

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 046**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2006 E 06754635 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 1907028**

54 Título: **Bomba de flujo axial con álabe en forma de espiral**

30 Prioridad:

**01.07.2005 EP 05405423**

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

**21.03.2014**

73 Titular/es:

**BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF PRECISE  
MECHATRONICS AND CONTROLS (100.0%)  
No. 1, Nan Da Hong Men Road, Fengtai District  
Beijing 100076, CN**

72 Inventor/es:

**BAYKUT, DOAN;  
BAYKUT, GOEKHAN y  
HIRT, FELIX**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 450 046 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**

Bomba de flujo axial con álabe en forma de espiral

5 La invención se refiere a una bomba de flujo axial de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Las bombas para aplicaciones con pequeños diferenciales de presión de normalmente 100 hPa a 150 hPa y comparativamente grandes caudales, tales como bombas de sangre, por ejemplo, se diseñan ventajosamente como bombas de flujo axial. El documento WO 96/18358 describe una bomba de sangre de este tipo que tienen una carcasa de bomba en forma de tubería en la que en cada caso se soporta un rotor de forma giratoria en un cojinete en los extremos. El rotor descrito incluye un cuerpo de rotor cilíndrico, con un núcleo adyacente a él sobre el lado de entrada y una pieza final adyacente a él en el lado de salida, cada una de las cuales se mueve en un cojinete de tubo. Adicionalmente, se proporciona una pluralidad de álabes curvados sobre el cuerpo del rotor y se proporciona un imán permanente en el interior del cuerpo del rotor para accionar magnéticamente rotor. El área de contacto  
15 relativamente grande del núcleo, cuerpo de rotor y pieza extrema con la sangre y los cojinetes dispuestos en el caudal promueven la creación de depósitos y trombosis.

20 La especificación de patente US 6.527.521 B2 describe un desarrollo adicional de una bomba de sangre que tiene una carcasa de bomba con forma de tubería en la que se dispone un rotor cilíndrico hueco que está provisto con imanes permanentes en la periferia. El rotor está biselado en ambos extremos y la carcasa de la bomba está ahusada en los puntos correspondientes de modo que la holgura entre el rotor y la carcasa de la bomba se mantiene pequeña. Se dispone un estator para accionar el rotor magnéticamente y una pluralidad de imanes permanentes para soportar el rotor magnéticamente, sobre la superficie exterior de la carcasa de bomba. Se forma un álabe con forma espiral con un paso constante sobre la superficie interior del rotor de modo que el centro del rotor se mantiene  
25 abierto.

30 El documento US 2002/0150465 A1 describe una bomba de flujo axial con un tubo extendido que tiene una entrada en un primer extremo y una salida en un segundo extremo. Se monta una cinta formada por espiras helicoidales en el tubo para su rotación y la frecuencia de las espiras disminuye desde el primer extremo al segundo extremo del tubo. El líquido se recoge en el primer extremo, se incrementa un componente axial de la velocidad del líquido por medio de la rotación de la cinta, y el líquido se expulsa desde el segundo extremo para proporcionar el bombeado del líquido.

35 Las bombas de sangre de flujo axial de la técnica anterior tienen la desventaja de que o bien el área de contacto con el caudal principal de sangre es comparativamente grande debido al cuerpo de rotor cerrado y el núcleo o, en el caso de un rotor cilíndrico hueco, la presión que puede conseguirse es muy pequeña debido al paso constante del álabe y al centro de rotor abierto. Además, el ángulo de descarga es desfavorable en este último diseño. Una desventaja adicional de las bombas de sangre de flujo axial de la técnica anterior se refiere al soporte del rotor. En la bomba de sangre descrita en el documento WO 96/18358, los cojinetes de tubo se sitúan en el caudal principal, lo que ha demostrado ser desfavorable. En la bomba de sangre descrita en el documento US 6.527.521 B2, el rotor se soporta de modo reconocido de una forma libre de contactos, es decir magnéticamente, pero exclusivamente de modo pasivo, lo que no se clasifica como óptimo, en particular cuando las fuerzas de inercia actúan sobre el rotor y/o  
40 varía la presión.

45 Es el objetivo de la invención proporcionar una bomba accionada de una forma libre de contactos para presiones diferenciales pequeñas de normalmente 100 hPa, 150 hPa o 200 hPa que sea adecuada en particular como bomba de sangre, por ejemplo como un dispositivo de asistencia ventricular y que tenga un área de contacto comparativamente pequeña con el caudal principal.

50 Este objetivo se satisface de acuerdo con la invención mediante la bomba de flujo axial definida en la reivindicación 1.

55 La bomba de flujo axial de acuerdo con la invención incluye una carcasa con una entrada y una salida y un rotor en la carcasa, por ejemplo un rotor de forma alargada que está provisto con un pasaje en el interior y con al menos un elemento de transporte con forma espiral, por ejemplo un álabe con forma de espiral, en el pasaje, variando el paso del elemento de transporte en la dirección axial. La bomba de flujo axial incluye adicionalmente un accionador electromagnético para accionar el rotor, estando provisto con un estator en la carcasa y siendo fabricado el rotor o una parte del mismo magnéticamente activo.

60 En una variante de realización preferida, el paso del elemento de transporte se incrementa en la dirección de la salida. De acuerdo con la invención, el centro del rotor está abierto a través de al menos una parte de la longitud del rotor. El centro del rotor hacia la entrada está preferiblemente abierto y/o preferiblemente cerrado hacia la salida.

65 En una variante de realización preferida adicional, la bomba de flujo axial incluye una etapa de bomba adicional cuyo centro está cerrado hacia la salida, en particular una segunda etapa de bomba que se realiza axialmente o semi-axialmente y/o está provista con un núcleo en el centro.

## ES 2 450 046 T3

El elemento de transporte y/o un borde del mismo tienen preferiblemente un perfil redondeado o en punta. El elemento de transporte incluye preferiblemente uno o más álabes y/u orificios y/o rendijas y/o partes elevadas locales y/o rebajes locales.

5 En una variante de realización preferida adicional, se proporciona una holgura de al menos 0,3 mm de ancho, en particular al menos 0,6 mm de ancho, entre la carcasa y el rotor durante el funcionamiento. Al menos se proporciona preferiblemente un elemento de transporte externo en la superficie exterior del rotor e incluye, por ejemplo, uno o más álabes y/u orificios y/o ranuras y/o partes elevadas locales y/o rebajes locales.

10 En una variante de realización preferida adicional, al menos una parte del rotor contiene un imán permanente de material magnético blando o el rotor incluye al menos una espira en cortocircuito. El accionador electromagnético se realiza simultáneamente preferiblemente como un cojinete magnético. Se proporcionan preferiblemente al menos dos cojinetes magnéticos, que se disponen axialmente desplazados, en la bomba de flujo axial, estando al menos uno de los cojinetes magnéticos dispuesto, por ejemplo, en la zona del extremo del lado de entrada del rotor y/o en la zona del extremo del lado de salida del rotor.

15 En una variante de realización preferida adicional, la bomba de flujo axial incluye al menos un elemento de guía que se dispone en la zona de entrada o entre la carcasa y el rotor o en la zona de salida en la carcasa. La bomba de flujo axial incluye preferiblemente al menos dos elementos de guía respectivos dispuestos en la zona de entrada y/o en la zona de salida en la carcasa.

20 En una variante de realización preferida adicional, la bomba de flujo axial incluye uno o más casquetes de rotor con forma de anillo que se fijan, por ejemplo, para contener los elementos, preferiblemente contener los álabes, y que se disponen antes y/o después del rotor en la dirección del flujo.

25 En una variante de realización preferida adicional, se proporciona al menos una parte de acoplamiento en la carcasa para la conexión de la bomba de flujo axial a una cánula de entrada y/o una cánula de salida.

30 La bomba de flujo axial de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que se pueden conseguir presiones diferenciales de, por ejemplo 100 hPa, 150 hPa o 200 hPa y que se puede usar como una bomba de sangre implantable. Es ventajoso también que la bomba de flujo axial de acuerdo con la invención tenga un área de contacto comparativamente pequeña con el caudal principal y que las células sanguíneas no se encuentran con la resistencia de un núcleo. Adicionalmente, es posible un mejor lavado circundante debido a la holgura comparativamente amplia entre la carcasa y el rotor.

35 Se pueden ver realizaciones ventajosas adicionales a partir de las reivindicaciones dependientes y a partir de los dibujos.

40 La invención se explicará con más detalle en lo que sigue con referencia a las realizaciones y a los dibujos. En ellos se muestra:

Fig. 1 una sección longitudinal de una realización de una bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención;

45 Figs. 2A, B secciones transversales a través de la zona de entrada y de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 1;

Fig. 3 una variante de realización con una pluralidad de elementos de transporte en el interior del rotor;

50 Fig. 4 una variante de realización adicional con una holgura comparativamente amplia entre la carcasa y el rotor;

Figs. 5A, B secciones transversales a través de la zona de entrada y la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la variante de realización mostrada en la Fig. 4;

55 Fig. 6 una sección longitudinal de una segunda realización de una bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención;

60 Figs. 7A, B secciones transversales a través de la zona de entrada y la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la variante de realización mostrada en la Fig. 6;

Fig. 8 una variante de realización con respecto a la realización mostrada en la Fig. 6 con solamente un elemento de transporte en el interior del rotor;

65 Fig. 9 una sección longitudinal a través de la carcasa de la realización mostrada en la Fig. 6;

Fig. 10 una vista externa de una variante de realización con piezas de acoplamiento;

Fig. 11 una sección longitudinal de una realización adicional de una bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención; y

5 Fig. 12 secciones transversales a través de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 11.

10 La Fig. 1 muestra una sección longitudinal a través de una realización de una bomba axial de acuerdo con la presente invención. En la realización mostrada, la bomba de flujo axial 10 incluye una carcasa 1 con una entrada 2 y una salida 3 y un rotor 5 dispuesto de modo giratorio, por ejemplo un rotor de forma alargada, dentro de la carcasa. La carcasa 1 se realiza ventajosamente, como se muestra en la Fig. 1, como un cuerpo hueco alargado con una abertura circular en el interior de la que puede haber, por ejemplo, un diámetro cambiante, por ejemplo un diámetro ampliado en la zona del rotor. La flecha 9 designa la dirección de paso del flujo de la bomba de flujo axial.

15 El rotor 5 está provisto con un pasaje 6 en el interior, y puede, por ejemplo, estar realizado como un cilindro hueco o, como se muestra en la Fig. 1, tener una forma adaptada al flujo. Se dispone un elemento de transporte 7 con forma espiral sobre la superficie interior del rotor en el pasaje 6 y se realiza, por ejemplo como un álabe con forma espiral, con el paso del elemento del transporte variable en la dirección axial. Si se requiere, se puede proporcionar también una pluralidad de elementos de transporte en el pasaje 6.

20 La bomba de flujo axial de la realización mostrada en la Fig. 1 incluye adicionalmente un accionador electromagnético, para, preferiblemente, accionar el rotor 5 magnéticamente, es decir en una forma libre de contacto, estando provisto un estator 4 en la carcasa 1 y siendo realizado el rotor o una parte 8 del mismo magnéticamente activo, por ejemplo, porque el rotor o una parte del mismo incluye un material magnético permanente o un material magnético blando o al menos una espiral de cortocircuito. El estator 4, por ejemplo, incluye una pluralidad de devanados que se disponen sobre un núcleo magnético blando para generar un campo rotativo durante el funcionamiento. El accionador electromagnético está realizado simultáneamente como un cojinete magnético en una realización ventajosa.

25 La bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención es adecuada, por ejemplo, como una bomba de sangre, en particular como una bomba de sangre implantable. Las superficies que se ponen en contacto con la sangre están provistas ventajosamente, total o parcialmente, con un recubrimiento compatible con la sangre, por ejemplo con un recubrimiento que contenga carbón de tipo diamante (DLC).

30 En una variante de realización ventajosa, el paso, u opcionalmente el ángulo de paso o la altura del paso del elemento de transporte 7 se incrementan en la dirección de la salida 3, por lo que la presión de salida y/o el ángulo de descarga pueden, por ejemplo, incrementarse. En una variante de realización ventajosa adicional, el centro del rotor está abierto sobre al menos una parte de la longitud del rotor, con la sección transversal dejada abierta variable a lo largo de la longitud del rotor, por ejemplo porque la sección transversal dejada abierta se reduce hacia la salida de modo que la sección transversal dejada abierta es comparativamente pequeña en el extremo del rotor en el lado de salida o el elemento de transporte 7 se extiende al interior del centro del rotor en el extremo en el lado de salida. En una realización ventajosa, el centro del rotor se abre hacia la entrada y/o se cierra hacia la salida.

35 El elemento de transporte 7 y/o un borde del mismo tiene ventajosamente un perfil redondeado o en punta 7', por ejemplo un perfil triangular, que se ahusa hacia el eje del rotor, un perfil redondeado hacia el eje del rotor o, opcionalmente, bordes de entrada y salida redondeados y/o achaflanados. En una realización ventajosa adicional, el elemento de transporte incluye opcionalmente orificios, ranuras, zonas de elevación local y/o rebajes locales.

40 Las Figuras 2A y 2B muestran secciones transversales a través de la zona de entrada y de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 1. En esta realización, se disponen tres álabes de guía axial respectivos 11.1-11.3, 12.1-12.3 en la zona de entrada y en la zona de salida, respectivamente, de la bomba de flujo axial. Es posible también naturalmente disponer los elementos de guía o bien sólo en la zona de entrada o solamente en la zona de salida. El número de elementos de guía es de la misma forma seleccionable. Teóricamente, se proporcionan disposiciones de dos a cuatro álabes de guía. Adicionalmente, la forma y el perfil de los elementos de guía también se pueden ajustar a las condiciones particulares, por ejemplo porque se proporcionan álabes de guía axiales, que transcurren oblicuamente o curvados o álabes de guía o bordes de los álabes de guía con perfiles redondeados, salientes o ahusados.

45 En la variante de realización mostrada en la Fig. 3, el rotor 5 está provisto con una pluralidad de elementos de transporte 7.1-7.3 sobre el interior. En este caso, puede ser ventajoso incrementar el paso de los elementos de transporte con respecto a la realización con solamente un elemento de transporte.

50 La Fig. 4 muestra una variante de realización adicional con una holgura 16 comparativamente amplia entre la carcasa 1 y el rotor 5 durante el funcionamiento, por ejemplo con una holgura de al menos 0,3 mm de ancho, en particular al menos 0,6 mm o 1 mm de ancho. En una realización ventajosa, al menos un elemento de transporte 7a

externo, por ejemplo en la forma de álabes y/u orificios y/o ranuras y/o partes localmente elevadas y/o rebajes locales, se proporciona en la superficie exterior del rotor 5.

5 En una variante de realización ventajosa, se pueden proporcionar uno o más cojinetes magnéticos en la bomba de flujo axial para soportar el rotor 5 en una forma libre de contacto, por ejemplo porque el accionador electromagnético 4, 8 se realiza simultáneamente como un cojinete magnético y/o porque la bomba de flujo axial está provista con uno o más cojinetes magnéticos dispuestos axialmente desplazados. En la variante de realización mostrada en la Fig. 4, los cojinetes magnéticos {14.1, 18.1}, {15.1, 19.1}, que pueden, por ejemplo, estar realizados como cojinetes magnéticos pasivos, se proporcionan respectivamente en la zona extrema de rotor 5 en el lado de entrada y/o en el  
10 lado de salida. Los álabes de guía 11.1-11.4 y 12.1-12.4 están provistos para esta finalidad con imanes permanentes 14.1 y 15.1 en la parte adyacente al rotor. Mientras que el rotor está equipado con uno o más imanes permanentes 18.1, 19.1 respectivos en la zona extrema del lado de entrada y en el lado de salida. En lugar de una pluralidad de imanes permanentes en cada zona extrema del rotor, se puede usar también un imán permanente con forma de anillo respectivo en cada zona extrema del rotor. Según se requiera, los álabes de guía 11.1-11.4 y 12.1-12.4  
15 pueden estar provistos también con electroimanes 14.1 y 15.1 con los que se puede estabilizar de modo activo la posición del rotor 5.

Las Figuras 5A y 5B muestran secciones transversales a través de la zona de entrada y de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la variante de realización mostrada en la Fig. 4. En esta variante de realización,  
20 se disponen cuatro álabes de guía 11.1-11.4, 12.1-12.4 respectivos en la zona de entrada y zona de salida de la bomba de flujo axial, respectivamente.

La Fig. 6 muestra una sección longitudinal a través de una segunda realización de una bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención. La segunda realización difiere de la primera realización de acuerdo con la Fig. 1 en particular en los casquetes de rotor 17, 13, que tienen formas ventajosamente de anillo, se disponen antes y/o  
25 después del rotor 5 en la dirección del flujo. Las otras características de la segunda realización ya son conocidas de la descripción de la primera realización, con la excepción del número de elementos de transporte en el interior del rotor que se ha descrito en conexión con la variante de realización mostrada en la Fig. 3 y con la excepción de los cojinetes magnéticos en el extremo del rotor sobre el lado de entrada y sobre el lado de salida, que se explicaron en  
30 conexión con la variante de realización mostrada en la Fig. 4.

Los casquetes de rotor 13, 17 tienen la ventaja de que se pueden disponer en ellos imanes permanentes 14.1 y 15.1 más grandes, por ejemplo, un imán permanente 14.1 con forma de anillo en el casquete de rotor 17 en el lado de  
35 entrada que pueda absorber fuerzas axiales más grandes. Dado que la fuerza axial resultante debida a la presión diferencial entre la entrada y la salida ha de ser completamente absorbida por los cojinetes magnéticos con un soporte libre de contacto del rotor, se puede generar una presión diferencial mayor usando la bomba de flujo axial de acuerdo con la segunda realización. Si se requiere, en lugar de los imanes permanentes, se pueden proporcionar también electroimanes en los casquetes de rotor con lo que se puede estabilizar activamente la posición del rotor.

40 Las Figuras 7A y 7B muestran secciones transversales a través de la zona de entrada y de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 6. En esta realización, se disponen tres álabes de guía 11.1-11.3, 12.1-12.3 respectivos en la zona de entrada y en la zona de salida, respectivamente, de la bomba de flujo axial y pueden estar realizados simultáneamente, por ejemplo, como álabes contenidos por los casquetes de rotor 13, 17.  
45

En la variante de realización mostrada en la Fig. 8, el rotor 5 está provisto con un único elemento de transporte 7 sobre el interior. Las otras características corresponden a las de la segunda realización de acuerdo con la Fig. 6.

50 La Fig. 9 muestra una vista adicional de la segunda realización de acuerdo con la Fig. 6. En esta vista, la carcasa se muestra en la sección longitudinal, mientras que el rotor 5, los casquetes de rotor 13, 17 y los álabes de guía 11.1, 12.1 se reproducen en la vista en planta.

La Fig. 10 muestra una variante de realización preferida adicional. En esta variante de realización, la bomba de flujo axial 10 incluye una carcasa 1 y una parte de acoplamiento respectiva 21, 22 en el lado de entrada y en el lado de  
55 salida, respectivamente, pudiendo conectarse respectivamente una cánula de entrada o una cánula de salida, a dicha parte de acoplamiento.

La Fig. 11 muestra una sección longitudinal a través de la realización adicional de una bomba de flujo axial de acuerdo con la presente invención. La realización mostrada difiere de la primera realización de acuerdo con la Fig. 1 en particular en que la bomba 10 incluye una etapa de bomba 25 adicional cuyo centro está cerrado hacia la salida  
60 3. La etapa de bomba 25 adicional puede formarse en el rotor 5, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 11. Es posible también, sin embargo, proporcionar un rotor separado para la etapa de bomba adicional que puede estar equipado con su propio accionador si es necesario. Como se muestra en la Fig. 11, la etapa de bomba adicional puede incluir un núcleo 24 y uno o más elementos de transporte 27 que pueden estar realizados, por ejemplo, como  
65 álabes. La etapa de bomba adicional puede estar realizada axialmente o semi-axialmente. Una bomba de este tipo con una etapa de bomba adicional representa una invención separada e independiente que se puede proteger en su

propia solicitud de patente.

5 En una variante de realización preferida, la bomba con una etapa de bomba adicional incluye al menos un elemento de guía sobre el lado de salida, por ejemplo un anillo 13 de guía con elementos de sujeción 12 que pueden estar realizados como álabes de guía. Si se requiere, se puede proporcionar un casquete 23 en el centro en los elementos de contención o álabes de guía.

10 En una variante de realización preferida adicional, se proporciona un cojinete magnético 19, 15 y/o un aparato de accionamiento electromagnético, en el núcleo 24 y en el casquete 23.

15 La Fig. 12 muestra una sección transversal a través de la zona de salida de la bomba de flujo axial de acuerdo con la realización mostrada en la Fig. 11. En esta realización, se disponen tres álabes de guía 12.1-12.3 respectivos en la zona de salida de la bomba de flujo axial y también sirven como elementos de sujeción para el anillo de guía 13 y el casquete 23. El número de elementos de sujeción o álabes de guía se puede seleccionar libremente en un amplio intervalo. Normalmente, se proporcionan disposiciones de dos a cuatro álabes de guía. Adicionalmente, la forma y el perfil de los elementos de sujeción o álabes de guía pueden ajustarse también a las condiciones particulares, por ejemplo porque se proporcionen álabes de guía axiales, que circulan oblicuamente o curvadas o álabes de guía o bordes de álabes de guía con un perfil redondeado, saliente o ahusado.

20 Dependiendo del diseño, se pueden generar presiones diferenciales de 150 hPa o más con la bomba de flujo axial de acuerdo con la invención. Gracias al accionador libre de contacto y al soporte libre de contacto del rotor, la bomba de flujo axial se puede usar como una bomba de sangre. Es ventajoso en esta conexión que la bomba de flujo axial de acuerdo con la invención tenga un área de contacto comparativamente baja con el caudal principal y que sea posible un lavado mejor alrededor del rotor mediante la realización descrita de la holgura entre la carcasa y el rotor.

25

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de flujo axial, adecuada como bomba de sangre, que incluye una carcasa (1) con una entrada (2) y una salida (3), un rotor (5) en la carcasa, en particular un rotor con forma alargada que está provisto de un pasaje (6) en el interior y con al menos un elemento de transporte (7) con forma espiral en el pasaje (6), y un accionador electromagnético (4, 8) para accionar el rotor (5) de modo que se proporciona un estator (4) en la carcasa (1) y el rotor o una parte (8) del mismo se realiza magnéticamente activa, en donde el centro del rotor (5) que transporta el elemento de transporte (7), sobre el que varía el paso en la dirección axial, está abierto sobre al menos una parte de la longitud del rotor, **caracterizado por que** la sección transversal del centro abierto del rotor varía a través de la longitud del rotor.
2. Una bomba de flujo axial de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el paso del elemento de transporte (7) se incrementa en la dirección de la salida (3).
3. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el centro del rotor (5) se abre hacia la entrada y se cierra hacia la salida.
4. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye una etapa de bomba (25) adicional cuyo centro se cierra hacia la salida (3), en particular una segunda etapa de bomba que se realiza axialmente o semi-axialmente y/o está provista con un núcleo (24) en el centro.
5. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el elemento de transporte (7) y/o un borde del mismo tienen un perfil redondeado o en punta (7'), y/o en la que el elemento de transporte (7) incluye uno o más álabes y/u orificios y/o ranuras y/o partes elevadas localmente y/o rebajes locales.
6. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se proporciona una holgura (16) de al menos 0,3 mm de ancho, en particular 0,6 mm de ancho, entre la carcasa (1) y el rotor (5) durante el funcionamiento.
7. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos se proporciona un elemento de transporte (7a) externo en la superficie exterior del rotor y en particular incluye uno o más álabes y/u orificios y/o ranuras y/o partes elevadas localmente y/o rebajes locales.
8. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una parte (8) del rotor contiene un material magnético permanente o un material magnético blando, o en la que el rotor (5) incluye al menos una espira en cortocircuito.
9. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el accionador electromagnético (4, 8) se realiza simultáneamente como un cojinete magnético, y/o en la que al menos se proporcionan dos cojinetes magnéticos (14.1, 18.1 y 15.1, 19.1) en la bomba de flujo axial, que se disponen axialmente desplazados, en la que al menos un cojinete magnético se dispone en particular en la zona extrema en el lado de entrada y/o en la zona extrema en el lado de salida del rotor.
10. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye al menos un elemento de guía (11, 11.1-11.4, 12, 12.1-12.4) que se dispone en la zona de entrada o entre la carcasa y el rotor, o en la zona de salida en la carcasa, en particular una bomba de flujo axial con al menos dos elementos de guía respectivos dispuestos en la zona de entrada y/o en la zona de salida en la carcasa.
11. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye uno o dos casquetes de rotor con forma de anillo (13, 17), en particular casquetes de rotor que se fijan para contener elementos y que se disponen antes y/o después del rotor en la dirección del flujo.
12. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se proporciona al menos una parte de acoplamiento (21, 22) en la carcasa para la conexión de la bomba axial a una cánula de entrada y/o a una cánula de salida.
13. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en la que cada zona extrema del rotor está equipada con una pluralidad de imanes permanentes (18.1, 19.1) o un imán permanente con forma de anillo (18.1, 19.1) y en la que se proporcionan elementos de guía (11, 11.1-11.4, 12, 12.1-12.4) con imanes permanentes (14.1, 15.1).
14. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la sección transversal del centro abierto del rotor se reduce hacia la salida.
15. Una bomba de flujo axial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en la que la zona de entrada y/o la zona de salida están provistas de al menos un elemento de guía, preferiblemente dos a cuatro

## ES 2 450 046 T3

elementos de guía, en la forma de álabes de guía axiales (11, 11.1-11.4, 12, 12.1-12.4), en la que los álabes de guía tienen preferiblemente una forma de circulación oblicua o curvada.

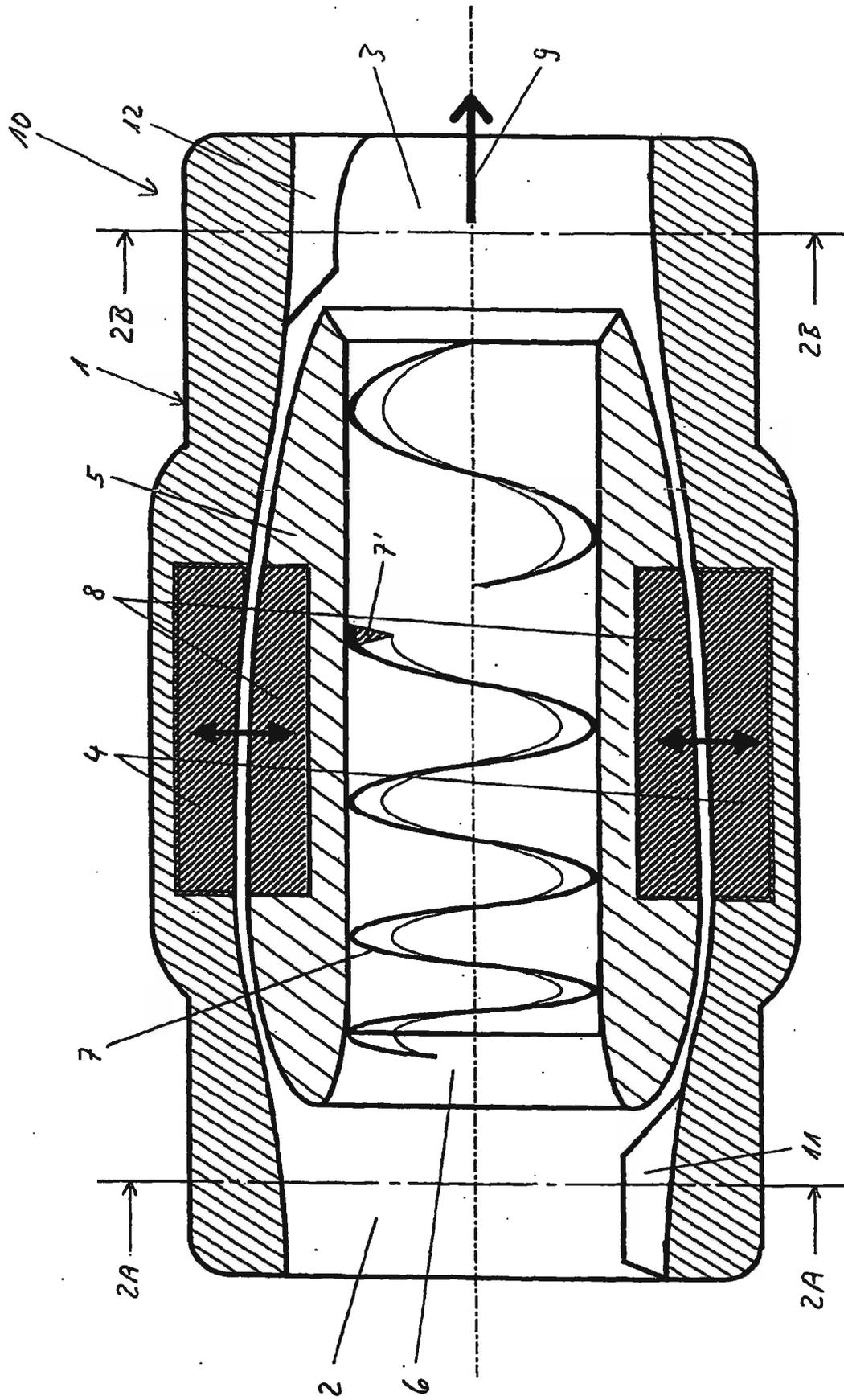


Fig. 1

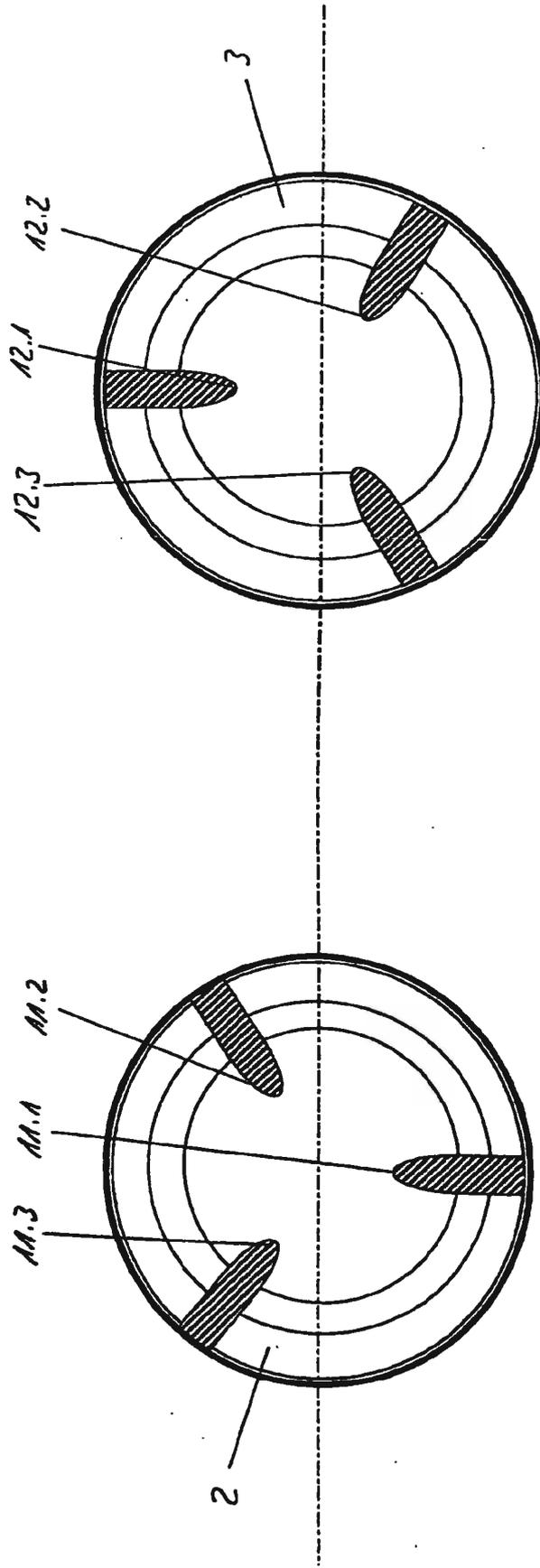


Fig. 2A

Fig. 2B

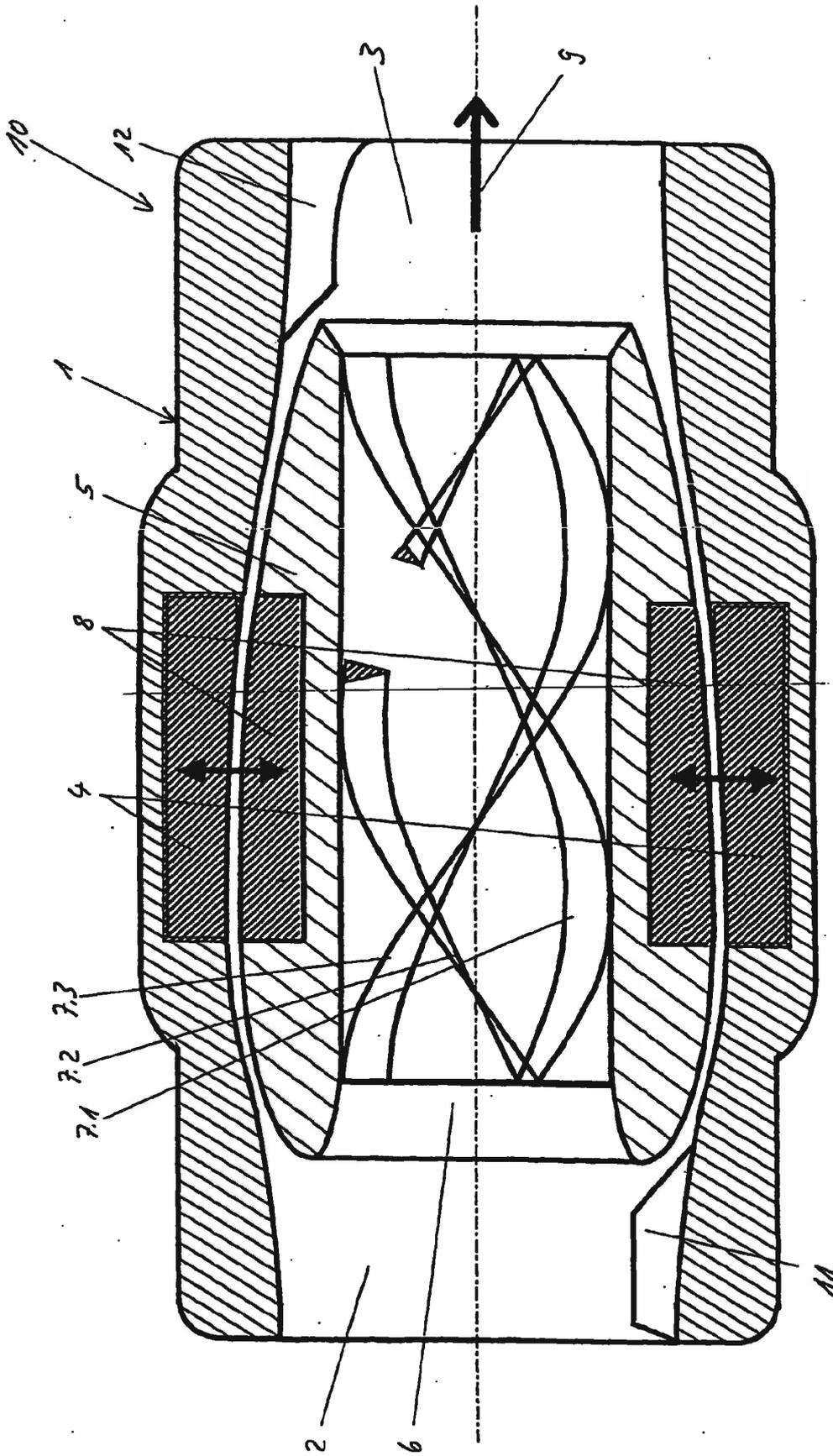


Fig. 3

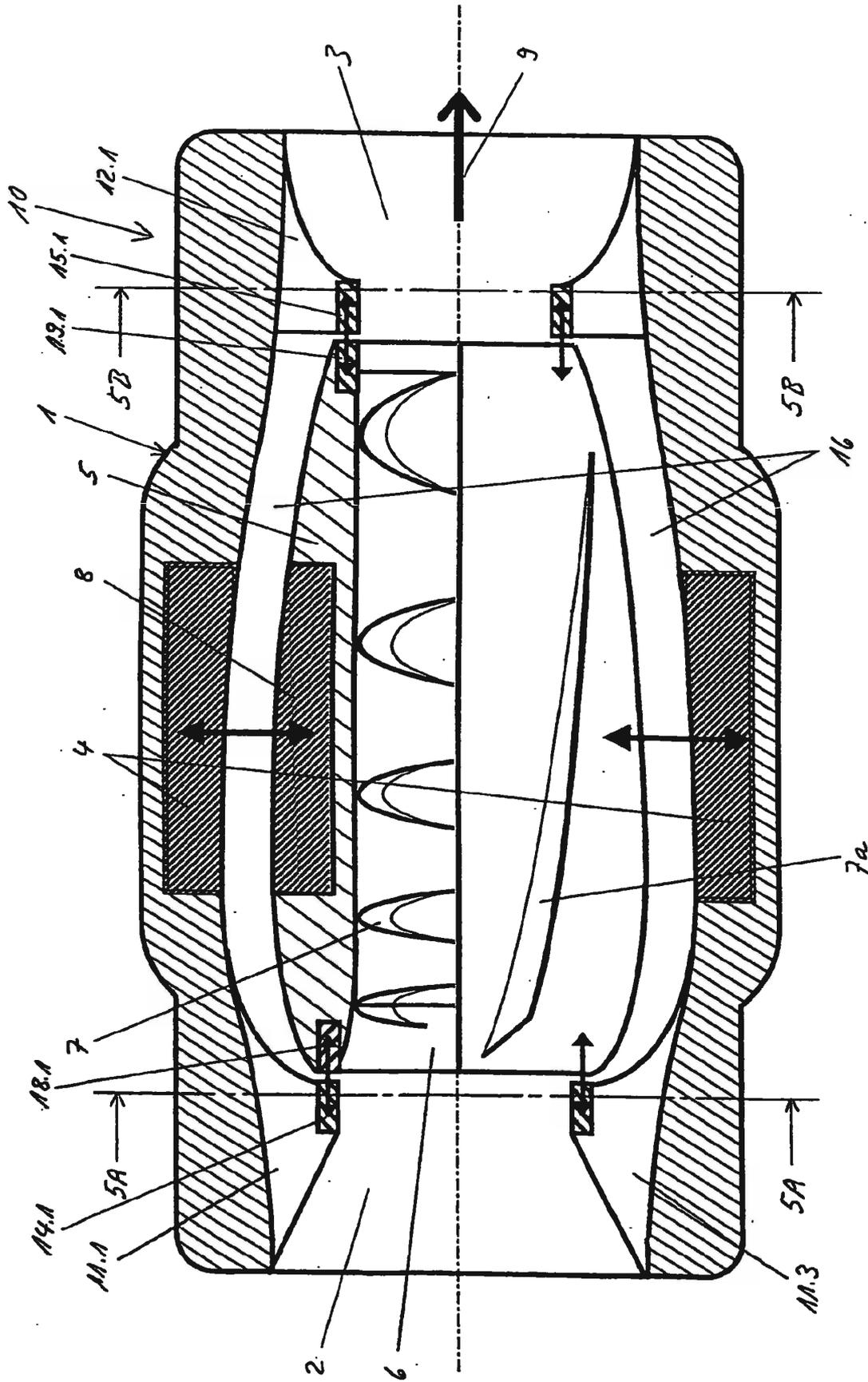


Fig. 4

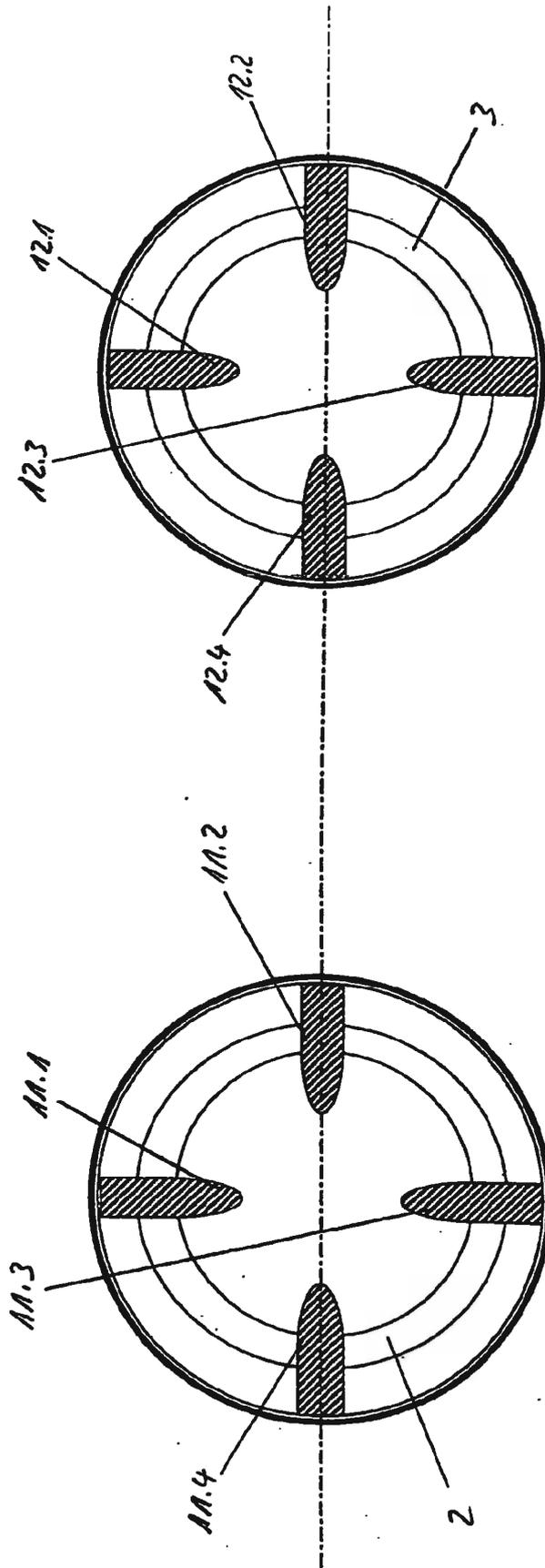


Fig. 5B

Fig. 5A

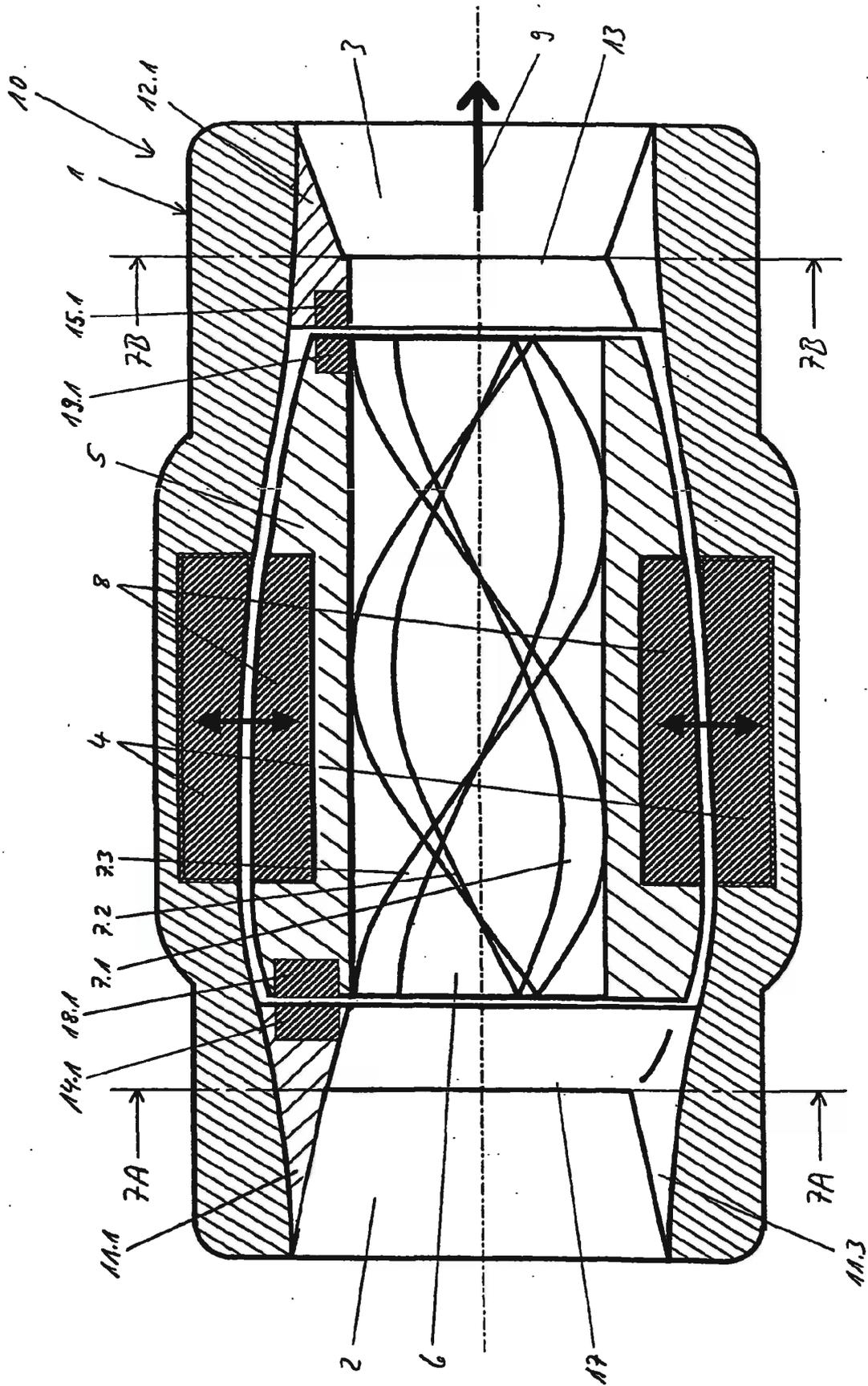


Fig. 6

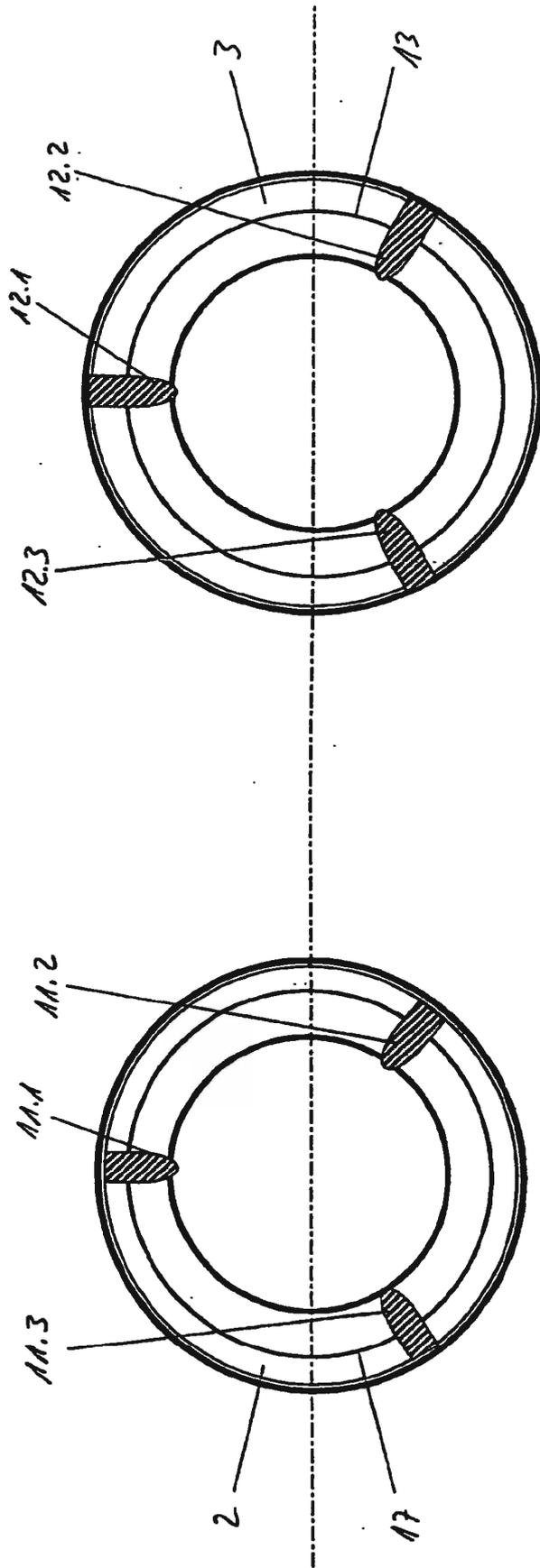


Fig. 7A

Fig. 7B

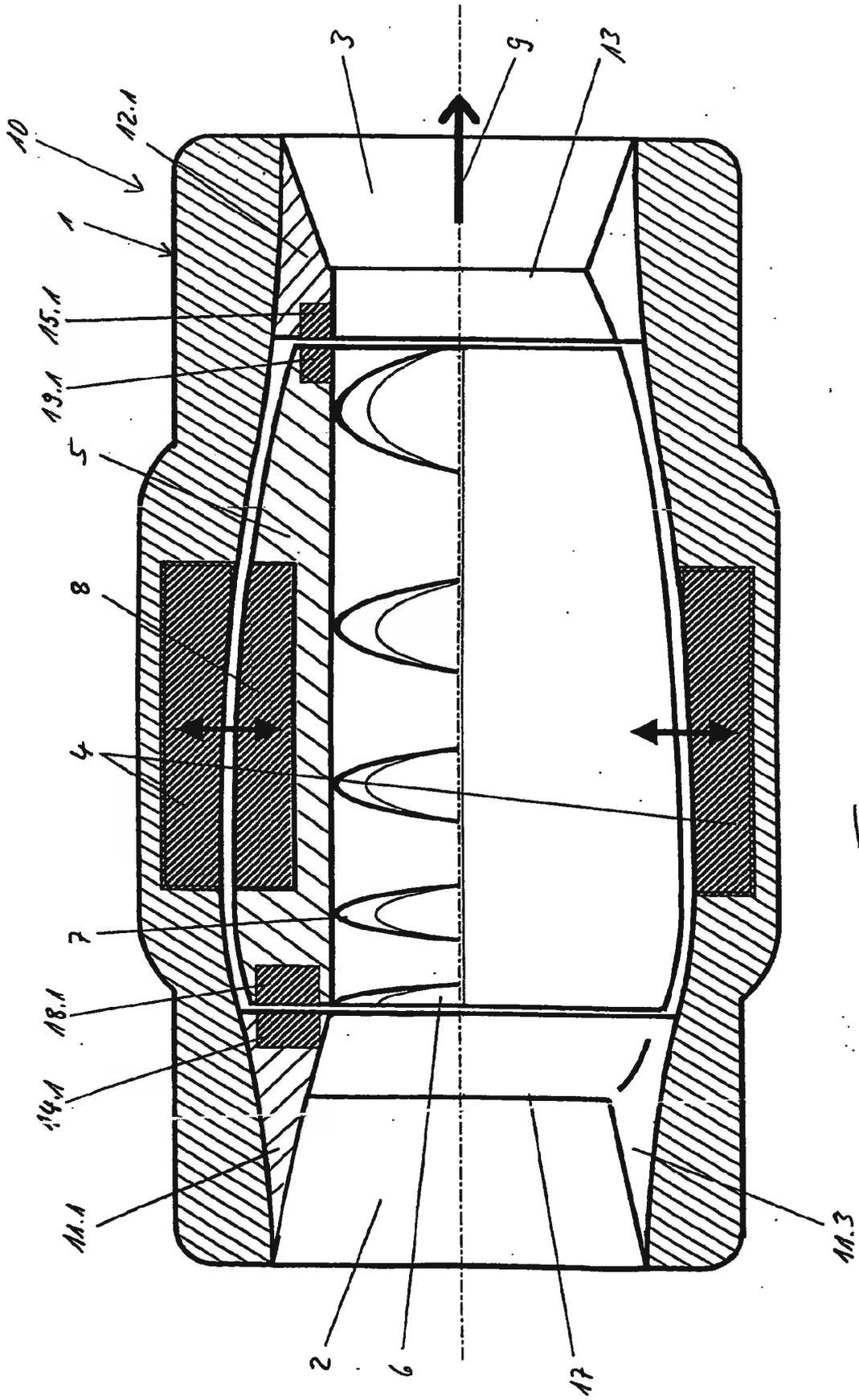


Fig. 8

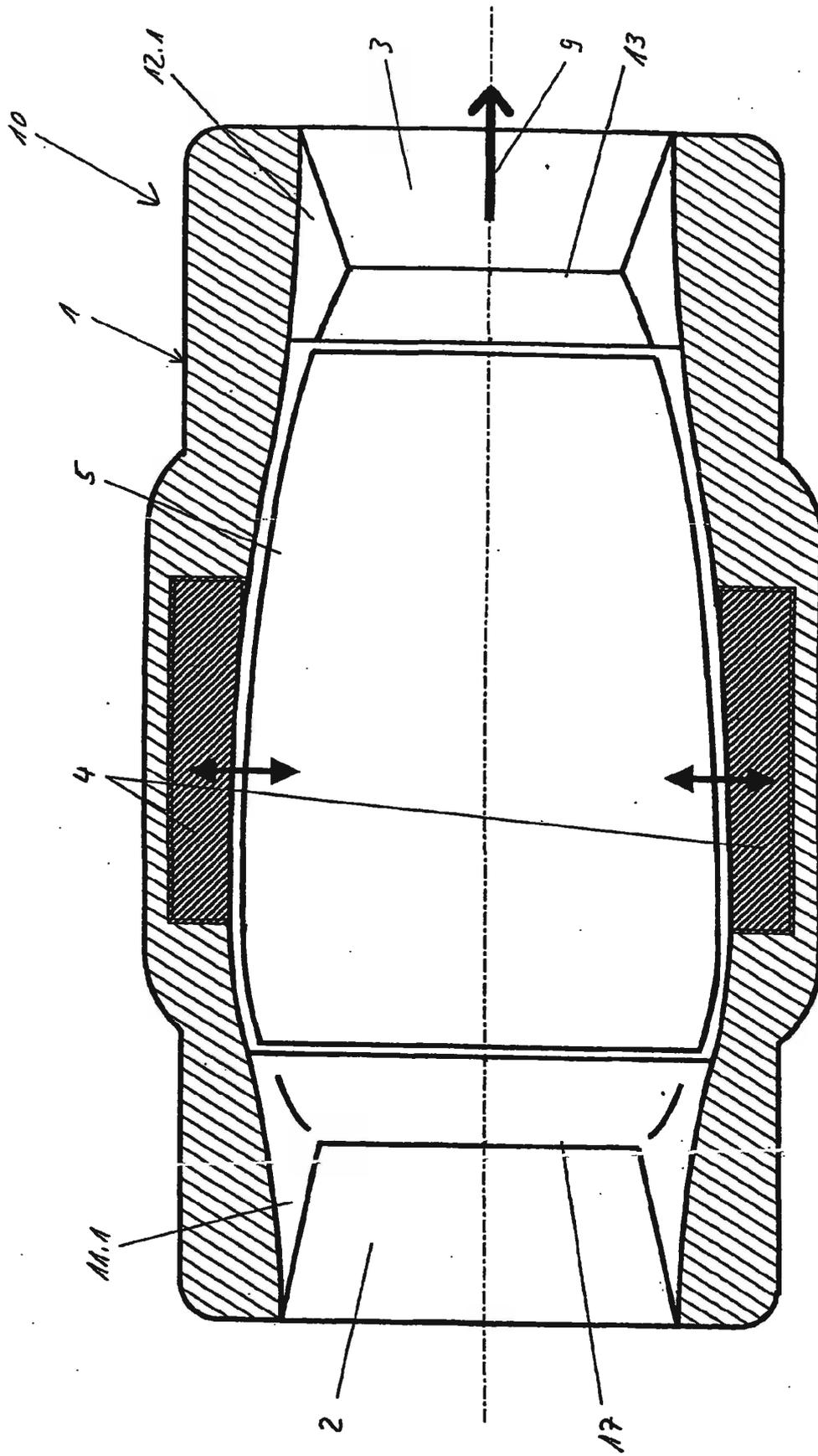
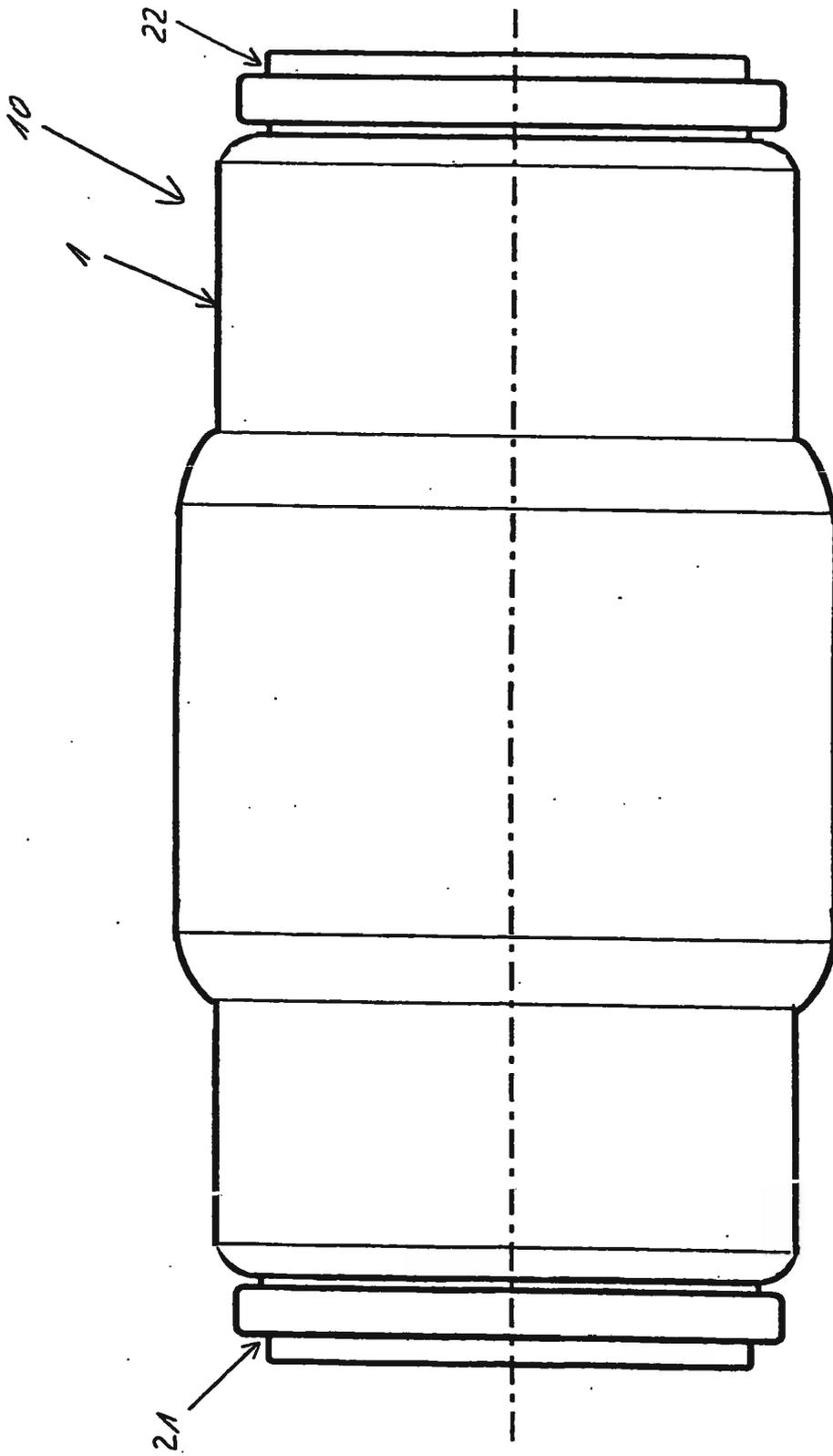


Fig. 9



*Fig. 10*

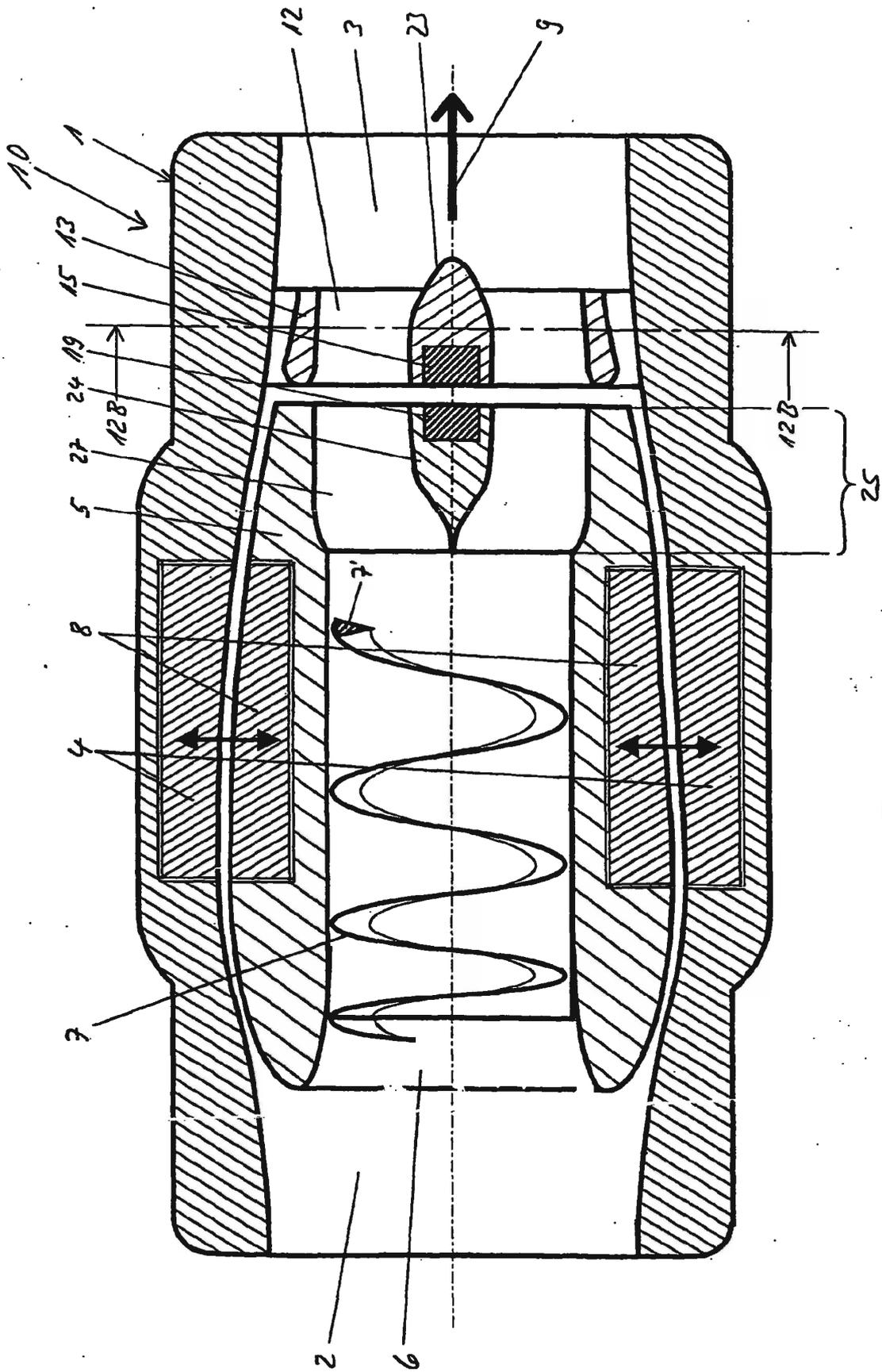


Fig. 11

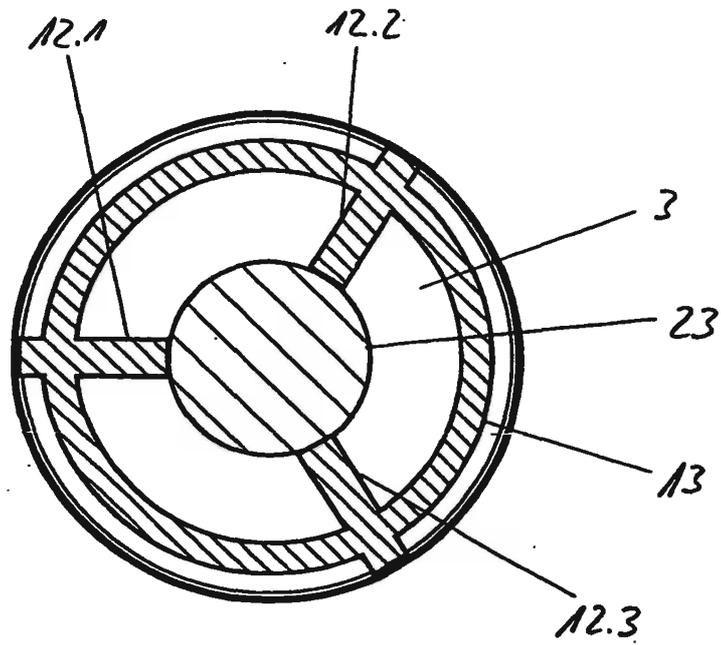


Fig. 12