

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 728**

51 Int. Cl.:

**F01K 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2016 PCT/DE2016/100595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17101914**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16836228 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3390785**

54 Título: **Depósito multicámara de presión constante, convertidor de energía termodinámico y procedimiento de funcionamiento**

30 Prioridad:  
**17.12.2015 DE 102015016348**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.01.2020**

73 Titular/es:  
**THERMOELECTRIC INDUSTRIAL SOLUTIONS  
GMBH (100.0%)  
Spitzwegstr. 66a  
1219 Dresden, DE**

72 Inventor/es:  
**EBERT, CHRISTOPH;  
LOOS, ALEXANDER y  
SCHULZ-COPPI, EILARD**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Nuria**

**ES 2 738 728 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

Depósito multicámara de presión constante, convertidor de energía termodinámico y procedimiento de funcionamiento

5 La invención se refiere a un depósito multicámara de presión constante para un convertidor de energía termodinámico, así como al convertidor de energía termodinámico y a un procedimiento para el funcionamiento del convertidor de energía termodinámico. El convertidor de energía sirve para convertir la energía térmica en energía mecánica o la energía mecánica en energía térmica. Un medio de trabajo gaseoso se calienta desde el exterior en un ciclo termodinámico mediante el suministro de energía térmica de temperatura superior y se enfría desde el exterior en una secuencia cíclica mediante la evacuación con energía térmica de temperatura inferior. La energía mecánica se genera mediante trabajo volumétrico. El estado inicial se alcanza después de ejecutarse una vez el ciclo. Como depósito multicámara de presión constante se identifica un elemento de volumen para encerrar un medio de trabajo, que presenta varias cámaras, entre las que se compensa siempre la presión del medio de trabajo.

15 Para un ciclo es decisivo que el medio de trabajo asuma después de ejecutarse una vez este ciclo el mismo estado que tenía el medio de trabajo al inicio del ciclo. Si se utiliza un gas como medio de trabajo, su estado está definido por los tres parámetros de estado  $p$  (presión),  $V$  (volumen) y  $T$  (temperatura). La relación entre estos parámetros, asumiéndose un gas ideal, es la siguiente:

$$20 \quad \frac{pV}{T} = \text{const.}$$

Si se sigue este principio básico termodinámico y éste se utiliza como base para el diseño de un motor térmico o de trabajo, se requiere sólo un componente que pueda mantener constantes o pueda cambiar selectivamente los parámetros de estado  $p$ ,  $V$ ,  $T$  de manera individual o en combinación entre sí. Este componente permite implementar óptimamente a continuación cambios de estado individuales de un medio de trabajo (por ejemplo, el cambio de estado isocórico, isotérmico, isobárico, adiabático o politrópico). Por consiguiente, resulta posible implementar técnicamente cualquier ciclo únicamente mediante una secuencia de cambios de estado diferentes del medio de trabajo con este solo componente.

30 El ciclo se puede ejecutar en un motor térmico que está provisto de cilindros y pistones y en el que el trabajo de cambio volumétrico se transforma en energía mecánica mediante un movimiento giratorio de pistones mecánicos móviles, la biela y el cigüeñal. Tal motor térmico se describe en el documento US8938942B2, en el que está previsto un motor térmico de circuito cerrado y combustión externa. Éste presenta una cámara de gas, un elemento de calentamiento y un elemento de enfriamiento que están encerrados. Las vías de flujos conectan la cámara de gas y en cada caso los lados de entrada y salida del elemento de calentamiento, así como del elemento de enfriamiento, que se pueden abrir o cerrar mediante válvulas de apertura y cierre. Está previsto también un medio para mover un gas de trabajo. La conmutación del suministro de gas de trabajo entre el elemento de calentamiento y el elemento de enfriamiento se realiza mediante válvulas de apertura y cierre. Está previsto un dispositivo de trabajo, en particular un cilindro con un pistón y un mecanismo de biela y manivela, que se acciona cuando se contrae o se expande el gas de trabajo. El volumen del elemento de calentamiento o del elemento de enfriamiento no afecta la eficiencia del motor y el motor funciona bajo condiciones distintas.

45 Los sistemas conocidos de este tipo para la conversión de energía térmica en energía mecánica o de energía mecánica en energía térmica siguen en cada caso un ciclo individual establecido. La desventaja de esto radica en que en los campos de aplicación respectivos queda limitada así la libertad del diseño, pero sobre todo se originan limitaciones a causa de las especificaciones de movimiento rígidas del mecanismo de biela y manivela.

50 Otro convertidor de energía para convertir la energía térmica en energía mecánica es conocido del documento EP2775109A1. En este caso se utiliza asimismo el efecto de que con ayuda de un cambio de estado simple se puede ganar trabajo sólo una vez a partir de una cantidad determinada de medio de trabajo gaseoso. Para poder repetir la potencia de trabajo, es necesario llevar el medio de trabajo al estado inicial. Mediante una simple inversión del cambio de estado se volverá a consumir en ambos casos precisamente el trabajo obtenido al producirse una reversibilidad completa. Si se debe obtener trabajo, el estado inicial se tendrá que alcanzar de una manera diferente. El estado cambia en este caso cíclicamente, es decir, el medio de trabajo recorre un ciclo. Sólo entonces, el calor se puede convertir continuamente en trabajo. El medio de trabajo gaseoso se encuentra en un volumen cerrado hacia afuera.

60 Los dos depósitos de presión, llenos parcialmente de aceite hidráulico como fluido de desplazamiento, están acoplados hidráulicamente a válvulas mediante una red de tuberías. Si debido al trabajo volumétrico del medio de trabajo en el primer depósito de presión, una superficie de cubierta del fluido de desplazamiento se mueve en una dirección, por ejemplo, hacia abajo, y el fluido de desplazamiento se mueve del primer al segundo depósito de presión, la superficie de cubierta del fluido de desplazamiento del segundo al primer depósito de presión complementario se moverá en dirección contraria. En la red de tuberías está integrada entre los dos depósitos de presión una unidad de transformación de fuerza, por ejemplo, un motor hidráulico o un accionamiento lineal, que

permite utilizar la energía mecánica. Mediante los dos depósitos de presión, conectados entre sí hidráulicamente, se ejecutan al mismo tiempo dos ciclos, pero con una secuencia desplazada de los cambios de estado.

5 La limitación geométrica de la secuencia de proceso debido a las especificaciones de movimiento del mecanismo de biela y manivela se elimina, porque, en vez del pistón mecánico en el cilindro, la transmisión de fuerza del trabajo volumétrico se realiza mediante un líquido hidráulico que es casi no comprimible, por ejemplo, aceite hidráulico. El aceite hidráulico se ocupa simultáneamente de la transmisión de fuerza a través de una tubería, por ejemplo, a un motor hidráulico que transforma la energía mecánica en un movimiento giratorio y permite su utilización. Como resultado del diseño mediante la regulación con ayuda de las válvulas y la velocidad de los ventiladores de tubo, 10 propuestos en el estado de la técnica, son posibles múltiples procesos de compresión y procesos de expansión politrópicos del medio de trabajo. No obstante, dichos procesos están limitados por su regulación y el volumen del espacio en el depósito de presión. Otros convertidores de energía son conocidos de los documentos US2006/0059912, AT506796 y DE102010005232. El objetivo de la presente invención es aumentar el rendimiento del convertidor de energía mediante un procedimiento novedoso y un diseño novedoso del convertidor de energía y 15 de sus componentes. El objetivo se consigue mediante el dispositivo de la reivindicación 1 y el procedimiento de la reivindicación 13.

El objetivo se consigue en particular mediante un convertidor de energía termodinámico, cuyo componente básico es un elemento de volumen para encerrar un medio de trabajo dentro de un volumen de tamaño variable, que se 20 identifica a continuación como depósito multicámara de presión constante, con el fin de alojar un medio de trabajo gaseoso. El depósito multicámara de presión constante presenta una pared que divide el volumen interior en cámaras de intercambiador de calor y una cámara de trabajo, estando configurado dentro de la cámara de trabajo un elemento de separación que divide la cámara en un espacio de trabajo sometido al medio de trabajo y un espacio de transmisión de fuerza sometido a un fluido de desplazamiento. Las cámaras de intercambiador de calor y el espacio 25 de trabajo están conectados entre sí por fluido de tal modo que el medio de trabajo presenta dentro del elemento de volumen la misma presión y cada cámara de intercambiador de calor está conectada al espacio de trabajo mediante una entrada y una salida configurada de manera separada de la entrada.

30 La cámara de trabajo forma en la zona sometida al medio de trabajo un espacio de trabajo, en el que se desarrolla el ciclo termodinámico previsto durante el funcionamiento. La cámara de trabajo está conectada a la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta, así como a la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja al menos mediante una respectiva abertura de paso de medio de trabajo controlable.

Según la invención, una entrada o una salida está configurada en cada caso como conexión entre las cámaras de 35 intercambiador de calor y el espacio de trabajo con al menos un dispositivo para influir en la circulación del medio de trabajo a través de las cámaras de intercambiador de calor de tal modo que se impide una circulación al menos a través de una de las cámaras de intercambiador de calor y se favorece una circulación al menos a través de otra cámara de intercambiador de calor.

40 El flujo de fluido a través de las aberturas de paso de medio de trabajo se controla entonces mediante el dispositivo para influir en la circulación del medio de trabajo a través de las cámaras de intercambiador de calor, que se identifica también como dispositivo de cierre. En una configuración preferida de la invención, las dos cámaras de intercambiador de calor están conectadas a su respectivo espacio de trabajo mediante una línea de circulación común de manera que el medio de trabajo puede circular entre una de las cámaras de intercambiador de calor 45 respectivamente con abertura de paso de medio de trabajo abierta y la cámara de trabajo. La invención comprende también líneas de circulación separadas, pero éstas implicarían un coste de equipamiento mayor. Esto se aplicaría en caso de que sea necesario en una forma de realización determinada.

Un ejemplo de tal forma de realización es una configuración tubular de la cámara de trabajo, en la que un elemento 50 de separación flexible de tipo manguera está insertado en el interior del tubo y conectado por los extremos al tubo de tal modo que se crea un cierre hermético. Por tanto, el espacio de transmisión de fuerza se configura entre el tubo y el elemento de separación, mientras que el espacio de trabajo está configurado dentro del elemento de separación en forma de manguera.

55 Por fuera de la cámara de trabajo tubular están dispuestas las cámaras de intercambiador de calor, por ejemplo, como cámaras separadas, que proporcionan suficiente espacio para alojar el intercambiador de calor y se extienden preferentemente en dirección longitudinal a la cámara de trabajo tubular. Alternativamente, en una realización, que ahorra en particular espacio, está previsto también un tubo de envoltura para alojar los intercambiadores de calor. A tal efecto, el tubo de envoltura está dividido en dos mitades, por lo que se configuran cámaras separadas. Con el fin 60 de conseguir un rendimiento suficiente del intercambiador de calor, éste se ha diseñado preferentemente como varios intercambiadores de calor de menor diámetro, de modo que estos se pueden montar en el espacio estrecho existente entre el tubo de envoltura y la cámara de trabajo tubular de manera que discurren en paralelo entre sí.

Entre el espacio de trabajo y las cámaras de intercambiador de calor hay en los lados frontales una conexión que 65 posibilita la circulación del medio de trabajo. En este caso está previsto un dispositivo de cierre, opcionalmente también un ventilador adicional, para posibilitar un control específico de la circulación del medio de trabajo.

El convertidor de energía termodinámico está provisto de al menos un primer y un segundo depósito multicámara de presión constante. Cada uno de los depósitos multicámara de presión constante está conectado en la zona de la cámara de trabajo, en la que se encuentra el fluido de desplazamiento y se forma un espacio de transmisión de fuerza, mediante al menos una línea principal para el fluido de desplazamiento a una disposición de transformador de energía de fluido con el fin de transformar la energía de flujo cinética del fluido de desplazamiento (identificada a continuación brevemente sólo como energía de fluido) en energía mecánica en entradas diferentes de la disposición de transformador de energía de fluido. Si hay una diferencia de presión entre el primer y el segundo depósito multicámara de presión constante, el fluido de desplazamiento circula del espacio de transmisión de fuerza con la presión mayor al espacio de transmisión de fuerza con la presión menor a través de una disposición de transformador de energía de fluido.

Según una configuración ventajosa de la invención, para el control de las aberturas de paso de medio de trabajo está prevista una válvula rotatoria que reduce la sección transversal de flujo de las aberturas de paso de medio de trabajo al menos de tal modo que se impide el flujo.

El objetivo del convertidor de energía termodinámico es convertir la energía térmica disponible en energía cinética o la energía cinética en energía térmica (calor o frío) en el proceso inverso. Para la conversión en energía cinética se utiliza la energía térmica con el fin de calentar un medio de trabajo. Este calentamiento provoca en caso de un medio de trabajo, asumido como gas ideal, un aumento de la presión y/o del volumen ocupado por el medio de trabajo, siempre que la masa del medio de trabajo se mantenga constante. Un cambio de volumen produce a continuación un movimiento de partículas y, por tanto, la conversión en energía cinética.

El convertidor de energía termodinámico, según la invención, está configurado a partir de al menos dos depósitos multicámara de presión constante que están conectados hidráulicamente entre sí en la zona de un espacio de transmisión de fuerza mediante al menos una línea principal. En la línea principal, que conduce un fluido de desplazamiento, está prevista una disposición de transformador de energía de fluido que comprende un transformador de energía de fluido y una disposición de válvula. A la línea principal se pueden conectar también tres, cuatro o más depósitos multicámara de presión constante, de modo que una caída de presión en el fluido de desplazamiento provoca un flujo mediante el transformador de energía de fluido y la energía de flujo se puede convertir en al menos otra forma de energía.

Tal depósito multicámara de presión constante sirve también como un depósito de regulación de temperatura para regular la temperatura de un medio de trabajo. Éste se ha diseñado como un depósito multicámara de presión constante con al menos tres cámaras abiertas una respecto a la otra, por lo que un cambio de temperatura o de volumen del medio de trabajo en una cámara provoca siempre un transporte de masa entre las cámaras, pero la diferencia de presión entre las cámaras será siempre igual a cero después del transporte de masa.

En al menos una de las cámaras del depósito, diseñado como cámara de intercambiador de calor de temperatura alta, está dispuesto un intercambiador de calor de temperatura alta y en al menos una segunda cámara está situado un intercambiador de calor de temperatura baja, de modo que se forma una cámara de intercambiador de temperatura baja. Al menos una tercera cámara está llena al menos parcialmente de un fluido de desplazamiento. Esta tercera cámara está configurada como una cámara de trabajo. La zona, prevista también aquí y llena de medio de trabajo, se define como espacio de trabajo. La zona, llena de fluido de desplazamiento en la cámara de trabajo, se define como espacio de transmisión de fuerza.

En la mayoría de los casos operativos, la tercera cámara, la cámara de trabajo, se llena sólo parcialmente de fluido de desplazamiento. En principio, es posible también que el punto muerto superior se consiga al existir un volumen de espacio de trabajo  $V_{AR}=0$  y en este caso, sólo el volumen de las cámaras de intercambiador de calor actuará durante la expansión. La eficiencia térmica y, por tanto, la eficiencia mecánica son aquí claramente menores que  $V_{AR} > 0$ .

Cada una de las cámaras, diseñada como cámara de intercambiador de calor de temperatura alta o como cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, tiene dos orificios, identificados también como aberturas de paso de medio de trabajo, hacia la cámara, en la que una parte está definida como espacio de trabajo, pero sólo una, ya sea la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta o la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, se bloquea con un dispositivo de cierre en caso necesario o se aumenta la resistencia al flujo. Este proceso se identifica también como blindaje, en el que el dispositivo de cierre no tiene que cerrar el orificio de manera estanca a la presión para poder mantener diferencias de temperatura en las cámaras. Por consiguiente, la conexión entre las cámaras de intercambiador de calor y la cámara de trabajo está provista de un dispositivo de cierre que impide la circulación a través de al menos una de las cámaras de intercambiador de calor mediante el aumento de la resistencia al flujo de tal modo que el medio de trabajo circula preferentemente a través de la otra cámara de intercambiador de calor. Esto se puede llevar a cabo mediante un dispositivo de cierre diseñado como obturador, válvula rotatoria u otro dispositivo de estrangulación. Por tanto, las cámaras están abiertas siempre una respecto a la otra, pero el flujo circula a través de las cámaras sólo si ambos orificios están abiertos o no están blindados.

En un caso operativo especial, la circulación a través de las dos cámaras de intercambiador de calor puede estar

limitada también mediante el aumento de la resistencia al flujo en el orificio o los orificios de tal modo que tiene lugar una expansión o una compresión adiabática y no isotérmica del medio de trabajo gaseoso. En este caso, el medio de trabajo se puede transportar hacia o desde las cámaras de intercambiador de calor mediante una línea de circulación, sin que el gas circule a través de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta o la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja.

En el caso operativo más frecuente se suministra constantemente calor al medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta y se evacua constantemente calor del medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja. El medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta se calienta entonces constantemente o la temperatura del medio de trabajo es constantemente alta y el medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja se enfría siempre o la temperatura del medio de trabajo es constantemente baja. El medio de trabajo en el espacio de trabajo presenta en el estado estacionario una temperatura promedio en correspondencia con la relación entre potencia frigorífica y potencia calorífica en las otras dos cámaras.

La circulación específica a través de una de las cámaras de intercambiador de calor y de la primera cámara de trabajo abierta al respecto con una limitación simultánea de la circulación a través de la segunda cámara de intercambiador de calor provoca que el medio de trabajo en el espacio de trabajo asuma la temperatura de la cámara de intercambiador de calor atravesada por el flujo debido a la transferencia de calor claramente superior bajo convección forzada. La presión en todo el depósito multicámara de presión constante desciende en caso de un volumen permanente durante el enfriamiento o asciende durante el calentamiento. La circulación específica se consigue al ajustarse específicamente un recorrido de flujo, por ejemplo, mediante el bloqueo o la apertura de las entradas, los orificios o las aberturas de paso del medio de trabajo al espacio de trabajo. Asimismo, un dispositivo de flujo, por ejemplo, un ventilador o un compresor de circulación, integrado en el recorrido de flujo, puede garantizar que la circulación tenga lugar de una manera activamente forzada con un caudal volumétrico elevado del medio de trabajo. El procedimiento según la invención funciona también sin un dispositivo de flujo, pero con una eficiencia muy baja, porque sólo mediante el gas caliente entrante de baja densidad se produce una circulación limitada.

En una situación inicial a modo de ejemplo, en las tres cámaras en total (cámara de intercambiador de calor de temperatura alta, cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, espacio de trabajo) de un depósito multicámara de presión constante hay gas frío como medio de trabajo. Cuando se activa el dispositivo según la invención, el gas se calienta en la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta. Dado que dicha cámara está abierta hacia las demás cámaras, una parte del gas caliente circula a través de los orificios hacia la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja y el espacio de trabajo. En la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, el gas se vuelve a enfriar rápidamente y en el espacio de trabajo se alcanza una temperatura de mezcla. Durante la circulación a través del espacio de trabajo y la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta se calienta el gas contenido aquí. El gas fluye también hacia la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, porque siempre tiene lugar una compensación de presión. Sin embargo, el gas no sale de la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, porque no se puede producir una circulación a través de la misma.

Una configuración preferida del depósito multicámara de presión constante prevé en la zona de al menos una de las aberturas de paso de medio de trabajo y/o de la línea de circulación el dispositivo de flujo para aumentar una velocidad de flujo del medio de trabajo entre la cámara de trabajo y al menos una de las cámaras del depósito multicámara de presión constante. En el recorrido de flujo se produce una caída de presión debido al dispositivo de flujo, por ejemplo, el compresor de circulación o el ventilador, pero en cualquier momento se ajusta la misma presión en todas las cámaras.

Para que el medio de trabajo pueda circular activamente a través de las cámaras de intercambiador de calor, el dispositivo de flujo transporta en el caso ideal el medio de trabajo del espacio de trabajo a las cámaras de intercambiador de calor, a través de las cámaras de intercambiador de calor y nuevamente hacia el interior del espacio de trabajo. En una forma de realización preferida del depósito multicámara de presión constante según la invención, el caudal volumétrico del dispositivo de flujo está controlado, por ejemplo, mediante un ventilador de velocidad controlada, para la adaptación de la convección y del caudal másico del medio de trabajo.

Con el fin de poder enfriar o calentar rápidamente el medio de trabajo existente en el espacio de trabajo, es necesario minimizar el transporte de calor del medio de trabajo hacia la pared del depósito multicámara de presión constante o viceversa. A tal efecto, al menos la cámara de trabajo, preferentemente todo el depósito multicámara de presión constante, dispone de un aislamiento, en particular un aislamiento interno, con una conductibilidad térmica muy baja.

En la superficie del fluido de desplazamiento está dispuesto también preferentemente un elemento de separación que baja o sube también al bajar o subir el nivel del fluido de desplazamiento. El elemento de separación puede estar aislado o incluso puede estar fabricado de un material aislante o puede comprender una membrana provista de un revestimiento aislante o fabricada de un material aislante. El elemento de separación sirve entonces al menos como separación térmica entre el fluido de desplazamiento y el medio de trabajo y, en la configuración preferida,

puede impedir también, además de una transferencia de calor reducida, posibles interacciones entre ambos, por ejemplo, la evaporación de fluido de desplazamiento hacia el medio de trabajo o la disolución de partes del medio de trabajo en el fluido de desplazamiento. En una forma de realización particular, el elemento de separación es móvil. El elemento de separación móvil está configurado de manera que su flotabilidad como resultado del material seleccionado y/o la forma del elemento de separación respecto al fluido de desplazamiento es mayor que su peso. Por consiguiente, dicho elemento de separación se mantiene siempre sobre la superficie del fluido de desplazamiento.

En una configuración particularmente ventajosa del elemento de separación, éste presenta un aislamiento térmico o está fabricado de un material aislante e impide una transferencia de calor desventajosa entre el medio de trabajo y el fluido de desplazamiento.

Otras formas de realización del aislamiento entre el medio de trabajo y el fluido de desplazamiento consisten en un elemento de separación elástico, fijado internamente en el espacio de trabajo, o una membrana que comprende un elemento de separación móvil. El elemento de separación elástico y la membrana forman al mismo tiempo una barrera impermeable entre el fluido de desplazamiento y el medio de trabajo.

El aislamiento mejora más la eficiencia del convertidor de energía termodinámico según la invención. En formas de realización ventajosas, el elemento de separación está diseñado como un disco con un borde extendido en ángulo recto o de forma cónica hacia arriba a partir del fluido de desplazamiento, como una estructura hueca o como un elipsoide de rotación aplastado. El elemento de separación puede presentar adicionalmente un elemento de sellado para cerrar la hendidura hacia el aislamiento interno del depósito. Si el elemento de separación presenta una junta circunferencial respecto a la pared interior del espacio de transmisión de fuerza, de modo que el medio de trabajo no entra en contacto directo con el fluido de desplazamiento, entonces el funcionamiento sería similar al de un acumulador de pistón. El elemento de separación está en correspondencia con el pistón y la cámara de trabajo, en la que el elemento de separación está dispuesto al menos con un movimiento longitudinal, está en correspondencia con el cilindro.

El aislamiento interno de la cámara de trabajo y el aislamiento respecto al fluido de desplazamiento se pueden conseguir también en parte mediante una membrana, identificada también como bolsa, sobre todo, si su pared presenta una conductibilidad térmica muy baja. Esta forma de realización tiene la ventaja de que la membrana separa de manera adicional herméticamente el espacio de trabajo del fluido de desplazamiento y evita problemas de estanqueidad. Por consiguiente, se impide mejor una disolución y una desgasificación del medio de trabajo hacia el fluido de desplazamiento o desde el fluido de desplazamiento, sobre todo en caso de un cambio de presión, que mediante el elemento de separación.

Para poder controlar mejor las temperaturas en las cámaras de intercambiador de calor o el flujo de calor, que es necesario en las etapas de proceso individuales y que se transfiere entre una fuente de calor o una fuente de frío externa con el medio de trabajo mediante los intercambiadores de calor en el convertidor de energía termodinámico según la invención, al menos una de las cámaras de intercambiador de calor puede estar diseñada de manera controlable. En este sentido se ha previsto, por ejemplo, que varios intercambiadores de calor controlables individualmente estén dispuestos en una cámara de intercambiador de calor o que varias cámaras individuales estén configuradas respectivamente con intercambiadores de calor de temperatura alta o temperatura baja. La conexión de estas cámaras entre sí puede ser a su vez una conexión estrangulable, por ejemplo, mediante aletas, obturadores o válvulas de corredera. En dependencia del modo operativo del sistema se necesitan cantidades de calor diferentes para el calentamiento, el mantenimiento de una temperatura y una expansión o una compresión no isotérmica. Mediante una estrangulación en el sentido de la presente invención se puede almacenar temporalmente calor fuera o dentro del sistema de cámaras.

Es posible también mediante paredes desplazables, pistones de ajuste o un nivel variable de un líquido, con el que se llena la parte inferior de una cámara de intercambiador de calor, cambiar el volumen efectivo en una cámara de intercambiador de calor de tal modo que siempre hay una relación de potencia óptima entre la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta y la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja. Los volúmenes ajustables de las cámaras de intercambiador de calor sirven para el funcionamiento eficiente del sistema, porque mientras menor es el volumen de las cámaras de intercambiador de calor en relación con el volumen del espacio de trabajo, mayor es la potencia útil. En dependencia de la necesidad de calor o frío se necesitan entonces volúmenes diferentes de las cámaras de intercambiador de calor. Por tanto, en el depósito multicámara de presión constante según la invención, al menos una de las cámaras de intercambiador de calor presenta un punto de trabajo ajustable, en el que se puede ajustar el volumen de la cámara de intercambiador de calor. Éste se puede ajustar mediante una disposición de pistón de ajuste, que comprende un elemento de cilindro y un pistón de ajuste, mediante cámaras de control seleccionables con ayuda de aletas de control o mediante un control de líquido, ocupando un líquido de control partes del volumen de la cámara de intercambiador de calor.

Dos de estos depósitos de regulación de temperatura, diseñados como depósitos multicámara de presión constante, están conectados entre sí mediante la disposición de transformador de energía de fluido a través de una línea principal en forma de una conexión de tubo o manguera o un taladro de conexión. En dicha conexión está integrado

al menos un transformador de energía de fluido. Éste puede ser, por ejemplo, un motor de fluido rotatorio, pero también un motor lineal u otro actuador móvil.

5 Para poder regular la circulación a través del transformador de energía de fluido, en la línea principal está integrada  
 10 asimismo una disposición de válvula. La disposición de transformador de energía de fluido está configurada de  
 15 manera que la línea principal para el fluido de desplazamiento está conectada al transformador de energía de fluido  
 mediante una disposición de válvula, de modo que la dirección de flujo en el transformador de energía de fluido se  
 puede ajustar independientemente de la dirección de flujo entre la cámara de trabajo y/o el volumen de paso del  
 fluido de desplazamiento se controla en dependencia de la presión y/o la temperatura del medio de trabajo en el  
 depósito de presión. Esto posibilita, por ejemplo, siempre la misma dirección de giro de un convertidor de energía  
 rotatorio, independientemente de la fase operativa del depósito de presión constante.

15 En paralelo a esta conexión mediante la línea principal, los dos o más depósitos multicámara de presión constante  
 pueden estar conectados adicionalmente mediante una línea de derivación con válvula para posibilitar un transporte  
 rápido del fluido de desplazamiento desde el espacio de transmisión de fuerza de uno de los depósitos multicámara  
 de presión constante hasta el espacio de transmisión de fuerza de otro de los depósitos multicámara de presión  
 constante. Esto se debe a que al existir pequeñas diferencias de presión entre los espacios de transmisión de  
 20 fuerza, la potencia transmisible a través de la línea principal es sólo muy baja, por lo que resulta más eficiente en  
 general acelerar el proceso de compensación de presión mediante la línea de derivación a fin de poder iniciar la  
 próxima etapa de proceso. A tal efecto, en el convertidor de energía está prevista una línea de derivación con flujo  
 controlable de líquido de desplazamiento entre la primera y la segunda cámara de trabajo, estando conectada  
 respectivamente la línea de derivación a cada una de las cámaras de trabajo, sometidas al fluido de desplazamiento,  
 en la zona del espacio de transmisión de fuerza.

25 Resulta particularmente ventajoso un depósito multicámara de presión constante, en el que en un canal de pared  
 está previsto un regenerador que comprende una masa de relleno, que almacena calor, y puede absorber calor en  
 una primera dirección de circulación y ceder calor en una segunda dirección de circulación. La dirección de  
 circulación se puede controlar mediante el dispositivo de cierre diseñado, por ejemplo, como válvula rotatoria, y al  
 30 menos dos zonas separadas del canal de pared. La adición opcional del regenerador al depósito multicámara de  
 presión constante mejora también la eficiencia total. El regenerador es un intercambiador de calor con la masa de  
 relleno que sirve como acumulador de calor de corta duración y se identifica también como masa de  
 almacenamiento que es atravesada alternativamente por el medio de trabajo caliente y frío. El calor se transfiere  
 primero del medio de trabajo al acumulador de calor para ser cedido después nuevamente en la fase siguiente al  
 35 medio de trabajo que circula a continuación. Si, por ejemplo, durante el calentamiento, circula también medio de  
 trabajo hacia la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, el calor se puede ceder primero a la masa  
 de almacenamiento del regenerador y almacenar en la misma. Por tanto, el medio de trabajo no se ha de enfriar  
 completamente en la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, sino que entra aquí ya enfriado antes.  
 Cuando sale medio de trabajo de la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, el calor almacenado en  
 el regenerador se puede transferir al medio de trabajo, de modo que una parte del calor necesario para el  
 40 calentamiento del medio de trabajo no tiene que ser proporcionado por el sistema de suministro de calor externo.

Según una forma de realización ventajosa de la invención, el depósito multicámara de presión constante está  
 provisto de una válvula rotatoria que controla también la línea de circulación, si la misma se encuentra dispuesta  
 como un canal de pared en una pared divisoria de canal.

45 El objetivo se consigue también mediante un procedimiento para el funcionamiento del convertidor de energía  
 termodinámico que se explicó arriba. En este procedimiento,

50 a. en un primer modo se transfiere calor al medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de  
 temperatura alta de un primer depósito multicámara de presión constante mediante el intercambiador de calor de  
 temperatura alta y el medio de trabajo se expande también en la cámara de trabajo del primer depósito  
 multicámara de presión constante y/o se evacua calor en la cámara de intercambiador de calor de temperatura  
 baja de un segundo depósito multicámara de presión constante mediante el intercambiador de calor de  
 55 temperatura baja y el medio de trabajo se contrae también en la cámara de trabajo del segundo depósito  
 multicámara de presión constante, y debido a la diferencia de presión de los medios de trabajo dentro de los  
 depósitos multicámara de presión constante, el fluido de desplazamiento se empuja a través de la línea principal  
 y la disposición de transformador de energía de fluido desde la cámara de trabajo del primer depósito  
 multicámara de presión constante hasta la cámara de trabajo del segundo depósito multicámara de presión  
 constante y la energía cinética del fluido de desplazamiento se convierte en energía mecánica y

60 b. en un segundo modo, se transfiere calor al medio de trabajo en la cámara de intercambiador de calor de  
 temperatura alta del segundo depósito multicámara de presión constante mediante el intercambiador de calor de  
 temperatura alta y el medio de trabajo se expande también en la cámara de trabajo del segundo depósito  
 multicámara de presión constante y/o se evacua calor en la cámara de intercambiador de calor de temperatura  
 65 baja del primer depósito multicámara de presión constante mediante el intercambiador de calor de temperatura  
 baja y el medio de trabajo se contrae también en la cámara de trabajo del primer depósito multicámara de

presión constante, y debido a la diferencia de presión de los medios de trabajo dentro de los depósitos multicámara de presión constante, el fluido de desplazamiento se empuja a través de la línea principal y la disposición de transformador de energía de fluido desde la cámara de trabajo del segundo depósito multicámara de presión constante hasta la cámara de trabajo del primer depósito multicámara de presión constante y la energía cinética del fluido de desplazamiento se convierte en energía mecánica.

El convertidor de energía termodinámico según la invención, que se describe arriba, posibilita la implementación flexible de diferentes ciclos mediante la variación y la combinación de distintos cambios de estado termodinámicos y sus secuencias en el proceso completo. Así, por ejemplo, se pueden implementar cambios de estado isotérmicos, isobáricos, isocóricos y adiabáticos (isentrópicos) del medio de trabajo en los depósitos individuales mediante el control específico del suministro y de la evacuación de la energía térmica y el control del cambio de volumen del medio de trabajo mediante el control del caudal en la unidad de transformador de energía de fluido. Los cambios de estado isotérmicos, isobáricos, isocóricos y adiabáticos son posibles en particular debido al control específico de la circulación a través de las cámaras de intercambiador de calor mediante al menos un dispositivo de flujo, por ejemplo, ventilador o compresor de circulación, y el cierre de orificios individuales mediante el dispositivo de cierre en el depósito multicámara de presión constante y mediante la interacción con un segundo u otros depósitos multicámara de presión constante, estando conectados los espacios de transmisión de fuerza mediante el dispositivo hidráulico. El dispositivo hidráulico está formado sobre todo por la línea principal y los dispositivos conectados a la misma (disposición de válvula, disposición de transformador de energía de fluido), pero también por la línea de derivación.

El convertidor de energía, descrito antes, puede comprender ventajosamente al menos dos pares o al menos dos grupos de al menos un primer y un segundo depósito multicámara de presión constante con el transformador de energía de fluido. Estos se encuentran acoplados mediante la disposición de válvula de manera que un funcionamiento paralelo desfasado de los pares de cámaras de trabajo posibilita un suministro casi continuo de fluido de desplazamiento al transformador de energía de fluido. Por consiguiente, es posible una salida de energía continua.

Otros detalles, características y ventajas de la invención se derivan de la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia a los dibujos correspondientes. Muestran:

Fig. 1 esquemáticamente, una forma de realización de un convertidor de energía termodinámico según la invención;

Fig. 2 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con una cámara de intercambiador de calor de tamaño variable;

Fig. 3 esquemáticamente, otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con dos cámaras de intercambiador de calor de tamaño variable;

Fig. 4 esquemáticamente, otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con una cámara de intercambiador de calor de tamaño variable mediante cámaras de control;

Fig. 5 esquemáticamente, otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con una cámara de intercambiador de calor de tamaño variable mediante control de líquido;

Fig. 6 esquemáticamente, otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con un principio de construcción modular;

Fig. 7 esquemáticamente, otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con dispositivos de flujo;

Fig. 8 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con dispositivo de flujo en la línea de circulación;

Fig. 9 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con un diseño compacto;

Fig. 10 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con regenerador en dos estados operativos;

Fig. 11 esquemáticamente, en representación en corte, cinco formas de realización de un elemento de separación de un intercambiador de calor termodinámico según la invención;

Fig. 12 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con elemento de separación elástico;

Fig. 13 esquemáticamente, una forma de realización de una disposición de intercambiador de calor, según la invención, con membrana y elemento de separación;

Figs. 14a y 14b esquemáticamente, en representación en corte longitudinal, otra forma de realización de un depósito multicámara de presión constante tubular;

Figs. 15a-15c esquemáticamente, en representación en corte transversal, otra forma de realización del depósito multicámara de presión constante tubular; y

Figs. 16a y 16b esquemáticamente, en representación en corte transversal como planos de corte A-A y B-B de la figura 14b, otra forma de realización del depósito multicámara de presión constante tubular.

La figura 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de un convertidor de energía termodinámico 1, según la invención, que comprende dos disposiciones de intercambiador de calor 100 y dos cámaras de trabajo 200

conectadas a las disposiciones de intercambiador de calor 100, formando conjuntamente en cada caso una disposición de intercambiador de calor 100 y una cámara de trabajo 200 un depósito multicámara de presión constante 10a, 10b. En el convertidor de energía 1 con las cámaras de trabajo 200 se desarrollan ciclos en una secuencia de cambios de estado diferentes de un medio de trabajo gaseoso 102, que incluyen respectivamente de  
 5 manera alterna la compresión y la expansión dentro de cada cámara de trabajo 200. Esto resulta posible debido al suministro alterno de flujos de energía térmica con una temperatura superior mediante un intercambiador de calor de temperatura alta 122 y la evacuación de flujos de energía térmica de temperatura baja mediante un intercambiador de calor de temperatura baja 112. El enfriamiento, pero también el calentamiento del medio de trabajo se producen preferentemente con ayuda de intercambiadores de calor regulados 112 o 122, así como accionamientos de ajuste  
 10 y/o dispositivos de flujo 142 (véanse las figuras 7 a 10), por ejemplo, ventiladores.

Dos cámaras de trabajo 200 respectivamente presentan una zona superior y una zona inferior, sometiéndose la zona superior al medio de trabajo 102 e identificándose la misma como espacio de trabajo 210, sometiéndose la zona inferior, configurada por debajo del espacio de trabajo 210, a un fluido de desplazamiento 202 e identificándose  
 15 la misma como espacio de transmisión de fuerza 212. El fluido de desplazamiento 202 es un fluido casi no comprimible. Éste actúa de manera similar a un pistón con vástago de pistón en sistemas mecánicos y sirve para la transmisión de fuerza de la fuerza de presión aplicada por el medio de trabajo 102 y transmitida al fluido de desplazamiento 202. Las dos cámaras de trabajo 200 están conectadas entre sí al menos mediante una línea principal 321 con una disposición de válvula 320 y una disposición de transformador de energía de fluido 300. La  
 20 disposición de válvula 320 comprende válvulas, así como preferentemente también accionamientos de ajuste y regulación y la disposición de transformador de energía de fluido 300 comprende al menos un transformador de energía de fluido 310, por ejemplo, un motor hidráulico. La línea principal 321 sirve entonces para transportar el fluido de desplazamiento 202 entre los dos espacios de transmisión de fuerza 212.

Entre el espacio de trabajo 210, la zona superior de las cámaras de trabajo 200 y el espacio de transmisión de fuerza 212, si éste se somete a un fluido de desplazamiento, se encuentra también un elemento de separación 230 móvil libremente que actúa como aislante térmico.  
 25

Resulta particularmente ventajoso en la forma de realización preferida representada de la invención que los cambios de presión, que se originan al existir grandes diferencias de temperatura y afectan el funcionamiento óptimo, se eliminan en la secuencia de fase de los cambios de estado. Los cambios de presión influyen desventajosamente, por ejemplo, en los accionamientos de ajuste de válvulas o en dispositivos de flujo. Estos se producen, sobre todo, debido a la frecuencia rápida de los cambios de estado y se evitan según la invención mediante la presión constante en todas las cámaras, las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 y la cámara de trabajo 200. Esto se logra al estar interconectadas las cámaras por medio de orificios que posibilitan también una compensación de presión. Las  
 30 cámaras de intercambiador de calor 110, 120 están conectadas entre sí mediante un puente de cámara 130.  
 35

Con una derivación adicional, la línea de derivación 240, y la válvula 250 para el control de la derivación entre las cámaras de trabajo 200, el fluido de desplazamiento 202 se puede transferir rápidamente de una cámara de trabajo a la otra 200, por ejemplo, a fin de acelerar la operación si casi al finalizar una fase operativa existen aún sólo  
 40 pequeñas diferencias de presión entre los depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b.

El par de cámaras de intercambiador de calor con las cámaras de intercambiador de calor de tamaño diferente 110, 120 está conectado al espacio de trabajo 210 en el interior de la cámara de trabajo 200 mediante una línea de circulación 140. A tal efecto, la línea de circulación 140 desemboca preferentemente de manera directa en las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 (véase figura 8) o, según la representación, en un puente de cámara 130, mediante el que las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 están puenteadas y conectadas entre sí. La conexión de una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 al espacio de trabajo 210, que contiene el medio de trabajo 102 y se extiende entre un dispositivo de cierre, por ejemplo, una válvula rotatoria 220, y el  
 45 elemento de separación móvil 230, se puede abrir o cerrar mediante la válvula rotatoria 220. La línea de circulación 140 y la conexión de una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 al espacio de trabajo 210 posibilitan una circulación controlable mediante orificio, blindaje o cierre de los orificios, utilizados como aberturas de paso de medio de trabajo 114 y 124, con la válvula rotatoria 220.  
 50

Por medio de la figura 1 se puede describir también el procedimiento según la invención. A continuación se explica y se describe a modo de ejemplo el funcionamiento del convertidor de energía según la invención en el ciclo Stirling. La circulación se desarrolla aquí mediante las al menos dos conexiones abiertas entre el espacio de trabajo 210 y una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120, de las que al menos una se puede cerrar o blindar con el dispositivo de cierre 220, por ejemplo, un segmento de válvula rotatoria. La circulación se desarrolla aquí a través de la cámara de intercambiador de calor 110 y desde la cámara de intercambiador de calor 110 o a través de la cámara de intercambiador de calor 120 y desde la cámara de intercambiador de calor 120, en cada caso en particular por medio de la línea de circulación 140 que actúa como la segunda conexión abierta y puede estar diseñada, por ejemplo, como una línea separada, pero también sólo como una segunda salida respecto al espacio de trabajo 210, hacia el espacio de trabajo 210.  
 55  
 60  
 65

Si el medio de trabajo 102 se comprime y se sigue enfriando así continuamente de tal modo que la presión se

mantiene constante, o un gas se expande y la temperatura se eleva en correspondencia con el aumento del volumen, se consigue entonces una etapa de proceso isobárica.

5 El medio de trabajo gaseoso 102 se encuentra en los dos depósitos multicámara de presión constante 10 que están conectados entre sí y tienen el mismo diseño. Los intercambiadores de calor 122, 112 están en contacto, por una parte, con un medio caliente y, por la otra parte, con un medio frío como fuente de calor y disipador de calor. La línea principal 321 y la línea de derivación 240 entre los dos depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b en la zona de los espacios de transmisión de fuerza 212 están cerradas.

10 En el primer depósito multicámara de presión constante 10a, la válvula rotatoria 220 se ajusta de tal modo que la conexión entre el espacio de trabajo 210 y la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 está sellada y el medio de trabajo 102 circula preferentemente a través de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 y el espacio de trabajo 210. De este modo, el medio de trabajo 102 se calienta y la presión asciende en todo el volumen de depósito del depósito multicámara de presión constante 10a.

15 El sellado mediante el dispositivo de cierre, por ejemplo, un segmento de válvula rotatoria de la válvula rotatoria 220, no está previsto como un cierre completo, por lo que este tipo de cierre se identifica también como "blindaje". El segmento se mueve por delante del orificio que forma la abertura de paso de medio de trabajo 114, 124, pero no constituye un cierre estanco al gas. En este caso se aumenta sólo la resistencia al flujo de tal modo que el medio de trabajo gaseoso 102 fluye a través de un recorrido de flujo con una resistencia al flujo menor y circula preferentemente a través del recorrido descrito. Esto da como resultado una ventaja especial de la presente invención respecto al uso de válvulas, cámaras cerradas con las válvulas y las diferencias de presión resultantes de lo anterior. Estas válvulas serían muy complejas y costosas. Por tanto, la invención prescinde de tales elementos y aumenta únicamente la resistencia al flujo mediante una gran reducción de la sección transversal que puede ser  
20 atravesada por el flujo.

En paralelo a los ajustes en el primer depósito multicámara de presión constante 10a, el dispositivo de cierre 220 se ajusta en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b de tal modo que la conexión entre el espacio de trabajo 210 y la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 está sellada y el medio de trabajo 102 circula preferentemente a través de la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 y del espacio de trabajo 210. De esta manera, el medio de trabajo 102 se enfría en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b y la presión desciende en todo el volumen de depósito del segundo depósito multicámara de presión constante 10b.

30 Entre los dos depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b se ha generado así una diferencia de presión y, por tanto, un potencial para realizar trabajo.

A continuación, en una segunda etapa de proceso, la línea principal 321 para el fluido de desplazamiento 202, que conecta el espacio de transmisión de fuerza 212 del primer depósito multicámara de presión constante 10a al espacio de transmisión de fuerza 212 del segundo depósito multicámara de presión constante 10b, se abre mediante la disposición de válvula 320. El medio de trabajo 102 en el primer depósito multicámara de presión constante 10a se expande, mientras que el medio de trabajo 102 en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b se comprime. En este caso, el fluido de desplazamiento 202 se empuja desde el espacio de transmisión de fuerza 212 del primer depósito multicámara de presión constante 10a hacia el espacio de transmisión de fuerza 212 del  
45 segundo depósito multicámara de presión constante 10b y circula a través del transformador de energía de fluido 310 que realiza trabajo. Las presiones en los dos depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b se ajustan cada vez más. El movimiento o el flujo del fluido de desplazamiento 202 se detiene cuando se alcanza la igualdad de presión.

50 Si el dispositivo de presión 220 se sigue manteniendo en la misma posición de la etapa de proceso 1 y el medio de trabajo 102 sigue circulando, la expansión y la compresión tienen lugar casi o por completo isotérmicamente. Si las conexiones hacia todas las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 se cierran mediante el dispositivo de cierre 220, la expansión y la compresión tienen lugar adiabáticamente.

55 Para compensar con mayor rapidez la presión en los depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b se puede cerrar la línea principal 321 y abrir la línea de derivación 240 en una tercera etapa de proceso facultativa con el fin de conseguir una transferencia rápida del fluido de desplazamiento 202 del primer depósito multicámara de presión constante 10 al segundo depósito multicámara de presión constante 10b y, por tanto, un ajuste de la igualdad de presión entre ambos. La línea de derivación 240 se vuelve a cerrar al finalizar la etapa de proceso 3.

60 En una cuarta etapa de proceso, el dispositivo de cierre 220 en el primer depósito multicámara de presión constante 10a se mueve a la posición, en la que la conexión con la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 está abierta y la conexión con la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 está cerrada. El medio de trabajo 102 circula entonces a través del intercambiador de calor de temperatura baja 110 y del espacio de trabajo 210 del primer depósito multicámara de presión constante 10a.

65

El medio de trabajo 102 en el espacio de trabajo 210 se enfría y la presión en todo el primer depósito multicámara de presión constante 10a desciende. En el segundo depósito multicámara de presión constante 10b, el dispositivo de cierre 220 se mueve de tal modo que la conexión con la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 está abierta y la conexión con la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 está cerrada. El medio de trabajo 102 en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b circula ahora a través del espacio de trabajo 210 y de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120. La temperatura y la presión del medio de trabajo en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b aumentan.

En la quinta etapa de proceso subsiguiente, la línea principal 321 se vuelve a abrir y el medio de trabajo 102 en el segundo depósito multicámara de presión constante 10b se expande, mientras que el medio de trabajo 102 en el primer depósito multicámara de presión constante 10a se comprime. En este caso, el fluido de desplazamiento 202 circula mediante el transformador de energía de fluido 310 desde el espacio de transmisión de fuerza 212 del segundo depósito multicámara de presión constante 10b hacia el espacio de transmisión de fuerza 212 del primer depósito multicámara de presión constante 10a, hasta imperar la misma presión en los depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b o cerrarse la línea principal 321. Si los segmentos de válvula rotatoria de los dispositivos de cierre 220 se mantienen en la posición de la etapa de proceso 4, la expansión y la compresión vuelven a tener lugar isotérmicamente y si las conexiones entre las cámaras 110, 120, 210 están cerradas, la expansión y la compresión tienen lugar adiabáticamente. La etapa de proceso 5 es el ciclo de trabajo inverso real.

En una sexta etapa de proceso, la línea de derivación 240 se puede volver a abrir para compensar rápidamente la presión entre los dos depósitos multicámara de presión constante 10a, 10b. Después de estas seis etapas de proceso se alcanza nuevamente el estado inicial y el proceso comienza nuevamente en la etapa de proceso 1. El procedimiento según la invención comprende en total seis etapas de proceso como resultado de las dos etapas de derivación facultativas.

El calentamiento o el enfriamiento del gas en caso de un volumen constante (respecto a las etapas de proceso 1 y 3 descritas antes) en el depósito multicámara de presión constante 10a, 10b constituye un cambio de estado isocórico.

Si el medio de trabajo 102 se comprime y se sigue enfriando así constantemente de tal modo que la presión se mantiene constante, o un gas se expande y la temperatura aumenta en correspondencia con el aumento del volumen, tiene lugar una etapa de proceso isobárica. Se aplica siempre

$$\frac{p \times V}{T} = \text{const.}$$

y con un depósito multicámara de presión constante 10a, 10b (o mediante la interacción con un segundo depósito multicámara de presión constante) se puede implementar cualquier cambio de estado del medio de trabajo 102, en dependencia de si se suministra o se evacua calor y si se realiza un cambio de volumen,

No obstante, en la etapa de proceso 2 está prevista también la posibilidad de una expansión o una compresión adiabática. Si el dispositivo de cierre 220 cierra las dos conexiones de la cámara de trabajo 210 hacia las cámaras de intercambiador de calor 110, 120, el convertidor de energía no funciona en el ciclo Stirling, sino en el ciclo Otto.

Se pueden implementar también ciclos, en los que los números de tiempo son diferentes a cuatro, como el proceso Seilinger de cinco tiempos o el ciclo Atkinson de seis tiempos, si los tiempos de expansión y compresión están opuestos y el valor del cambio de volumen es igual. Asimismo, la expansión puede tener lugar sólo si el tiempo de compresión, desplazado en 180°, presenta una presión menor.

Debido a la inversión de la dirección de los ciclos posibles (ciclos en sentido antihorario), la energía mecánica se convierte en energía térmica. El convertidor de energía según la invención, identificado también como convertidor de energía hidroneumático, funciona entonces como máquina de refrigeración o bomba de calor.

Es posible también implementar un proceso isotérmico con expansión o compresión a una temperatura mantenida constante mediante el recalentamiento o el enfriamiento, un proceso isocórico, en el que no se realiza un trabajo de volumen, y un proceso adiabático con expansión o compresión con un cambio de presión y temperatura simultáneo.

La figura 2 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100. Se muestra una realización de la disposición de intercambiador de calor 100 con cámaras de intercambiador de calor 110, 120 de tamaño diferente variable que posibilitan una adaptación a diferencias de temperatura diferentes mediante la adaptación del volumen de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 del medio de trabajo 102 con una temperatura mayor mediante el preajuste con una disposición de pistón de ajuste 150, mientras que el volumen de la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 es invariable. La disposición de pistón de ajuste 150 presenta un pistón de ajuste 152 dispuesto en un elemento de cilindro 153. El elemento de cilindro 153 comprende una zona de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120. El pistón de ajuste 152 está dispuesto aquí de manera móvil y presenta un vástago de pistón 154 para su operación. Mediante el cambio de volumen de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 se puede mejorar la eficiencia de la

transferencia de calor al medio de trabajo 102.

La figura 3 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención. Aquí aparece representado cómo se puede implementar un diseño con adaptación diferenciada a diferencias de temperatura del medio de trabajo 102 al estar situadas en ambas cámaras de intercambiador de calor 110, 120 disposiciones de pistón de ajuste variables 150, 160. La segunda disposición de pistón de ajuste 160 comprende asimismo un pistón de ajuste 162, un elemento de cilindro 163 y un vástago de pistón 164. Esto permite adaptar en general la disposición de intercambiador de calor 100 al nivel de temperatura de la fuente de calor y del disipador de calor, de modo que las dos cámaras de intercambiador de calor 110, 120 pueden funcionar en un intervalo de potencia óptimo.

Una forma de realización alternativa, particularmente ventajosa, prevé una línea de circulación 140 como la mostrada en las figuras 1, 2 y 4 a 8.

La figura 4 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención. Se puede observar que el cambio de volumen del medio de trabajo 102 en una de las cámaras de intercambiador de calor, en este caso la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120, se puede conseguir también mediante la conexión de varias cámaras de control pequeñas 171 mediante aletas de control 172 o válvulas. Mientras mayor es la cantidad de cámaras de control 171 conectadas, mayor es el volumen efectivo de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120. Esto contribuye asimismo a conseguir condiciones de trabajo óptimas durante la transferencia de calor.

La figura 5 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención. Un cambio de volumen de otro tipo de las cámaras de intercambiador de calor, en este caso la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120, se realiza mediante un control de líquido 173 y se puede implementar al llenarse de manera variable una parte de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 con un líquido de control adecuado 174, por ejemplo, aceite térmico. Un depósito de líquido de control 176, un depósito de almacenamiento para el líquido de control 174, está conectado a la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 mediante una línea de control 177 y una válvula. En la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 se ha ajustado ventajosamente un volumen de control 178, en el que se puede acumular el líquido de control 174 para cambiar el volumen de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120, que puede ser utilizado por el medio de trabajo 102.

La figura 6 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención. De acuerdo con esta figura, el volumen de la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120 se ajusta mediante un principio de construcción modular que posibilita un acoplamiento flexible de varias cámaras de control 181 reemplazables y ampliables con ayuda de aletas de control 182 y/o válvulas dispuestas aquí. En la forma de realización representada, las cámaras de control 181 comprenden respectivamente un intercambiador de calor de temperatura alta 122, diseñado preferentemente como intercambiador de calor de tubo en tubo. Con ayuda de dos aletas de control 182, adecuadas para abrir y cerrar cada una de las cámaras de control 181, resulta posible una circulación de una cámara de control 181 a la otra.

La figura 7 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención. Los dispositivos de flujo 142, por ejemplo, los ventiladores, interactúan con al menos una de las aberturas de paso de medio de trabajo 114, 124, de modo que se puede acelerar el intercambio del medio de trabajo 102 entre una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 y el espacio de trabajo 210. En la representación, la abertura de paso de medio de trabajo 124 está abierta, mientras que la abertura de paso de medio de trabajo 114 está cerrada, o al menos blindada para impedir el flujo, debido a la posición de la válvula rotatoria 220.

La figura 8 muestra esquemáticamente otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención, en la que un compresor de circulación 142 u otro dispositivo de flujo está integrado en la línea de circulación 140, por lo que no es necesario un dispositivo de flujo 142 separado para cada una de las aberturas de paso de medio de trabajo 114, 124. Con ayuda del compresor de circulación 142 se puede acelerar el intercambio del medio de trabajo 102 entre una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 y el espacio de trabajo 210, de modo que es posible acortar la duración del ciclo.

Según la forma de realización representada, la disposición de intercambiador de calor 100 tiene también una construcción particularmente compacta. Se prescinde de un puente de cámara. En su lugar, las cámaras 110, 120 se separan una de otra sólo mediante una pared divisoria 127, formando una perforación en la pared divisoria 127 la conexión de las cámaras 110, 120 y desembocando la línea de circulación 140 en esta zona.

La figura 9 muestra esquemáticamente en representación en corte otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención, que se caracteriza por una construcción particularmente compacta y en la que todos los elementos necesarios para una circulación eficiente están instalados en el interior. Las cámaras 110, 120 están separadas una de otra por una pared divisoria de canal 128 que, además de su efecto de separación, asume al mismo tiempo la función de la línea de circulación. A tal efecto, en el interior de la pared

divisoria de canal 128 está previsto un canal de pared 129, a través del que el medio de trabajo 102 puede circular desde el espacio de trabajo 210 hasta al menos una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120 y viceversa, teniendo lugar el contraflujo respectivamente a través de al menos uno de los orificios 114, 124 controlables por la válvula rotatoria 220 u otro dispositivo de cierre.

5 El dispositivo de flujo 142, previsto según la figura 9, está integrado asimismo en la pared divisoria de canal 128, de modo que en la forma de realización preferida, la pared divisoria de canal 128 aloja el compresor de circulación, una forma de realización del dispositivo de flujo 142. Éste garantiza una circulación mejorada entre las cámaras, como se explicó antes. La dirección de flujo se indica mediante flechas.

10 La figura 10 muestra esquemáticamente en representación en corte otra forma de realización de una disposición de intercambiador de calor 100 según la invención, en la que todos los elementos necesarios para una circulación eficiente están instalados asimismo en el interior. Las cámaras 110, 120 están separadas una de otra por una pared divisoria de canal 128 que, además de su efecto de separación, asume al mismo tiempo la función de la línea de circulación. A tal efecto, en el interior de la pared divisoria de canal 128 están previstos canales de pared 129, a través de los que el medio de trabajo 102 puede circular desde el espacio de trabajo 210 hasta al menos una de las cámaras de intercambiador de calor 110, 120, circulando el contraflujo respectivamente a través de al menos uno de los orificios 114, 124 controlables por la válvula rotatoria 220 hacia el espacio de trabajo y viceversa.

20 La pared divisoria de canal 128 presenta además un regenerador 144 que actúa como un intercambiador de calor y puede absorber calor del medio de trabajo 102 circulante o cederlo al mismo. Esta capacidad es posible o se mejora mediante una masa de relleno 146 que almacena calor y que en una forma de realización preferida del regenerador 144 está contenida en dicho regenerador. Si el medio de trabajo 102 se debe enfriar, la masa de relleno 146 absorbe calor que se puede volver a ceder a continuación al medio de trabajo 102, si éste se debe calentar. Por tanto, el calentamiento y el enfriamiento no se tienen que realizar completamente mediante las fuentes de calor y frío externas, sino que se ahorra energía externa y se aumenta así la eficiencia del convertidor de energía.

25 El dispositivo de flujo 142 está integrado asimismo en la pared divisoria de canal 128, de modo que en la forma de realización preferida, la pared divisoria de canal 128 aloja el compresor de circulación 142. Éste garantiza una circulación mejorada entre las cámaras, como se explicó antes.

30 En la forma de realización preferida, el regenerador 144 funciona bien sin elementos móviles que guíen el flujo del medio de trabajo 102. En su lugar están previstos dos recorridos de flujo diferentes para el enfriamiento y el calentamiento que se forman mediante los canales de pared 129 y se controlan mediante la válvula rotatoria 220. Los procesos de enfriamiento y calentamiento están representados respectivamente en las imágenes a) y b) de la figura 11, en la que las flechas indican la dirección de flujo. Según la imagen a), el medio de trabajo caliente 102 se guía del espacio de trabajo 210 al canal de pared 129 y por el regenerador 144, donde cede calor y circula, ya frío, hacia el interior de la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 110 para seguirse enfriando aquí. Según la imagen b), por el contrario, el medio de trabajo frío 102 circula del espacio de trabajo 210 hacia la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 120. Durante el recorrido se guía por delante del regenerador 144 cargado de calor, cediendo ahora la masa de relleno 146, que almacena calor, el calor absorbido antes al medio de trabajo 102. Por consiguiente, se necesita menos energía procedente del intercambiador de calor de temperatura alta 122 para calentar el medio de trabajo 102.

45 La figura 11 muestra esquemáticamente en representación en corte cinco formas de realización de un elemento de separación 230 de un convertidor de energía termodinámico según la invención. El elemento de separación aislado 230, representado, entre otros, en la figura 1 en la cámara de trabajo 200 entre el medio de trabajo 102 y el fluido de desplazamiento 202 y móvil libremente, presenta preferentemente una masa pequeña y una alta resistencia. Con las formas representadas A, B, C, D y E se mejoran las condiciones de separación con la misma masa, en particular mediante una estanqueidad mayor respecto a la pared interior de la cámara de trabajo 200.

50 La forma A presenta bordes plegados hacia el espacio de trabajo que, además de permitir una estanqueidad mayor, impiden también una inclinación. La forma B presenta las mismas ventajas que la forma A y dispone también de un espacio interior cerrado. La forma C presenta las mismas ventajas que la forma A y se caracteriza por una mejor seguridad contra la inclinación. La forma D dispone de un espacio interior cerrado y se caracteriza además por una pequeña tendencia a bloquearse, manteniendo a la vez una buena estanqueidad, debido al contacto de línea con la superficie de revestimiento interior de la cámara de trabajo. La forma E muestra un engrosamiento en la zona del borde. Al menos las formas B y D, pero también la forma E en la zona del borde contienen espacios cerrados para el alojamiento de un material de aislamiento térmico, un aislamiento 232.

60 Una forma de realización alternativa prevé que el propio elemento de separación 230 esté fabricado de un material aislante, de modo que el aislamiento 232 está unido en forma de una sola pieza al elemento de separación 230 y forma este último.

65 La figura 12 muestra esquemáticamente en representación en corte otra forma de realización de una cámara de trabajo 200 de una disposición de intercambiador de calor según la invención. El aislamiento térmico entre el medio

de trabajo 102 y el fluido de desplazamiento 202 se garantiza mediante un elemento de separación elástico 231, fijado de manera estanca al fluido preferentemente en la zona del borde interior de la cámara de trabajo 200. En dependencia del volumen del medio de trabajo 102, el elemento de separación elástico 231 se extiende más o menos en dirección del fluido de desplazamiento 202 (elemento de separación 231' en posición desviada, representado con líneas discontinuas) y lo desplaza hacia afuera de la cámara de trabajo. En el proceso inverso, el elemento de separación elástico 231 se vuelve a contraer.

El elemento de separación 231 puede garantizar también, además del aislamiento térmico, una alta estanqueidad, de modo que se evitan también de manera segura interacciones químicas y una evaporación del fluido de desplazamiento 202 hacia el medio de trabajo 102, así como una disolución del medio de trabajo 102 en el fluido de desplazamiento 202.

La figura 13 muestra esquemáticamente en representación en corte otra forma de realización de una cámara de trabajo 200 de una disposición de intercambiador de calor según la invención, que constituye una combinación de la forma de realización con el elemento de separación elástico 231 (véase figura 12) y el elemento de separación móvil 230 (véase figura 11) con aislamiento. En este caso, una membrana elástica 233 está fijada de manera estanca al fluido en la zona del borde interior de la cámara de trabajo 200 y garantiza una alta estanqueidad, de modo que se evitan también de manera segura interacciones químicas y una evaporación del fluido de desplazamiento 202 hacia el medio de trabajo 102, así como una disolución del medio de trabajo 102 en el fluido de desplazamiento 202. Para el aislamiento térmico está previsto, por el contrario, el aislamiento 232 que presenta el elemento de separación 230 unido a la membrana 233 y que no tiene que extenderse hasta la pared de la cámara de trabajo 200. Por consiguiente, el aislamiento 232 se puede mover fácilmente y con poca fricción en la cámara de trabajo 200. Una configuración alternativa prescinde del aislamiento 232, porque la membrana elástica 233 está diseñada de manera que actúa como aislamiento.

Las figuras 14a y 14b muestran esquemáticamente en representación en corte longitudinal otra forma de realización del depósito multicámara de presión constante 20a, 20b para el uso en el convertidor de energía según la invención. Toda la construcción de los componentes del depósito multicámara de presión constante 20a, 20b es esencialmente concéntrica, formando un tubo de envoltura 22 el límite exterior. La cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 121 con el intercambiador de calor de temperatura alta 123 y la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 111 con el intercambiador de calor de temperatura baja 113 están diseñadas respectivamente con una forma alargada en el tubo de envoltura 22. Esto permite utilizar una superficie de intercambiador de calor grande en caso de una necesidad de espacio pequeña.

El centro del depósito multicámara de presión constante 20a, 20b está ocupado por la cámara de trabajo 201 con el espacio de trabajo 211 y el espacio de transmisión de fuerza 213. El espacio de trabajo 211 y el espacio de transmisión de fuerza 213 están separados uno de otro por la manguera de separación 234. La presión del medio de trabajo 102 se transmite mediante la manguera de separación 234 al fluido de desplazamiento 202 que puede abandonar el depósito multicámara de presión constante 20a, 20b o entrar en dicho depósito a través de la línea principal 321.

Para controlar y acelerar el transporte del medio de trabajo 102 mediante los intercambiadores de calor 113, 123, en ambos extremos de la cámara de trabajo tubular 201 está prevista una válvula rotatoria 220 y en un extremo de la cámara de trabajo 201 está previsto un ventilador 142. Una flecha indica la dirección de circulación.

Si el medio de trabajo 102 de la representación en la figura 14a se enfría por encima del intercambiador de calor de temperatura baja 113, su volumen se reduce en el espacio de trabajo 211. Por tanto, el volumen del espacio de transmisión de fuerza 213 aumenta y el fluido de desplazamiento 202 entra a través de la línea principal 321, como aparece representado en la figura 14b.

Las figuras 15a-15c muestran esquemáticamente en representación en corte transversal otra forma de realización del depósito multicámara de presión constante tubular 20a, 20b, estando indicados los planos de corte A-A, B-B y C-C en la figura 14b. El tubo de envoltura cilíndrico 22 aloja aquí sólo la cámara de trabajo 201, mientras que la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 121 con el intercambiador de calor de temperatura alta 123 y la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 111 con el intercambiador de calor de temperatura baja 113 están instalados en el exterior del tubo de envoltura 22. La válvula rotatoria 220 se muestra en el corte A-A en posición abierta.

El fluido de desplazamiento 202 entra en el espacio de transmisión de fuerza 213 mediante la conexión para la línea principal 321, como se muestra en la figura 15b en el plano de corte B-B. El corte transversal muestra también la manguera de separación 234 con una baja presión del medio de trabajo 102 o un pequeño volumen del espacio de trabajo 211, mientras que el volumen máximo del espacio de trabajo 211 y al mismo tiempo el volumen mínimo del espacio de transmisión de fuerza 213 están indicados en una representación con líneas discontinuas de la manguera de separación 234'. El plano de corte C-C según la figura 15c muestra el ventilador 142.

Las figuras 16a y 16b muestran también los planos de corte A-A y B-B de la figura 14b, aunque muestran también

esquemáticamente en representación en corte transversal otra forma de realización del depósito multicámara de presión constante tubular 20a, 20b en una forma de realización completamente cilíndrica. El tubo de envoltura 22 encierra, por tanto, no sólo la cámara de trabajo 201, sino también la cámara de intercambiador de calor de temperatura alta 121 con el intercambiador de calor de temperatura alta 123 y la cámara de intercambiador de calor de temperatura baja 111 con el intercambiador de calor de temperatura baja 113. Están previstos varios intercambiadores de calor 113, 123 de diámetro menor, por lo que estos encajan en el espacio intermedio estrecho entre la cámara de trabajo 201 y el tubo de envoltura 22 y proporcionan aún una superficie de intercambiador de calor suficientemente grande. El corte A-A en la figura 16a muestra también la válvula rotatoria 220 y, de manera cubierta y representada con líneas discontinuas, el ventilador 142 y la manguera de separación 234. Se puede observar también la conexión para la línea principal 321.

El corte B-B, que muestra la figura 16b, permite identificar la manguera de separación 234, en cuyo interior se encuentra el espacio de trabajo 211 con el medio de trabajo 102. Por fuera de la manguera de separación 234 se extiende el espacio de transmisión de fuerza 213 con el fluido de desplazamiento 202.

Lista de números de referencia

1	Convertidor de energía
10a, 10b	Depósito multicámara de presión constante
20	20a, 20b Depósito multicámara de presión constante
100	Disposición de intercambiador de calor
22	Tubo de envoltura
102	Medio de trabajo
110, 111	Cámara de intercambiador de calor, cámara de intercambiador de calor de temperatura baja, (cámara)
25	112, 113 Intercambiador de calor, intercambiador de calor de temperatura baja
114	Orificio, abertura de paso de medio de trabajo
142	Dispositivo de flujo
120, 121	Cámara de intercambiador de calor, cámara de intercambiador de calor de temperatura alta, (cámara)
30	122, 123 Intercambiador de calor, intercambiador de calor de temperatura alta
124	Orificio, abertura de paso de medio de trabajo
127	Pared divisoria
128	Pared de separación de canal
35	129 Canal de pared
130	Puente de cámara
140	Línea de circulación
142	Dispositivo de flujo, compresor de circulación, ventilador
144	Regenerador
40	146 Masa de relleno
150	Disposición de pistón de ajuste
152	Pistón de ajuste
153	Elemento de cilindro
154	Vástago de pistón
45	160 Disposición de pistón de ajuste
162	Pistón de ajuste
163	Elemento de cilindro
164	Vástago de pistón
171	Cámara de control
50	172 Aleta de control
173	Control de líquido
174	Líquido de control
176	Depósito de líquido de control
177	Línea de control
55	178 Volumen de control
181	Cámara de control
182	Aleta de control
200, 201	Cámara de trabajo, (cámara)
202	Fluido de desplazamiento
60	210, 211 Espacio de trabajo
212, 213	Espacio de transmisión de fuerza
220	Dispositivo de cierre, válvula rotatoria
230	Elemento de separación móvil
231, 231'	Elemento de separación elástico
65	232 Aislamiento del elemento de separación
233	Elemento de separación, membrana

## ES 2 738 728 T3

	234, 234'	Elemento de separación, manguera de separación
	240	Línea de derivación
	250	Válvula
	300	Disposición de transformador de energía de fluido
5	310	Transformador de energía de fluido
	320	Disposición de válvula
	321	Línea principal

**REIVINDICACIONES**

1. Elemento de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) para encerrar un medio de trabajo (102) dentro de un volumen interior de tamaño variable, que presenta una pared que divide el volumen interior en cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121), así como una cámara de trabajo (200, 201), en el que
- dentro de la cámara de trabajo (200, 201) está configurado un elemento de separación (230, 231, 233, 234) que divide la cámara de trabajo (200, 201) en un espacio de trabajo (210, 211) sometido al medio de trabajo (201) y un espacio de transmisión de fuerza (212, 213) sometido a un fluido de desplazamiento (202),
  - las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) y el espacio de trabajo (210, 211) están unidos entre sí por fluido de tal modo que el medio de trabajo (102) presenta dentro del elemento de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) la misma presión y
  - cada cámara de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) está unida al espacio de trabajo (210, 211) mediante una entrada y una salida configurada de manera separada de la entrada,
- caracterizado por que una entrada o una salida está configurada en cada caso como conexión entre las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) y el espacio de trabajo (210, 211) con al menos un dispositivo (220) para influir en la circulación del medio de trabajo (102) a través de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) de tal modo que se impide una circulación al menos a través de una de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) y se favorece una circulación al menos a través de otra cámara de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121).
2. Elemento de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la entrada de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) está dispuesto un regenerador (144) para el almacenamiento de calor de tal modo que el medio de trabajo (102) se carga al entrar en la primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) y se descarga al entrar en la segunda cámara de intercambiador de calor (120, 121).
3. Elemento de volumen (10a, 10b) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el elemento de separación (230) está configurado de manera estanca al fluido y con una fuerza de flotación mayor que su peso de tal modo que el elemento de separación (230) descansa siempre sobre la superficie del fluido de desplazamiento y/o el elemento de separación (230) está configurado con un aislamiento térmico o a partir de un material de aislamiento térmico y/o el elemento de separación (230) está configurado
- como un disco, que cierra la sección transversal de la cámara de trabajo (200), con un borde orientado en dirección del espacio de trabajo (210) o
  - como un cilindro hueco que cierra la sección transversal de la cámara de trabajo (200)
  - o
  - como un elipsoide de rotación que cierra la sección transversal de la cámara de trabajo (200).
4. Elemento de volumen (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, cuya cámara de trabajo (201) está configurada de forma tubular y presenta en su interior el espacio de transmisión de fuerza (213) y el espacio de trabajo (211) que están dispuestos coaxialmente y separados uno de otro mediante el elemento de separación, configurado como una manguera de separación (234), en el corte transversal, estando configurada la manguera de separación (234) de manera elástica, estando dispuestas las cámaras de intercambiador de calor (111, 121) en la circunferencia de la cámara de trabajo (21) y estando previstas en los lados frontales de la cámara de trabajo (201) respectivamente una entrada o una salida como conexión entre las cámaras de intercambiador de calor (111, 121) y el espacio de trabajo (211) y estando configurada al menos una entrada o una salida con un dispositivo (220) para influir en la circulación del medio de trabajo (102) a través de las cámaras de intercambiador de calor (111, 121) de tal modo que se impide una circulación al menos a través de una de las cámaras de intercambiador de calor (111, 121) y se favorece una circulación al menos a través de otra cámara de intercambiador de calor (111, 121).
5. Elemento de volumen (20) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que un dispositivo (142) para favorecer la circulación está previsto en al menos un extremo de la cámara de trabajo (201).
6. Dispositivo (1) para convertir la energía térmica, mecánica e interna una en la otra, que presenta al menos dos elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, así como al menos una disposición (300) para transformar la energía cinética de un fluido en energía mecánica, en el que
- dentro de una primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) está dispuesto al menos un intercambiador de calor de temperatura baja (112, 113) para enfriar el medio de trabajo y dentro de una segunda cámara de intercambiador de calor (120, 121) está dispuesto al menos un intercambiador de calor de temperatura alta (122, 123) para calentar el medio de trabajo (102) y
  - los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) están conectados hidráulicamente entre sí en zonas de los espacios de transmisión de fuerza (212, 213), sometidos al fluido de desplazamiento, mediante una línea de conexión (321), estando configurada la disposición (300) para transformar la energía cinética del fluido dentro de

la línea de conexión (321).

7. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que al menos una de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) está configurada de manera subdividida en subcámaras, estando dispuesto de manera correspondiente en cada subcámara un intercambiador de calor de temperatura baja (112, 113) o un intercambiador de calor de temperatura alta (122, 123) y estando conectadas entre sí las subcámaras por fluido.

8. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que un dispositivo (220) para impedir una circulación o un dispositivo (142) para favorecer la circulación está configurado en un orificio configurado entre dos subcámaras.

9. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que al menos una de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) está configurada con un volumen interior variable.

10. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la cámara de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) está configurada

- a partir de al menos dos subcámaras que se pueden cerrar una respecto a la otra y/o
- con un pistón estanco al fluido y móvil respecto a la pared de la cámara de intercambiador de calor (110, 111, 120, 121) y/o
- con un fluido de nivel variable.

11. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que la disposición (300) para transformar la energía de fluido está configurada a partir de al menos un motor de fluido rotatorio o a partir de al menos un motor lineal y la disposición (300) para transformar la energía de fluido presenta una disposición de válvula.

12. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 11, en el que los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) están conectados hidráulicamente entre sí en zonas de los espacios de transmisión de fuerza (212, 213), sometidos al fluido de desplazamiento (202), mediante una línea de derivación (240), presentando la línea de derivación (240) una válvula (250) para abrir y cerrar la sección transversal de flujo.

13. Procedimiento para el funcionamiento del dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 12, que presenta las etapas siguientes:

a) enfriar un medio de trabajo gaseoso dentro de una primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) y calentar el medio de trabajo gaseoso dentro de una segunda cámara de intercambiador de calor (120, 121) respectivamente de un primer elemento de volumen (10a, 20a) y de un segundo elemento de volumen (10b, 20b), estando ajustado en cada caso un dispositivo (220) para influir en la circulación a través de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111) de tal modo que

- el medio de trabajo circula y se calienta en el primer elemento de volumen (10a, 20a) entre la segunda cámara de intercambiador de calor (120, 121) y un espacio de trabajo (210, 211), aumentando la presión del medio de trabajo (102) en caso de un volumen interior constante, así como
- el medio de trabajo (102) circula y se enfría en el segundo elemento de volumen (10b, 20b) entre la primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) y un espacio de trabajo (210, 211), disminuyendo la presión del medio de trabajo (102) en caso de un volumen interior constante, y
- establecer una diferencia de presión entre los medios de trabajo (102) encerrados dentro de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b),

b) abrir una línea de conexión (321) y conectar espacios de transmisión de fuerza (212, 213), sometidos a un fluido de desplazamiento (202), de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b),

c) expandir el medio de trabajo (102) dentro del primer elemento de volumen (10a, 20a), así como comprimir el medio de trabajo (102) dentro del segundo elemento de volumen (10b, 20b),

- transfiriéndose el fluido de desplazamiento (202) desde el espacio de transmisión de fuerza (212, 213) del primer elemento de volumen (10a, 20a) hasta el espacio de transmisión de fuerza (212, 213) del segundo elemento de volumen (10b, 20b), así como
- sometándose una disposición (300) para transformar la energía de fluido, configurada en la línea de conexión (321), al fluido de desplazamiento (202) y accionándose mediante el mismo,

hasta presentar los medios de trabajo (202), encerrados dentro de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b), la misma presión,

d) ajustar los dispositivos (220, 221) para influir en la circulación a través de las cámaras de intercambiador de calor (110, 111) de tal modo que

- el medio de trabajo (102) circula y se calienta en el primer elemento de volumen (10a, 20a) entre la primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) y el espacio de trabajo (210, 211), disminuyendo la presión del

- medio de trabajo (102) en caso de un volumen interior constante, así como
- el medio de trabajo (102) circula y se enfría en el segundo elemento de volumen (10b) entre la segunda cámara de intercambiador de calor (120, 121) y el espacio de trabajo (210, 211), aumentando la presión del medio de trabajo (102) en caso de un volumen interior constante, y
  - establecer una diferencia de presión entre los medios de trabajo (102) encerrados dentro de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b),
- 5
- e) abrir la línea de conexión (321) y conectar los espacios de transmisión de fuerza (212, 213), sometidos al fluido de desplazamiento (102), de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b),
- 10 f) expandir el medio de trabajo (102) dentro del segundo elemento de volumen (10b, 20b), así como comprimir el medio de trabajo (102) dentro del primer elemento de volumen (10a, 20a),
- transfiriéndose el fluido de desplazamiento (202) desde el espacio de transmisión de fuerza (212, 213) del segundo elemento de volumen (10b, 20b) hasta el espacio de transmisión de fuerza (212, 213) del primer elemento de volumen (10a, 20a), así como
  - sometiéndose la disposición (300) para transformar la energía de fluido, configurada en la línea de conexión (321), al fluido de desplazamiento (202) y accionándose mediante el mismo,
- 15
- hasta presentar los medios de trabajo (202), encerrados dentro de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b), la misma presión;
- 20 transformándose la energía cinética del fluido de desplazamiento (202) en energía mecánica.
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el medio de trabajo (102) para el enfriamiento circula dentro de la primera cámara de intercambiador de calor (110, 111) mediante al menos un intercambiador de calor de temperatura baja (112, 113), sometido a un primer portador de calor, y en el que el medio de trabajo (102) para el calentamiento circula dentro de la segunda cámara de intercambiador de calor (102, 121) mediante al menos un intercambiador de calor de temperatura alta (122, 123), sometido a un segundo portador de calor.
- 25
15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en el que la línea de conexión (321) se cierra a continuación de las etapas de procedimiento c) y/o f) y una línea de derivación (240) para conectar los espacios de transmisión de fuerzas (212, 213), sometidos al fluido de desplazamiento (202), de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b) se abre con el fin de compensar la presión dentro de los elementos de volumen (10a, 10b, 20a, 20b), cerrándose dicha línea de derivación después de compensarse la presión.
- 30



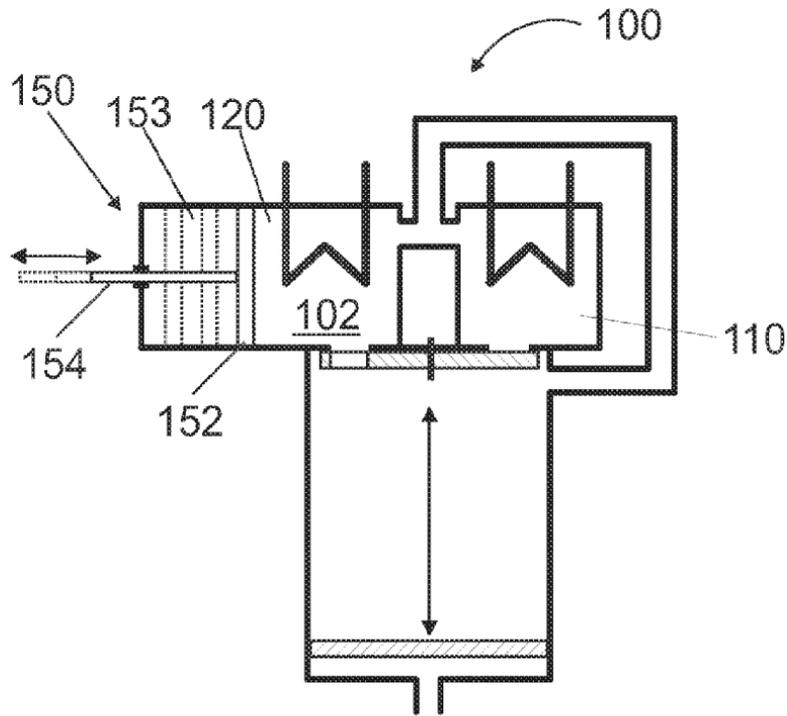


Fig. 2

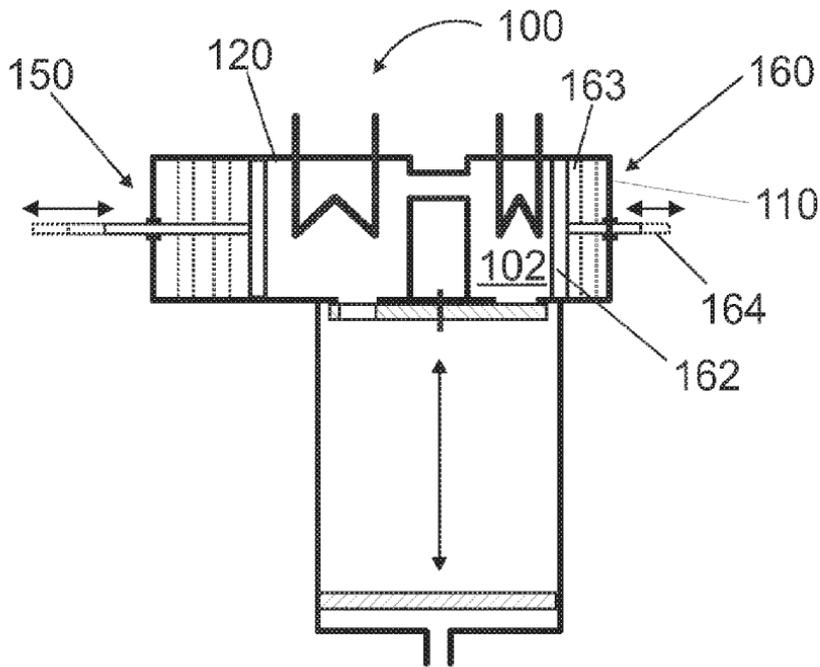


Fig. 3

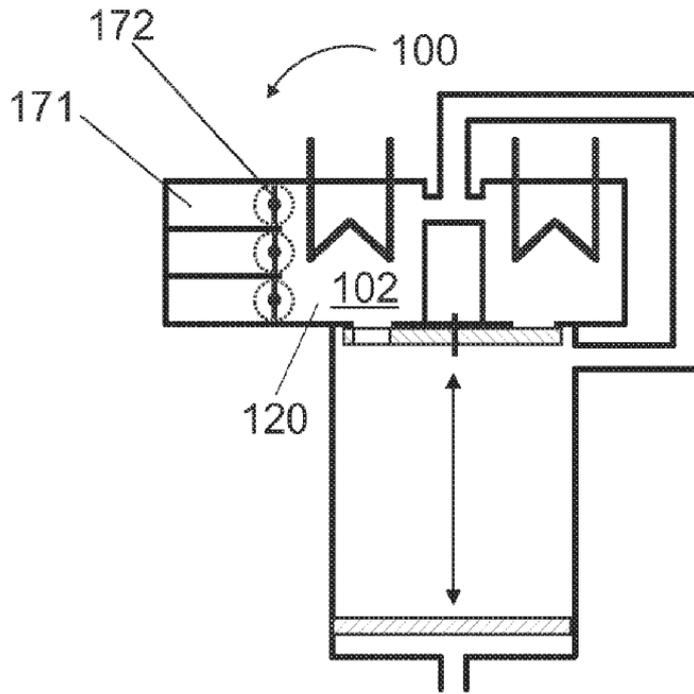


Fig. 4

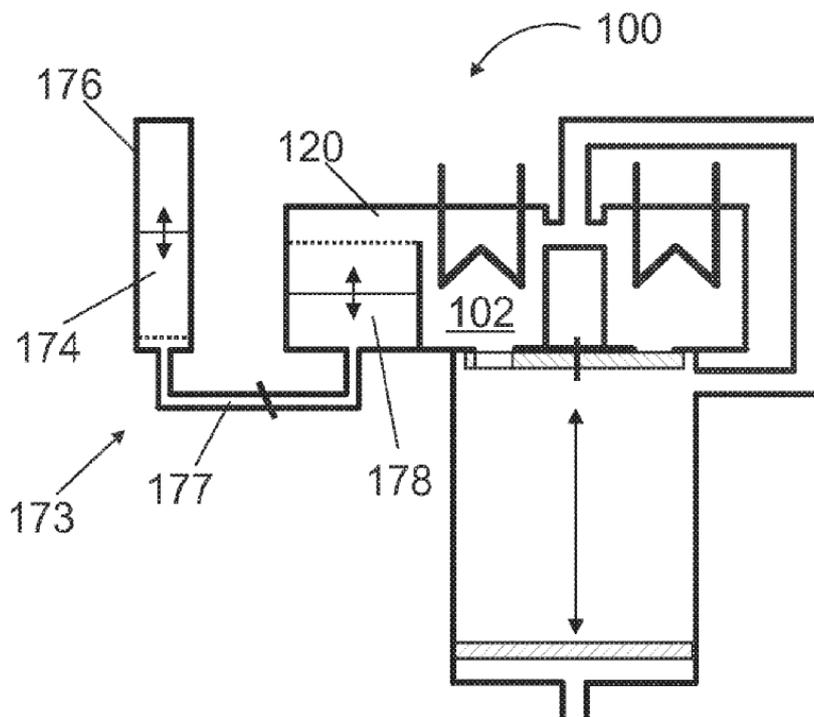


Fig. 5

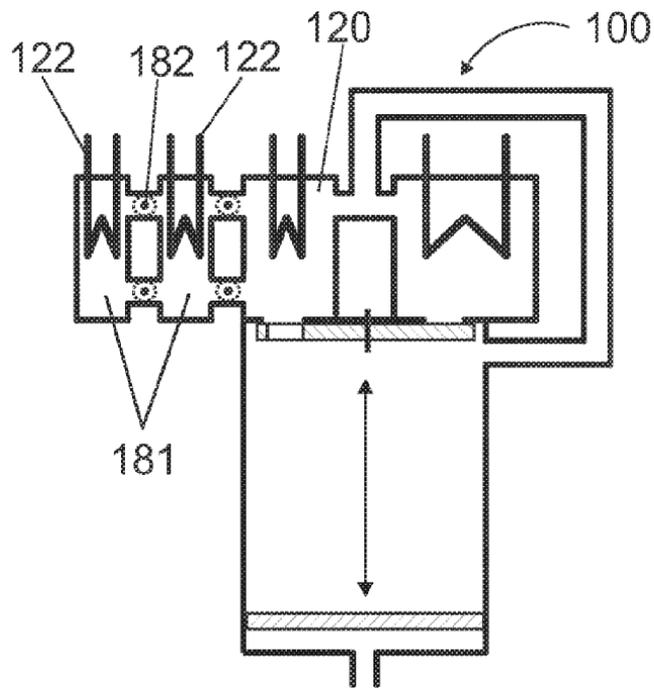


Fig. 6

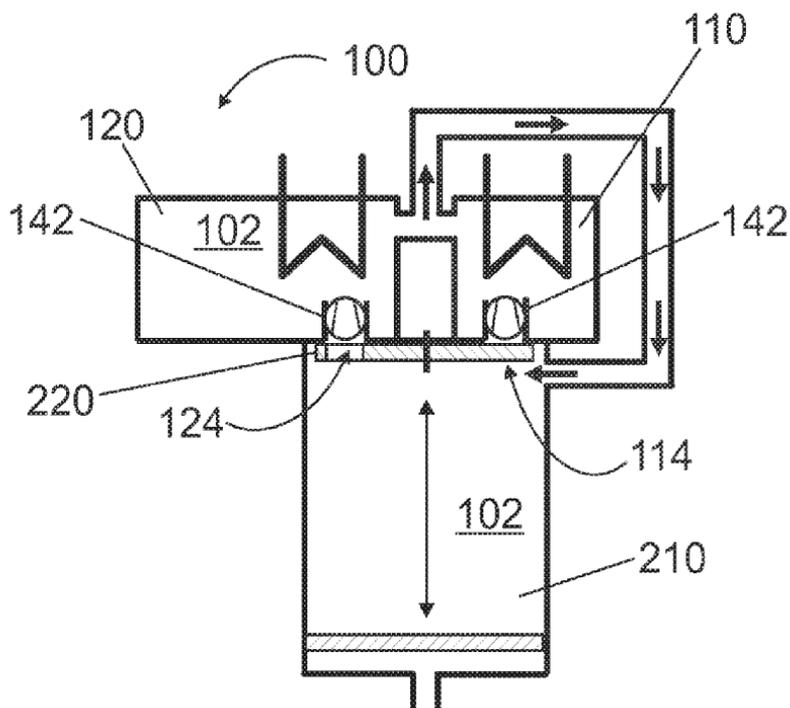


Fig. 7

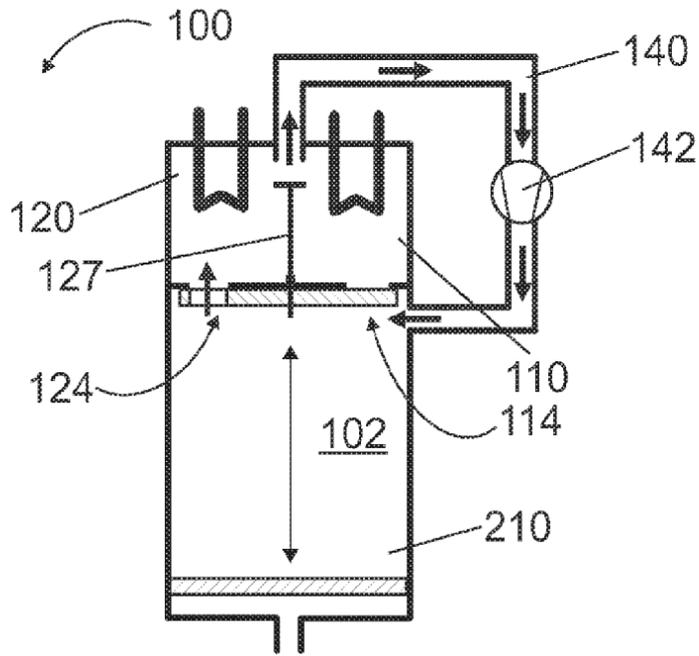


Fig. 8

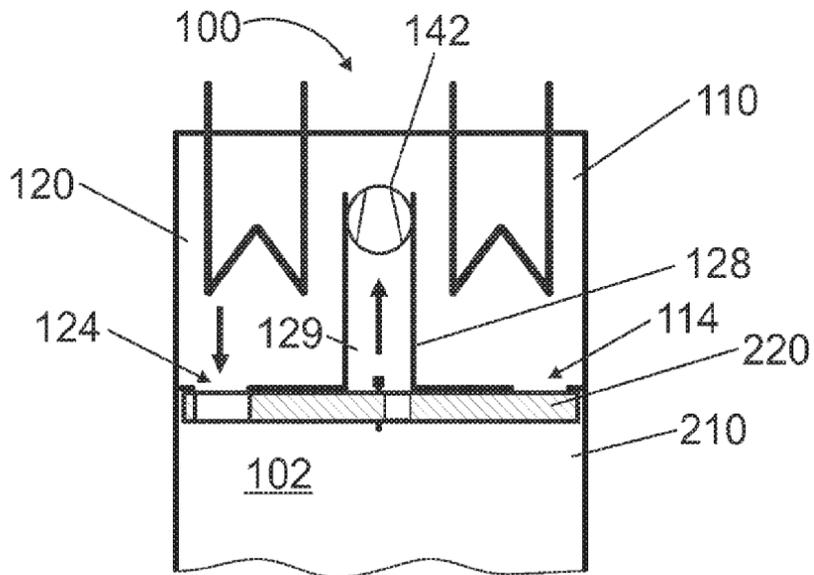
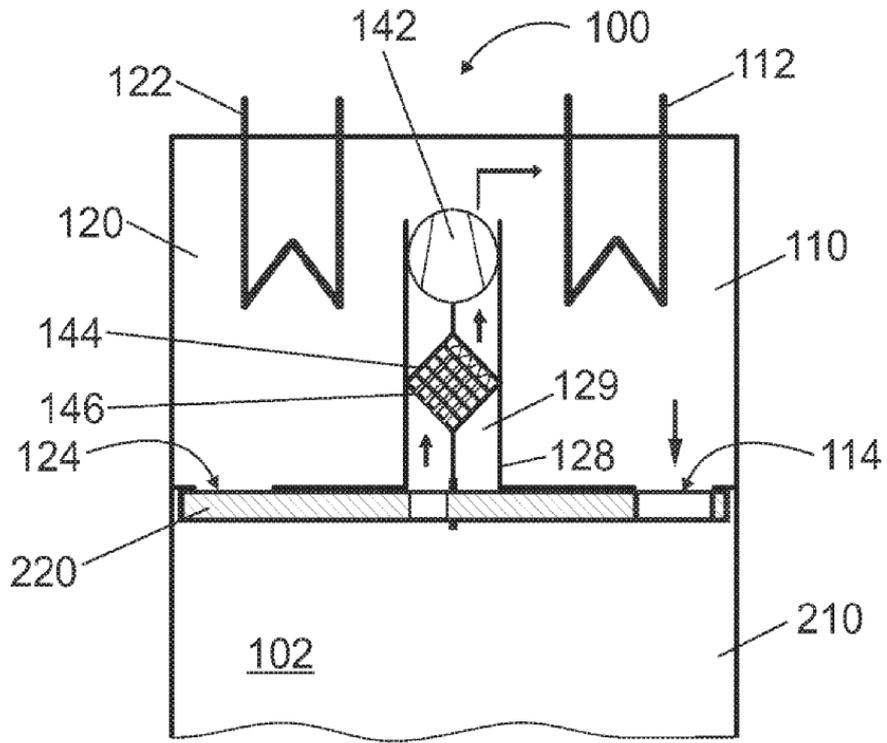
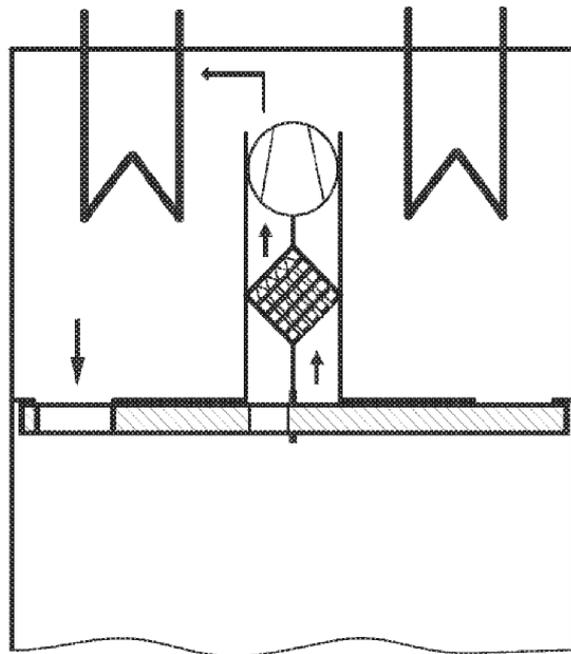


Fig. 9



a)



b)

Fig. 10

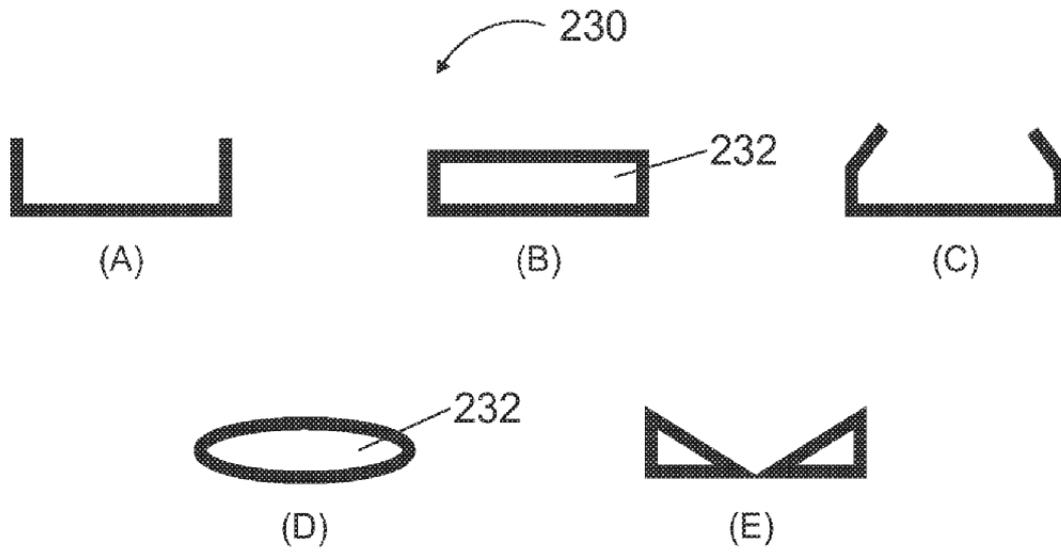


Fig. 11

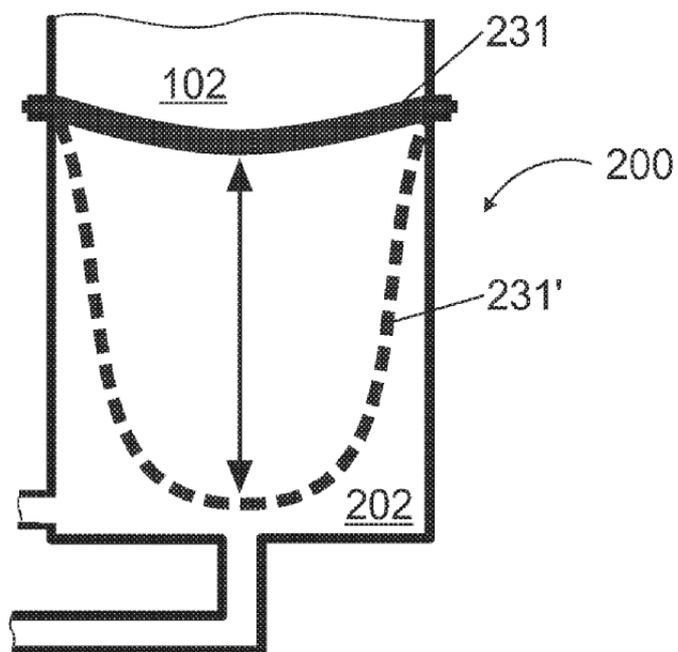


Fig. 12

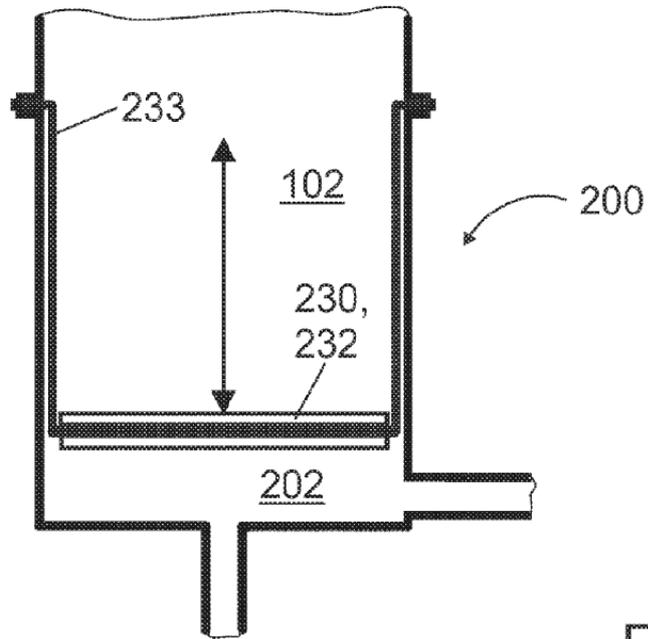


Fig. 13

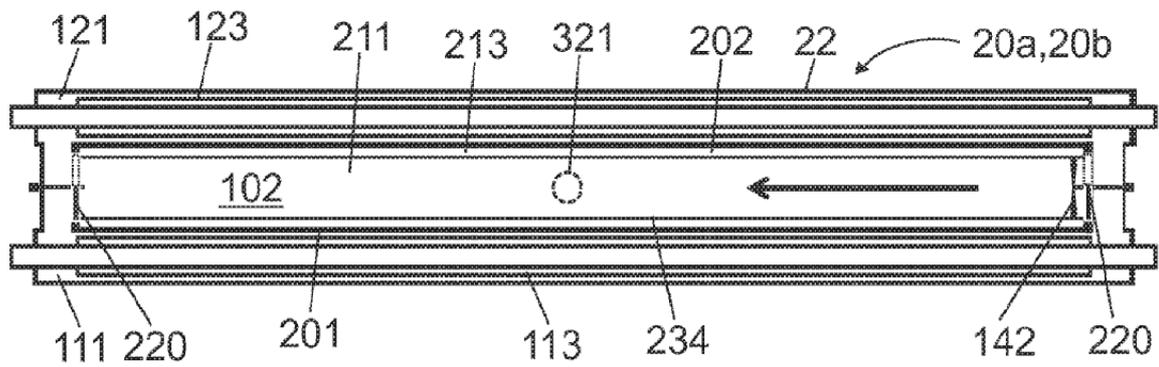


Fig. 14a

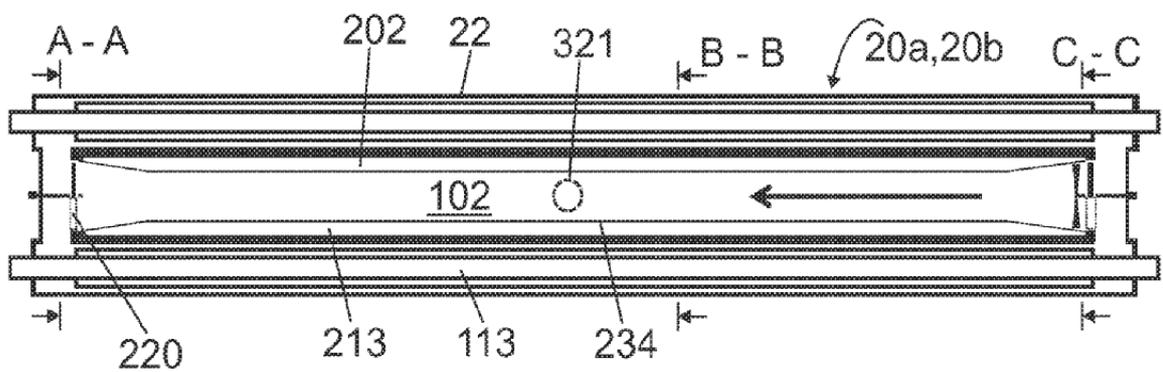


Fig. 14b

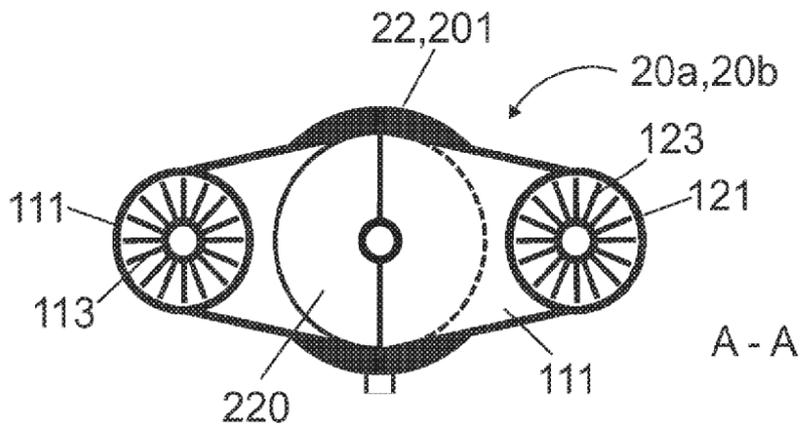


Fig. 15a

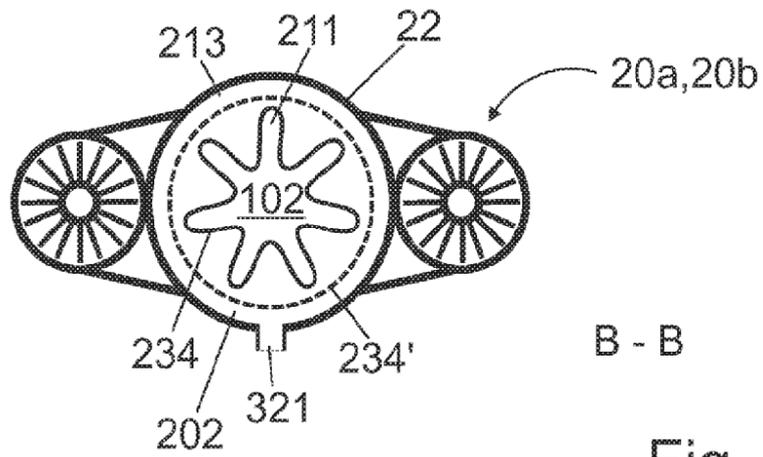


Fig. 15b

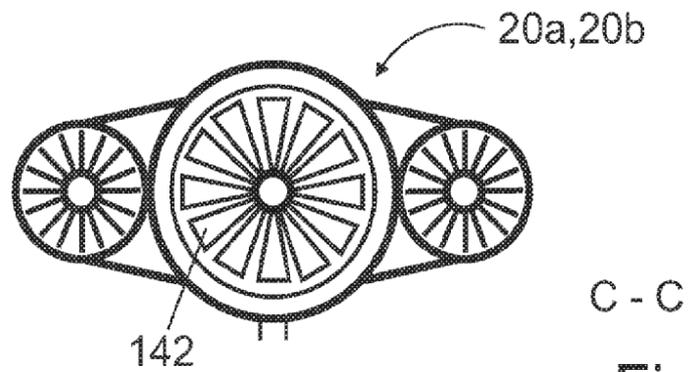


Fig. 15c

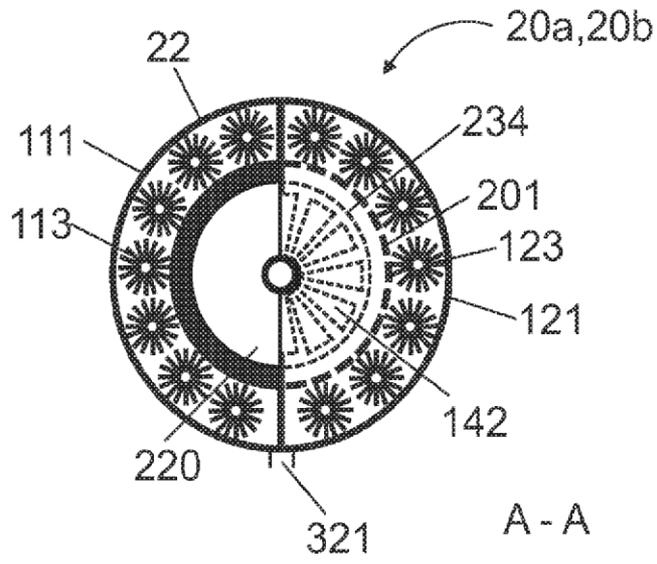


Fig. 16a

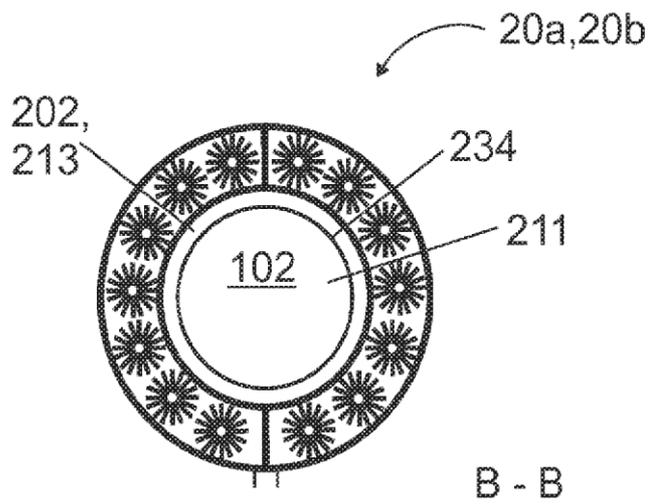


Fig. 16b