

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 512**

51 Int. Cl.:

**F25B 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2008 PCT/AT2008/000265**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2009 WO09015402**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2008 E 08782795 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 2183529**

54 Título: **Procedimiento para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica a temperatura más alta por medio de energía mecánica y viceversa**

30 Prioridad:

**31.07.2007 AT 12032007**

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

**04.10.2017**

73 Titular/es:

**ECOP TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)  
Phorusgasse 8  
1040 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**ADLER, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 635 512 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**

Procedimiento para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica a temperatura más alta por medio de energía mecánica y viceversa

5 La invención se refiere a un procedimiento para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica a temperatura más alta por medio de energía mecánica y a la inversa, es decir, a través de la conversión de energía térmica de alta temperatura en energía térmica a temperatura más baja con la cesión de energía mecánica, con un medio de trabajo, que recorre un proceso de circuito cerrado termodinámico, en el que el proceso de circuito presenta las siguientes etapas de trabajo:

10 - compresión adiabática reversible del medio de trabajo,  
 - disipación de calor isobárica del medio de trabajo,  
 - distensión adiabática reversible del medio de trabajo,  
 - alimentación de calor isobárica hacia el medio de trabajo,  
 en el que para la elevación o bien para la reducción de la presión del medio de trabajo durante la compresión o bien durante la expansión, se conduce el medio de trabajo con respecto a un eje de giro esencialmente radial hacia fuera o bien hacia dentro, con lo que se genera una elevación o bien una reducción de la fuerza centrífuga que actúa sobre el medio de trabajo.

15 Además, la invención se refiere a un dispositivo para la realización de un procedimiento de acuerdo con la invención con un compresor, una unidad de expansión y, respectivamente, un intercambiador de calor para la alimentación de calor o bien la disipación de calor, en el que el compresor y la unidad de expansión están alojados de forma giratoria alrededor de un eje de giro y el compresor o bien la unidad de expansión están configurados de tal manera que el medio de trabajo en el compresor se conduce con respecto al eje de giro esencialmente radial hacia fuera o bien en la unidad de expansión esencialmente radialmente hacia dentro, de manera que una elevación de la presión o bien una reducción de la presión se generan a través de una elevación o bien una reducción de la fuerza centrífuga que actúa sobre el medio de trabajo.

20 Se conocen a partir del estado de la técnica diferentes dispositivos, llamados bombas de calor, en las que normalmente con la ayuda de un motor se calienta un medio de trabajo de temperatura más baja a temperatura más elevada a través de la elevación de la presión. En las bombas de calor conocida, se conduce el medio de trabajo en un proceso de circuito termodinámico, de manera que este proceso de circuito termodinámico comprende una evaporación, compresión, licuación y expansión en una bobina del medio de trabajo, es decir, que normalmente se modifica el estado de agregado del medio de trabajo.

25 En bombas de calor conocidas se emplea normalmente el refrigerante R134a o una mezcla, que está constituida, entre otras cosas, por R134a, que no presenta, en efecto, ninguna acción perturbadora del ozono, pero presenta una formación de invernadero 1300 veces mayor que la misma cantidad de CO<sub>2</sub>.

30 Tales procedimientos, que se realizan esencialmente según el proceso-Camot, presentan un índice de potencia teórico o COP (Coeficiente de Actuación), es decir, una relación entre el calor cedido y la energía eléctrica empleada de aproximadamente 5,5 (durante el "bombeo" del medio de trabajo de 0 a 35°C). Sin embargo, en la práctica, hasta ahora en el mejor de los casos se alcanza un índice de potencia de 4,9, en general, las bombas de calor buenas actuales alcanzan un índice de potencia de aproximadamente 4,7.

35 Se conoce a partir del documento DE 27 29 134 A1 un dispositivo con un rotor configurado de forma hueca, en el que aquí están previstos pasos de guía o bien palas de guía, que están dispuestas en la periferia exterior del cuerpo del rotor y, por consiguiente, aparece una velocidad relativa alta entre los pasos de guía y el medio de trabajo. A través de tales palas de guía se producen de la misma manera pérdidas muy altas de la energía de la circulación, que conduce a un índice de potencia relativamente bajo.

40 En el documento DE 30 18756 A1 se publica para la realización de un proceso de circuito termodinámico lo más ideal posible, exponer un medio de trabajo en forma de gas a un campo de fuerza centrífuga fuerte. El procedimiento mostrado se basa en un proceso de circuito-Camot. Se consigue una expansión del gas porque el gas se conduce en contra de la dirección de la fuerza centrífuga, de manera similar se comprime el gas cuando el gas circula en la dirección de la fuerza centrífuga. La alimentación de calor o bien la disipación de calor se realiza a través de intercambiadores de calor.

45 En el documento DE 22 27 189 A1 se describe otro procedimiento termodinámico, que aprovecha la fuerza centrífuga. Un rotor giratorio alrededor de un árbol presenta un canal de compresión o bien un canal de expansión así como un canal de conexión, de manera que se realiza una compresión o bien una expansión de un medio de trabajo en forma de gas a través de la acción centrífuga.

50 En el documento US 2 393 338 A se describe un llamado "procedimiento- Roebuck", que se basa en un proceso

termodinámico configurado abierto.

Se conoce a partir del Artículo "Modified Roebuck compression device for cryogenic refrigeration system of superconducting rotating machine" de Jeong et al. otro compresor, que aprovecha la acción centrífuga sobre un gas giratorio para la compresión o bien la expansión de un gas.

Se conoce a partir del documento WO 1998/30846 A1 un dispositivo, que se puede emplear como una máquina de frío o como motor, de manera que aquí se emplea aire como medio de trabajo y éste es aspirado por el medio ambiente y después de una compresión o bien expansión se descarga de nuevo al medio ambiente. En un sistema abierto de este tipo, se forma de manera más desfavorable un impulso de giro a la entrada del medio de trabajo en la máquina y se descargan impulsos de giro a la salida del medio de trabajo desde la máquina, de manera que se producen pérdidas considerables de fricción.

Se conoce a partir del documento FR 2 749 070 A1 solamente una bomba de calor de otro tipo con un turbo compresor convencional o con un desplazador dentado.

Además, se conoce a partir del documento GB 1 217 882 A un dispositivo termodinámico, que aprovecha, en efecto, en principio, la fuerza centrífuga, están previsto, sin embargo, también aquí un lugar de estrangulamiento, de manera que se producen pérdidas de fricción considerables.

Por otra parte, se conocen en el estado de la técnica también numerosos procedimientos, en los que especialmente el calor de líquido geotérmico y vapor geotérmico se convierte en energía eléctrica. En el llamado proceso-KALINA, se cede el calor del agua a una mezcla de amoníaco y agua, de manera que ya a temperaturas esencialmente más bajas se produce calor, que se utiliza para el accionamiento de turbinas. Tal proceso-KALINA se describe, por ejemplo, en el documento US 4 489 563.

En los más diferentes procedimientos de intercambio de calor, teóricamente es posible la consecución de índices de potencia muy altos, pero los compresores y las unidades de expansión normalmente convencionales, en los que el medio de trabajo se comprime o bien se expande en la zona en forma de gas, tienen rendimiento relativamente malo.

Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es mejorar el rendimiento o bien el índice de potencia durante la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica de temperatura más alta por medio de energía mecánica y a la inversa.

Esto se consigue de acuerdo con la invención porque el medio de trabajo durante el proceso de ciclo cerrado así como los medios de intercambio de calor para la alimentación y disipación de calor se conducen alrededor del eje de giro, de manera que la energía de la circulación del medio de trabajo se mantiene esencialmente durante el proceso de circuito cerrado. A través del aprovechamiento de la aceleración centrífuga y el mantenimiento de la energía de la circulación del medio de trabajo se consigue, frente a los compresores convencionales, en los que la alta velocidad del medio de trabajo en la periferia del compresor se convierte en presión y de este modo se consigue un rendimiento empeorado, un rendimiento claramente más elevado. De la misma manera, se eleva el rendimiento durante la expansión cuando la reducción de la presión del medio de trabajo se consigue a través de una reducción de la fuerza centrífuga. De esta manera, se mejora esencialmente el índice de potencia o bien el rendimiento de todo el procedimiento.

Además, para la mejora del rendimiento es ventajoso que el medio de trabajo esté en forma de aire durante todo el proceso de circuito, puesto que durante la expansión del medio de trabajo en forma de gas se puede recuperar energéticamente trabajo de manera conveniente, lo que no es energéticamente relevante en medios líquidos. Además, la influencia sobre el rendimiento en la zona en forma de gas es mayor que en la zona de 2 fases.

Con respecto a una compresión alta con la ayuda de la aceleración centrífuga es ventajoso que se empleen gases con capacidad térmica específica baja a presión constante (cp) o bien con alta densidad. Por consiguiente, se emplea con preferencia como medio de trabajo un gas noble, en particular criptón, xenón, argón o radón o bien una mezcla de ellos. Además, se ha mostrado que es favorable que la presión en el proceso de circuito cerrado sea al menos superior a 50 bares, en particular superior a 70 bares, con preferencia esencialmente 100 bares, es decir, que la presión es comparativamente alta durante todo el procedimiento. En virtud de la presión comparativamente alta, se puede mantener reducida la pérdida de presión en el intercambiador de calor, puesto que la transmisión de calor es comparativamente alta a velocidades comparativamente reducidas de la circulación.

Cuando el proceso de circuito se realiza en la proximidad del punto crítico del medio de trabajo en forma de gas, resulta otra mejora del rendimiento general o bien una elevación del índice de potencia, de manera que el punto crítico está en función del medio de trabajo utilizado a diferente presión o bien temperatura. El índice de potencia general o bien el rendimiento general se incrementa al máximo, siendo realizada la expansión en una zona de

entropía, que es posiblemente igual a la entropía del punto crítico, respectivamente. Además, es ventajoso que la temperatura inferior de expansión esté lo más ligeramente posible por encima del punto crítico. El punto crítico se puede adaptar a través de mezclas de gases a la temperatura deseada del proceso.

5 Se consigue una refrigeración o bien un calentamiento sencillos en la construcción y eficientes cuando para la disipación del calor y la alimentación del calor se utiliza un medio de intercambio de calor con un exponente isentrópico  $Kappa$  1, es decir, aquellos, medios, en los que en el caso de una elevación de la presión, la temperatura permanece esencialmente constante, en particular un medio líquido de intercambio de calor.

10 En el dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, los intercambiadores de calor con el compresor y la unidad de expansión, en los que el medio de trabajo se conduce durante el proceso de circuito cerrado alrededor del eje de giro, están configurados de manera que giran al mismo tiempo, de tal modo que la energía de circulación del medio de trabajo se mantiene esencialmente durante el proceso de circuito cerrado. De esta manera, como se ha descrito ya anteriormente en conexión con el procedimiento de acuerdo con la invención, se consigue una mejora clara del rendimiento durante la compresión y expansión del medio de trabajo y de esta manera se mejoran claramente el índice de potencia o bien el rendimiento del dispositivo de acuerdo con la invención frente a dispositivos conocidos.

20 Con respecto a una configuración sencilla en la construcción del intercambiador de calor es ventajoso que los intercambiadores de calor presenten, respectivamente, al menos un tubo que es atravesado por una corriente de medio líquido de transmisión de calor.

25 Con respecto a una transmisión lo más libre de fricción posible desde el compresor hasta la unidad de expansión, es decir, para mantener la energía de la circulación del medio de trabajo, es ventajoso que la unidad de expansión se conecte a través de los intercambiadores de calor directamente en el compresor. Con respecto a una configuración sencilla en la construcción del dispositivo, es ventajoso que las ruedas de rodadura del compresor y de la unidad de expansión estén alojadas sobre un árbol de giro común.

30 De manera constructiva sencilla, se puede conseguir la elevación de la presión del medio de trabajo a través de una aceleración centrífuga, cuando está prevista una carcasa que gira al mismo tiempo que las ruedas de rodadura del compresor y de la unidad de expansión.

35 Para conseguir una refrigeración eficiente del medio de trabajo comprimido, es ventajoso que en la carcasa esté alojado un intercambiador de calor que gira al mismo tiempo. De manera más ventajosa, el intercambiador de calor que gira al mismo tiempo está dispuesto en el lado periférico exterior.

40 No obstante, en lugar de una carcasa que gira al mismo tiempo que las ruedas de rodadura, de la misma manera es concebible que las ruedas de rodadura estén rodeadas por una carcasa estacionaria. De esta manera, se puede reducir el gasto de construcción. No obstante, para evitar pérdidas de fricción del medio de trabajo en un tubo del intercambiador de calor conectado con la carcasa estacionaria, cuando en la carcasa está alojado parcialmente el tubo del intercambiador de calor, estanco configurada lo más lisa posible la superficie de la carcasa estacionaria, con la que entra en contacto el medio de trabajo.

45 Para evitar partes giratorias colocadas en el exterior, es favorable que esté prevista una carcasa dispuesta fija contra giro rodeando el compresor y la unidad de expansión.

Para conseguir una alimentación de calor eficiente hacia el medio de trabajo, es ventajoso que los dos intercambiadores de calor estén alojados en la carcasa.

50 Cuando al menos está previsto un sistema de tubería alojado de forma giratoria, que conduce el medio de trabajo en el circuito, resulta un dispositivo con un peso total comparativamente reducido, puesto que el espesor de pared de los tubos que conducen el medio de trabajo se puede realizar más reducido que el de carcasa que reciben el medio de trabajo.

55 Con respecto a la compresión del medio de trabajo en el sistema de tubería por medio de la fuerza centrífuga es favorable que el sistema de tubería presenta tubos de compresión que se extienden en dirección radial.

60 Para conducir el medio de trabajo de una manera fiable en el sistema de tubería en el circuito, es ventajoso que el sistema de tubería presente tubos de expansión curvados en sentido contrario al sentido de giro del árbol de giro. En este caso, los tubos de expansión pueden estar curvados en forma de arco circular con la finalidad de una configuración constructiva sencilla en la sección transversal. De manera alternativa, también es posible que los tubos de expansión presenten en la sección transversal una curvatura con un radio que se reduce constantemente hacia el punto medio de giro. De esta manera se pueden reducir eventuales turbulencias en el sistema de tubería.

- De la misma manera, se garantiza de manera fable una circulación del medio de trabajo en el sistema de tubería, cuando en el sistema de tubería está alojada una rueda de paletas que gira con relación al sistema de tubería. En este caso, la rueda de paletas, que está realizada como compresor, turbina de expansión o rueda de guía, puede estar dispuesta fija estacionaria, de manera que en virtud de la disposición fija estacionaria resulta un movimiento relativo con respecto al sistema de tubería giratorio. De la misma manera es concebible que, por ejemplo, a la rueda de paletas esté asociado un motor para la generación o para la utilización de un movimiento relativo con respecto al sistema de tubería o bien un generador, que convierte la potencia generada del árbol a través del movimiento relativo de la rueda de aletas en energía eléctrica.
- Con respecto a la alimentación y disipación de calor sencillas y eficientes, es ventajoso que secciones del sistema de tubería que se extienden axialmente estén rodeadas por tubos dispuestos coaxialmente del intercambiador de calor.
- Para alimentar la diferencia de la energía necesaria a partir de la compresión y la energía recuperada a partir de la expansión del dispositivo durante el funcionamiento como bomba de calor, es ventajoso que con el árbol giratorio o con el sistema de tubería esté conectado un motor.
- Para convertir la energía mecánica obtenida a partir de diferentes niveles de temperatura en energía eléctrica, es decir, cuando el dispositivo se utiliza como motor térmico, es ventajoso que con el árbol giratorio esté conectado un generador.
- A continuación se explica en detalle todavía la invención con la ayuda de ejemplos de realización preferidos representados en los dibujos, a los que, sin embargo, no debe limitarse la invención. Evidentemente, también son posibles combinaciones de los ejemplos de realización representados. En particular, en el dibujo:
- La figura 1 muestra de forma esquemática un diagrama de bloques del proceso del dispositivo de acuerdo con la invención o bien del procedimiento de acuerdo con la invención durante el funcionamiento como bomba de calor.
- La figura 2 muestra una vista en sección de un dispositivo de acuerdo con la invención con una carcasa que gira al mismo tiempo.
- La figura 3 muestra una vista en sección de un dispositivo de acuerdo con la invención con una carcasa estacionaria.
- La figura 4 muestra una vista en sección similar a la figura 3, pero con un motor alojado en el interior.
- La figura 5 muestra una vista en sección de otro ejemplo de realización con tuberías, en las que se conduce el medio de trabajo.
- La figura 6 muestra una sección según la línea VI-VI en la figura 5.
- La figura 7 muestra una sección según la línea VII-VII en la figura 5.
- La figura 8 muestra una vista en sección de otro ejemplo de realización con un sistema de tubería que recibe el medio de transporte.
- La figura 9 muestra una vista en perspectiva del dispositivo según la figura 8.
- La figura 10 muestra una vista en sección de un dispositivo similar a la figura 5, pero con una turbina estacionaria; y
- La figura 11 muestra una vista en sección similar a la figura 10, pero con una turbina giratoria con relación al sistema de tuberías.
- En la figura 1 se muestra de forma esquemática un diagrama de bloques del proceso de un proceso de circuito termodinámico, como se conoce éste, en principio, a partir del estado de la técnica. En la utilización mostrada como bomba de calor se realiza en primer lugar a través de un intercambiador de calor 2 una disipación de calor isobara, de manera que la energía térmica es cedida con alta temperatura a través de un circuito (con agua, agua / anticongelante y otros medios líquidos de transmisión de calor) a un circuito de calefacción.
- A continuación se realiza en una unidad de expansión 3 configurada como turbina una expansión isentrópica, con lo que se recupera energía mecánica. A continuación se realiza a través de otro intercambiador de calor 4 una alimentación de calor isobara, con lo que se alimenta energía térmica de baja temperatura a través de un circuito (con agua, agua / anticongelante y otros medios líquidos de transmisión de calor) al sistema. Normalmente, se conduce en este caso energía térmica desde agua de pozo, desde las llamadas sondas de profundidad, en las que

se extra el calor en un intercambiador de calor que se encuentra hasta 200 m en la tierra y se conduce a la bomba de calor o se extrae la energía térmica desde intercambiadores de calor (tuberías) de superficies grandes que se encuentran apenas por debajo de la tierra o desde el aire. Después de la alimentación de calor isobara se realiza de nuevo una compresión isentrópica con la ayuda del compresor 1, como se ha descrito anteriormente.

5 Si el dispositivo de acuerdo con la invención o bien el procedimiento de acuerdo con la invención se emplean para la conversión de energía térmica de temperatura más elevada en energía térmica de temperatura más baja, se realiza el circuito descrito anteriormente en secuencia inversa. En el caso del funcionamiento como bomba de calor, está previsto un motor 5 para el accionamiento de un árbol giratorio 5; durante el funcionamiento como motor térmico, se sustituye el motor por un generador 5 o bien un motor-generador 5.

10 En la figura 2 se muestra un dispositivo de acuerdo con la invención, en el que con la ayuda del motor 5 se acciona a través del árbol giratorio 5' un compresor 1 con una carcasa 6 que gira al mismo tiempo. Con el árbol giratorio 5' accionado por el motor-E 5 se accionan, además, ruedas de rodadura 1' del compresor 1, de manera que el gas noble alojado en la carcasa 8 estacionaria cerrada, con preferencia criptón o xenón, se comprime sobre la base de la aceleración centrífuga en la carcasa 6 que gira al mismo tiempo.

15 En la carcasa 6 que gira al mismo tiempo está alojada una tubería 9 en forma de espiral del intercambiador de calor 2, en el que está alojado un medio de intercambio de calor, por ejemplo agua. El agua comparativamente fría se introduce a través de una entrada 10 en la dirección de la circulación 10' en la tubería 9 en forma de espiral y está dispuesta en la carcasa 6 que gira al mismo tiempo en el lado exterior de la periferia, para conseguir con la presión más alta posible del medio de trabajo una disipación isobara del calor desde el medio de trabajo, de manera que en la salida 11 se puede extraer un agua comparativamente caliente.

20 El medio de trabajo circula a continuación sin pérdidas esenciales de la circulación hacia ruedas de rodadura 3' de la unidad de expansión 3, sobre la que se recupera energía mecánica. A continuación, se realiza a través de una tubería 12 en espiral del otro intercambiador de calor 4 en la carcasa 8 estacionaria una alimentación isobara de valor, antes de que se someta el medio de trabajo de nuevo a través de las ruedas de rodadura 1' del compresor 1 a una compresión isentrópica adiabática.

25 No obstante, sólo es esencial que la energía del medio de trabajo, que está alojada en el dispositivo que forma un sistema cerrado, mantenga su energía de circulación durante la compresión en el compresor 1 y/o durante la expansión en la unidad de expansión 3 y solamente a través de una aceleración centrífuga de las moléculas del gas del medio de trabajo se consigue una elevación o bien una reducción de la presión del medio de trabajo. De esta manera, se puede mejorar esencialmente el rendimiento o bien el índice de potencia durante la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica de temperatura más alta por medio de energía eléctrica o bien mecánica y a la inversa.

30 En la figura 3 se muestra otro ejemplo de realización, estando prevista una carcasa interior estacionaria 6. De esta manera, se simplifica el gasto constructivo. Para mantener reducidas las pérdidas de la circulación del medio de trabajo en forma de gas o bien para mantener en la mayor medida posible la torsión del medio de trabajo, las superficies estacionarias, con las que está conectado el medio de trabajo, están configuradas lo más lisas posible y no están previstos tubos de transmisión de calor que están transversales a la circulación, que incrementarían adicionalmente la pérdida de presión. De esta manera, la tubería en forma de espiral 9 del intercambiador de calor 2 no está alojada en voladizo, sino en la carcasa estacionaria 6' con una superficie lisa 2'. Para elevar el índice de potencia o bien el rendimiento de todo el dispositivo, en el interior de la carcasa estacionaria 6' está alojado un aislamiento 13.

35 En la figura 4 se muestra otro ejemplo de realización, que corresponde esencialmente al mostrado en la figura 3 y solamente es diferente la disposición del motor 5. En este ejemplo de realización, en efecto, el motor 5 está dispuesto dentro de la carcasa estacionaria 6.

40 Para alimentar el motor 5 con corriente están previstas líneas 14, que están guiadas a través de pasos de la corriente 15 estáticamente resistentes a la presión así como un árbol de motor estacionario 16. El motor 5 está conectado en este caso con el compresor 1 o bien con la unidad de expansión 3, de manera que éstos giran al mismo tiempo. De esta manera, se pueden suprimir juntas de estanqueidad de manera más ventajosa dinámicas (juntas de estanqueidad al gas así como a líquido), y de esta manera los trabajos de mantenimiento.

45 En las figuras 5 a 7 se muestra otro ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención, en el que todas las partes que están bajo la presión del medio de trabajo están configuradas como tubos o bien sistema de tuberías 17, con lo que se reduce el peso total del dispositivo y el espesor de la pared de los tubos 17 puede estar realizado más reducido que el de la carcasa 6, 6' y 8 mostrada en las figuras 1 a 4.

50 En este caso, se comprime el medio de trabajo en primer lugar en los tubos de compresión 18 que se extienden

radialmente del sistema de tuberías 17 de la unidad de compresor 1 en virtud de la aceleración centrífuga. El intercambiador de calor 2 presenta en este caso tubos 19 dispuestos coaxiales a la sección exterior de los tubos 17, que se extiende en dirección axial, los cuales rodean el tubo 17 respectivo, de manera que el calor del medio de trabajo comprimido se cede a contra corriente el medio líquido de intercambio de calor del intercambiador de calor 2.

A continuación se expande el medio de trabajo en los tubos de expansión 20 (de la unidad de expansión 3). Los tubos de expansión 20 están curvados en este caso en contra del sentido de giro 21 del dispositivo, de manera que en virtud de la curvatura del tubo hacia atrás (ver la figura 7) resulta de manera fiable un circuito del medio de trabajo.

Como se muestra especialmente en la figura 7, los tubos de expansión 20 pueden estar doblados de forma semicircular, de manera que éstos se pueden fabricar de manera constructiva sencilla. A continuación, el medio de trabajo circula en dirección axial en el sistema de tubería 17, de manera que aquí el intercambiador de calor de baja presión 4 presenta de nuevo un tubo 19 dispuesto coaxial, de manera que a partir del medio líquido de intercambio de calor se cede calor al medio de trabajo expandido frío.

Como se muestra especialmente en la figura 7, de esta manera resultan dos sistemas de tuberías 17 cerrados, esencialmente en forma de ocho bucles en la vista en planta superior para el medio de trabajo, que están dispuestos desplazados entre sí alrededor de 90°. Evidentemente, el sistema de tubería 17 puede presentar también un número mayor de conductos 20, sólo la simetría de rotación de la disposición debe mantenerse en virtud del equilibrio más sencillo.

Los tubos 19 de los intercambiadores de calor 2 y 4, dispuestos coaxiales a las secciones de los tubos 17 que se extienden axialmente están conectados entre sí de forma conductores de líquido por medio de los conductos 22, 23, 24, 25, de manera que este sistema de tuberías 22 a 25 está conectado fijamente con el resto del dispositivo, de modo que los conductos 22 a 25 están realizados de manera que giran al mismo tiempo. El medio líquido de transmisión de calor se conduce al sistema de tubería 17 a través de una entrada 26' de un distribuidor estático 26: a través de un distribuidor 27 que gira al mismo tiempo se conduce el medio de intercambio de calor a continuación a través del conducto 22 hacia el intercambiador de calor 2, en el que se retorna caliente a través del conducto 23 hasta el distribuidor 27 que gira al mismo tiempo. A través del distribuidor estático 26 o bien la salida 26" se conduce el medio de transmisión de calor de calor caliente a continuación hacia el circuito de calefacción.

El medio de intercambio de calor frío del intercambiador de calor 4 se conduce a través de una entrada 28 de un distribuidor estático 28, con otro distribuidor 29 que gira al mismo tiempo se transporta a este conducto 25 que gira al mismo tiempo hacia el intercambiador de calor de baja presión 4, donde se disipa calor al medio de trabajo en forma de gas. A continuación se conduce el medio de intercambio de calor a través del conducto 25 que gira al mismo tiempo hacia el distribuidor 29 que gira al mismo tiempo, luego al distribuidor estático, y abandona finalmente el dispositivo a través de la salida 28".

Para el accionamiento del compresor 1, de los intercambiadores de calor 2, 4 y de la unidad de expansión 3 está previsto de nuevo un motor 5.

En las figuras 8 y 9 se muestra un ejemplo de realización similar al de las figuras 5 a 7, de manera que aquí, sin embargo, los tubos de expansión 20 no están configurados en forma de arco circular en la sección transversal, sino que presentan un radio que se va reduciendo continuamente hacia el punto medio del eje de giro 30. De esta manera, se consigue un movimiento retardado que cae monótonamente del medio de trabajo, con lo que se pueden reducir eventuales turbulencias. Además, en el ejemplo de realización mostrado en las figuras 8 y 9 se muestran dos sistemas de tubería 17 independientes uno del otro, desplazados entre sí 60°, de manera que tienen lugar por cada sistema de tubería 17 tres compresiones, expansiones, etc.

En la figura 10 se muestra otro ejemplo de realización, que corresponde en su mayor parte al mostrado en las figuras 5 a 7, pero el circuito del medio de trabajo no se consigue en virtud de tubos 20 curvados en contra del sentido de giro, sino con la ayuda de una rueda de paletas 31, que actúa como compresor o bien como turbina. La rueda de paletas 31 está dispuesta estacionaria, de manera que en virtud del movimiento giratorio relativo con respecto a los tubos 17 que rodean la rueda de paletas 31, se provoca una circulación del medio de trabajo en los tubos 17.

En este caso, el medio de trabajo se expande en los tubos 17 de la unidad de expansión 3 y se conduce a la rueda de paletas 31, de manera que la rueda de paletas 31 es recibida en una carcasa de rueda de paletas 32, que está cerrada por medio de una tapa 33. La rueda de paletas 31 está alojada de forma giratoria sobre cojinetes 34, pero presenta imanes permanentes, que colaboran con imanes permanentes 36 dispuestos fijos contra giro fuera de la carcasa de rueda de paletas 32, de manera que la rueda de paletas 31 está dispuesta fija contra giro. Los imanes 36 están retenidas en reposo en este caso sobre un árbol estático 37.

5 En la figura 11 se muestra un dispositivo configurado muy similar al ejemplo de realización mostrado en la figura 10, siendo generado, sin embargo, aquí el movimiento giratorio relativo de la rueda de paletas 31 con respecto a los tubos 17 de la unidad de compresor y de la unidad de expansión 1 y 3 con la ayuda de un motor 38. El motor 38 está conectado fijo contra giro con el distribuidor 27 que gira al mismo tiempo. La alimentación de corriente se realiza en este caso a través de líneas 39, que están alojadas en un árbol 40. Para la transmisión de la corriente, el árbol 40 presenta contactos 41. El motor 5 aplica en esta forma de realización sólo potencia para la superación de la resistencia al aire del sistema giratorio.

10 Por lo tanto, éste se puede suprimir a través del empleo de turbinas en el circuito del medio líquido de transmisión de calor, que extraen esta potencia de este circuito. La potencia necesaria para la superación de la resistencia al aire es proporcionada entonces adicionalmente por las bombas, que accionan el circuito del medio líquido de transmisión de calor.

15

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica a temperatura más alta por medio de energía mecánica y a la inversa, con un medio de trabajo, que recorre un proceso de circuito cerrado termodinámico, en el que el proceso de circuito presenta las siguientes etapas de trabajo:
- compresión adiabática del medio de trabajo,
  - disipación de calor isobárica del medio de trabajo, través de un medio de intercambio de calor,
  - distención adiabática del medio de trabajo,
  - alimentación de calor isobárica hacia el medio de trabajo, a través de un medio de intercambio de calor,
- en el que para la elevación o bien para la reducción de la presión del medio de trabajo durante la compresión o bien durante la expansión, se conduce el medio de trabajo con respecto a un eje de giro esencialmente radial hacia fuera o bien hacia dentro, con lo que se genera una elevación o bien una reducción de la fuerza centrífuga que actúa sobre el medio de trabajo, **caracterizado** porque el medio de trabajo se conduce durante el proceso de circuito cerrado así como los medios de intercambio de calor para la alimentación y disipación de calor alrededor del eje de giro, de manera que la energía de la circulación del medio de trabajo se mantiene esencialmente durante el proceso de circuito cerrado.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el medio de trabajo es con preferencia un gas noble, en particular criptón, xenón, argón, radón o bien una mezcla de ellos, durante todo el proceso de circuito.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la presión en el proceso de circuito cerrado está al menos por encima de 50 bares, en particular, por encima de 70 bares, con preferente es esencialmente 100 bares.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque el proceso de circuito se realiza en la proximidad del punto crítico del medio de trabajo en forma de gas.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la disipación de calor y la alimentación de calor se utilizan con un exponente isentrópico Kappa 1, en particular un medio de intercambio de calor líquido.
- 6.- Dispositivo para la realización de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 con un compresor (1), una unidad de expansión (3) y, respectivamente, un intercambiador de calor (2, 4) para la alimentación de calor o bien la disipación de calor, en el que el compresor (1) y la unidad de expansión (3) están alojados de forma giratoria alrededor de un eje de giro y el compresor (1) o bien la unidad de expansión (3) están configurados de tal manera que el medio de trabajo en el compresor (1) se conduce con respecto al eje de compresor esencialmente radial hacia fuera o bien en la unidad de expansión (3) esencialmente radialmente hacia dentro, de manera que una elevación de la presión o bien una reducción de la presión se generan a través de una elevación o bien una reducción de la fuerza centrífuga que actúa sobre el medio de trabajo, **caracterizado** porque los intercambiadores de calor (2, 4) con el compresor (1) y la unidad de expansión (3), en los que se conduce el medio de trabajo durante el proceso de circuito cerrado alrededor del eje, están configurados de manera que giran al mismo tiempo, de modo que la energía de la circulación del medio de trabajo se mantiene esencialmente durante el proceso de circuito cerrado.
- 7.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los intercambiadores de calor (2, 4) presentan, respectivamente, al menos un tubo (9) que es atravesado por una corriente de medio líquido de transmisión de calor.
- 8.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado** porque la unidad de expansión (3) se conecta a través de los intercambiadores de calor (2, 4) directamente en el compresor (1).
- 9.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** porque las ruedas de rodadura (1', 3') del compresor y de la unidad de expansión (1, 3) están alojadas sobre un árbol de giro común (5'), en el que está prevista una carcasa (6) que gira al mismo tiempo que las ruedas de rodadura (1) del compresor (1', 3') y de la unidad de expansión (3).
- 10.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado** porque está prevista una carcasa (8) dispuesta fija contra giro que rodea el compresor (1) y la unidad de expansión (3), en la que están alojados los dos intercambiadores de calor (2, 4).
- 11.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado** porque está previsto un sistema de tubería (17) alojado de forma giratoria, que conduce el medio de trabajo en el circuito, en el que el sistema de

tubería (17) presenta tubos de compresión lineales (18) que se extienden en dirección radial y/o tubos de expansión (20) curvados en sentido contrario al sentido de giro del árbol de giro (5').

5 12.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque los tubos de expansión (20) están curvados en forma de arco circular en la sección transversal, de manera que los tubos de expansión (20) presentan en la sección transversal una curvatura con un radio que se estrecha constantemente hacia el punto medio de giro (30).

10 13.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque en el sistema de tubería (17) está alojada una rueda de aletas (31) giratoria con relación al sistema de tubería (17).

14.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque la pala de aletas (31) está dispuesta fija contra giro.

15 15.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 14, **caracterizado** porque con el árbol de giro (5') o bien el sistema de tubería (17) está conectado un motor eléctrico o generador (5).

20

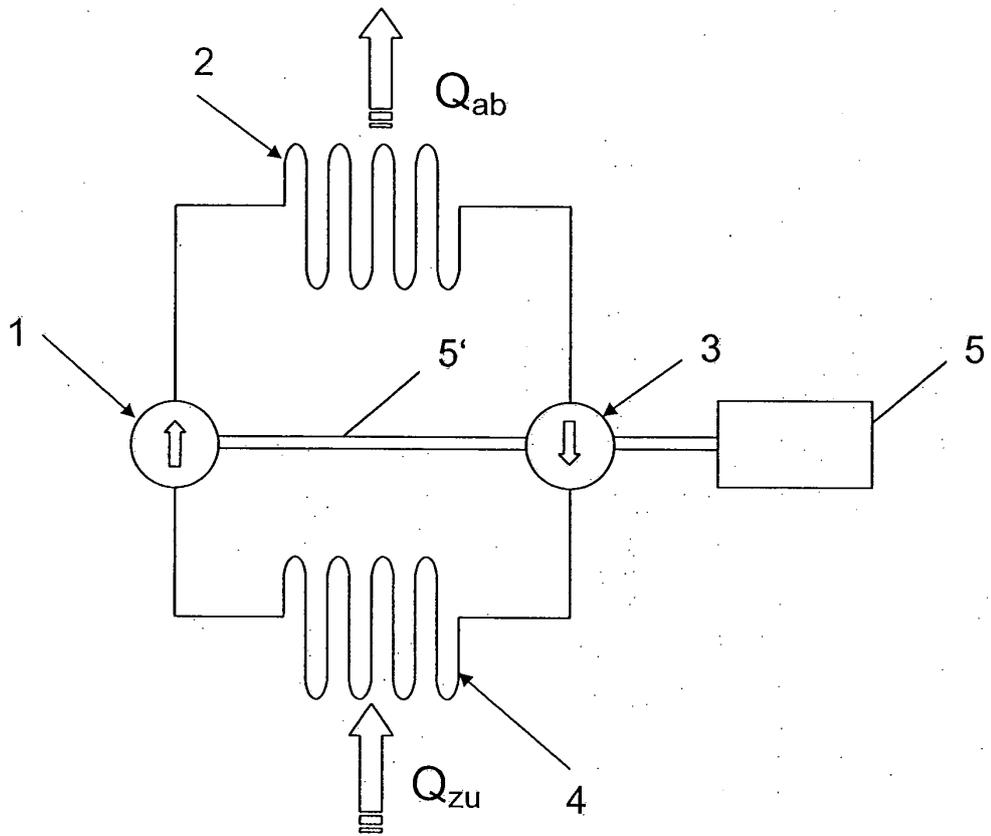


Fig. 1

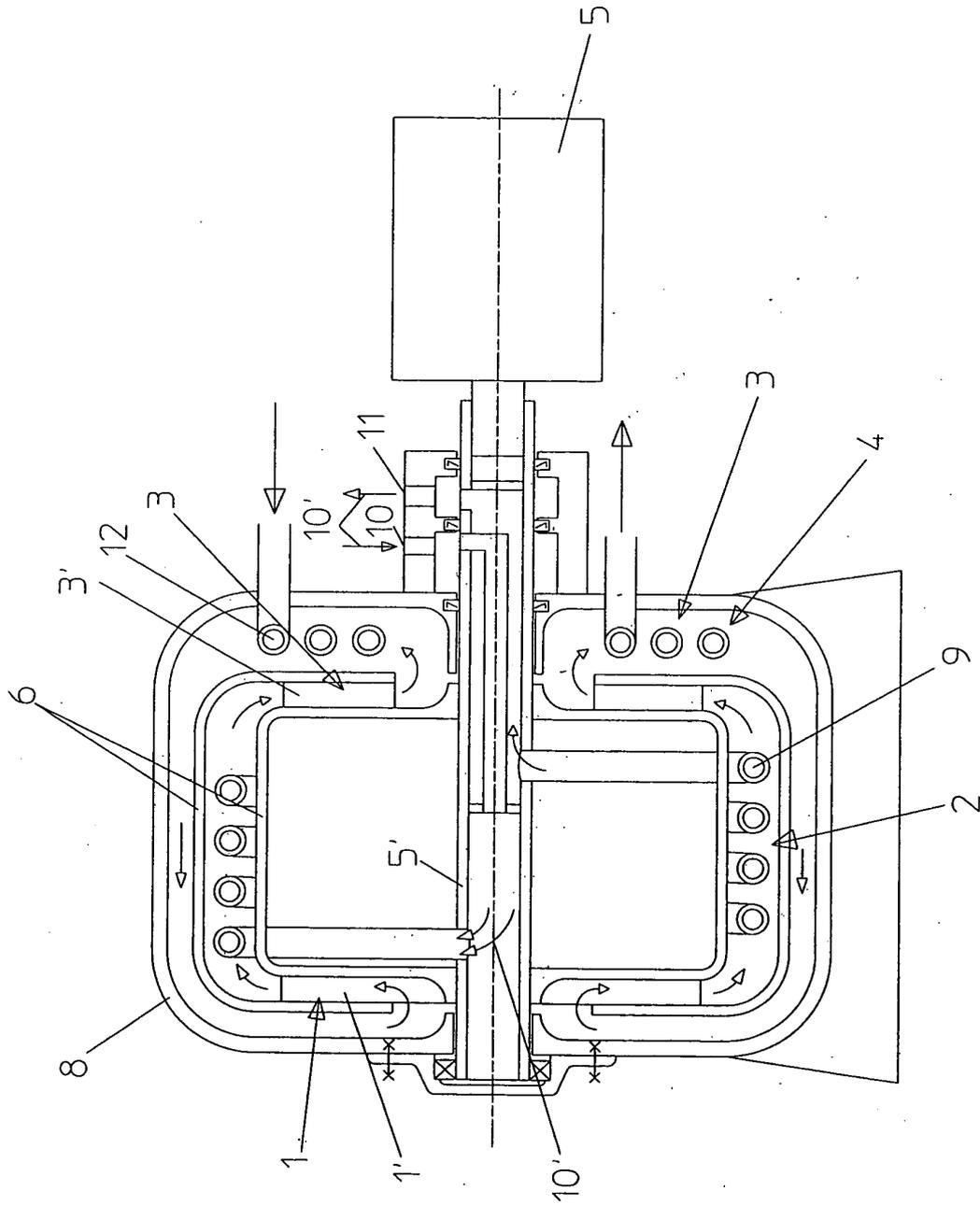


Fig. 2

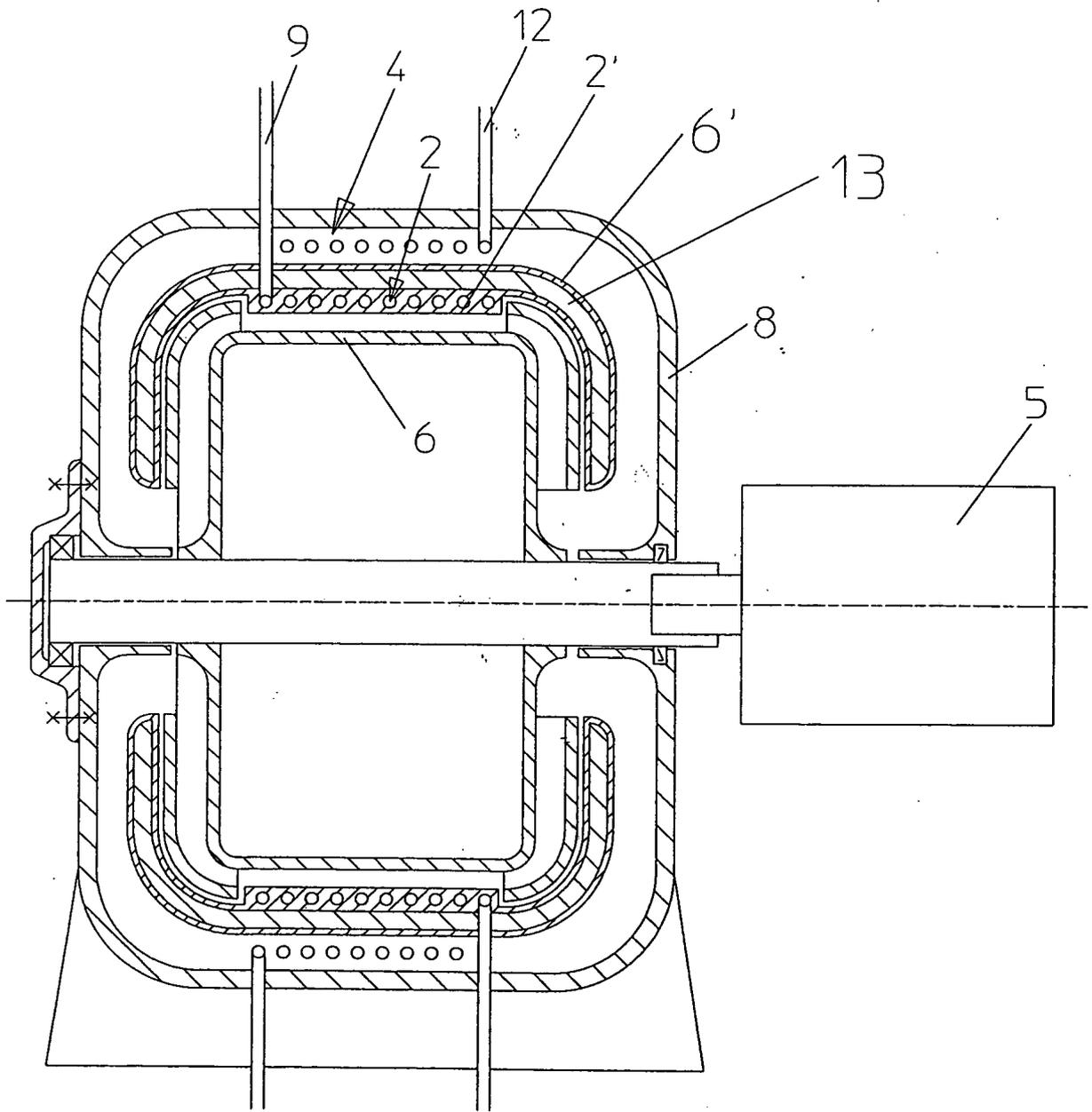


Fig. 3

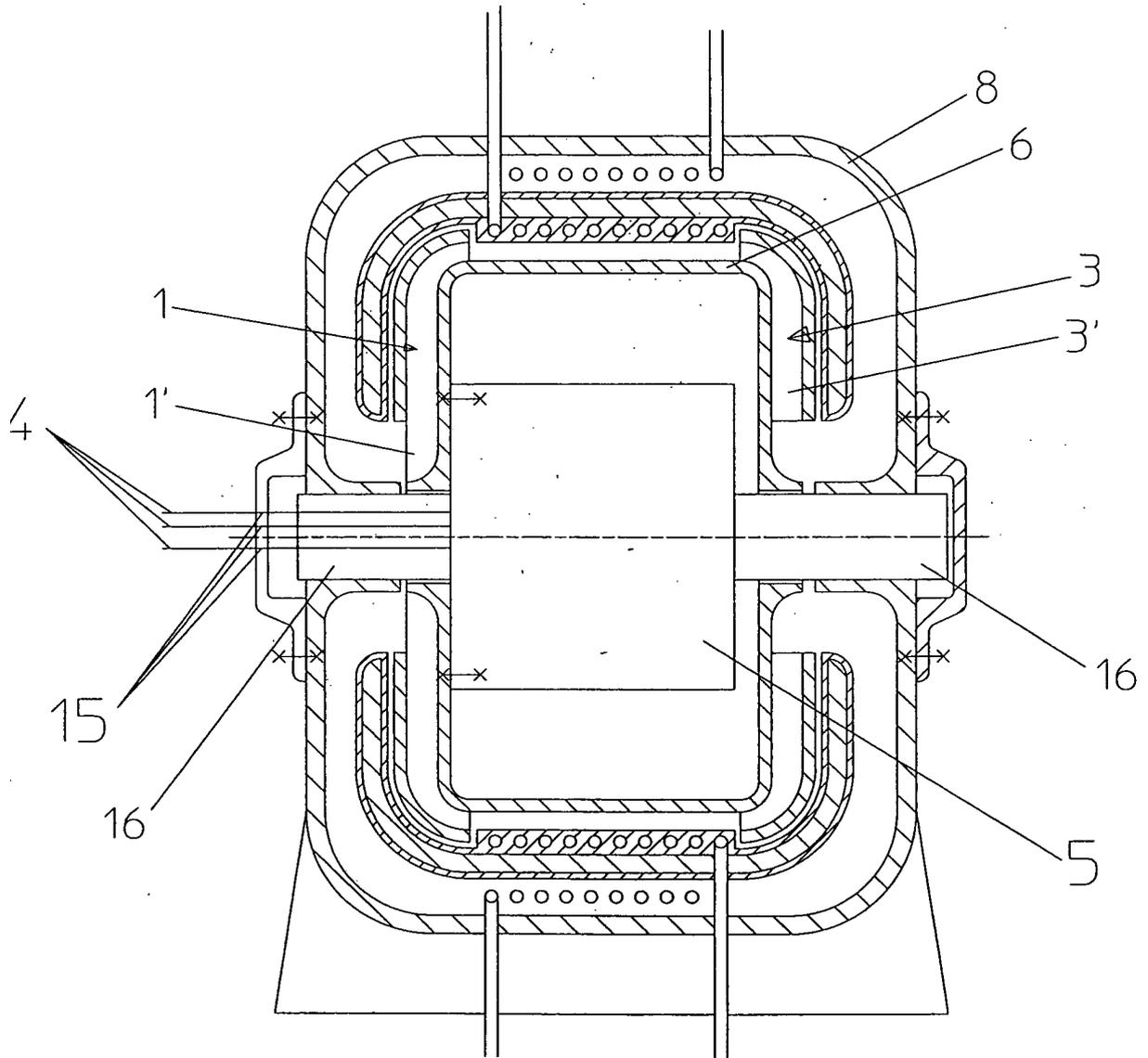


Fig. 4

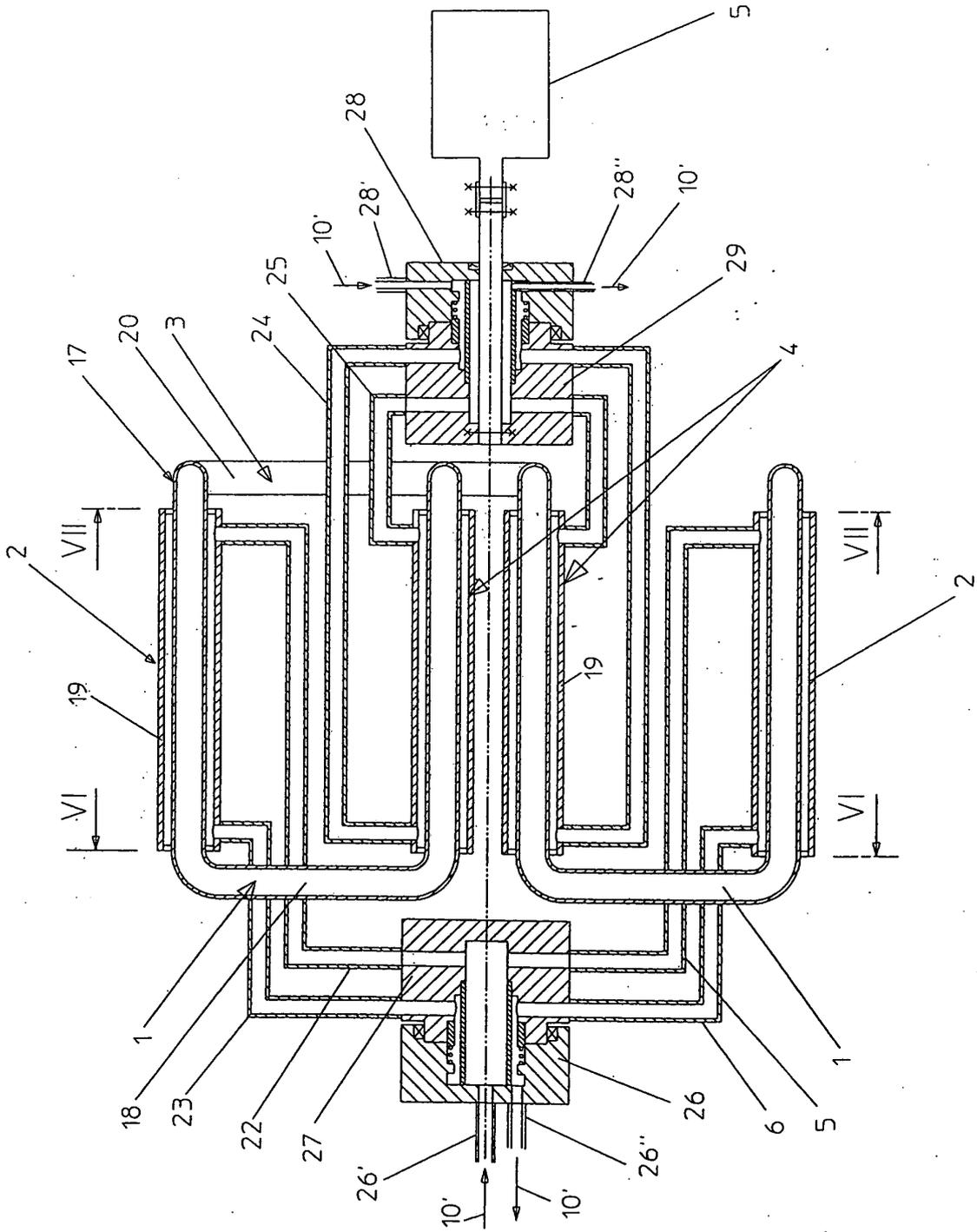


Fig. 5

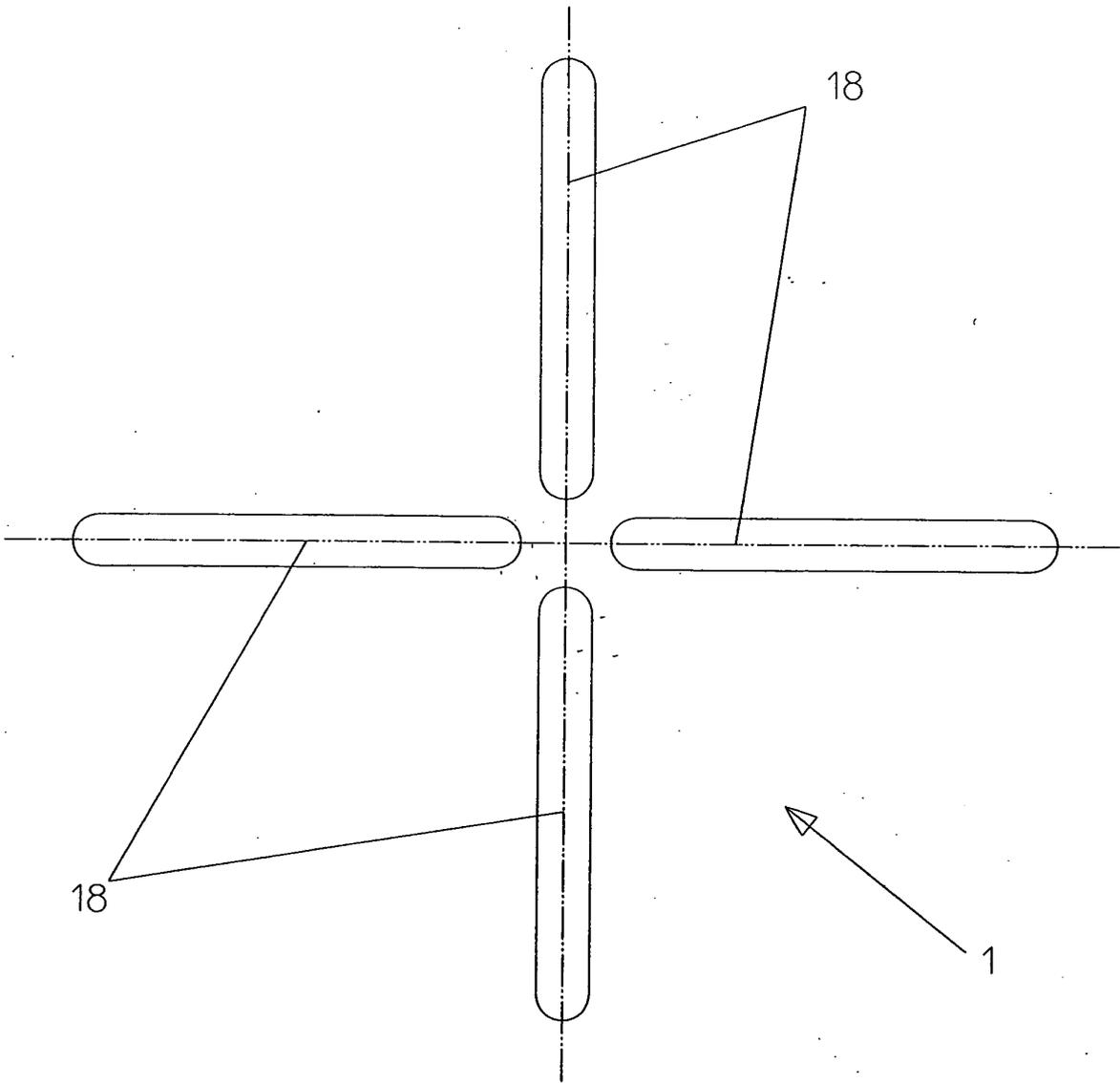


Fig. 6

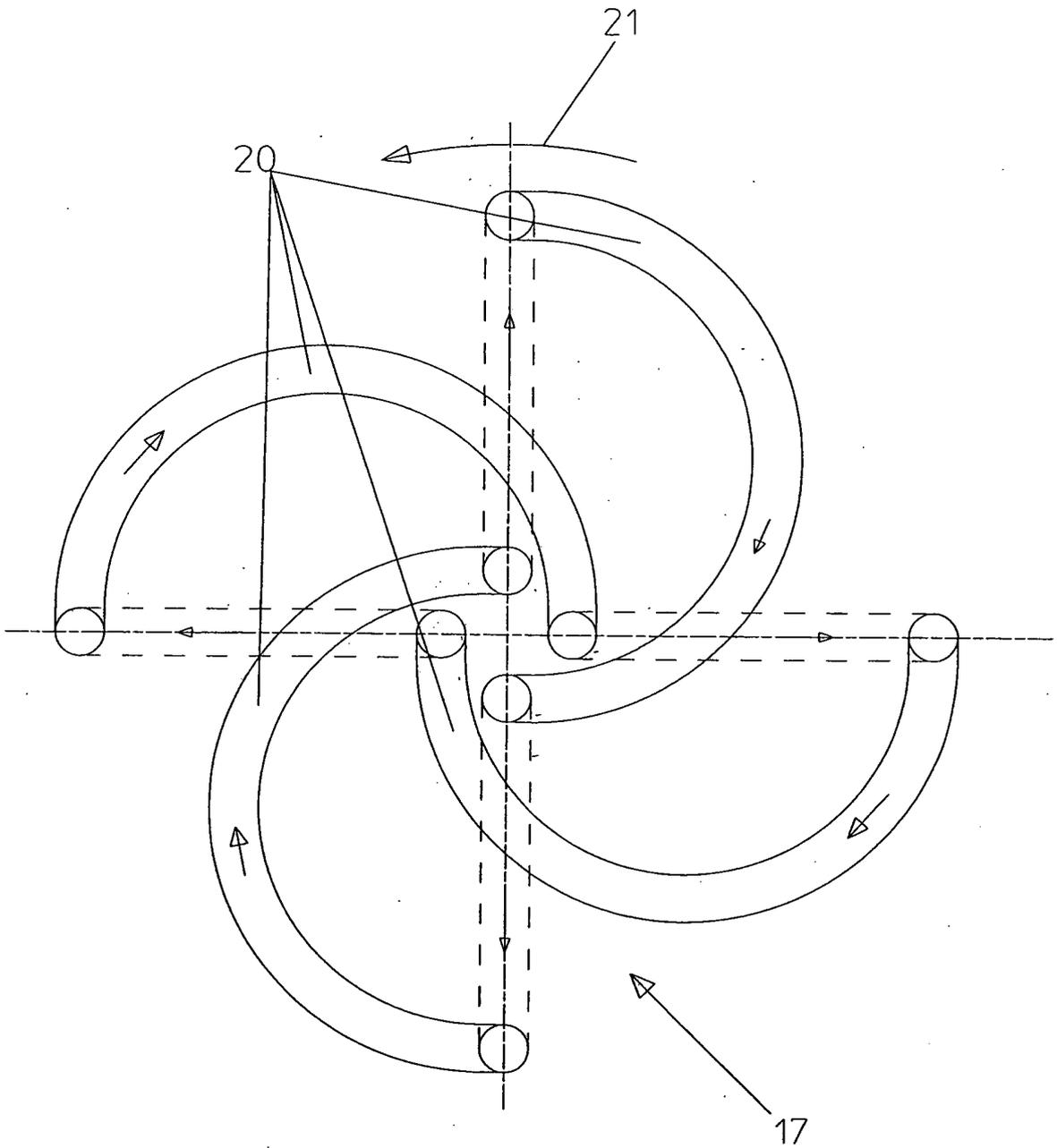


Fig. 7

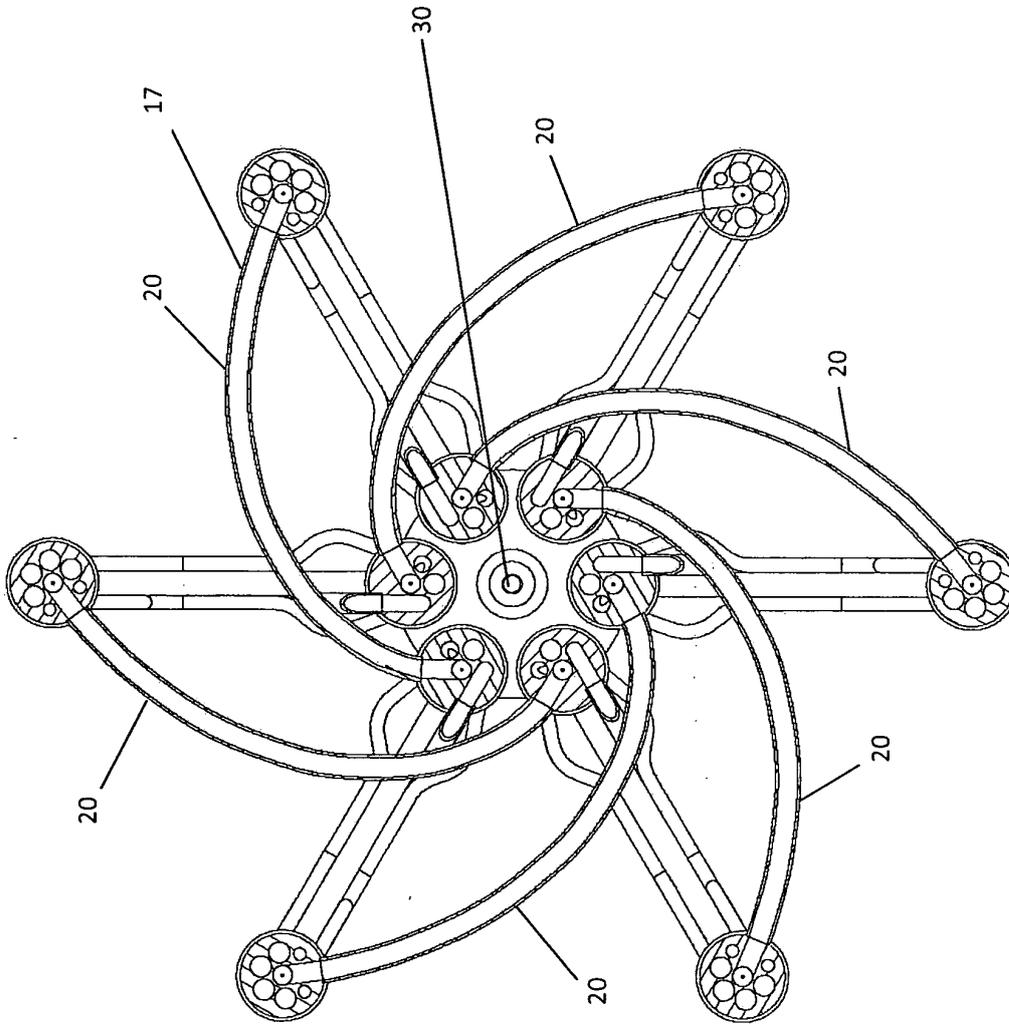


Fig. 8

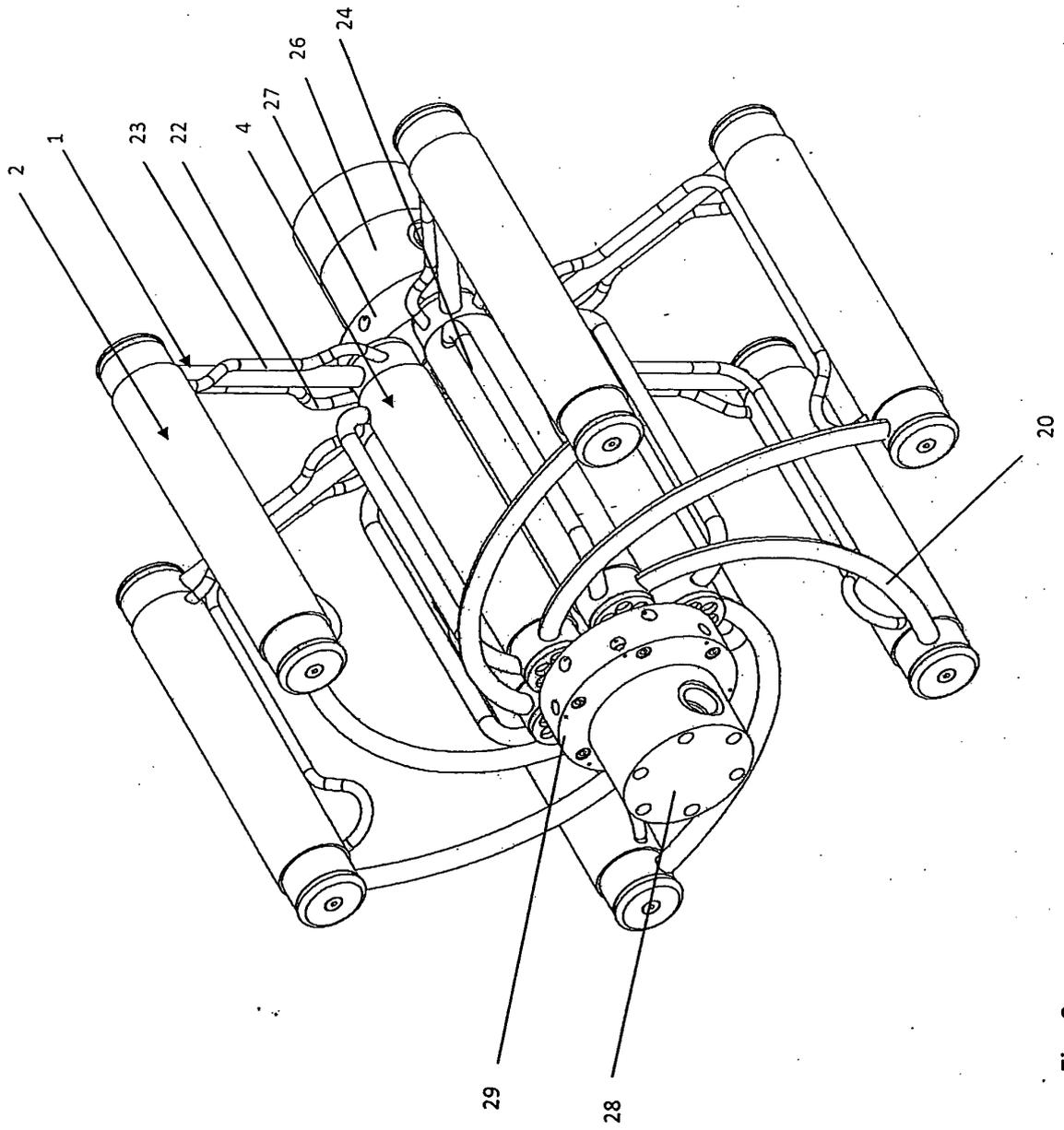


Fig. 9

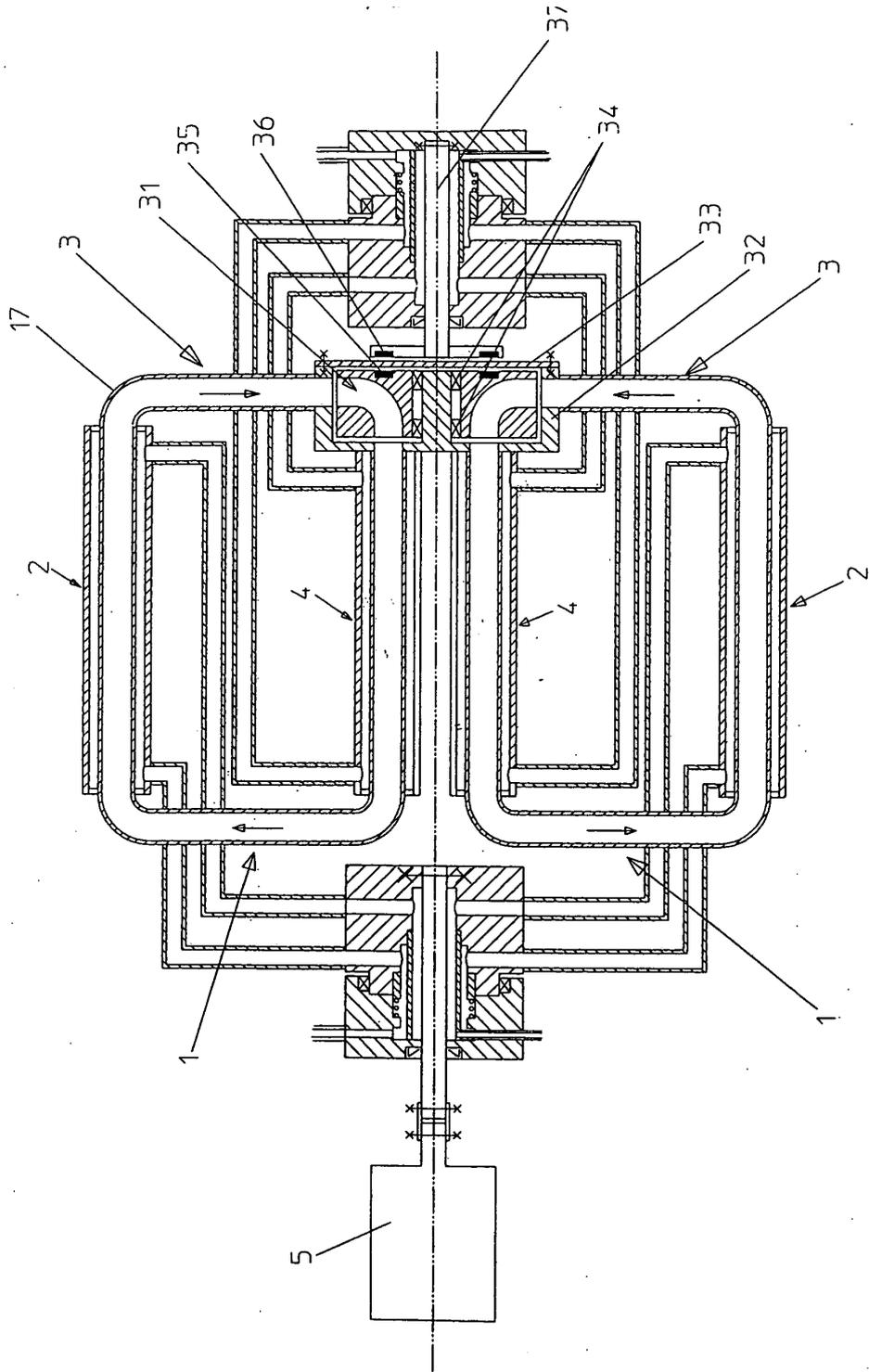


Fig. 10

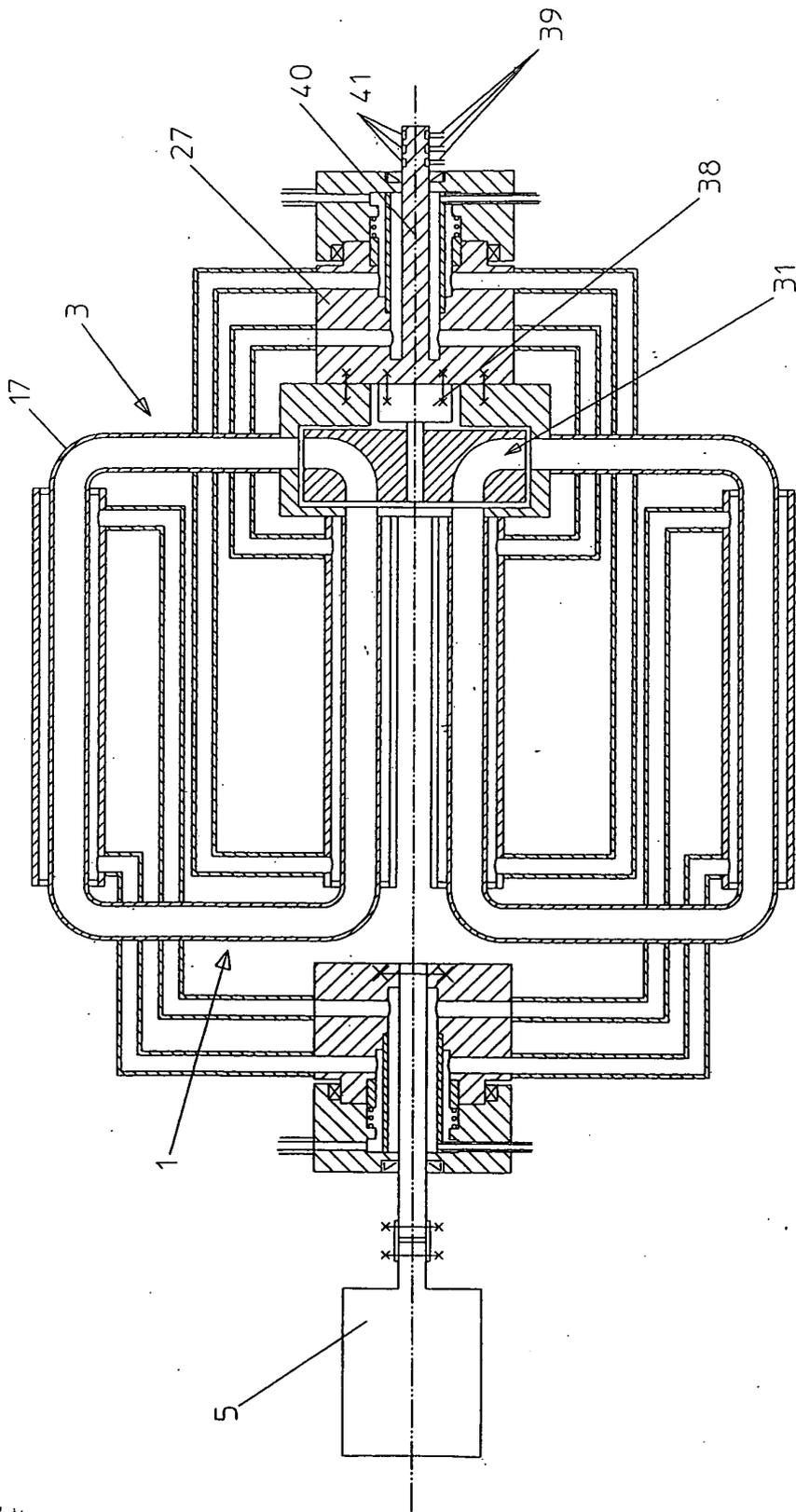


Fig. 11