una bomba (48) de impulso del fluido para cojinetes, estando el rodete (49) de fluido para cojinetes integrado en el elemento (26) de cojinete de empuje del cojinete combinado (25) y estando la bomba (48) de impulso del fluido para cojinetes en comunicación de fluidos con el elemento de cojinete de empuje y el elemento de cojinete radial; y
25 suministrar fluido para cojinetes presurizado con dicho rodete (49) de fluido para cojinetes al elemento de cojinete de empuje (26) y al elemento de soporte radial (28).

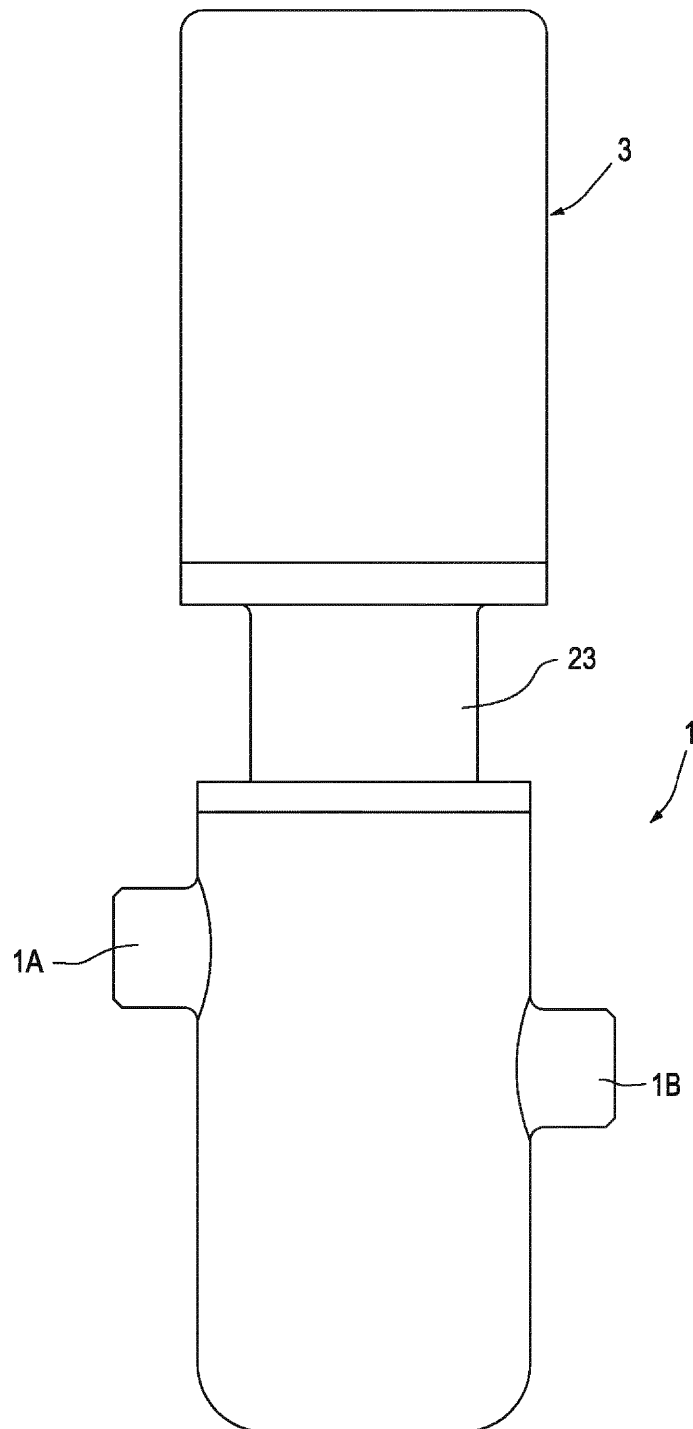


Fig. 1

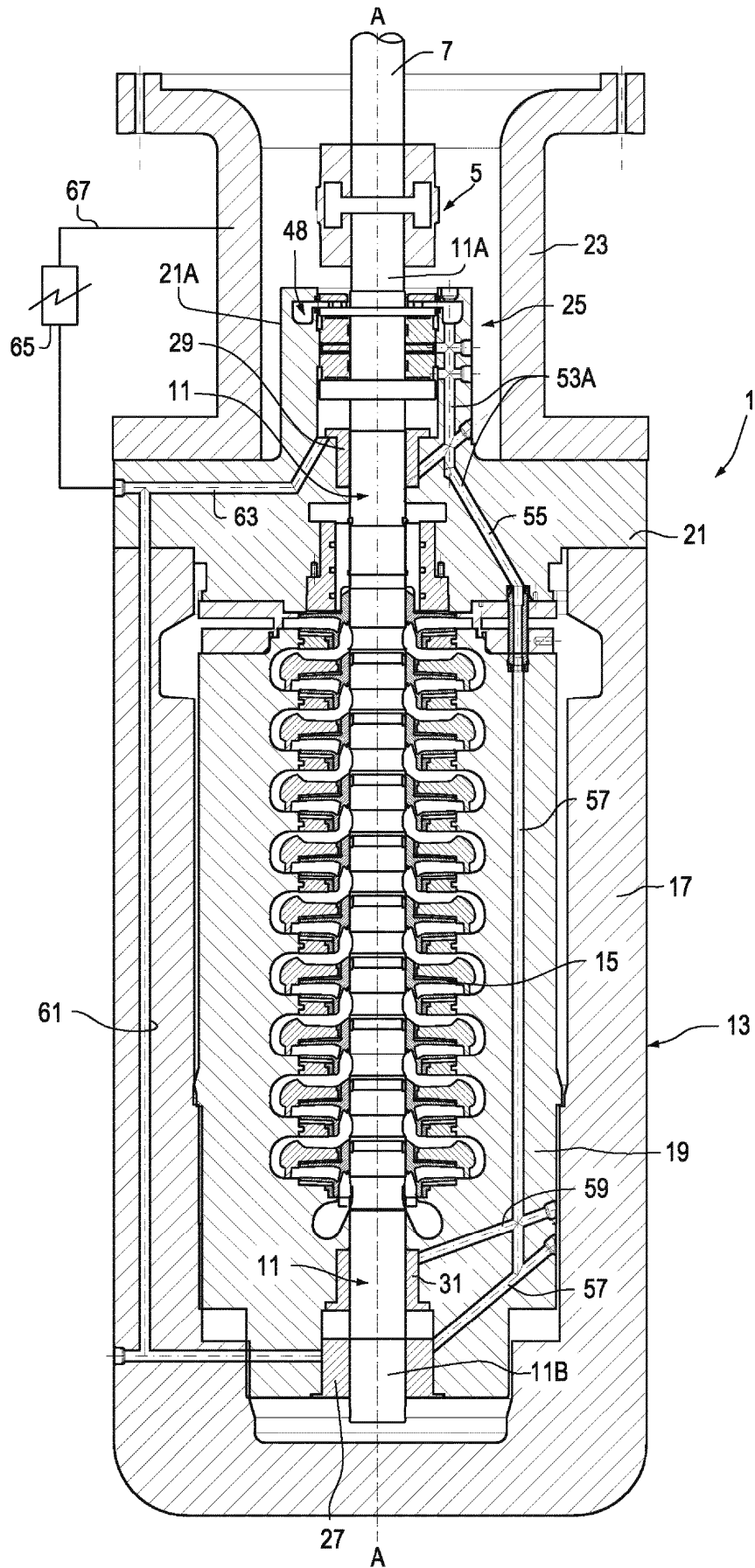
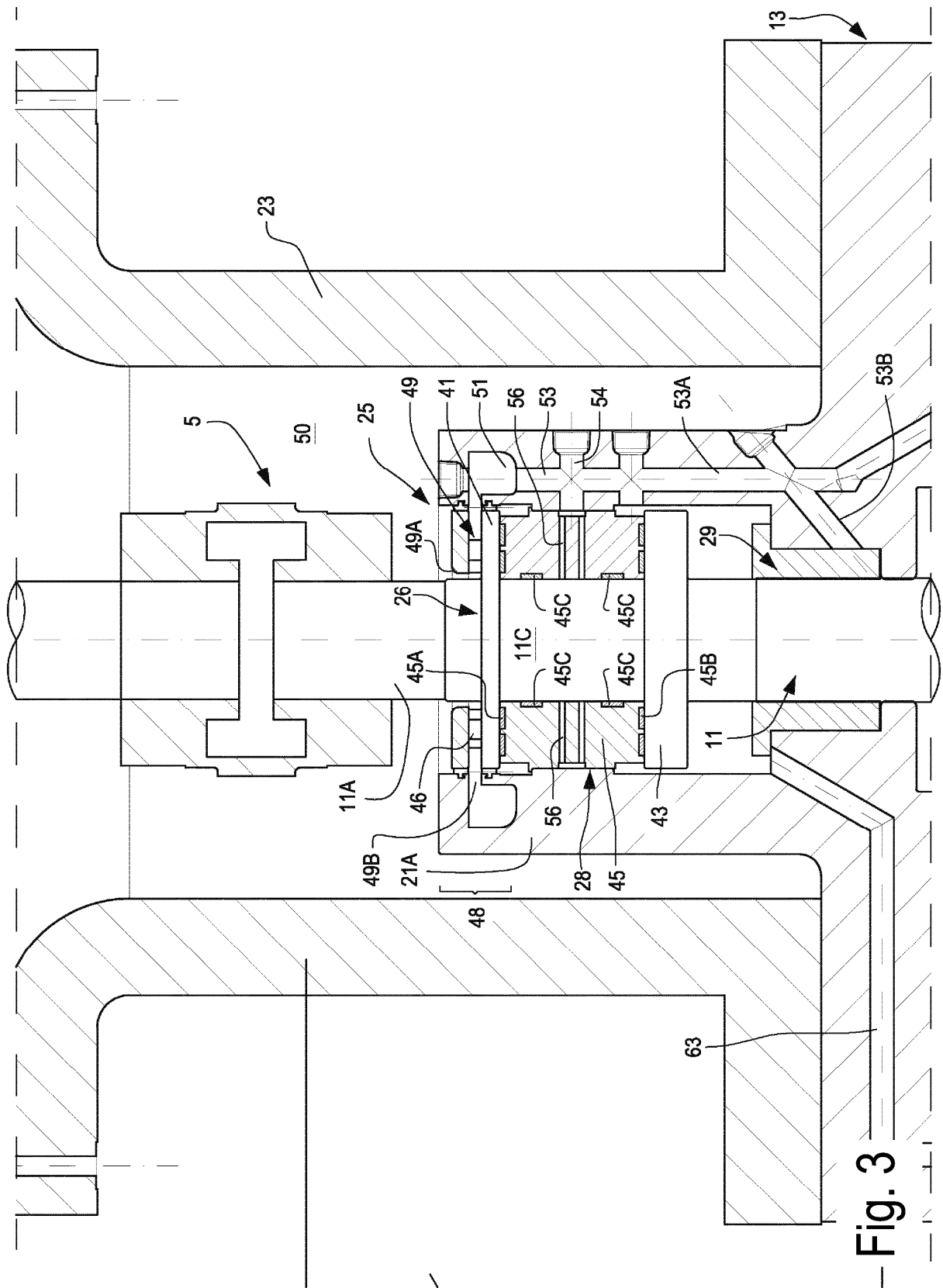
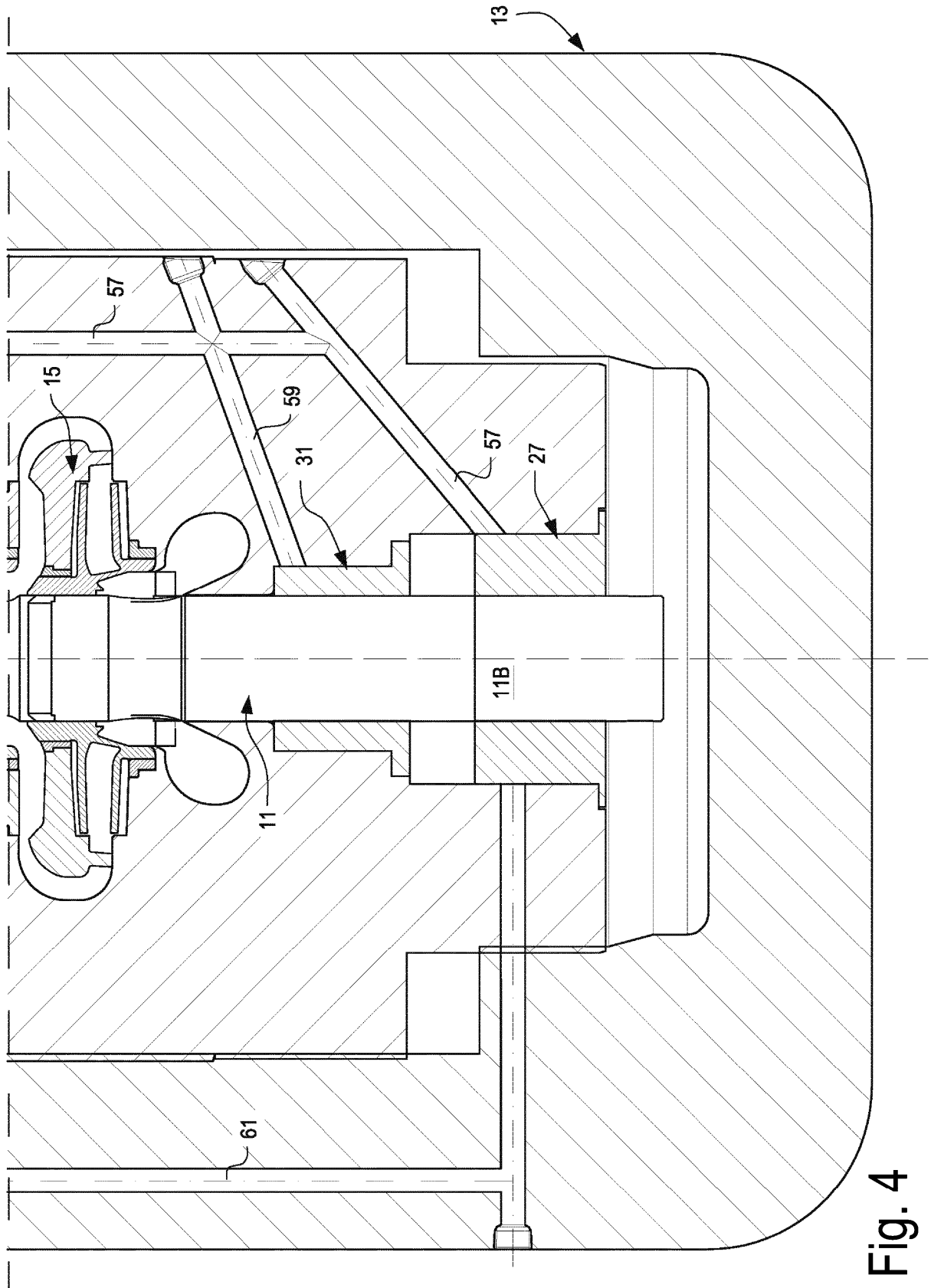


Fig. 2





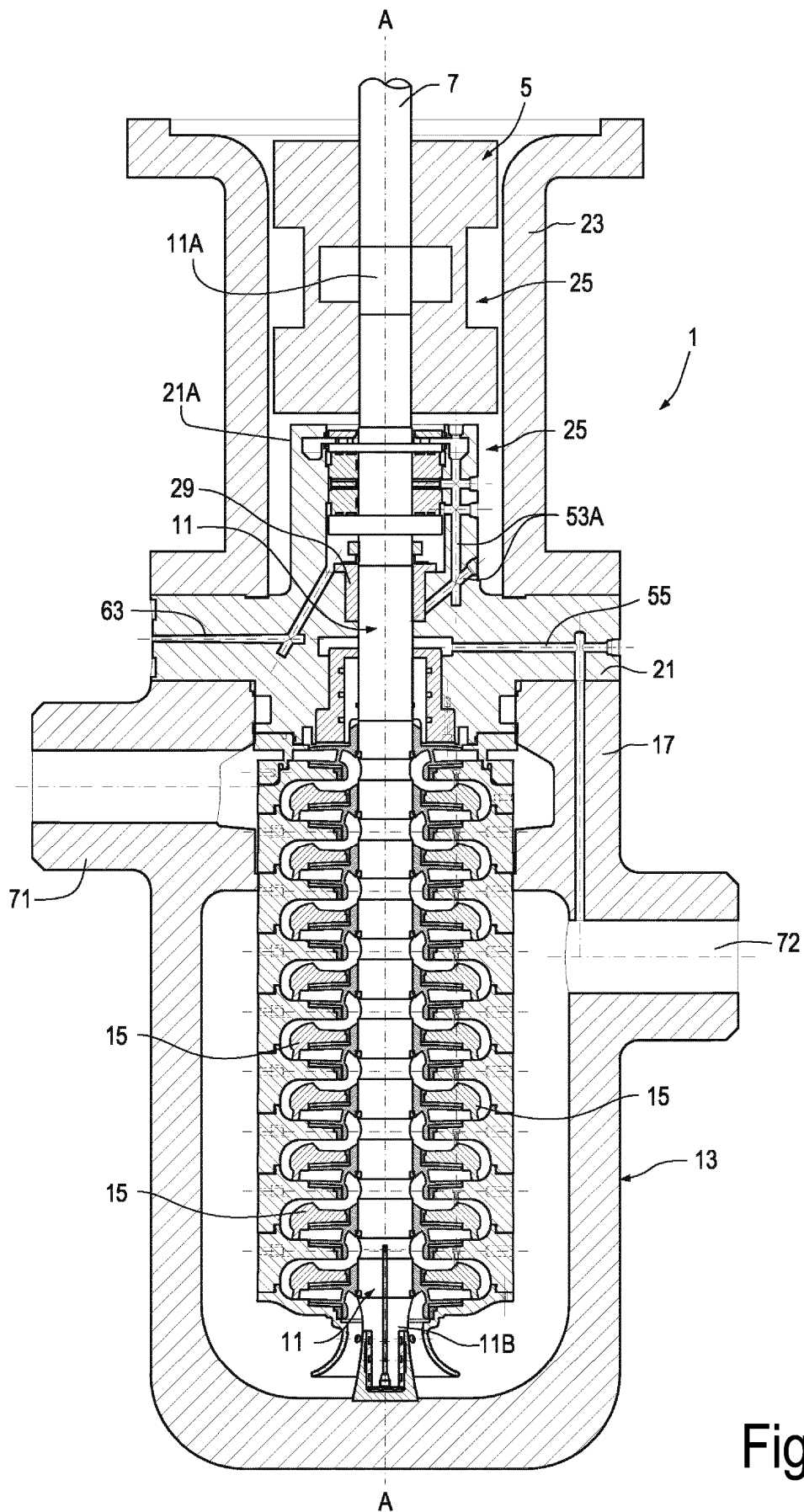


Fig. 5

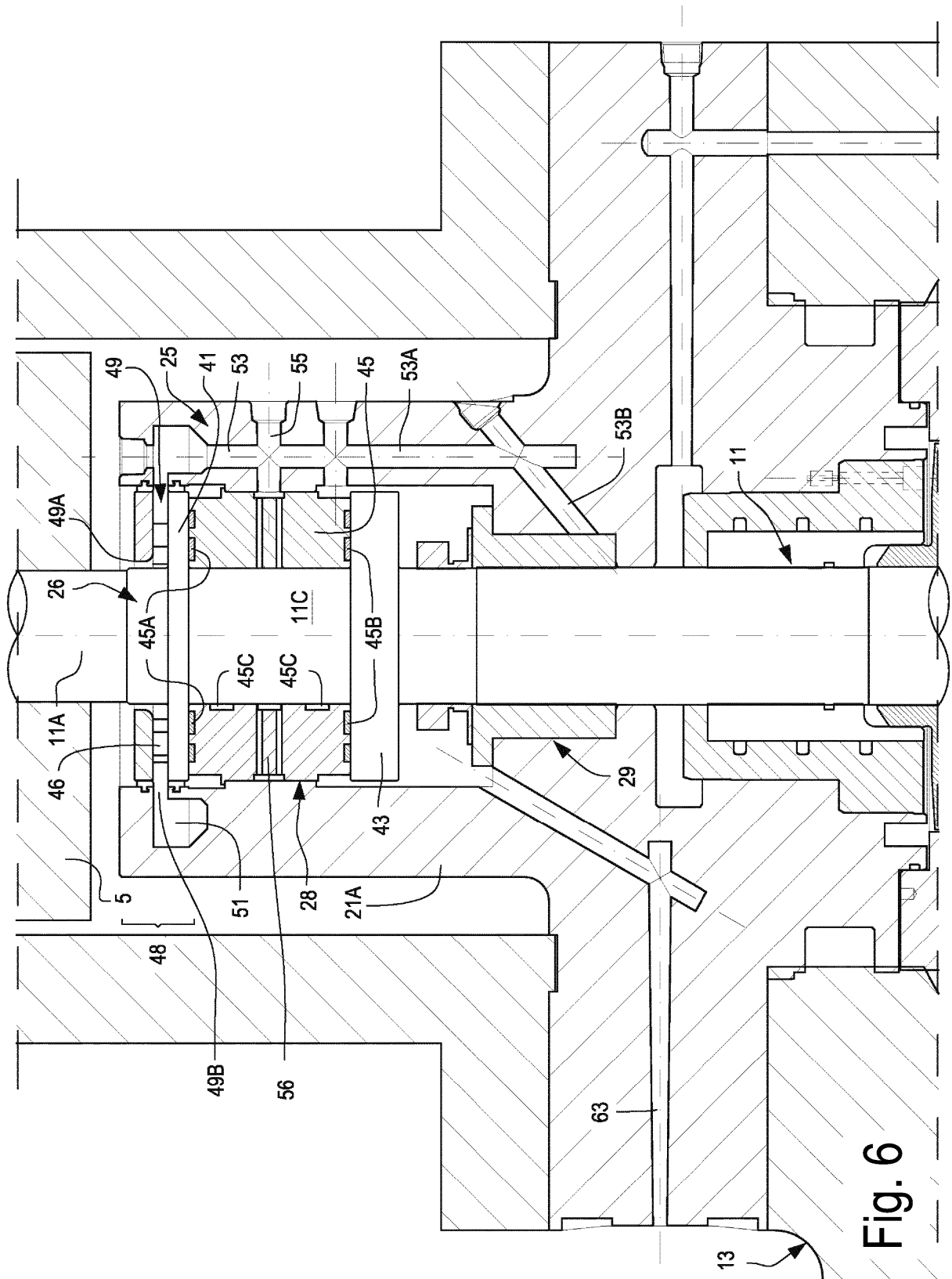


Fig. 6

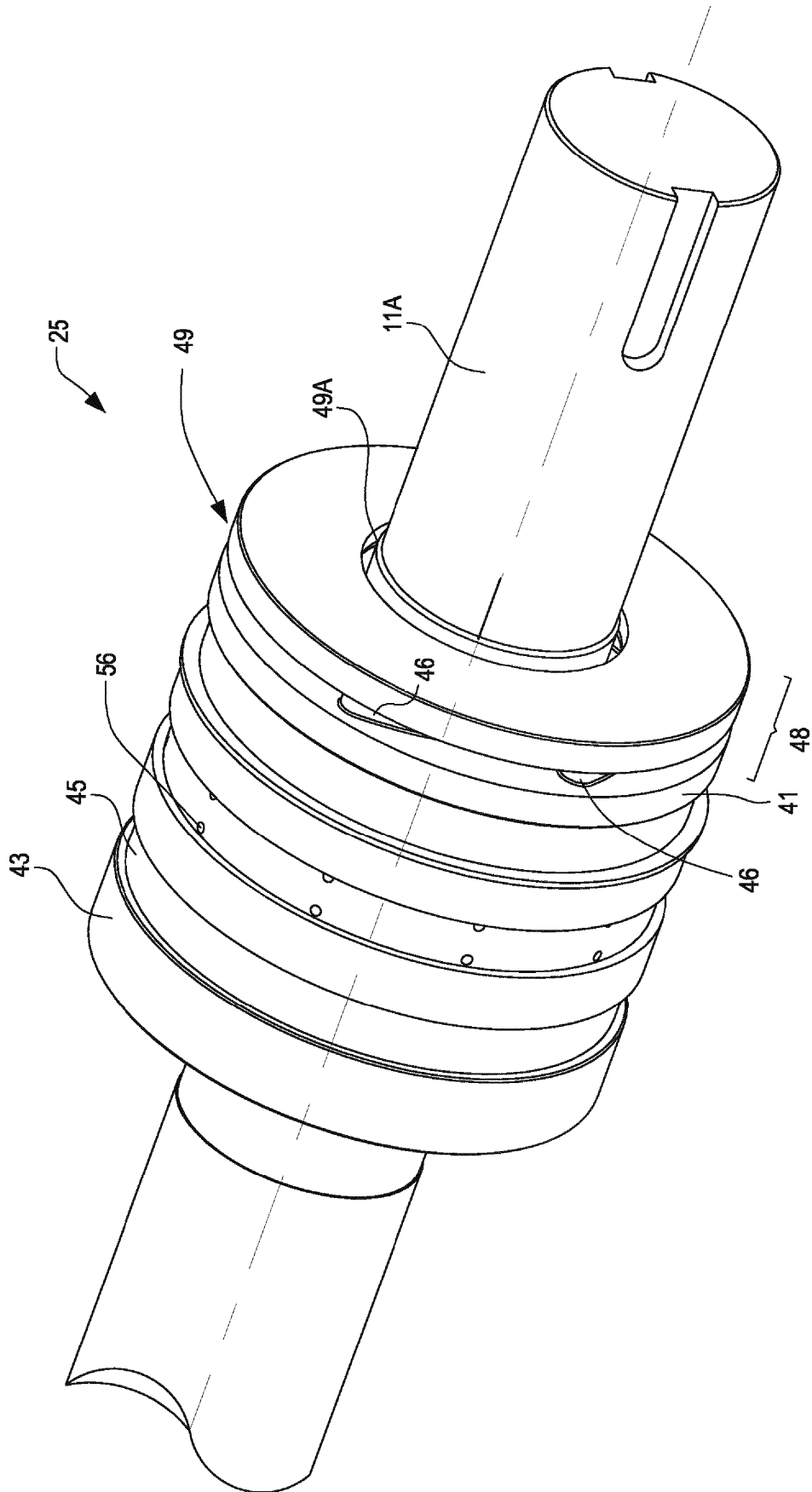


Fig. 7

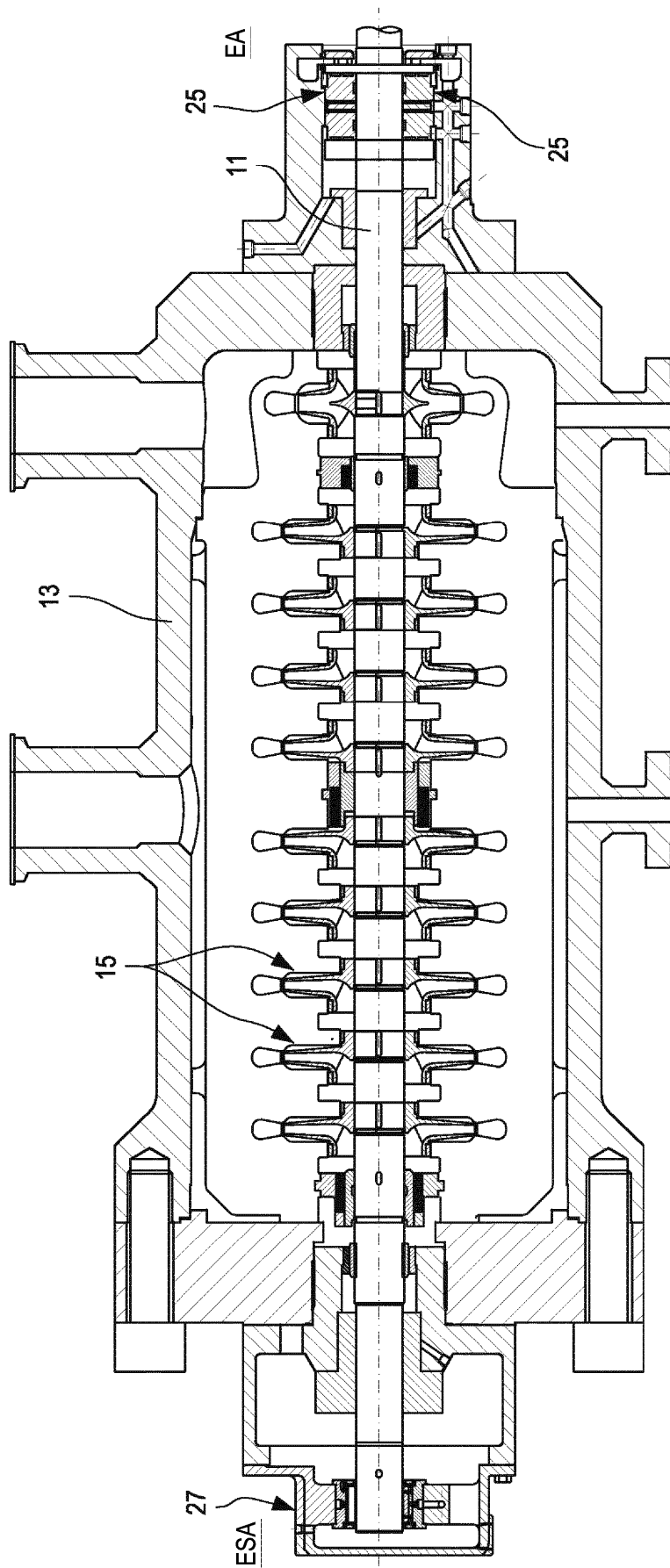


Fig. 8

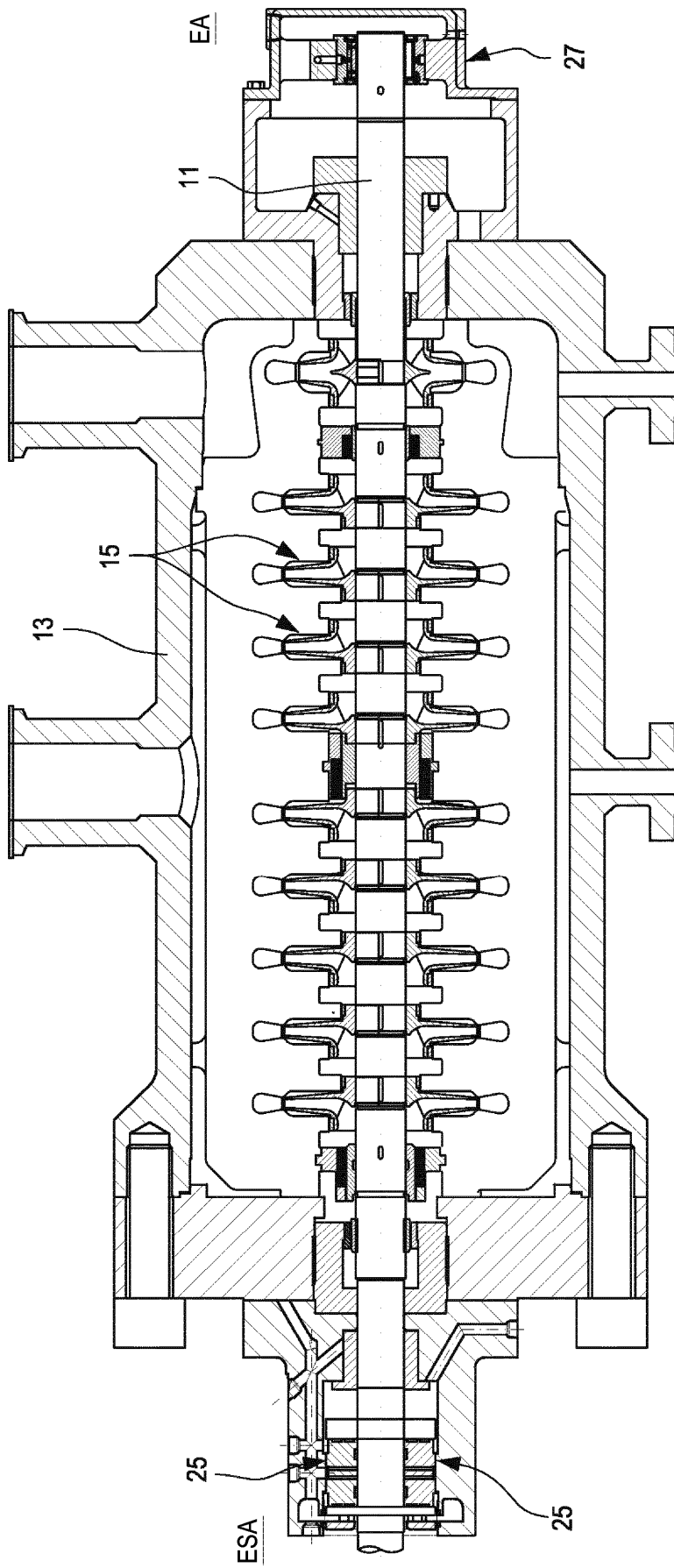


Fig. 9

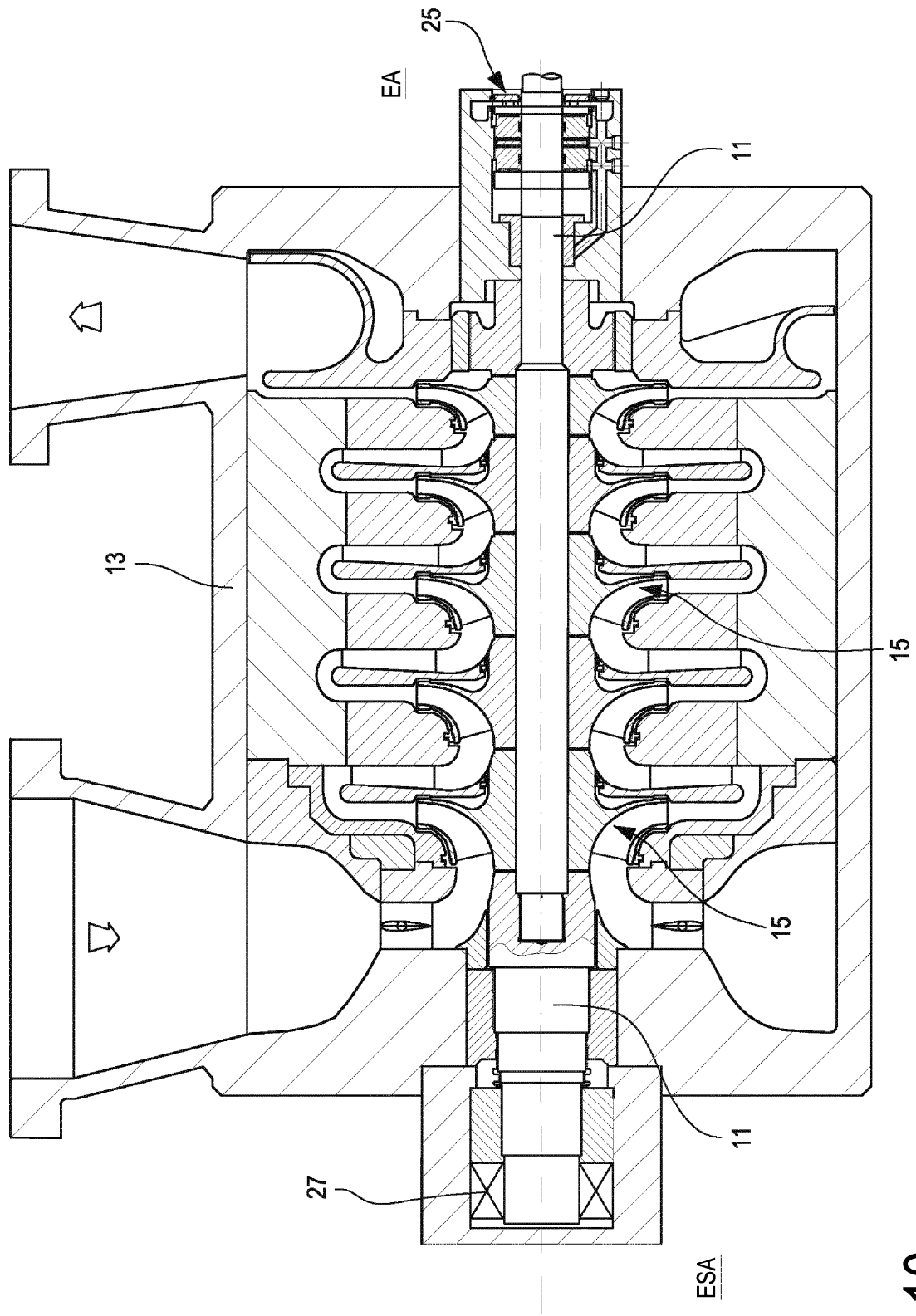


Fig. 10

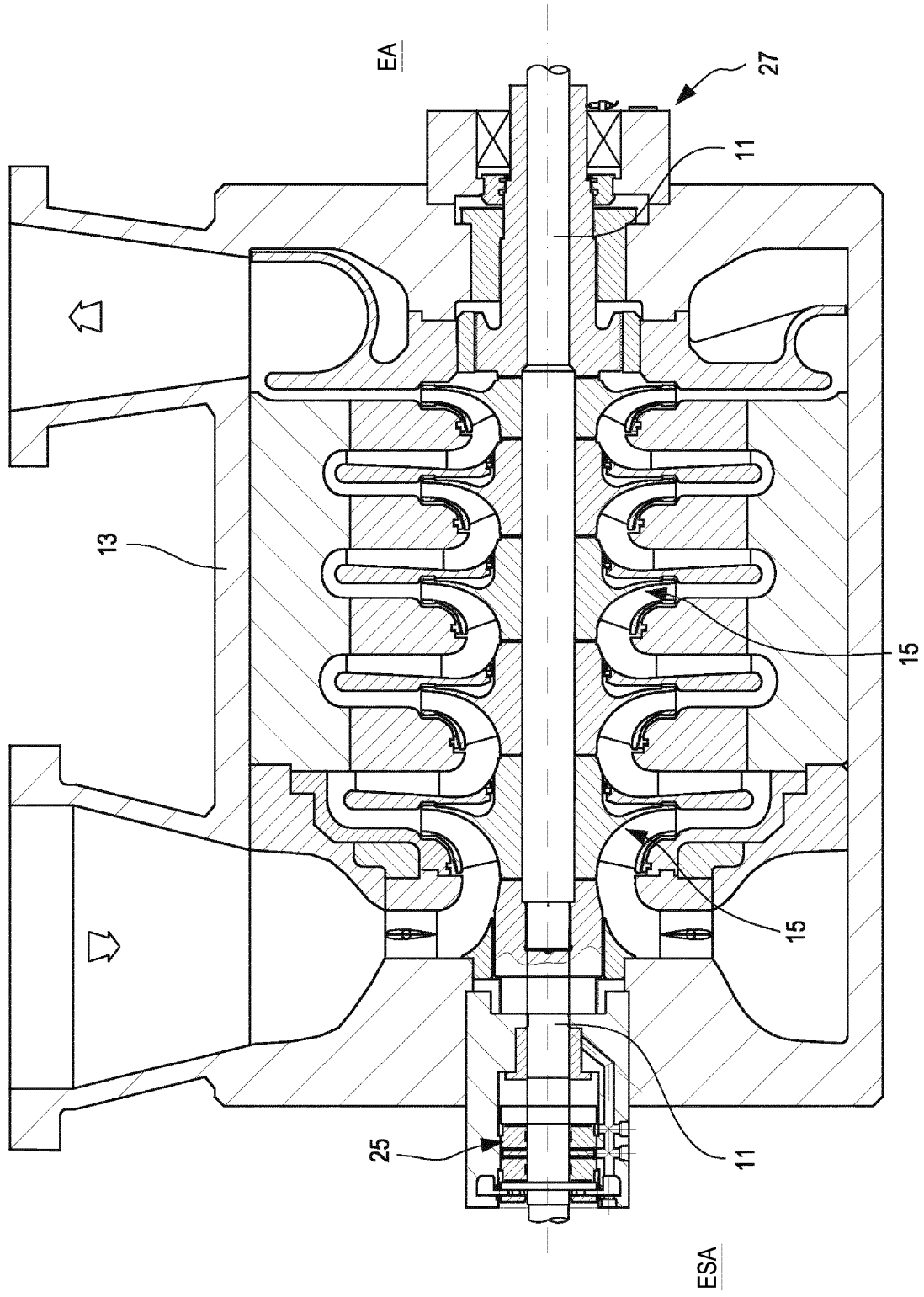


Fig. 11