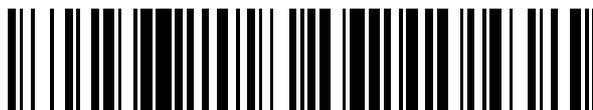


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 423**

51 Int. Cl.:

F01K 25/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2015** **E 15201709 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018** **EP 3184758**

54 Título: **Planta de cogeneración y procedimiento para operar una planta de cogeneración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2018

73 Titular/es:
FUELSAVE GMBH (100.0%)
Altrottstrasse 31
69190 Walldorf, DE

72 Inventor/es:
HOFFMANN, DIRK

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 666 423 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

Planta de cogeneración y procedimiento para operar una planta de cogeneración

[0001] La presente invención se refiere, en un primer aspecto, a una planta de cogeneración, a continuación denominada también BHKW (por sus siglas en alemán), según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 [0002] En un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para operar una planta de cogeneración, según el preámbulo de la reivindicación 13.

[0003] Una planta de cogeneración de este tipo presenta una cámara de combustión para la combustión de un vector energético. El vector energético en principio puede ser de cualquier clase. Por ejemplo, puede tratarse de un vector energético fósil, como carbón, petróleo, gasolina o gasóleo, o también de madera o productos (de desecho) biológicos. La cámara de combustión puede comprender medios de ignición y en principio puede presentar cualquier forma y estar formada por la cantidad deseada de espacios o secciones. A través de la combustión se libera energía térmica que es utilizada posteriormente en la planta de cogeneración. También hay medios de generación de corriente para obtener energía eléctrica a partir de energía térmica que se libera a través de la combustión del vector energético. Los medios de generación de corriente en principio pueden estar formados de modo conocido y pueden comprender, por ejemplo, una turbina y un generador.

[0004] Una planta de cogeneración de este tipo comprende además un sistema de aprovechamiento de energía que está preparado para transformar calor residual en energía eléctrica. El calor residual puede ser en particular la energía térmica de un fluido que accione los medios de generación de corriente (por ejemplo una turbina). De este modo, al menos una parte de la energía térmica que no se transforma en energía eléctrica a través de los medios de generación de corriente, puede transformarse aún en energía eléctrica con la ayuda del sistema de aprovechamiento de calor residual. Finalmente, solo una parte del calor residual es puesta a disposición por la planta de cogeneración para calefactar, por ejemplo, edificios o para proporcionar agua caliente. El sistema de aprovechamiento de calor residual comprende al menos un motor de pistones rotativos y un generador, en donde el motor de pistones rotativos puede accionarse con la ayuda del calor residual y está acoplado al generador para generar energía eléctrica durante la rotación del motor de pistones rotativos con el generador.

[0005] Por fluido puede entenderse un gas y/o un líquido. Dependiendo de la posición en, por ejemplo, el sistema de aprovechamiento de calor residual, el fluido también puede estar presente de forma alternada como gas o como líquido.

[0006] En un procedimiento de este tipo para operar una planta de cogeneración, se prevé que un vector energético sea quemado en una cámara de combustión. A partir de la energía térmica que se libera a través de la combustión del vector energético, con medios de generación de corriente, se obtiene energía eléctrica. Con un sistema de aprovechamiento de calor residual, el calor residual se transforma en energía eléctrica, en donde el sistema de aprovechamiento de calor residual comprende al menos un motor de pistones rotativos y un generador. El motor de pistones rotativos es accionado con la ayuda del calor residual y está acoplado al generador, con lo cual se genera energía eléctrica durante la rotación del motor de pistones rotativos con el generador.

[0007] Un problema en las plantas de cogeneración de este tipo está asociado al hecho de que un vector energético, por ejemplo un fluido, cuya energía térmica (calor residual) debe aprovecharse con el sistema de aprovechamiento de calor residual, posee una temperatura más bien reducida. Para poder generar a pesar de ello cantidades significativas de energía eléctrica, las exigencias con respecto al sistema de aprovechamiento de calor residual son elevadas. Este debe alcanzar un grado de efectividad lo más elevado posible en el caso de vectores energéticos con temperatura relativamente reducida y/o con una presión reducida.

[0008] Además, en los sistemas de aprovechamiento de calor residual conocidos puede ser desventajoso el hecho de que los motores de pistón rotativo utilizados suelen estar diseñados para un intervalo relativamente limitado de presión de trabajo del fluido, que aquí suele presentarse en forma de gas, y en general en el caso de una presión de trabajo reducida presentan un grado de efectividad medio.

[0009] Se conocen plantas de cogeneración del tipo mencionado al principio, en las cuales se proporciona un sistema de aprovechamiento del calor residual, por ejemplo, por DE 10 2005 048 795 B3, DE 20 2011 101 243 U1 y WO 2011/026635 A2.

5 [0010] Se describen motores de pistones rotativos a través de los cuales se guía un fluido, en particular gas residual, para accionar así el motor de pistones rotativos y finalmente generar energía eléctrica, en DE 10 2007 019 958 A1, DE 44 39 063 A1, GB 576 603 y WO 2012/140172 A1.

[0011] El objeto de la invención es proporcionar una planta de cogeneración y un procedimiento para operar una planta de cogeneración, en donde el sistema de calor residual de la planta de cogeneración ofrezca un grado de efectividad lo más elevado posible incluso con presiones y temperaturas reducidas.

10 [0012] Este objeto se soluciona a través de la planta de cogeneración con las características de la reivindicación 1 y a través del procedimiento con las características de la reivindicación 13.

[0013] Se proporcionan variantes ventajosas de la planta de cogeneración según la invención y del procedimiento según la invención en las reivindicaciones dependientes y se explican además en la siguiente descripción.

15 [0014] En la planta de cogeneración del tipo mencionado anteriormente, según la invención, se prevé que el motor de pistones rotativos presente una carcasa que forma un espacio interno en el cual se disponen al menos dos pistones rotativos, de modo que roten de forma conjunta cuando un fluido circule a través del espacio interno. El sistema de aprovechamiento de calor residual puede estar realizado de modo que el fluido en forma de gas circule a través del motor de pistones rotativos. En el sistema de aprovechamiento de calor residual, el calor residual produce un aumento de la presión del fluido, con lo cual el motor de pistones rotativos es accionado.

20 [0015] En comparación con un motor de pistones rotativos con un único pistón rotativo, a través de la conformación según la invención, se aprovecha una mayor parte de la energía que se encuentra presente en la presión del fluido/presión del gas, y puede transformarse en energía eléctrica.

25 [0016] De manera correspondiente, en el procedimiento del tipo mencionado anteriormente, según la invención, se prevé que el motor de pistones rotativos presente una carcasa que forma un espacio interno en el cual se disponen al menos dos pistones rotativos, de modo que roten de forma conjunta cuando un fluido circule a través del espacio interno.

[0017] En principio, las tuberías para el fluido pueden estar diseñadas de modo que el fluido circule solo una vez a través del motor de pistones rotativos y después sea reconducido, por ejemplo para calefactar.

30 [0018] De manera alternativa, el sistema de aprovechamiento de calor residual puede comprender un ciclo, en particular un ciclo orgánico de Rankine (ORC, por las siglas en inglés de Organic Rankine Cycle). El ciclo comprende un sistema de tuberías para la circulación del fluido y un intercambiador de calor, dispuesto en el sistema de tuberías, para transferir el calor residual al fluido. El motor de pistones rotativos está dispuesto igualmente en el sistema de tuberías, para ser atravesado por el fluido. Cuando el fluido circula en un sistema de tuberías cerrado puede utilizarse un fluido adecuado para temperaturas y presiones reducidas, en particular un fluido orgánico.
35 Gracias a ello puede aumentarse el grado de efectividad en el caso de una temperatura menor del fluido. Dependiendo de la conformación del ciclo, éste comprende otros componentes. De este modo puede proporcionarse un evaporador o el intercambiador de calor puede diseñarse como evaporador, para evaporar el fluido a través del calor residual. Aguas abajo del motor de pistones rotativos puede disponerse un condensador para provocar una transición de fases del fluido, de gaseoso a líquido. Se puede disponer un precalentador que es otro intercambiador
40 de calor, en el sistema de tuberías, para suministrar ya calor residual al fluido, antes de que éste se evapore en el intercambiador de calor/evaporador. Se dispone una bomba de alimentación en el sistema de tuberías, preferentemente aguas abajo del condensador, y preferentemente aguas arriba con respecto al precalentador.

45 [0019] Los medios de generación de corriente pueden estar diseñados del modo descrito en la introducción. Para generar energía eléctrica pueden comprender un generador, el cual preferentemente se trata del mismo generador al cual se acopla el motor de pistones rotativos. Por tanto, se pueden acoplar una máquina de combustión de los medios de generación de corriente y el motor de pistones rotativos del sistema de aprovechamiento de calor residual al mismo generador.

[0020] El diseño del motor de pistones rotativos es de gran importancia para una transformación de energía eficiente en el caso de una temperatura o presión reducida del fluido.

5 [0021] Cada pistón rotativo, en su circunferencia externa, presenta al menos dos juntas de estanqueidad y al menos dos cavidades. Las formas de las cavidades y de las juntas de estanqueidad se seleccionan para el acoplamiento estanco de las juntas de estanqueidad de respectivamente uno de los pistones rotativos en las cavidades del respectivamente otro pistón rotativo. Además, las juntas de estanqueidad en la dirección radial están dimensionadas para el contacto estanco de una pared interna de la carcasa.

[0022] La dirección radial se refiere al radio del pistón rotativo asociado, con lo cual la dirección radial es transversal o perpendicular con respecto a la dirección de rotación del respectivo pistón rotativo.

10 [0023] La carcasa comprende una abertura de entrada para la introducción del fluido en el espacio interno y una abertura de salida para el fluido que se encuentra en el espacio interno, en un lado opuesto de la abertura de entrada, es decir que los dos pistones rotativos están dispuestos entre la abertura de entrada y la abertura de salida.

15 [0024] El fluido que proviene de la abertura de entrada ejerce presión contra (al menos) algunas de las juntas de estanqueidad, debido a lo cual esas juntas de estanqueidad son presionadas contra la pared interna de la carcasa. En particular, dependiendo de la posición de rotación, al menos una (o exactamente una) de las juntas de estanqueidad de cada pistón rotativo puede estar expuesta al fluido que entra y, de este modo, puede ser presionada por este contra la pared interna de la carcasa.

20 [0025] Las juntas de estanqueidad se introducen o colocan en los pistones rotativos. Una presión de fluido puede actuar sobre las juntas de estanqueidad y presionarlas contra la pared interna de la carcasa, con lo cual se genera una estanqueidad particularmente buena. De este modo, la presión del fluido provoca una cierta deformación de las juntas de estanqueidad, la cual es importante para una estanqueidad eficiente.

[0026] Una deformación de este tipo no sería posible o apenas sería posible si toda la circunferencia externa de un pistón rotativo estuviera formada de forma rígida, en particular del mismo material.

25 [0027] La presión de estanqueidad del fluido puede alcanzarse ya en el caso de una presión relativamente reducida. También la viscosidad del fluido de trabajo desempeña una función poco importante. Por lo tanto, el motor de pistones rotativos de la invención puede utilizarse para numerosos fluidos de trabajo diferentes y bajo presiones muy diferentes. Como otra ventaja, en función del fluido utilizado, no se necesitan lubricantes o aceites lubricates en el motor de pistones rotativos.

30 [0028] Se obtiene una estanqueidad particularmente buena cuando las juntas de estanqueidad comprenden un material deformable o elástico, de modo que a través del fluido pueden presionarse/deformarse de forma estanca contra la pared interna de la carcasa. El material de las juntas de estanqueidad puede deformarse con mayor facilidad o es más elástico que un material del pistón rotativo que rodea las juntas de estanqueidad, en particular que el material del cual están formadas las ranuras para alojar las juntas de estanqueidad, las cuales se describirán con mayor detalle más adelante.

35 [0029] El fluido utilizado puede ser en principio cualquier líquido o cualquier gas. Este es guiado mediante la abertura de entrada hacia el espacio interno del motor de pistones rotativos. Al circular el fluido a través del espacio interno en la dirección de la abertura de salida hace rotar los dos pistones rotativos. De este modo, los pistones rotativos están dimensionados y dispuestos en el espacio interno de tal modo que el fluido, desde la abertura de entrada, solo puede alcanzar la abertura de salida cuando los pistones rotativos rotan. Expresado de otro modo, al estar detenidos
40 los pistones rotativos provocan una estanqueidad, de modo que sin una rotación ningún fluido puede circular en el espacio interno. Por una parte, para esa estanqueidad se necesita un contacto de los dos pistones rotativos. A través de ese contacto poco o nada de fluido puede llegar a pasar entre los dos pistones rotativos. Por otra parte, para la estanqueidad se necesita también un contacto de los pistones rotativos con respecto a la pared interna de la carcasa. Ese contacto existe al menos en un lado del respectivo pistón rotativo, orientado hacia el exterior, el cual
45 está apartado del área de contacto entre los pistones rotativos. A modo de ejemplo, cada pistón rotativo, mediante sus juntas de estanqueidad, puede proporcionar un contacto estanco con respecto a la pared interna de la carcasa, contigua, sobre un área angular de al menos 150°, preferentemente de al menos 180° y de forma especialmente preferente de más de 180°.

[0030] Las juntas de estanqueidad pueden extenderse en una dirección longitudinal que se sitúa esencialmente paralela con respecto a los ejes de rotación de los dos pistones rotativos. En particular, el ángulo entre la dirección longitudinal y los ejes de rotación puede ser menor que 20°, preferentemente menor que 10°.

5 [0031] Los dos ejes de rotación de los dos pistones rotativos pueden ubicarse igualmente de forma paralela uno con respecto a otro o al menos en un ángulo que como máximo ascienda a 40° o preferentemente como máximo a 20°. Además, ambos pistones rotativos pueden estar diseñados de forma idéntica. Si se utilizan juntas de estanqueidad asimétricas, como se describe más adelante, entonces los pistones rotativos pueden ser idénticos hasta en cuanto a una disposición o conformación especular de las juntas de estanqueidad.

10 [0032] Por pistón rotativo puede entenderse un objeto que está montado de forma giratoria y que, durante la rotación, hace rotar también a un árbol. La rotación de ese árbol puede entonces utilizarse por ejemplo para hacer rotar otros objetos o para generar energía eléctrica, en particular mediante el generador.

15 [0033] Para la fijación de las juntas de estanqueidad en los pistones rotativos, las juntas de estanqueidad pueden alojarse en ranuras, o también en surcos o cavidades similares, formados en la respectiva circunferencia externa de los pistones rotativos. En particular las ranuras pueden estar formadas en las coronas dentadas de los pistones rotativos, las cuales se describen más adelante. En las ranuras, las juntas de estanqueidad pueden fijarse en principio de cualquier modo. Con ello, las juntas de estanqueidad pueden ser intercambiables, con lo cual, en el caso de una abrasión debido al contacto estanco, es posible un cambio sencillo de las juntas de estanqueidad, sin que deban cambiarse otros componentes del motor de pistones rotativos.

20 [0034] En una conformación preferente, las juntas de estanqueidad se forman como tuercas correderas para acoplarlas sujetándolas en las tuercas de los pistones rotativos. Con ello se entiende que las juntas de estanqueidad, en su respectivo extremo interno que está alojado en el pistón rotativo asociado, presentan un engrosamiento o un collar. Las ranuras en las cuales se alojan las juntas de estanqueidad están conformadas de modo que el engrosamiento o el collar mencionados se acoplen sujetándolos.

25 [0035] En particular, las ranuras pueden estar conformadas como ranuras en T y cada una de las tuercas correderas puede comprender un collar que sobresalga lateralmente, para acoplarlo en una de las ranuras en T. Así, en un corte transversal o perpendicular con respecto al eje de rotación del pistón rotativo asociado, las ranuras poseen la forma de una T. Un extremo de las tuercas de corredera orientado hacia el interior del pistón rotativo posee igualmente la forma de una T, de manera que la tuerca de corredera se sostiene en la ranura en T. En principio, de forma alternativa o complementaria, pueden proporcionarse también fijaciones por tornillo o uniones adhesivas para
30 la fijación de las juntas de estanqueidad en las ranuras.

[0036] Las juntas de estanqueidad y las ranuras asociadas, de este modo, pueden conformarse de manera que las juntas de estanqueidad se sujeten en la dirección radial del pistón rotativo asociado, es decir, que queden inmóviles. En cambio, puede ser posible un movimiento de las juntas de estanqueidad (y, con ello, una introducción y una extracción), por ejemplo de forma perpendicular, en particular en la dirección del eje de rotación del pistón rotativo.
35 De este modo se pueden cambiar con facilidad las juntas de estanqueidad usadas o desgastadas.

[0037] El efecto estanco de la junta de estanqueidad con respecto a la pared interna de la carcasa depende de la deformación de las juntas de estanqueidad. De este modo, se considera ventajoso que una presión del fluido provoque una deformación de las juntas de estanqueidad hacia la pared interna de la carcasa, y no, por ejemplo, una deformación que se aparte de la pared interna de la carcasa. Cada una de las juntas de estanqueidad posee un
40 lado que, en el caso de una posición del ángulo de rotación del pistón rotativo asociado, en donde la junta de estanqueidad entra en contacto con la pared interna de la carcasa, se encuentra orientado hacia el fluido que entra. A continuación, ese lado se denomina lado de contacto de fluido. Para producir una deformación para el contacto estanco de la pared interna de la carcasa, el lado de contacto de fluido posee preferentemente una forma convexa o al menos posee una forma convexa en su extremo orientado hacia la pared interna de la carcasa. Preferentemente,
45 el lado de contacto de fluido puede poseer más bien una forma cóncava o al menos puede presentar una forma cóncava en su extremo orientado hacia la pared interna de la carcasa. De forma alternativa, un desarrollo esencialmente plano del lado de contacto de fluido puede proporcionar una deformación igualmente suficiente, dependiendo de las condiciones.

[0038] Cada una de las juntas de estanqueidad posee además un lado posterior que se opone al lado de contacto de fluido. Ese lado posterior no está orientado hacia el fluido que entra cuando se presenta una posición del ángulo de rotación del pistón rotativo asociado, en donde la junta de estanqueidad entra en contacto con la pared interna de la carcasa o es adyacente a la misma. La forma del lado posterior posee igualmente efectos sobre la deformación y, con ello, sobre el efecto estanco. Preferentemente, el lado posterior no es cóncavo o al menos no es cóncavo en un extremo orientado hacia la pared interna de la carcasa. Preferentemente, el lado posterior está conformado de forma convexa o presenta una forma convexa al menos en un extremo orientado hacia la pared interna de la carcasa. Un efecto estanco suficiente puede ser posible a su vez incluso con una forma lineal o plana del lado posterior.

[0039] Las juntas de estanqueidad pueden presentar un borde en el cual se provoque un contacto estanco con respecto a la pared interna de la carcasa. El borde se puede obtener de una sección transversal no circular, en particular cuando el lado de contacto de fluido es cóncavo y el lado posterior es convexo.

[0040] Preferentemente, cada uno de los pistones rotativos dispone en su circunferencia externa de dos juntas de estanqueidad (en particular exactamente de dos), en posiciones angulares opuestas. En particular, las dos posiciones angulares pueden estar desplazadas una con respecto a otra en un ángulo de rotación de 180°, alrededor del eje de rotación del pistón rotativo asociado. Además, cada pistón rotativo puede comprender dos cavidades que se encuentren en la circunferencia externa en posiciones angulares que igualmente estén desplazadas unas con respecto a otras 180°, y de forma preferente respectivamente 90° con respecto a las posiciones angulares de las dos juntas de estanqueidad. Con ello se logra que el fluido que entra ejerza presión siempre contra una de las juntas de estanqueidad, en cada junta de estanqueidad, provocando una rotación del pistón rotativo. Además, a través de esa disposición se logra que, independientemente de una posición de rotación momentánea de los pistones rotativos, se proporcione siempre una estanqueidad de los dos pistones rotativos con respecto a la pared interna de la carcasa.

[0041] De manera conveniente, las juntas de estanqueidad pueden dimensionarse de tal manera, y una pared interna de la carcasa puede conformarse de tal manera, que las juntas de estanqueidad, dentro de un área del ángulo de rotación de los pistones rotativos, estén en contacto estanco con la pared interna de la carcasa. Esa área del ángulo de rotación puede encontrarse situada de forma opuesta con respecto a un área de contacto entre los dos pistones rotativos. Dependiendo del ángulo de rotación, por tanto, al menos una de las juntas de estanqueidad entra en contacto estanco con la pared interna de la carcasa. Preferentemente, la conformación de la pared interna de la carcasa es tal que, mediante un área del ángulo de rotación, que puede situarse por ejemplo entre 5° y 20°, dos juntas de estanqueidad entren en contacto con la pared interna de la carcasa y, en caso contrario, solo una junta de estanqueidad entre en contacto con la pared interna de la carcasa. A través de una superposición de este tipo se asegura, para cada posición de rotación, que nada de fluido pueda circular delante de los pistones rotativos, sin hacerlos rotar.

[0042] Cada uno de los pistones rotativos, en su circunferencia externa, puede presentar una corona dentada. Los pistones rotativos pueden por tanto estar dispuestos de manera que sus coronas dentadas se engranen. Debido a ello se impide en gran medida que circule fluido entre los dos pistones rotativos. Más bien el fluido se transporta en el borde, entre los pistones rotativos y la pared interna de la carcasa. Las coronas dentadas pueden estar interrumpidas por las cavidades y las juntas de estanqueidad y además pueden extenderse sobre toda la circunferencia de los dos pistones rotativos. Por corona dentada puede entenderse que una superficie circunferencial externa del pistón rotativo asociado presenta dientes que sobresalen de forma radial. Preferentemente, cada diente se extiende sobre toda la altura de los pistones rotativos, a lo largo de sus ejes de rotación. De este modo, en la dirección circunferencial, la superficie externa de cada pistón rotativo está definida a través de los dientes, en donde entre los dientes están formadas las ranuras para las juntas de estanqueidad y las cavidades correspondientes.

[0043] En particular a través de fluctuaciones de temperatura puede modificarse mínimamente la posición relativa de ambos pistones rotativos, uno con respecto al otro. A través del engrane de las coronas dentadas, sin embargo, en el caso de variaciones de posición de este tipo, puede seguir obteniéndose un efecto estanco. De lo contrario, las coronas dentadas serían inadecuadas para proporcionar una estanqueidad con respecto a la pared interna de la carcasa porque aquí las variaciones de la posición conducirían a corrientes de fuga por la falta de dientes engranados. Para evitarlo, la estanqueidad con respecto a la pared interna de la carcasa no se provoca a través de las coronas dentadas, sino a través de las juntas de estanqueidad.

[0044] Dependiendo de la posición de rotación de los dos pistones rotativos se proporciona un contacto muy estanco entre los mismos, a través del engrane de las coronas dentadas o a través de una de las juntas de estanqueidad de uno de los pistones rotativos que penetra dentro de una de las cavidades en el otro pistón rotativo.

5 [0045] Las juntas de estanqueidad pueden sobresalir en dirección radial desde su respectivo pistón rotativo más hacia fuera que la respectiva corona dentada. Debido a ello, la corona dentada siempre está distanciada de la pared interna de la carcasa. En medio se forma un espacio libre, mediante el cual el fluido alcanza la dirección de la abertura de salida. El espacio libre, en la dirección circunferencial de los pistones rotativos, se limita por las juntas de estanqueidad.

10 [0046] Las juntas de estanqueidad, mediante la respectiva corona dentada, sobresalen preferentemente en una sección radial que es entre el 5% y el 30%, en particular entre el 10% y el 25%, del radio de la corona dentada. Ese radio puede medirse desde el punto central del pistón rotativo hasta la circunferencia externa de la corona dentada asociada. La sección radial sobresaliente influye en el tamaño de la deformación de la junta de estanqueidad, influyendo con ello en las propiedades de estanqueidad. Además, la sección radial sobresaliente es determinante para la cantidad de fluido que se transporta delante del pistón rotativo asociado. Se ha comprobado que con los
15 valores antes mencionados puede alcanzarse una buena estanqueidad y que incluso con una presión de fluido reducida puede alcanzarse un grado de efectividad elevado.

[0047] El tamaño radial de los dientes de la corona dentada asciende preferentemente como máximo al 15%, preferentemente como máximo al 10% de un radio de la corona dentada. De este modo se reduce en una magnitud suficiente el flujo de fluido entre las dos coronas dentadas. Además, unos dientes más grandes podrían tener efectos desventajosos sobre la circulación de fluido, dependiendo del fluido. El radio de la corona dentada puede estar
20 definido por la sección desde su punto central hasta su circunferencia externa, es decir, hasta el extremo externo de los dientes.

[0048] Los pistones rotativos pueden poseer respectivamente una sección transversal redonda, en particular circular, en donde la circunferencia externa de la forma circular varía a través de la corona dentada, de las cavidades para el
25 acoplamiento de las juntas de estanqueidad y de las ranuras que eventualmente se encuentran presentes para la sujeción de las juntas de estanqueidad.

[0049] El motor de pistones rotativos se describe con dos pistones rotativos. No obstante, en principio pueden estar presentes también otros pistones rotativos en el mismo espacio interno o en otro espacio interno. Además, la cantidad de juntas de estanqueidad y de cavidades correspondientes puede diferir de la cantidad descrita en las
30 distintas formas de realización.

[0050] En principio pueden emplearse también uno o varios motores de pistones rotativos para transformar la energía que aún se encuentra presente. Estos motores de pistones rotativos está formado como en el motor de pistones rotativos aquí descrito, y pueden disponerse en particular en el circuito de fluido o fuera del circuito de fluido aquí descrito, en particular en un ciclo propio.

35 [0051] Las propiedades de la invención descritas como características adicionales del objeto también deben entenderse como variantes del método de según la invención, y a la inversa.

[0052] A continuación, haciendo referencia a las figuras esquemáticas añadidas, se describen otras ventajas y características de la invención. Aquí muestran:

40 la Figura 1 un ejemplo de realización de una planta de cogeneración según la invención;
la Figura 2 una sección transversal de un motor de pistones rotativos de la planta de cogeneración de la figura 1;
y
la Figura 3 una parte ampliada de la Figura 2.

[0053] En las figuras, los elementos idénticos y los elementos con la misma función se indican normalmente con el mismo símbolo de referencia.

45 [0054] En la Figura 1 se muestra esquemáticamente un ejemplo de realización de una planta de cogeneración (BHKW) 400, según la invención.

[0055] La referencia 300 indica componentes que suelen estar presentes en una BHKW 400. Esos componentes comprenden en particular al menos una cámara de combustión y medios de generación de corriente. En la cámara o las cámaras de combustión se quema un vector energético y la energía térmica liberada se transforma parcialmente en energía cinética. La energía cinética se transforma después, al menos parcialmente, a través de los medios de generación de corriente, en energía eléctrica. La cámara o las cámaras de combustión pueden formar parte de una máquina de combustión que puede considerarse como parte de los medios de generación de corriente. Los medios de generación de corriente pueden comprender, por ejemplo, un generador que se acopla a la máquina de combustión. De forma alternativa o adicional puede estar presente una turbina que se acopla al generador. El medio que se produce a través de la combustión en la cámara de combustión, a continuación portador térmico, acciona la máquina de combustión o la turbina, con lo cual se genera energía eléctrica. El generador de los medios de generación de corriente puede ser precisamente el generador 110 que se menciona más adelante.

[0056] Así, se puede usar la energía térmica residual del medio portador térmico, concretamente para calefactar.

[0057] En la BHKW 400 también hay un sistema de aprovechamiento de energía 200 que utiliza además calor residual, es decir la energía térmica restante del portador térmico, para generar energía eléctrica.

[0058] El sistema de aprovechamiento de energía 200 dispone para ello de un ciclo, en particular de un ciclo orgánico de Rankine (ORC). El ciclo comprende un intercambiador de calor 150, a través del cual se transfiere energía térmica desde el portador térmico hacia un fluido que circula en el ciclo. El fluido puede seleccionarse de modo que, a través de la energía absorbida en el intercambiador de calor 150, se supere la temperatura de ebullición del fluido. De este modo, el intercambiador de calor 150 puede actuar como evaporador. Un sistema de tuberías 160 conduce el fluido desde el intercambiador de calor 150 hacia un motor de pistones rotativos que es accionado a través del fluido. El motor de pistones rotativos 100 está acoplado a un generador que genera energía eléctrica a través de la rotación del motor de pistones rotativos 100.

[0059] La conformación del motor de pistones rotativos 100 se describe con mayor detalle más adelante, en referencia a las Figuras 2 y 3.

[0060] Después del motor de pistones rotativos 100 se encuentra un condensador en el cual el fluido se enfría y licúa. Seguidamente es bombeado a través de una bomba de alimentación 130 en la dirección del intercambiador de calor 150. De forma opcional, entre la bomba de alimentación 130 y el intercambiador de calor 150 puede haber un precalentador 140. Éste puede estar realizado como intercambiador de calor y calienta el fluido en particular con la ayuda de energía térmica de los componentes 300. A modo de ejemplo, el precalentador 140 puede disponerse igualmente para absorber energía térmica del portador térmico antes mencionado.

[0061] La temperatura y la presión del fluido en el ciclo son relativamente reducidas. Para que a pesar de ello pueda generarse energía eléctrica con un grado de efectividad lo más elevado posible, se considera decisiva la conformación del motor de pistones rotativos 100. Éste comprende al menos dos pistones rotativos que están en contacto uno con otro. La estructura más precisa se muestra esquemáticamente en la Figura 2. En la Figura 3 se representa una parte ampliada de la misma.

[0062] El motor de pistones rotativos 100 es accionado a través del fluido circulante y sirve para transformar la energía del fluido en energía de rotación. Para ello, el motor de pistones rotativos 100 comprende como componentes esenciales dos pistones rotativos 20 y 30 que están dispuestos en un espacio interno 11. Éste es limitado por una pared interna de la carcasa 12 de una carcasa 10.

[0063] Una abertura de entrada 13 no representada en detalle posibilita que el fluido entre en el espacio interno 11. El fluido en principio puede ser cualquier líquido o también cualquier gas, o una mezcla de líquido y gas.

[0064] En el espacio interno 11 hay además una abertura de salida 15 para el fluido. Si el fluido circula desde la abertura de entrada 13, a través del espacio interno 11, hacia la abertura de salida 15, debe atravesar para ello los dos pistones rotativos 20, 30; haciéndolos rotar. Los signos de referencia 21 y 31 indican los ejes de rotación de los dos pistones rotativos 20 y 30. Los ejes de rotación 21, 31 se extienden hacia dentro del plano del dibujo.

[0065] Para un modo de funcionamiento eficaz es determinante la conformación de los pistones rotativos 20, 30. Estos deben proporcionar una estanqueidad de uno con respecto a otro y una estanqueidad con respecto a la pared

interna de la carcasa 12 circundante, de modo que el fluido, en el caso de una detención de los pistones rotativos 20, 30; no pueda llegar a la abertura de salida 15.

[0066] Al mismo tiempo, los pistones rotativos 20, 30 deben poder ser accionados fácilmente por el fluido, es decir, que roten incluso con una presión reducida.

5 [0067] Con esos objetivos, los dos pistones rotativos 20 y 30, en sus respectivos lados externos, disponen de juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36. Las juntas de estanqueidad pueden considerarse como superficies de cubierta de los pistones rotativos 20, 30 por ejemplo cilíndricas. Preferentemente, las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 se extienden sobre toda la altura del espacio interno 11, en donde la altura puede extenderse en la dirección de los ejes de rotación 21, 31.

10 [0068] El pistón rotativo 20 dispone de al menos dos, de modo preferente precisamente dos, juntas de estanqueidad 25, 26. Del mismo modo, en el pistón rotativo 30 se disponen al menos dos, de modo preferente precisamente dos, juntas de estanqueidad 35, 36. Las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 sobresalen radialmente sobre el resto de la circunferencia externa del pistón rotativo 20, 30 asociado. Preferentemente, las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 se alojan en ranuras en el respectivo pistón rotativo 20, 30 y, de modo preferente, pueden componerse de un material distinto que el de las partes de los pistones rotativos 20, 30 que están formadas en las ranuras. Las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 se componen de un material deformable. Este puede ser, por ejemplo, goma, resina, o un material plástico. De este modo, las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 pueden deformarse mínimamente por el fluido que circula en dirección opuesta, y pueden ser presionados contra la pared interna de la carcasa 12. De este modo se obtiene una estanqueidad particularmente buena con respecto a la pared interna de la carcasa 12. En principio, sin embargo, las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 también pueden componerse de un material rígido, por ejemplo de metal. De forma alternativa o complementaria, las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 pueden alojarse con algo de juego en sus ranuras asociadas, con lo cual la presión del fluido puede inclinar ligeramente las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36. Así, en principio las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 pueden igualmente presionarse de forma estanca contra la pared interna de la carcasa 12.

25 [0069] Los dos pistones rotativos 20, 30 se disponen en el espacio interno 11 de modo que se toquen uno con otro. Gracias a ello se excluye esencialmente un flujo de fluido entre los pistones rotativos. Los ejes de rotación 21 y 31 pueden situarse paralelamente uno con respecto a otro. No obstante, también es posible una inclinación entre los ejes de rotación 21, 31, siempre que se garantice un contacto muy estanco entre los pistones rotativos 20, 30.

30 [0070] Para ello, los pistones rotativos 20, 30; en su respectiva circunferencia externa, comprenden en cada caso también una corona dentada 23, 33 que se une de forma rígida a la parte restante del pistón rotativo 20, 30 asociado. Las dos coronas dentadas 23, 33 se dimensionan y disponen de modo que se engranen. Así, las dos coronas dentadas 23, 33 rotan de forma conjunta y no se forman cavidades entre las mismas. Por lo tanto, apenas puede pasar fluido entre las dos coronas dentadas 23, 33.

35 [0071] Además, en su respectiva circunferencia externa, los pistones rotativos 20 y 30 presentan cavidades 27, 28 y 37, 38. La cantidad de cavidades 27, 28 del primer pistón rotativo 20 es igual a la cantidad de juntas de estanqueidad 35, 36 del segundo pistón rotativo 30. De forma análoga, la cantidad de cavidades 37, 38 del segundo pistón rotativo 30 es igual a la cantidad de juntas de estanqueidad 25, 26 del primer pistón rotativo 20. Además, las cavidades 27, 28, 37, 38 y las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36 en los dos pistones rotativos 20, 30 se disponen de modo que, al rotar los dos pistones rotativos 20 y 30, las juntas de estanqueidad 25, 26 del primer pistón rotativo 20 dan precisamente en las cavidades 37, 38 del segundo pistón rotativo 30. Del mismo modo, las juntas de estanqueidad 35, 36 del segundo pistón rotativo 30 dan precisamente en las cavidades 27, 28 del primer pistón rotativo 20. Para ello, por ejemplo en la circunferencia externa de cada pistón rotativo 20, 30; respectivamente a distancias de 90°, se alternan una cavidad y una junta de estanqueidad. Expresado de otro modo, las dos juntas de estanqueidad 25, 26 están distanciadas una con respecto a la otra en un ángulo azimutal de 180° (es decir, en un ángulo de 180° alrededor del eje de rotación 21). Las dos cavidades 27, 28 están desplazadas una con respecto a otra igualmente en un ángulo azimutal de 180° y, adicionalmente, en un ángulo azimutal de 90° con respecto a las juntas de estanqueidad 25, 26. Lo mismo se aplica a las juntas de estanqueidad 35, 36 y cavidades 37, 38 del otro pistón rotativo 30. En principio son posibles también otros ángulos. En particular cuando se proporcionan más de dos juntas de estanqueidad y dos cavidades por pistón rotativo 20, 30, se forman también otros ángulos azimutales.

50 El tamaño y la forma de las cavidades se seleccionan de modo que las juntas de estanqueidad puedan alojarse en las mismas, en particular de forma estanca.

[0072] Al igual que las coronas dentadas 23, 33; las juntas de estanqueidad 25, 26 35, 36; junto con las cavidades 27, 28, 37, 38; hacen que el fluido apenas pueda pasar entre los dos pistones rotativos.

[0073] Independientemente de la posición de rotación momentánea, además, siempre una de las juntas de estanqueidad 25, 26 35, 36 de cada pistón rotativo 20, 30 debe hacer estanca la pared interna de la carcasa 12.

5 Para ello es relevante un ángulo de rotación mediante el cual la misma junta de estanqueidad 25, 26 35, 36 haga estanca la pared interna de la carcasa 12. Ese ángulo de rotación, como se representa en la Figura 2, puede ser superior a 180° y, por ejemplo, puede situarse entre 185° y 240°. Para ello, la pared de la carcasa 12, en cada uno de los pistones rotativos, posee una forma de sección circular, en donde esa forma constituye una sección circular superior a 180°, es decir más grande que un semicírculo.

10 [0074] En la Figura 3 puede observarse en detalle el alojamiento de las juntas de estanqueidad 25, 26 35, 36 en sus ranuras asociadas. A modo de ejemplo para todas las juntas de estanqueidad 25, 26 35, 36 se muestra allí la junta de estanqueidad 35 en su sección transversal. La junta de estanqueidad 35 puede realizarse como un perfil, es decir que más allá de su longitud (en particular en la dirección del eje de rotación 31), puede presentar la misma forma de sección transversal. Tal como se representa, la forma de sección transversal forma una tuerca corredera. En la
15 misma, hacia el externo interno de la junta de estanqueidad 35, se forma un collar 35C. Éste se acopla en una cavidad/ranura en forma de T. Gracias a ello se impide que la tuerca corredera pueda separarse de forma accidental de la ranura del pistón rotativo, en dirección radial. Es posible introducir y extraer la tuerca corredera 35 en dirección longitudinal, es decir en la dirección del eje de rotación 31. A través de la formación como tuercas correderas, por una parte, es más sencillo fijar las juntas de estanqueidad. Por otra parte se simplifica también su cambio. Esto es
20 importante, ya que debido al contacto estanco con respecto a la pared interna de la carcasa 12 puede producirse un desgaste gradual de las juntas de estanqueidad 25, 26, 35, 36; de manera que pueda necesitarse un cambio.

[0075] Tal como se muestra en la Figura 2, el fluido en el espacio interno 11 ejerce presión contra los pistones rotativos 20, 30 y contra aquellas juntas de estanqueidad 25, 35 que, en la posición de rotación momentánea de los pistones rotativos 20, 30; están orientadas hacia la abertura de entrada 13. A través de esa presión, los pistones rotativos 20, 30 rotan en la dirección de la flecha marcada en la Figura 2.
25

[0076] Para la rotación, y en particular para el efecto estanco de las juntas de estanqueidad 25, 35; es importante su forma. Esto se describe con mayor detalle haciendo referencia a la Figura 3. Allí se muestra una junta de estanqueidad 35 que sobresale radialmente de la corona dentada 33. La junta de estanqueidad 35 posee un punto de extensión radial máxima, así como un borde que se extiende hacia dentro en el plano del dibujo (o se extiende en la dirección del eje de rotación 31). Desde ese borde, la junta de estanqueidad 35 posee una superficie 35A o lado de contacto de fluido 35, que está orientada hacia el fluido que entra (esto se aplica para las posiciones de rotación en las cuales la junta de estanqueidad 35 entra en contacto con la pared interna de la carcasa 12). Del otro lado del borde mencionado, la junta de estanqueidad 35 posee otra superficie 35B que se denomina también lado posterior 35B. El lado posterior 35B no está orientado hacia el fluido que entra cuando la junta de estanqueidad 35 entra en contacto con la pared interna de la carcasa 12.
30
35

[0077] El lado de contacto de fluido 35A presenta una cavidad o una forma cóncava, mientras que el lado posterior 35B posee una forma arqueada hacia el exterior o convexa. Gracias a ello, el extremo externo de la junta de estanqueidad 35, es decir, la parte que más sobresale de forma radial, se deforma a través del fluido que circula de forma opuesta, de forma transversal o de forma aproximadamente perpendicular con respecto a la dirección radial. De este modo, la junta de estanqueidad 35 es presionada contra la pared interna de la carcasa 12. En la Figura 3, el extremo inferior de la junta de estanqueidad 35 se deforma un poco hacia la izquierda y, con ello, contra la pared interna de la carcasa 12.
40

[0078] De manera ventajosa, gracias a ello puede generarse una estanqueidad particularmente buena, pero sin generar una fricción excesivamente elevada entre las juntas de estanqueidad y la pared interna de la carcasa. Por tanto, incluso con una presión del fluido relativamente reducida, los pistones rotativos pueden comenzar a rotar de forma ventajosa. De este modo, también puede usarse una presión del fluido reducida con elevada efectividad para obtener energía eléctrica.
45

[0079] Si bien en la forma de realización anterior se utiliza una forma especial de las juntas de estanqueidad, cabe señalar sin embargo que también con otras formas pueden lograrse, en principio, propiedades de estanqueidad adecuadas y la invención no se limita a la forma (preferente) de las juntas de estanqueidad, representada en los
50

- 5 dibujos. De este modo, puede ser suficiente con que el lado de contacto de fluido o el lado posterior se formen del modo descrito. El otro lado puede, por ejemplo, ser plano o puede estar conformado como el lado restante. También es posible que las formas del lado de contacto de fluido y del lado posterior estén realizadas del modo descrito solo en un área del extremo de la junta de estanqueidad y por ejemplo no en toda el área que sobresale radialmente sobre la corona dentada asociada. En principio, para lograr unas propiedades de estanqueidad suficientes puede bastar con que las juntas de estanqueidad puedan deformarse relativamente con respecto a la corona dentada o puedan desplazarse, y en particular no estén formadas de una pieza con la corona dentada.

REIVINDICACIONES

1. Planta de cogeneración con
 - una cámara de combustión para la combustión de un vector energético,
 - 5 – medios de generación de corriente para obtener energía eléctrica a partir de la energía térmica que se libera a través de la combustión del vector energético,
 - un sistema de aprovechamiento de calor residual (200) que está preparado para transformar energía residual en energía eléctrica, en donde el sistema de aprovechamiento de calor residual (200) comprende al menos un motor de pistones rotativos (100) y un generador (110), en donde el motor de pistones rotativos (100) puede accionarse con la ayuda del calor residual y está acoplado al generador (110), para
10 generar energía eléctrica durante la rotación del motor de pistones rotativos (100) con el generador (110),
 - en donde el motor de pistones rotativos (100) presenta una carcasa (10) que forma un espacio interno (11), en el cual están dispuestos al menos dos pistones rotativos (20, 30), de modo que rotan de forma conjunta cuando un fluido circula a través del espacio interno (11),
 - 15 – en donde cada pistón rotativo (20, 30) presenta en su circunferencia externa al menos dos juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) y al menos dos cavidades (27, 28, 37, 38), en donde las formas de las cavidades (27, 28, 37, 38) y de las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) están seleccionadas para el acoplamiento de las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) de respectivamente uno de los pistones rotativos (20, 30) en las cavidades (27, 28, 37, 38) del respectivamente otro pistón rotativo (20, 30),
 - 20 – en donde las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) en la dirección radial están dimensionadas para el contacto estanco de una pared interna de la carcasa (12),
 - en donde las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) comprenden un material deformable, de modo que a través del fluido pueden presionarse de forma estanca contra la pared interna de la carcasa (12).

2. Planta de cogeneración según la reivindicación 1, caracterizada por que el sistema de aprovechamiento de calor residual (200) comprende un ciclo, en particular un ciclo orgánico de Rankine, con un sistema de tuberías (160) para la circulación del fluido y con un intercambiador de calor (150) para transferir el calor residual al fluido, en donde el motor de pistones rotativos (100) está dispuesto en el sistema de tuberías (160), para ser atravesado por fluido.

3. Planta de cogeneración según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que los medios de generación de energía para generar energía eléctrica comprenden un generador, el cual es precisamente el mismo generador (110) al que se acopla el motor de pistones rotativos (100).

4. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que cada una de las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36), cuando el ángulo de rotación del pistón rotativo (20, 30) asociado está en una posición en la que esa junta de estanqueidad (25, 26, 35, 36) está en contacto con la pared interna de la carcasa (12), presenta un lado de contacto de fluido (35A) que está orientado al fluido que entra, y por que el lado de contacto de fluido (35A) tiene una forma cóncava.

5. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que cada una de las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) presenta un lado posterior (35B) que se opone al lado de contacto de fluido (35A) y cuando el ángulo de rotación del pistón rotativo (20, 30) asociado está en una posición en la que esa junta de estanqueidad (25, 26, 35, 36) está en contacto con la pared interna de la carcasa (12), no está orientado al fluido que entra, y por que el lado posterior (35B) tiene una forma convexa.

6. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que los pistones rotativos (20, 30), en su respectiva circunferencia externa, presentan unas ranuras para alojar y sostener las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) y por que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) están formadas como tuercas correderas para acoplarlas en las ranuras del respectivo pistón rotativo (20, 30) de manera que queden sujetas.

7. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que cada pistón rotativo (20, 30) comprende en su circunferencia externa exactamente dos juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) en posiciones angulares opuestas y por que cada pistón rotativo (20, 30) comprende exactamente dos cavidades (27, 28, 37, 38) que se encuentran en la circunferencia externa en posiciones angulares, las cuales respectivamente están desplazadas 90° con respecto a las posiciones angulares de las dos juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36).

8. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) están dimensionados de tal manera, y una pared interna de la carcasa (12) está conformada de tal manera, que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36), dentro de un área del ángulo de rotación de los pistones rotativos (20, 30), están en contacto estanco con la pared interna de la carcasa (12).
- 5 9. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que cada uno de los pistones rotativos (20, 30), en su circunferencia externa, presenta una corona dentada (23, 33), y por que los pistones rotativos (20, 30) están dispuestos de modo que sus coronas dentadas (23, 33) se engranan.
- 10 10. Planta de cogeneración según la reivindicación 9, caracterizada por que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36), en dirección radial desde su respectivo pistón rotativo (20, 30), sobresalen más hacia el exterior que la respectiva corona dentada (23, 33).
11. Planta de cogeneración según la reivindicación 9 o 10, caracterizada por que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36), mediante la respectiva corona dentada (23, 33), sobresalen en una sección radial que se sitúa entre el 5% y el 30%, en particular entre el 10% y el 25% del radio de la corona dentada (23, 33).
- 15 12. Planta de cogeneración según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizada por que cada una de las coronas dentadas (23, 33) está interrumpida por las cavidades (27, 28, 37, 38) y por las ranuras para alojar las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) del pistón rotativo (20, 30) asociado, y además se extiende sobre toda la circunferencia del pistón rotativo (20, 30) asociado.
13. Procedimiento para operar una planta de cogeneración,
- 20 - en donde un vector energético se quema en una cámara de combustión,
- en donde a partir de la energía térmica que se libera a través de la combustión del vector energético, con medios de generación de corriente, se obtiene energía eléctrica,
- en donde con un sistema de aprovechamiento de calor residual (200) el calor residual se transforma en energía eléctrica, en donde el sistema de aprovechamiento de calor residual (200) comprende al menos un motor de pistones rotativos (100) y un generador (110),
- 25 - en donde el motor de pistones rotativos (100) es accionado con la ayuda del calor residual y está acoplado al generador (110), con lo cual durante la rotación del motor de pistones rotativos (100) con el generador (110) se genera energía eléctrica,
- en donde el motor de pistones rotativos (100) presenta una carcasa (10) que forma un espacio interno (11), en el cual están dispuestos al menos dos pistones rotativos (20, 30), de modo que rotan de forma conjunta cuando un fluido circula a través del espacio interno (11),
- 30 - en donde cada pistón rotativo (20, 30) presenta en su circunferencia externa al menos dos juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) y al menos dos cavidades (27, 28, 37, 38), en donde las formas de las cavidades (27, 28, 37, 38) y de las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) están seleccionadas de modo que las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) de respectivamente uno de los pistones rotativos (20, 30) se acoplan en las cavidades (27, 28, 37, 38) del respectivamente otro pistón rotativo (20, 30),
- 35 - en donde las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) en la dirección radial están en contacto estanco con una pared interna de la carcasa (12),
- en donde las juntas de estanqueidad (25, 26, 35, 36) comprenden un material deformable, de modo que a través del fluido son presionadas de forma estanca contra la pared interna de la carcasa (12).
- 40

Fig. 1

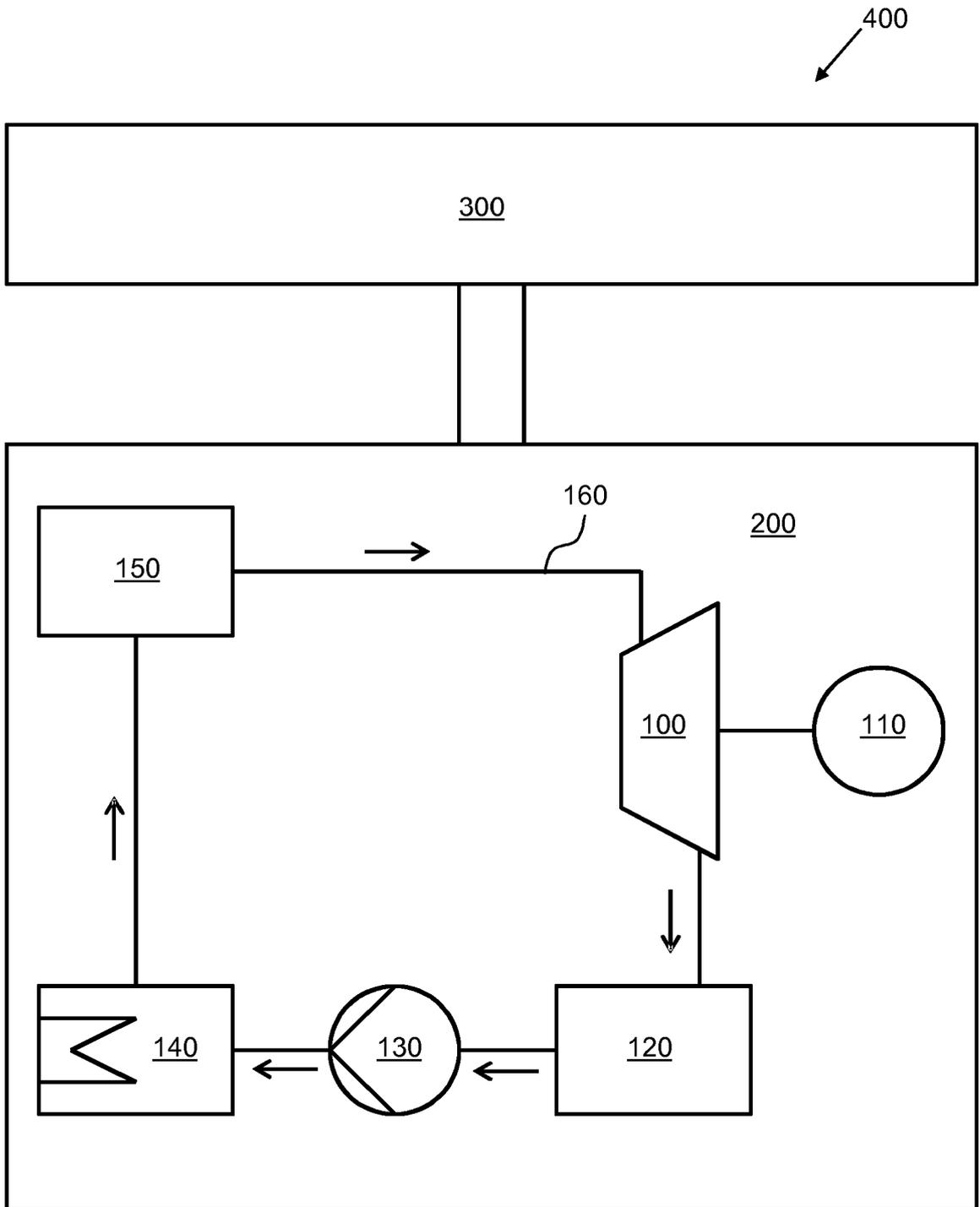


Fig. 2

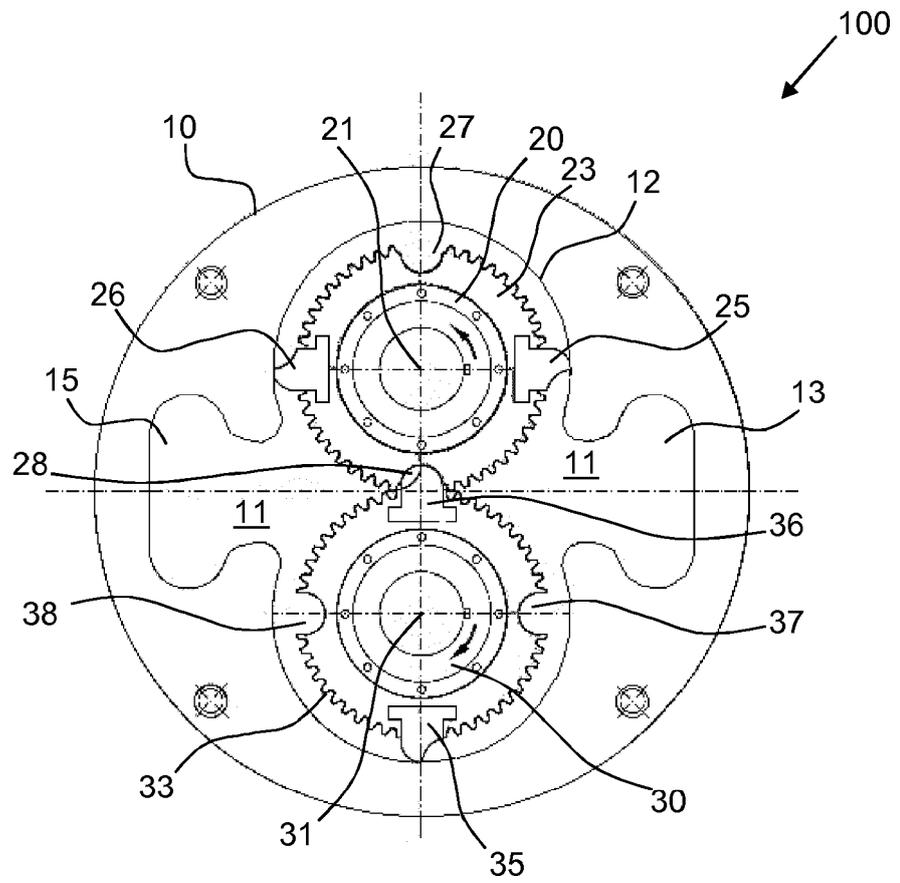


Fig. 3

