

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 621**

51 Int. Cl.:

F25B 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2015 PCT/AT2015/050098**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.10.2015 WO15161330**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2015 E 15724506 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 3137821**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la conversión de energía térmica**

30 Prioridad:

23.04.2014 AT 502962014

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

03.10.2018

73 Titular/es:

**ECOP TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)
Lastenstrasse 11
4531 Neuhofen an der Krems, AT**

72 Inventor/es:

ADLER, BERNHARD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 684 621 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Dispositivo y procedimiento para la conversión de energía térmica

5 La invención se refiere a un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Además, la invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 14.

10 El documento EP 2567158 A1 publica un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 12. Este documento describe un dispositivo para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica de temperatura más elevada por medio de energía mecánica y a la inversa, con un rotor alojado de forma giratoria, en el que está previsto un canal de circulación para un medio de trabajo que circula a través de un proceso de circuito cerrado. El canal de circulación presenta un canal de compresión, en el que se puede conducir un medio de trabajo para la elevación de la presión, y un canal de expansión, en el que el medio de trabajo se puede conducir para la reducción de la presión. Para el intercambio de calor entre el medio de trabajo y el medio de intercambio de calor están previstos intercambiadores de calor, de manera que éstos se extienden adyacentes y esencialmente paralelos al canal de compresión y al canal de expansión, respectivamente.

20 El documento EP 0119777 A2 publica una bomba de calor de compresión, que está constituida por un evaporador, un compresor y un condensador, en la que al menos el evaporador o el condensador presentan placas giratorias, sobre las cuales tiene lugar un intercambio de calor. En este caso, se acelera un fluido a través de la fuerza centrífuga a lo largo de las placas radialmente hacia fuera.

25 En el documento se describe una bomba de calor, en la que el medio de trabajo circula en un sistema de tuberías de un rotor a través de un proceso de circuito con las etapas de trabajo

- a) compresión del medio de trabajo,
- b) disipación del calor desde el medio de trabajo por medio de un intercambiador de calor,
- 30 c) expansión del medio de trabajo y
- d) alimentación de calor hacia el medio de trabajo por medio de otro intercambiador de calor.

35 La elevación de la presión o bien la reducción de la presión del medio de trabajo se ajusta de una manera predominante a través de la aceleración centrífuga, de manera que el medio de trabajo circula en una unidad de compresión con respecto a un eje de giro radialmente hacia fuera y en una unidad de expansión radialmente hacia dentro. La disipación del calor desde el medio de trabajo a un medio de intercambio de calor del intercambiador de calor se realiza en una sección axial o bien que se extiende paralela al eje de giro del sistema de tubería, a la que está asociado un intercambiador de calor que gira al mismo tiempo, que presenta el medio de intercambio de calor.

40 Además, en el estado de la técnica se ha empleado ya una rueda de aletas, que se utiliza especialmente para mantener la circulación del medio de trabajo en el modo de rotación. La rueda de aletas puede estar dispuesta, por una parte, fija contra giro, resultando en virtud de la disposición fija contra giro un movimiento relativo con respecto al sistema de tubería que conduce el medio de trabajo. Por otra parte, ya se ha propuesto que a la rueda de aletas esté asociado un motor para la generación de un movimiento relativo con respecto al sistema de tubería. Además, la rueda de aletas puede estar conectada en este dispositivo con un generador, para convertir la potencia del árbol generada a través del movimiento relativo de la rueda de aletas en energía eléctrica.

50 Se conocen en el estado de la técnica diferentes ruedas de aletas para el mantenimiento de una circulación de fluido, en las que tales ruedas de aletas pueden estar realizadas como compresor, turbinas de expansión o ruedas de guía. Se conocen en el estado de la técnica como formas límites para el tipo de circulación a través de ruedas de aletas formas de realización, por una parte, axiales y, por otra parte, radiales. En el caso de las formas mixtas como ruedas de aletas de circulación diagonal, se aplican en gran medida las mismas consideraciones para componente radial o bien axial de la circulación. En el caso de utilización de ruedas de aletas recorridas por la circulación axial, los llamados ventiladores axiales (o bien en general compresores axiales) o turbinas axiales, se puede aplicar esencialmente un dimensionado convencional. Sin embargo, la forma de construcción axial tiene el inconveniente de que se pueden realizar elevación es más reducidas de la presión en comparación con la forma de construcción radial, con lo que las ruedas de aletas axiales deben construirse la mayoría de las veces de varias fases. En una forma de realización de varias fases, entre las ruedas de aletas se colocan las llamadas ruedas de guía, para desviar la circulación. De esta manera se genera una torsión con la rotación de las aletas axiales giratorias circundantes, la torsión es absorbida esencialmente totalmente por la circulación o se genera una torsión en sentido contrario a la rotación. Con respecto al montaje de ruedas de aletas radiales, que tienen frente a las ruedas de aletas axiales la ventaja de presiones más elevadas por fase y, por lo tanto, se pueden realizar a menudo de una fase, se ha recurrido hasta ahora a una variante, como se utiliza también en compresores radiales de varias fases o bien en turbinas centrífugas, en las que las ruedas de aletas están dispuestas en una carcasa estacionaria.

En amplios estudios se ha mostrado, sin embargo, que la disposición conocida a partir del estado de la técnica de las ruedas de aletas en dispositivos del tipo indicado anteriormente, en los que los conductos de alimentación y de descarga de las ruedas de aletas están dispuestos giratorios en la carcasa de rotor, no proporciona resultados satisfactorios. Se ha observado que, por ejemplo, el rendimiento de un ventilador radial se reduce del 80 % con la carcasa no giratoria al 25 % con la carcasa giratoria.

De acuerdo con ello, existe una necesidad grande de mejoras en las ruedas de aletas para poder tener en cuenta mejor las condiciones marginales complejas durante el proceso que presenta varias etapas de trabajo dentro del rotor.

El cometido de la presente invención consiste, por lo tanto, en indicar un dispositivo giratorio para la conversión de energía térmica, como se ha indicado al principio, en el que se eliminan o al menos se reducen claramente los inconvenientes del estado de la técnica. De acuerdo con ello, la invención se ha planteado el cometido especialmente de mantener la circulación del medio de trabajo alrededor del eje de giro con las pérdidas de energía más reducidas posible.

Este cometido se soluciona por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 1 y de un procedimiento con las características de la reivindicación 14.

De acuerdo con la invención, la rueda de aletas está dispuesta entre canales de alimentación que alimentan, en el estado de funcionamiento de la bomba de calor, la circulación del medio de trabajo y al menos un canal de descarga del rotor, que descarga, en el estado de funcionamiento de la bomba de calor, la circulación del medio de trabajo, de manera que los canales de alimentación presentan secciones de salida, que se extienden esencialmente paralelas al eje de giro y que se extienden hasta inmediatamente delante de un orificio de entrada de la rueda de aletas, de manera que se pueden conducir circulaciones individuales del medio de trabajo desde los canales de alimentación esencialmente paralelas al eje de giro hasta la rueda de aletas.

De acuerdo con ello, la invención se basa en el reconocimiento sorprendente de que se puede mejorar el rendimiento de la rueda de aletas esencialmente porque el medio de trabajo es conducido antes de la entrada en la rueda de aletas en circulaciones individuales paralelamente al eje de giro, es decir, en dirección axial. Para la finalidad de esta publicación, la extensión de las secciones de salida de los canales de alimentación hasta inmediatamente delante de la rueda de aletas significa que las circulaciones del medio de trabajo no confluyen en los canales de alimentación, sino que se alimentan a la rueda de aletas de forma separada entre sí. Con preferencia, las secciones de salida de los canales de alimentación están dispuestas a distancias angulares regulares y a la misma distancia radial alrededor del eje de giro. De acuerdo con ello, se introducen varias circulaciones axiales del medio de trabajo en la rueda de aletas. A continuación el medio de trabajo circula al menos a un canal de descarga del rotor. De acuerdo con ello, el medio de trabajo es conducido directamente desde la rueda de aletas, es decir, sin interconexión de una carcasa estacionaria, hasta el rotor. Por lo tanto, el rotor forma una carcasa rotatoria para la rueda de aletas, que rodea con preferencia totalmente la rueda de aletas. El medio de trabajo se conduce, por lo tanto, a través de la rueda de aletas que se encuentra en el interior del rotor, de manera que el medio de trabajo no se conduce, a diferencia del estado de la técnica, en una carcasa estacionaria. De esta manera, la energía de circulación del medio de trabajo se puede mantener esencialmente durante la realización del proceso de circuito. Además, es ventajoso que no sean necesarias juntas de estanqueidad dinámicas del medio de trabajo con respecto al medio ambiente. En el diseño convencional de ruedas de aletas estaba prevista una carcasa estacionaria. En cambio, en el dispositivo según la invención está previsto un rotor, de manera que los componentes que rodean la rueda de aletas giran en el funcionamiento. Para tener en cuenta diferentes situaciones de montaje, sería evidente observar sólo los números de revoluciones relativos entre la rueda de aletas y el rotor, es decir, el número de revoluciones diferencial entre el número de revoluciones absoluto del rotor y el número de revoluciones absoluto de la rueda de aletas. Sin embargo, se ha mostrado que esta observación es falsa en principio. En la circulación de alimentación radial habitual en el estado de la técnica el medio de trabajo desde los canales de alimentación rotatorios hasta la rueda de aletas se produce durante la salida radial desde el canal de alimentación, especialmente a través de la aceleración de Coriolis, una torsión, que está configurada durante la circulación, considerada desde el sistema rotatorio relativo, radialmente hacia dentro en contra del sentido de giro. Esta torsión modifica la característica de la corriente de entrada, en particular el triángulo de la velocidad, en una medida decisiva, con lo que un dimensionado de acuerdo con métodos convencionales no debería tener éxito. Sin embargo, de acuerdo con la invención, el medio de trabajo se conduce en dirección axial fuera de los canales de alimentación que transportan el medio de trabajo. Esto tiene como consecuencia de una manera más ventajosa que la aceleración de Coriolis se reduce casi a cero y no se ajusta ninguna torsión o bien una torsión no esencial. De esta manera, se puede calcular más fácilmente el paso a la rueda de aletas y también de manera más ventajosa no depende de los números de revoluciones de la rueda de aletas así como de la carcasa circundante del rotor como tampoco depende de la velocidad de la circulación relativa.

Para posibilitar un funcionamiento estable, es ventajoso que se conecte un número lo más reducido posible de canales de desviación radiales en la rueda de aletas. Cuanto menor es el número de los canales de desviación radiales conectados, tanto más estable es el funcionamiento, puesto que la probabilidad de una rotura de la

circulación de un canal de desviación con número decreciente de canales de desviación se reduce cada vez más. Por lo tanto, en una forma de realización preferida está previsto exactamente un canal de desviación por cada rueda de aletas. En esta forma de realización, por lo tanto, para cada canal de desviación, que se conduce radialmente hacia fuera, está prevista exactamente una rueda de aleta, de manera que se pueden prever varias ruedas de aletas (y un número correspondiente de canales de desviación). Por razones de rentabilidad, en una forma de realización preferida alternativa está previsto que la rueda de aletas esté conectada con al menos tres canales de desviación. Con preferencia, no más de doce canales de desviación están conectados en la rueda de aletas. La forma de realización descrita se refiere solamente al número de los canales de desviación que conducen directamente radiales desde la rueda de aletas. No obstante, en general es posible que un canal de desviación radial se divida en la zona alejada del eje, con preferencia después de la desviación a la dirección axial, en varios canales de intercambiador.

Para conseguir durante la circulación a través de los canales de compresión y los canales de expansión diferencias de la presión con altos rendimientos, pero para impedir la configuración de circulaciones de torsión antes de la entrada en la rueda de aletas de una manera fiable, es favorable que los canales de alimentación presenten secciones de alimentación que se extienden esencialmente en dirección radial, que están dispuestas entre las secciones de salida e intercambiadores de calor internos con relación al eje de giro. Las secciones de alimentación son con preferencia más largas que las secciones de salida de los canales de alimentación.

Para realizar un intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor a temperatura más elevada, es favorable que el al menos un canal de desviación esté conectado con los canales de compresión, que están conectados con intercambiadores de calor exteriores con relación al eje de giro.

Para mantener el proceso de circuito en el funcionamiento con el menor gasto de energía posible, es favorable que la rueda de aletas esté dispuesta en dirección radial más cerca del eje de giro que el intercambiador de calor interior, de manera que la rueda de aletas está dispuesta con preferencia concéntrica alrededor del eje de giro del rotor. De acuerdo con ello, los ejes de giro del rotor y de la rueda de aletas están dispuestos con preferencia alineados. De esta manera se puede conseguir un modo de funcionamiento especialmente eficiente.

Para convertir las circulaciones radiales del medio de trabajo en los canales de alimentación antes de la entrada en la rueda de aletas en circulaciones axiales, es ventajoso que los canales de alimentación presenten en las secciones de salida unas paredes curvadas en forma de arco, que provoca una desviación del medio de trabajo alrededor de esencialmente 90° desde las secciones de alimentación hasta las secciones de salida. A través de las paredes en forma de arco de los canales de expansión en el extremo de salida se puede desviar el medio de trabajo continuamente a una circulación axial, de manera que las circulaciones del medio de trabajo no son perturbadas o bien sólo en una medida no esencial a través de la desviación.

Para introducir las circulaciones del medio de trabajo individualmente, es decir, esencialmente no mezcladas o bien separadas una de la otra en la rueda de aletas, es ventajoso que las secciones de salida de los canales de alimentación estén formadas entre elementos de separación que se extienden esencialmente en dirección radial y axial con respecto al eje de giro, en particular paredes de separación esencialmente planas. A través de la disposición de paredes de separación se puede conseguir de una manera especialmente sencilla que las circulaciones axiales del medio de trabajo sean conducidas en las secciones de salida de los canales de alimentación sin mezclarse y esencialmente libres de torsión con relación al rotor giratorio, que representa la carcasa para la rueda de aletas, hasta la rueda de aletas.

Para una capacidad de regulación mejorada, en particular en la zona de carga parcial, es favorable que los elementos de separación sean regulables delante de la rueda de aletas. De manera más ventajosa, de esta forma se puede generar una torsión de entrada definida, que se puede ajustar por medio de elementos de separación. A diferencia de la torsión que se produce en el estado de la técnica a la entrada en la rueda de aletas en virtud de la aceleración de Coriolis, se puede calcular o bien simular esta torsión de entrada simulada en el diseño del dispositivo. El dispositivo de acuerdo con la invención se diseña normalmente para un punto de funcionamiento determinado. En este caso, se puede dimensionar en particular el ángulo de entrada de los elementos de separación de tal manera que la circulación presenta, en la consideración en el sistema de de rueda de aletas rotatorio relativo una transición continua, es decir, una entrada de la circulación sin modificación esencial de la dirección, en la zona de las aletas de la rueda de aletas. En el caso de una modificación del número de revoluciones de la rueda de aletas y/o en el caso de velocidades relativas de la circulación variables, es decir, con un funcionamiento fuera del punto de diseño, se modifican normalmente los ángulos de entrada de la corriente de la circulación, con lo que resultaría una entrada de la circulación inconstante en la zona de las aletas de la rueda de aletas. Este efecto reduce el rendimiento de la rueda de aletas durante el funcionamiento fuera del punto de diseño. Para eludir este inconveniente, los elementos de separación para un funcionamiento fuera del punto de diseño se regulan de tal manera que el medio de trabajo circula de manera constante con relación al sistema rotatorio relativo de la rueda de aletas, a la entrada en la zona de las aletas de la rueda de aletas. De esta manera, la rueda de aletas puede generar a través de esta medida, además, una presión más elevada y una corriente volumétrica máxima más elevada, con lo

que se amplía el campo de aplicación.

Para el mantenimiento de la circulación del medio de trabajo durante la ejecución del proceso de circuito es favorable que la pala de aletas presente una pluralidad de aletas especialmente curvadas en forma de arco. A través de las aletas se acelera el medio de trabajo en la dirección circunferencial con respecto al eje de giro, antes de que el medio de trabajo sea conducido a través de los orificios de salida entre los cantos exteriores de las aletas de la rueda de aletas hasta los canales de compresión.

De acuerdo con una forma de realización preferida, la rueda de aletas presenta sobre el lado dirigido hacia el eje de giro una sección radial libre de aletas. En la sección radial en forma de anillo de la rueda de aletas se confluyen las circulaciones del medio de trabajo que están guiadas separadas en los canales de alimentación. De esta manera, se puede homogeneizar el medio de trabajo en la sección radial, antes de que el medio de trabajo, que circula desde la sección radial radialmente hacia fuera, se acelere a través de las aletas giratorias y se descargue a continuación a los canales de desviación.

Para alimentar el medio de trabajo que afluye en dirección axial a las aletas, es favorable que la rueda de aletas presente en la sección radial una pared de desviación curvada en forma de arco, con la que se puede desviar el medio de trabajo esencialmente alrededor de 90° en dirección radial.

Para mantener esencialmente la energía del medio de trabajo, es ventajoso que el al menos un canal de desviación presente una sección de entrada que está dispuesta inclinada con respecto a la dirección radial, que está conectada con una sección de desviación que se extiende esencialmente en dirección radial. La sección de entrada del canal de desviación se extiende con preferencia en aquella dirección, en la que resulta una transición constante de la circulación, es decir, en la que está presente una fluencia sin modificación esencial de la dirección. Esto se consigue en el diseño a través de la adición de vectores. De acuerdo con ello, se introduce el medio de trabajo en dirección tangencial con respecto a la envolvente esencialmente de forma circular en la sección transversal o bien la superficie exterior de la rueda de aletas, en las secciones de entrada, que están conectadas con las secciones de desviación, que se extienden esencialmente en dirección radial. Las secciones de entrada y las secciones de compresión están conectadas entre sí con preferencia por medio de secciones de transición curvadas en forma de arco.

Para accionar la rueda de aletas y de esta manera acelerar el medio de trabajo durante la transición o bien para utilizar la energía de rotación de la rueda de aletas, es ventajoso que la rueda de aletas presente un árbol de rueda de aletas giratorio especialmente paralelo al eje de giro del rotor, que está conectado con un motor o con un generador. De acuerdo con ello, la rueda de aletas puede estar conectada, por una parte, con un motor para generar un movimiento relativo entre el rotor y la rueda de aletas. En esta forma de realización, la rueda de aletas está instalada, en un estado de funcionamiento de la bomba de calor, para el mantenimiento de la conducción circular del medio de trabajo. Por otra parte, la rueda de aletas puede estar conectada con un generador, para convertir la potencia del árbol que está presente en el árbol de la rueda de aletas a través del movimiento relativo de la rueda de aletas en energía eléctrica. En una utilización de este tipo del dispositivo, en virtud de los diferentes niveles de temperatura en los intercambiadores de calor se obtiene una circulación del tipo de una circulación natural. La energía de la circulación se convierte entonces en la rueda de aletas, que actúa como turbina, en potencia del árbol, que se convierte como consecuencia de ello por medio de un generador en corriente eléctrica para un motor que acciona el rotor. En la presente publicación, los conceptos de "entrada" y "salida" se refieren a la función de la rueda de aletas para el mantenimiento de la circulación del medio de trabajo alrededor del eje de giro, es decir, cuando la rueda de aletas se utiliza en un estado de funcionamiento de la bomba de calor como ventilador. En el caso de la función de la rueda de aletas como turbina para la generación de energía eléctrica, se cambia la dirección de la circulación del medio de trabajo, de manera que, por ejemplo, las secciones de salida de los conductos de alimentación se convierten en las secciones de entrada de las derivaciones.

En una forma de realización preferida, los ejes de giro de la rueda de aletas y del rotor coinciden. Cuando el árbol de la rueda de aletas se dispone alineado sobre el árbol del rotor, no pueden aparecer de manera ventajosa fuerzas asimétricas en virtud de la aceleración centrífuga sobre el alojamiento de la rueda de aletas. Con preferencia, está previsto un motor/generador propio para el árbol de la rueda de aletas, de manera que una rueda de aletas puede ser accionada de manera independiente del rotor que presenta los canales de compresión y de expansión; en este caso, el rotor está conectado con un segundo motor. De manera alternativa, también se puede utilizar el mismo motor para el accionamiento de la rueda de aletas y del rotor o bien el mismo generador para la utilización de la energía de rotación de la rueda de aletas y del rotor.

Se ha revelado de manera sorprendente que es ventajoso que el motor esté alineado para la rotación de la rueda de aletas en el mismo sentido de giro que el rotor con los canales de expansión y de compresión para el medio de trabajo. De manera más ventajosa, durante una rotación de la rueda de aletas en la misma dirección que el rotor principal, se puede aprovechar el campo de aceleración del rotor principal. De esta manera se puede elevar la eficiencia de la rueda de aletas incluso frente a una disposición con carcasa no rotatoria, puesto que la porción de compresión en la rueda de aletas se eleva incluso en virtud de la aceleración centrífuga y esta compresión presenta

un rendimiento claramente más alto que la elevación de la presión, en virtud de las modificaciones de la velocidad, que se realizan, por ejemplo, durante la transición desde la rueda de aletas hacia el canal de desviación.

5 El dispositivo de acuerdo con la invención utiliza la aceleración centrífuga durante la circulación a través de los canales de compresión y de expansión del rotor, para generar diferentes niveles de presión y de temperatura, respectivamente, del medio de trabajo. Para la conversión de la energía térmica del medio de trabajo por medio de energía cinética y a la inversa, es ventajoso que al menos un intercambiador de calor interior con respecto al eje de giro y al menos un intercambiador de calor exterior con respecto al eje de giro estén previstos entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor. Los intercambiadores de calor están dispuestos en el rotor de manera que giran al mismo tiempo. Según la dirección de la circulación del medio de trabajo, el dispositivo se acciona, por 10 una parte, como bomba de calor, en la que el rotor se desplaza con un accionamiento en movimiento giratorio y la circulación del circuito se genera por medio de un ventilador. La dirección de la circulación inversa corresponde a un funcionamiento como máquina de fuerza-calor para la generación de corriente eléctrica, siendo utilizados diferentes niveles de temperatura para la generación de una circulación, que se convierte en la rueda de aletas que actúa como turbina en energía mecánica, que se convierte finalmente en un generador en energía eléctrica. En este estado de funcionamiento se acciona el rotor con un motor que, es alimentado, por ejemplo, a través de la energía eléctrica obtenida a partir de la turbina.

20 De manera preferida, los intercambiadores de calor están dispuestos esencialmente paralelos al eje de giro del rotor. Los intercambiadores de calor están conectados en este caso entre los canales de compresión y los canales de expansión. El intercambiador de calor interior está previsto para un intercambio de calor a baja temperatura y el intercambiador de calor exterior está previsto para un intercambio de calor a temperatura más elevada.

25 Para la elevación de la potencia del dispositivo es favorable que estén previstos en cada caso varios intercambiadores de calor interiores y varios intercambiadores de calor exteriores. Con preferencia, los intercambiadores de calor interiores, por una parte, y los intercambiadores de calor exteriores, por otra parte, están dispuestos a distancias angulares regulares con respecto al eje de giro. Con preferencia, están previstos de la misma manera tantos intercambiadores de calor interiores y exteriores, respectivamente, como canales de compresión y de expansión. De acuerdo con ello, los intercambiadores de calor interiores y los intercambiadores de calor exteriores están conectados por parejas entre sí en cada caso por medio de un canal de compresión y un canal de expansión. Además, está previsto con preferencia que el número de los canales de alimentación y de descarga para la rueda de aletas corresponda al número de los intercambiadores de calor interiores y de los intercambiadores de calor exteriores, respectivamente.

35 De acuerdo con otra forma de realización preferida, el número de los intercambiadores de calor interiores corresponde a un múltiplo de los intercambiadores de calor exteriores o a la inversa.

40 El intercambio de calor se puede configurar de manera especialmente eficiente cuando el al menos un intercambiador de calor interior y el al menos un intercambiador de calor exterior se extienden esencialmente paralelos al eje de giro, de manera que los canales de compresión y los canales de expansión se extiende entre al intercambiador de calor interior y el intercambiador de calor exterior. Con preferencia, están previstos varios intercambiadores de calor interiores y varios intercambiadores de calor exteriores, que están dispuestos en cada caso a distancias radiales iguales con relación al eje de giro. En esta forma de realización está previsto, además, con preferencia, que esté previsto un número de canales de compresión o bien de canales de expansión que 45 corresponde al número de los intercambiadores de calor interiores y de los intercambiadores de calor exteriores.

Especialmente preferida es una forma de realización, en la que la rueda de aletas presenta varias fases de la rueda de aletas dispuestas unas detrás de las otras y que pueden ser atravesadas por la corriente de medio de trabajo. Los canales de alimentación presentan en esta forma de realización unas secciones de salida que se extienden esencialmente paralelas al eje de giro, que se extiende hasta inmediatamente delante del orificio de entrada de la primera fase de la rueda de aletas prevista en la dirección de la circulación. Las fases sucesivas de la rueda de aletas están conectadas entre sí en cada caso por medio de una desviación, con la que se desvía el medio de trabajo entre las fases de la rueda de aletas.

55 Con preferencia, la desviación presenta secciones de salida que se extienden esencialmente paralelas el eje de giro, que se extienden hasta inmediatamente delante del orificio de entrada de la fase de la rueda de aletas siguiente vista en la dirección de la circulación. De esta manera, se conduce el medio de trabajo siempre hasta delante de la siguiente fase de la rueda de aletas y se introduce en la dirección del eje de giro. La última fase de la rueda de aletas vista en la dirección de la circulación está conectada con el al menos un canal de desviación.

60 En el proceso de circuito se observa para una corriente de masas creciente una diferencia de la presión no siempre creciente en la rueda de aletas. De acuerdo con ello se provoca especialmente con corrientes de masas bajas y números de revoluciones altos del rotor con corriente de masas creciente una diferencia de la presión decreciente del rotor en la rueda de aletas, antes de que se eleve de nuevo. Por este motivo, es favorable que se utilice una

5 rueda de aletas, que presenta un desarrollo lo más empinado posible, es decir, que con un número de revoluciones determinado de la rueda de aletas así como con un número de revoluciones del rotor principal, a partir del instante en el que se alcanza la presión máxima, se prefiere un desarrollo que cae lo más empinado posible. Un desarrollo de este tipo se consigue especialmente con ruedas de aletas de varias fases. Puesto que la curva característica del proceso (es decir, la presión necesaria sobre la corriente de masas) y la curva característica de las aletas (es decir, la presión generada sobre la corriente de masas) presentan, en general, dos puntos de intersección, pero sólo uno de ellos es un punto de funcionamiento estable, sería ideal una curva característica vertical para la generación de la presión. Esto podría realizarse, por ejemplo, a través de máquinas de expulsión (como por ejemplo máquinas de pistón). Sin embargo, una elevación de la presión de varias fases con ruedas de aletas consigue de manera ventajosa un efecto similar, consiguiendo una curva muy empinada a partir de un punto determinado.

15 El cometido en el que se basa la invención se soluciona, además, por medio de un procedimiento del tipo indicado al principio, en el que se conducen circulaciones individuales del medio de trabajo en el estado de funcionamiento de la bomba de calor hasta inmediatamente delante de la rueda de aletas y se introducen esencialmente paralelas al eje de giro en la rueda de aletas. De acuerdo con ello, las circulaciones del medio de trabajo se conducen individualmente o bien separadas unas de las otras y en dirección axial a la rueda de aletas.

20 Las ventajas y efectos técnicos de este procedimiento se deducen a partir de las explicaciones anteriores, a las que se puede remitir de esta manera.

25 De manera sorprendente se ha revelado que es ventajoso que la rueda de aletas sea girada en el mismo sentido de giro y con un número de revoluciones absoluto más elevado que el rotor con los canales de expansión y los canales de compresión. A través de la rotación de la rueda de aletas en el sentido de giro del rotor se prevé un número de revoluciones absoluto más elevado de la rueda de aletas, que provoca una aceleración centrífuga correspondiente más elevada y, por lo tanto, una compresión más eficiente del medio de trabajo. Con el mismo sentido de giro de la rueda de aletas y el rotor se eleva proporcionalmente el efecto de compresión centrífuga y de esta manera se incrementa la eficiencia.

30 A continuación se explica todavía en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización preferidos representados en el dibujo, a los que no debe limitarse, sin embargo, la invención. En particular, en el dibujo:

35 La figura 1 muestra de forma esquemática una vista en perspectiva de un dispositivo de acuerdo con la invención para la conversión de energía térmica, en la que un medio de trabajo circula en un rotor a través de un proceso de circuito cerrado, en el que el proceso de circuito se cierra por medio de una rueda de aletas rotatoria.

La figura 2 muestra una sección longitudinal a través del dispositivo de la figura 1, en la que para una mejor visibilidad sólo se muestran los componentes relevantes para la función de la rueda de aletas.

40 La figura 2a muestra un diagrama de temperatura/entropía del proceso de circuito realizado en el dispositivo de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra una sección longitudinal del dispositivo de acuerdo con las figuras 1, 2 en la zona de la rueda de aletas.

45 La figura 4 muestra una sección transversal del dispositivo de acuerdo con la línea IV-IV en la figura 2 en la zona de la rueda de aletas, en la que se muestran las secciones de salida de los canales de alimentación, por una parte, y las secciones de entrada de los canales de desviación, por otra parte.

50 La figura 5 muestra una vista esquemática y en perspectiva de partes del rotor en la zona de los canales de alimentación, que presentan secciones de salida que se extienden delante de la entrada a la rueda de aletas en dirección axial.

55 La figura 6 muestra una vista en perspectiva de la rueda de aletas del dispositivo representado en las figuras 1 a 5; y La figura 7 muestra una sección longitudinal del dispositivo de acuerdo con la figura 3 en la zona de la rueda de aletas, que presenta en esta forma de realización varias fases de la rueda de aletas unas detrás de las otras que pueden ser atravesadas por la circulación.

60 La figura 1 muestra un dispositivo 20 para la conversión de energía térmica por medio de energía mecánica y a la inversa, que se utiliza en la forma de realización mostrada como bomba de calor. El dispositivo 20 comprende un rotor 21, que es giratorio por medio de un motor (no representado) alrededor de un eje de giro 22. El rotor 21 presenta una unidad de compresor 23 y una unidad de expansión 24, que presentan canales de circulación para un medio de trabajo. Durante la circulación a través del rotor 21, el medio de trabajo, por ejemplo un gas noble, circula a través de un proceso de circuito cerrado, que presenta las etapas de trabajo

- a) compresión del medio de trabajo,
- b) intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor en un intercambiador de calor exterior 1',
- c) expansión del medio de trabajo y
- 5 d) intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor en un intercambiador de calor interior 1".

10 Con esta finalidad, la unidad de compresor 23 presenta canales de compresión 25, que se extienden esencialmente en dirección radial, en los que circula el medio de trabajo con relación al eje de giro 22 en dirección radial hacia fuera. En virtud de la aceleración centrífuga, se comprime el medio de trabajo en los canales de compresión 25. De manera correspondiente, se conduce el medio de trabajo para la reducción de la presión en canales de expansión 26 de la unidad de expansión 24 esencialmente radiales hacia dentro.

15 La unidad de compresor 23 y la unidad de expansión 24 están conectadas entre sí por medio de canales de circulación que se extienden axialmente, es decir, en la dirección del eje de giro 22, en los que se realiza un intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor, por ejemplo agua. Con esta finalidad, están previstos intercambiadores de calor exteriores 1' e intercambiadores de calor interiores 1" con respecto al eje de giro, que se extienden esencialmente paralelos al eje de giro 22. Cuando el dispositivo 20 es accionado como bomba de calor, el medio de trabajo comprimido en los canales de compresión 25 en los intercambiadores de calor exteriores 1' cede calor a un medio de intercambio de calor de una primera temperatura comparativamente alta, de manera que el medio de trabajo expandido en los canales de expansión absorbe calor desde el medio de intercambio de calor de una segunda temperatura comparativamente baja.

25 De acuerdo con ello, la aceleración centrífuga que actúa sobre el medio de trabajo se aprovecha para generar diferentes niveles de presión o bien niveles de temperatura. Del medio de trabajo comprimido se extrae calor alta temperatura, y al medio de trabajo expandido se alimenta calor a temperatura comparativamente más baja. En un funcionamiento del dispositivo 20 como motor, los canales de circulación son recorridos por la corriente de medio de trabajo en dirección inversa. De manera correspondiente se modifica el intercambio de calor, siendo alimentado calor en el cambiador de calor exterior 1' al medio de trabajo y siendo extraído calor en el intercambiador de calor interior 1" desde el medio de trabajo.

30 Como se deduce, además, a partir de la figura 1, están previstos en cada caso varios, en la forma de realización mostrada, doce intercambiadores de calor interiores 1' y varios, en la forma de realización mostrada, doce intercambiadores de calor exteriores 1', que están dispuestos a distancias angulares regulares con respecto al eje de giro. Los intercambiadores de calor interiores 1' y los intercambiadores de calor exteriores 1' se extienden en cada caso esencialmente paralelos al eje de giro 22, de manera que los canales de compresión 23 y los canales de expansión 25 se extienden entre los intercambiadores de calor interiores 1' y los intercambiadores de calor exteriores 1'.

40 En la figura 2 se representan partes del dispositivo 20 en la sección longitudinal, estando representados solamente uno de los intercambiadores de calor interiores 1" y uno de los intercambiadores de calor exteriores 1'. Además, en la figura 2 se muestra una rueda de aletas 30, con la que se mantiene en la forma de realización mostrada la circulación del medio de trabajo alrededor del eje de giro 22. La rueda de aletas 30 está conectada, por una parte, con canales de alimentación 31, que reciben el medio de trabajo desde los intercambiadores de calor interiores 1". Además, la rueda de aletas 30 está conectada con canales de desviación 32, con los que se conduce el medio de trabajo a los canales de compresión 25 de la unidad de compresor 23. Los canales de compresión 25 están conectados con los intercambiadores de calor exteriores 1'.

50 Como se deduce, además, a partir de la figura 2, la rueda de aletas 30 está dispuesta en dirección radial más cerca del eje de giro 22 que el intercambiador de calor interior 1". En la forma de realización mostrada, el eje de giro de la rueda de aletas 30 está dispuesto alineado sobre el eje de giro 22 del rotor 21 para reducir las cargas en virtud de la aceleración centrífuga sobre el alojamiento del árbol de la rueda de aletas 30.

55 La figura 2a muestra un diagrama de la temperatura (T) – Entropía (S), en el que los estados individuales del medio de trabajo se designan con Z1 a Z7. En la figura 2 se marcan de manera correspondiente las posiciones dentro del dispositivo 30, en las que el medio de trabajo alcanza esencialmente los estados Z1 a Z7. De acuerdo con ello, en el caso de un funcionamiento como bomba de calor se ejecutan las siguientes etapas del proceso (en el caso de un funcionamiento como máquina de fuerza-calor, el proceso de circuito se realiza en sentido inverso):

- 60 - 1 a 2: compresión esencialmente isentrópica en virtud de la rotación principal desde el radio Z1 del intercambiador de calor 1" próximo al eje hasta el radio Z2 del intercambiador de calor 1' alejado del eje;
- 2 a 3: disipación de calor esencialmente isobárica desde el medio de trabajo hasta el medio de intercambio de calor en el intercambiador de calor exterior 1' a temperatura comparativamente alta y con radio constante de la circulación;

- 3 a 4: expansión esencialmente isentrópica en virtud de la rotación principal desde el radio del intercambiador de calor exterior 1' hasta el radio del intercambiador de calor interior 1'';
- 4 a 5: disipación de calor esencialmente isobárica a temperatura comparativamente baja con radio constante en el intercambiador de calor interior 1'';
- 5 - 5 a 6: expansión esencialmente isentrópica en virtud de la rotación principal desde el radio del intercambiador de calor interior hasta el radio de entrada de la rueda de aletas;
- 6 a 7: compresión dentro de la rueda de aletas, en la que las pérdidas provocan una elevación de la entropía; y
- 10 - 7 a 1: compresión esencialmente isentrópica en virtud de la rotación principal desde la salida de la rueda de altas hasta el radio según el estado Z1.

Como se deduce a partir de la figura 3, los canales de alimentación 31 presentan secciones de salida 34, que se extienden esencialmente paralelas al eje de giro 22 y que se extienden hasta directamente delante de un orificio de entrada 33 de la rueda de aletas 30, de manera que las circulaciones del medio de trabajo son conducidas a los canales de alimentación 31 de forma separada unas de las otras y esencialmente paralelas al eje de giro 22 hasta la rueda de aletas 30.

Como se deduce, además, a partir de la figura 3, los canales de alimentación 31 presentan secciones de alimentación 35 que se extienden esencialmente en dirección radial, que están dispuestas entre las secciones de salida 34 que desembocan en la rueda de aletas 35 y los intercambiadores de calor interiores 1''. Los canales de desviación 32 están conectados con los canales de compresión 25, que conducen el medio de trabajo hacia los intercambiadores de calor exteriores 1'.

Como se puede deducir especialmente a partir de la figura 3, los canales de alimentación 31 presentan en las secciones de salida 34 unas paredes 36 curvadas en forma de arco, que realizan una desviación del medio de trabajo esencialmente alrededor de 90° desde las secciones de alimentación radiales 35 hasta las secciones de salida axiales 34.

Como se deduce especialmente a partir de la figura 4, las secciones de salida 34 de los canales de alimentación 31 están delimitadas por medio de elementos de separación 37 que se extienden esencialmente en dirección radial y axial con respecto al eje de giro 22, que están formados en la forma de realización mostrada por paredes de separación esencialmente planas. Los elementos de separación 37 tienen una extensión radial y están dispuestos en forma de estrella. En la forma de realización mostrada, las secciones de salida 34 están dispuestas, por lo tanto, regularmente y a distancias radiales constantes alrededor del eje de giro 22 del rotor 21.

Además, a partir de la figura 4 se muestra que la rueda de aletas 30 presenta una pluralidad de aletas 38 curvadas en forma de arco, con las que se acelera el medio de trabajo durante la circulación a través de la rueda de aletas 30 en el sentido de giro 39 de la rueda de aletas 30. La rueda de aletas 30 presenta sobre el lado dirigido hacia el eje de giro 22 una sección radial 40 libre de aletas 38, en la que confluyen las circulaciones del medio de trabajo desde los canales de alimentación 31 y se homogeneizan. En la sección radial 40 está prevista una pared de desviación 41 curva en forma de arco (ver la figura 3), con la que el medio de trabajo se desvía esencialmente alrededor de 90° desde la circulación axial durante la entrada en la rueda de aletas 30 en una circulación radial delante de las palas 38.

Como se puede deducir a partir de la figura 4, los canales de desviación 32 presentan unas secciones de entrada 42 que se extienden inclinadas con respecto a la dirección radial, con relación a una envolvente de la rueda de aletas 30, es decir, con relación a la superficie exterior de forma circular en la sección transversal de la rueda de aletas 30, que están conectadas con secciones de desviación 43 que se extienden esencialmente en dirección radial.

Como se deduce de forma esquemática a partir de las figuras 4, 6, la rueda de aletas 30 presenta un árbol de rueda de aletas 44, que está conectado con un motor (no mostrado). El motor está instalado para girar la rueda de aletas 30 en el sentido de giro 45 del rotor 21. En la forma de realización mostrada, el eje de giro de la rueda de aletas 44 y el eje de giro 22 del rotor 21 coinciden. Durante el funcionamiento como máquina motriz térmica, en la rueda de aletas 30, que trabaja entonces como turbina, está conectado un generador. La turbina convierte, durante una circulación con una corriente de masas correspondiente, una presión diferencial resultante en potencia del árbol.

Como se deduce a partir de la figura 5, el dispositivo 20 presenta intersticio de estanqueidad dinámicos 46, que deben reducir al mínimo las circulaciones de retorno en virtud de una presión elevada en la salida de la rueda de aletas 30 frente a la entrada. En los intersticios de estanqueidad 46 encajan las láminas opuestas 47 de la rueda de aletas 30, para generar varios intersticios lo más pequeños posible.

La figura 7 muestra una forma de realización alternativa, en la que la rueda de aletas 30 individual presenta varias fases de la rueda de aletas 30', 30'', dos en la forma de realización mostrada, que pueden ser atravesadas por la corriente una detrás de la otra. Las fases de la rueda de aletas 30', 30'' están conectadas entre sí sobre una

5 desviación 30''', con la que el medio de trabajo se desvía desde una circulación radialmente hacia fuera en conexión con la primera fase de la rueda de aletas 30'' en primer lugar en una circulación radial hacia dentro y a continuación en una circulación en la dirección del eje de giro 22 hasta inmediatamente delante de la segunda fase de la rueda de aletas 30'. Cada fase de la rueda de aletas 30', 30'' está constituida de acuerdo con la forma de realización de una fase según las figuras 1 a 6. En la forma de realización mostrada, las fases de la rueda de aletas 30', 30'' están dispuestas sobre el mismo árbol de la rueda de aletas 44, que está conectado con un motor o con un generador. Las fases de la rueda de aletas 30', 30'' pueden estar alojadas de manera alternativa sobre árboles separados de la rueda de aletas, estando conectada cada fase de la rueda de aletas 30', 30'' con un motor o bien un generador.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo (20) para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica de temperatura más elevada y a la inversa con un rotor (21) alojado de forma giratoria alrededor de un eje de giro (22) para un medio de trabajo que circula a través de un proceso de circuito cerrado, en el que el rotor (21) presenta una unidad de compresor (23) con varios canales de compresión (25), en los que se pueden conducir circulaciones del medio de trabajo para la elevación de la presión con relación al eje de giro (22) esencialmente radiales hacia fuera, y una unidad de expansión (24) con varios canales de expansión (26), en los que se pueden conducir circulaciones del medio de trabajo para la reducción de la presión con respecto al eje de giro (22) esencialmente radiales hacia dentro, en el que el rotor (21) presenta, además, intercambiadores de calor (1', 1'') para un intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor, y con una rueda de aletas (30) giratoria con relación al rotor (21), que en un estado de funcionamiento de la bomba de calor está prevista para el mantenimiento de las circulaciones del medio de trabajo alrededor del eje de giro (22) del rotor (21) y/o en un estado de funcionamiento del generador está prevista para la utilización de la energía de circulación del medio de trabajo, en el que la rueda de aletas (30) está dispuesta entre canales de alimentación (31) que alimentan la circulación del medio de trabajo en el estado de funcionamiento de la bomba de calor y al menos un canal de desviación (32) del rotor (21) que descarga la circulación del medio de trabajo en el estado de funcionamiento de la bomba de calor, **caracterizado** porque los canales de alimentación (31) presentan secciones de salida (34) que se extienden esencialmente paralelas al eje de giro (22) y que se extienden hasta inmediatamente delante de un orificio de entrada (33) de la rueda de aletas (30), de manera que circulaciones individuales del medio de trabajo se pueden conducir desde los canales de alimentación (31) esencialmente paralelos al eje de giro (22) hasta la rueda de aletas (30).
- 2.- Dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque los canales de alimentación (31) presentan secciones de alimentación (35) que se extienden esencialmente en dirección radial, que están dispuestas entre las secciones de salida (34) e intercambiadores de calor internos (1'') con relación al eje de giro (22).
- 3.- Dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el al menos un canal de desviación (32) está conectado con los canales de compresión (25), que están conectados con intercambiadores de calor exteriores (1') con relación al eje de giro (22).
- 4.- Dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) está dispuesta en dirección radial más cerca del eje de giro (22) que el intercambiador de calor interior (1''), en el que la rueda de aletas (30) está dispuesta con preferencia concéntricamente alrededor del eje de giro (22) del rotor (11).
- 5.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado** porque los canales de alimentación (31) presentan en las secciones de salida (34) unas paredes (36) curvadas en forma de arco, que provocan una desviación del medio de trabajo alrededor de esencialmente 90° desde las secciones de alimentación (35) hasta las secciones de salida (34).
- 6.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque las secciones de salida (34) de los canales de alimentación (31) están formados entre elementos de separación (37) que se extienden esencialmente en dirección radial y en dirección axial con respecto al eje de giro, en particular paredes de separación esencialmente planas.
- 7.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) presenta una pluralidad de aletas (38) curvadas especialmente en forma de arco.
- 8.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) presenta sobre el lado dirigido hacia el eje de giro (22) una sección radial (40) libre de aletas (38), en el que con preferencia la rueda de aletas (30) presenta en la sección radial (40) una pared de desviación (41) curvada en forma de arco, con la que se puede desviar el medio de trabajo alrededor de esencialmente 90° en dirección radial.
- 9.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el al menos un canal de desviación (32) presenta una sección de entrada (42) dispuesta inclinada con relación a la dirección radial, que está conectada con una sección de desviación (43) que se extiende esencialmente en dirección radial.
- 10.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) presenta un árbol de rueda de aletas (44) giratorio especialmente paralelo al eje de giro (22) del rotor (21), que está conectado con un motor o con un generador.
- 11.- Dispositivo (20) de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque el motor está instalado para la rotación de la rueda de aletas (30) en el mismo sentido de giro (39, 45) que el rotor (21) con los canales de expansión (25) y los canales de compresión (26) para el medio de trabajo.

- 5 12.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque están previstos al menos un intercambiador de calor interior (1'') con respecto al eje de giro y al menos un intercambiador de calor exterior (1') con respecto al eje de giro (22), en el que con preferencia en cada caso están previstos varios intercambiadores de calor interiores (1''') y varios intercambiadores de calor exteriores (1'), en el que el número de los intercambiadores de calor interiores (1'') corresponde con preferencia a un múltiplo de los intercambiadores de calor exteriores (1') o a la inversa, en el que el al menos un intercambiador de calor interior (1'') y el al menos un intercambiador de calor exterior (1') se extienden con preferencia esencialmente paralelos al eje de giro (22), en el que los canales de compresión (25) y/o los canales de expansión (26) se extienden entre intercambiadores de calor internos (1'') y el intercambiador de calor exterior (1').
- 10 13.- Dispositivo (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) presenta varias fases (30', 30'') de la rueda de aletas que pueden ser atravesadas unas detrás de las otras por el medio de trabajo.
- 15 14.- Procedimiento para la conversión de energía térmica de baja temperatura en energía térmica de temperatura más elevada por medio de energía mecánica y a la inversa, en el que un medio de trabajo recorre en un rotor (21) que gira alrededor de un eje de giro (22) un proceso de circuito cerrado, en el que varias circulaciones del medio de trabajo son guiadas para la elevación de la presión con respecto al eje de giro (22) esencialmente radiales hacia fuera, en el que las circulaciones del medio de trabajo son guiadas para la reducción de la presión con respecto al eje de giro esencialmente radiales hacia dentro, en el que se realiza un intercambio de calor entre el medio de trabajo y un medio de intercambio de calor, en el que el medio de trabajo es guiado en un estado de funcionamiento de la bomba de calor se conduce para el mantenimiento de las circulaciones del medio de trabajo alrededor del eje de giro del rotor y/o en un estado de funcionamiento del generador se conducen para la utilización de la energía de circulación del medio de trabajo a través de una rueda de aletas (30), **caracterizado** porque las circulaciones individuales del medio de trabajo en el estado de funcionamiento de la bomba de calor se conducen hasta
- 20 25 inmediatamente delante de la rueda de aletas (30) y se introducen esencialmente paralelas al eje de giro (22) en el interior de la rueda de aletas (30).
- 30 15.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque la rueda de aletas (30) gira en el mismo sentido de giro (39, 45) con un número de revoluciones absoluto más elevado que el rotor (21) con los canales de expansión (25) y los canales de compresión (26).
- 35

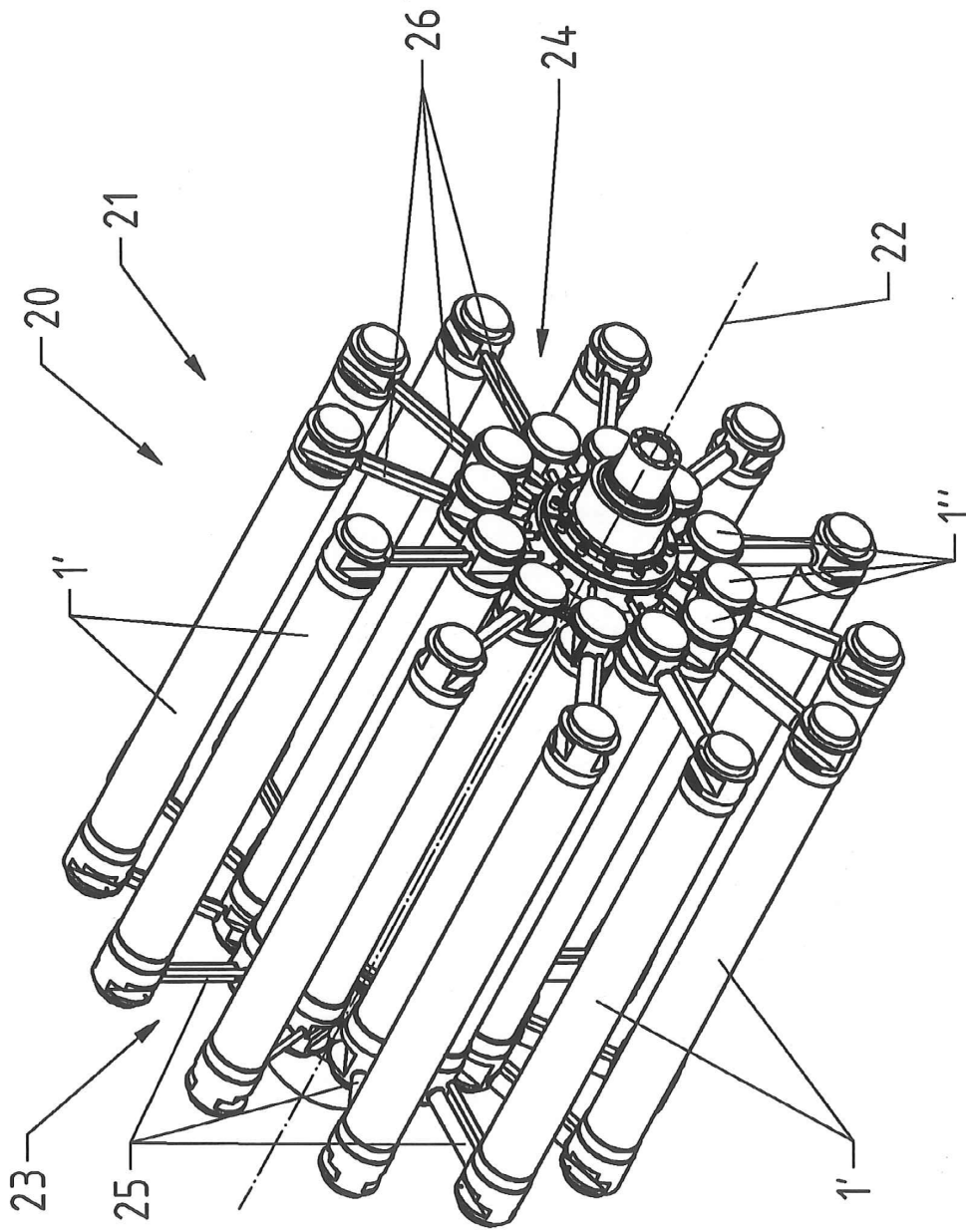


Fig. 1

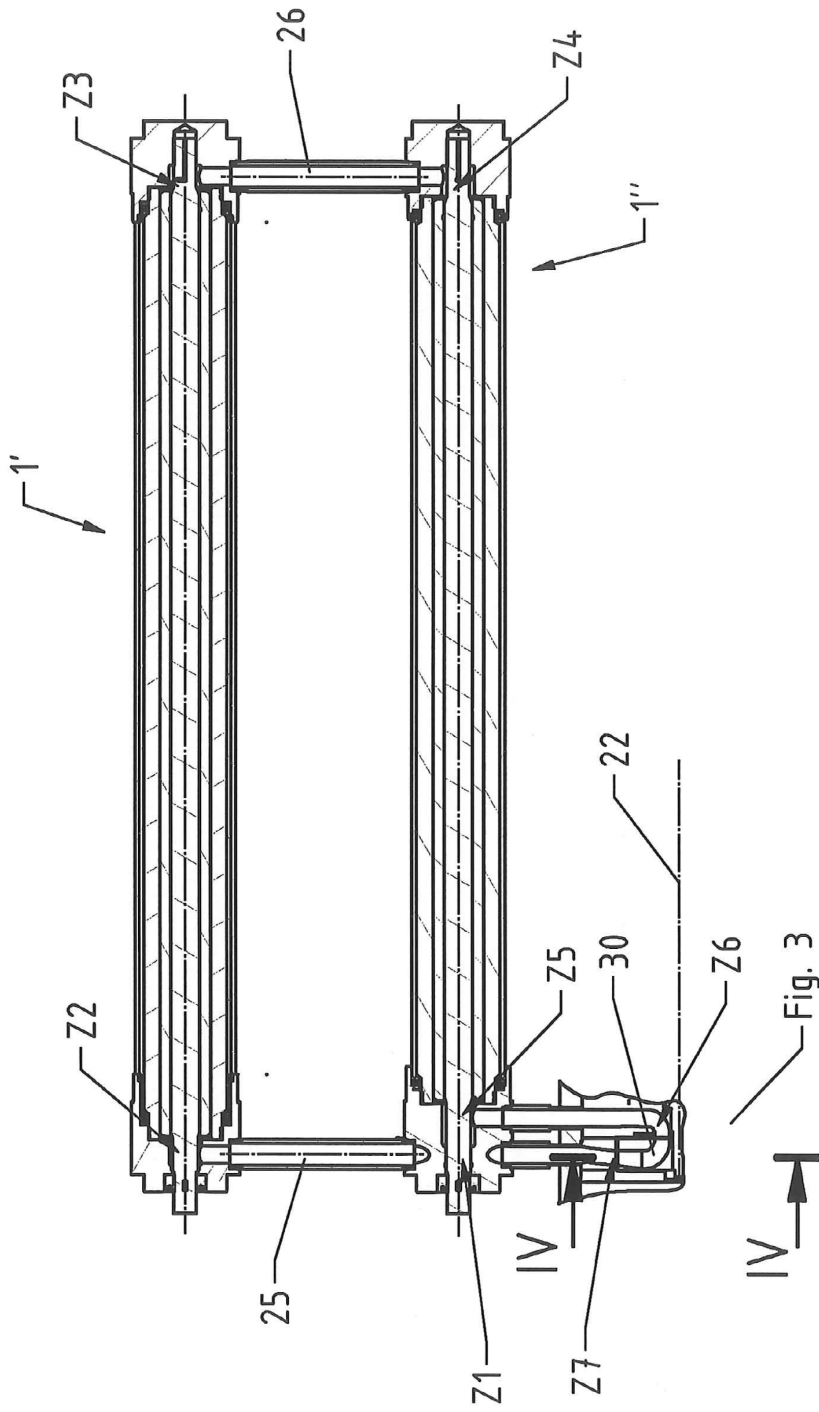


Fig. 2

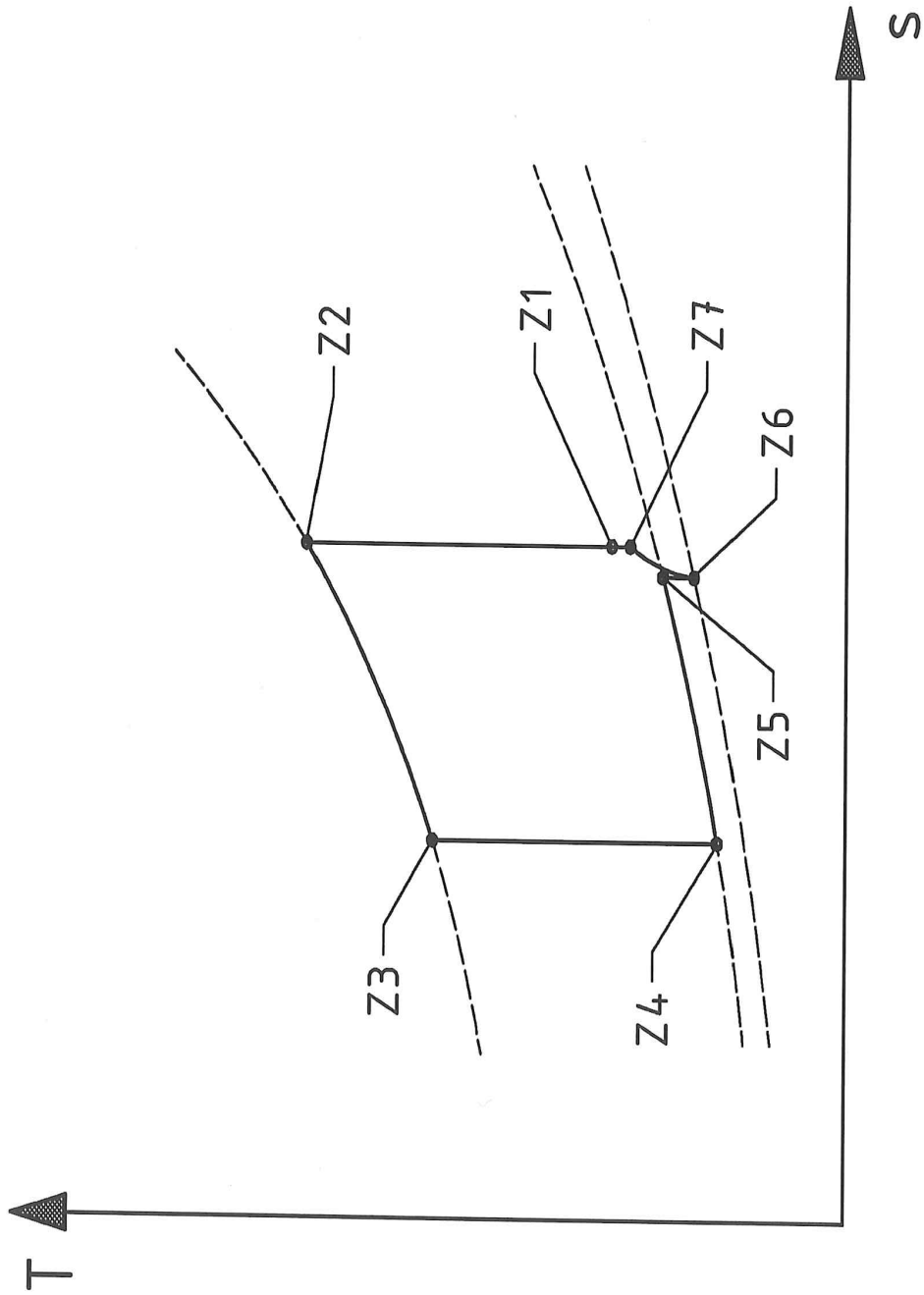


Fig. 2A

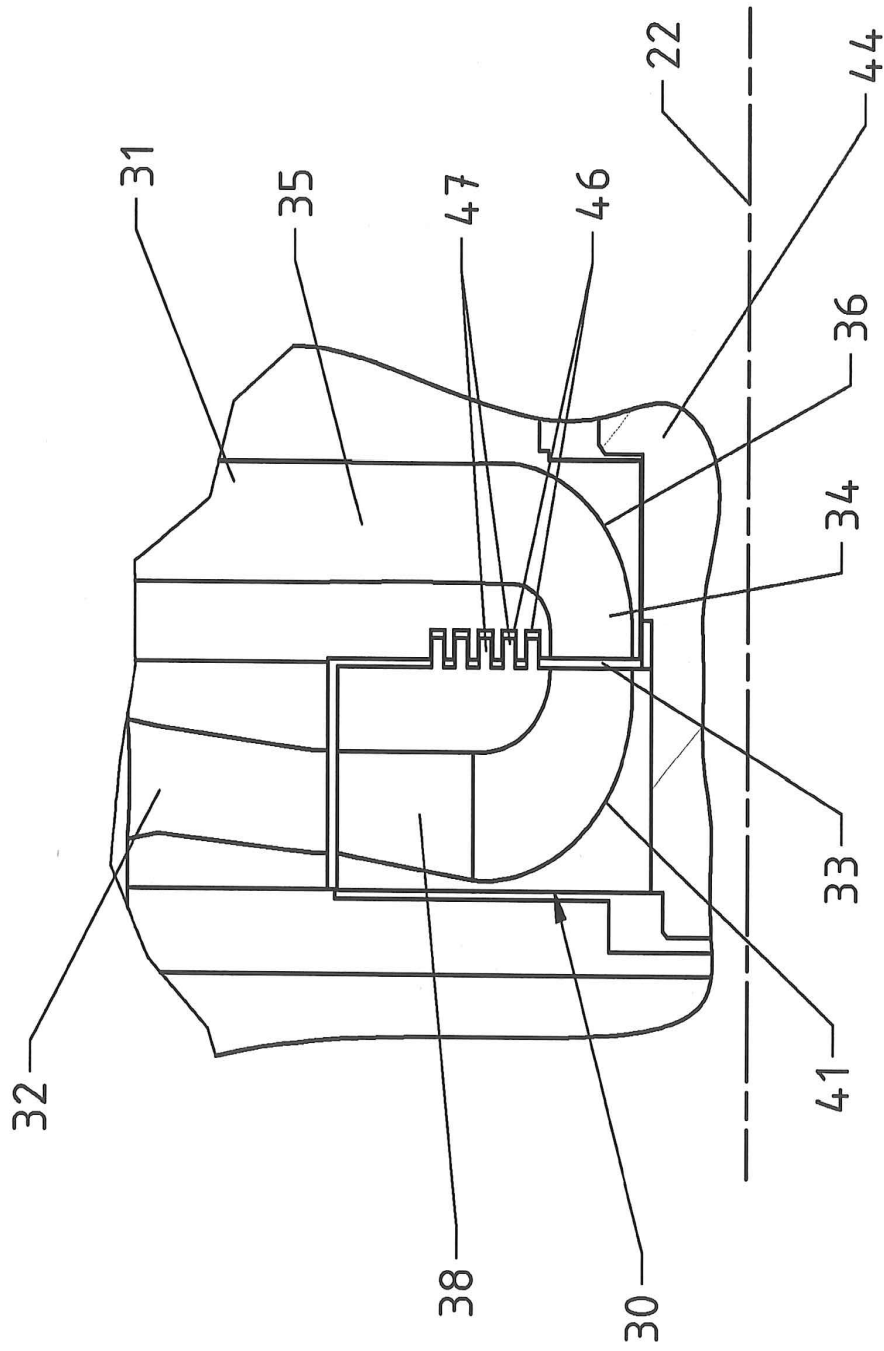


Fig. 3

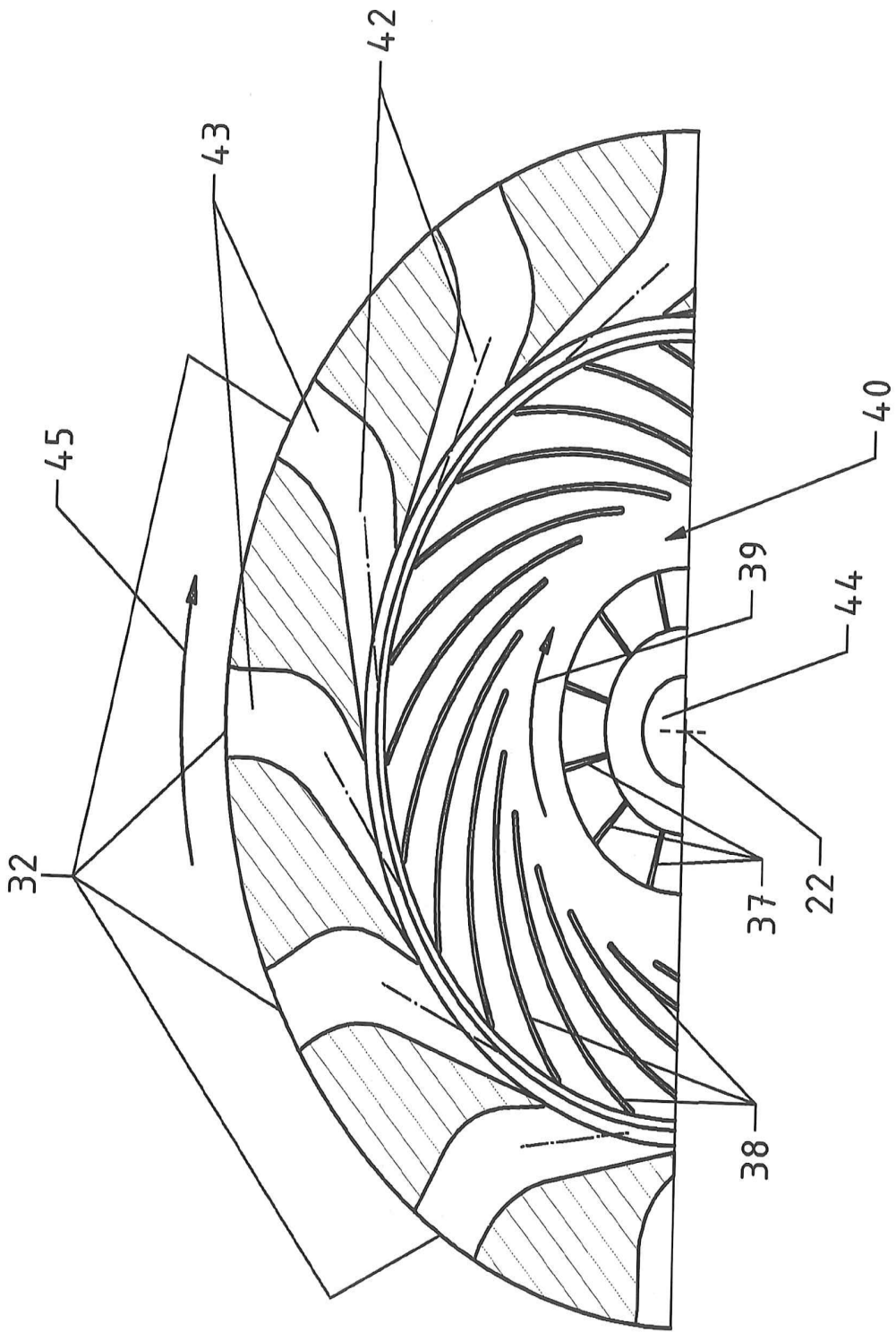


Fig. 4

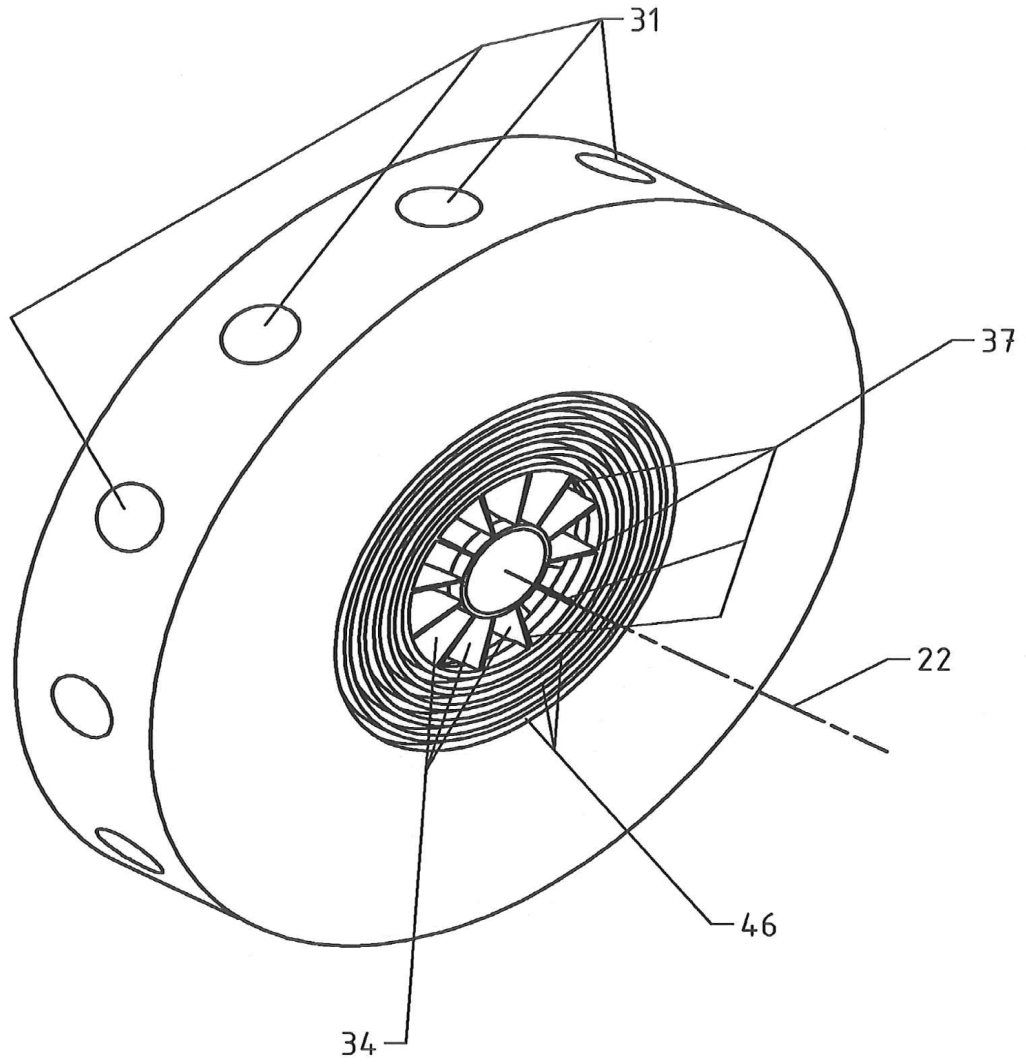


Fig. 5

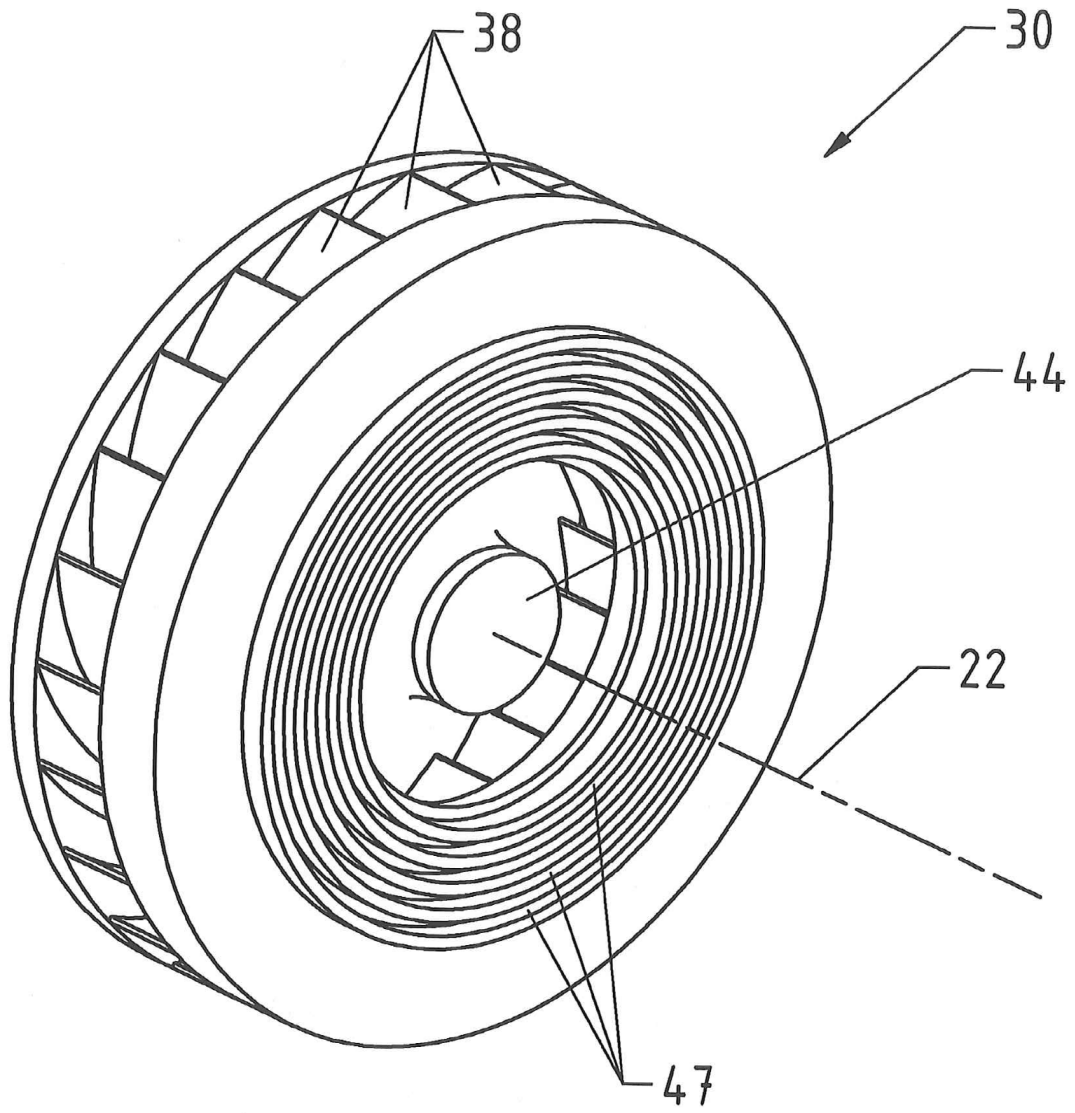


Fig. 6

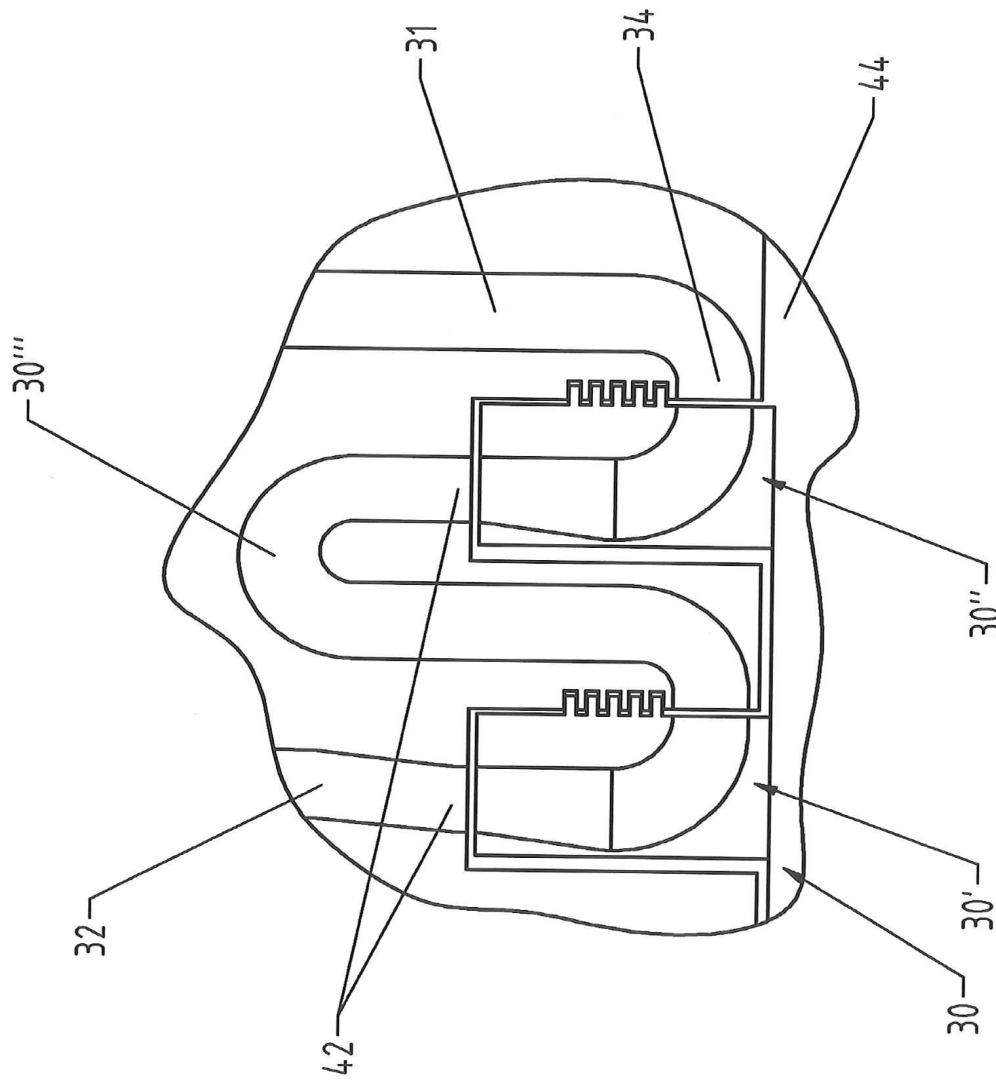


Fig. 7