

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 351**

51 Int. Cl.:

F28F 27/02 (2006.01)

F28D 17/04 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

F28D 20/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/EP2015/055894**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150456**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15741752 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2020 EP 3247967**

54 Título: **Dispositivo de almacenamiento de energía térmica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.06.2021

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)**

**Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**BARMEIER, TILL ANDREAS;
GERHARD, MAIKE y
SEIDEL, VOLKER**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 831 351 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

Dispositivo de almacenamiento de energía térmica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un dispositivo para almacenar energía térmica.

10 Antecedentes de la técnica

Los almacenamientos de energía térmica juegan un papel importante en la mejora de la estabilidad de las redes de suministro de energía y para aumentar la eficiencia energética.

15 La producción de energía eléctrica a partir de diversos tipos de fuentes de energía renovables tales como, por ejemplo, turbinas eólicas o plantas de energía solar, no es continua. La producción de energía eléctrica depende de condiciones ambientales tales como la velocidad del viento. Por lo tanto, puede haber un intervalo de tiempo entre los momentos en los que la producción de energía es alta, pero la demanda de energía es baja y los momentos en los que la producción de energía es baja, pero la demanda de energía es alta.

20 Un enfoque conocido para resolver este problema es almacenar energía temporalmente usando un dispositivo de almacenamiento de energía térmica. Dichos dispositivos de almacenamiento de energía térmica comprenden un recipiente que tiene al menos una entrada y una salida opuesta y que se llena con un material de almacenamiento que tiene la capacidad de recibir energía térmica al calentarse y liberar la energía térmica almacenada en un momento posterior. Normalmente, el material se calienta (carga) mediante un flujo de trabajo desde un depósito caliente que tiene una temperatura más alta que el material y que cruza el dispositivo de almacenamiento desde la entrada hasta la salida. Posteriormente, la energía térmica almacenada se recupera por el mismo o por otro flujo de trabajo de un depósito frío que tiene una temperatura inferior a la del material y que atraviesa el dispositivo de almacenamiento hacia atrás desde la salida hasta la entrada.

30 El depósito caliente puede ser una salida de un calentador o cualquier otra fuente del medio de transferencia de calor relativamente caliente del cual se recibe la energía térmica durante el primer modo operativo.

35 El depósito frío puede ser una salida de un generador de vapor de recuperación de calor o cualquier otro medio de transferencia de calor relativamente frío al cual se libera la energía térmica almacenada durante el segundo modo operativo. El depósito frío también puede ser el entorno a temperatura ambiente.

40 Durante el período de carga o descarga, es altamente posible que se acumulen gradientes de temperatura en el dispositivo de almacenamiento debido a la convección natural. El resultado de los gradientes de temperatura es el proceso de carga/descarga no uniforme del almacenamiento térmico, lo que lleva a pérdidas de energía. En particular:

- durante la carga, puede suceder que el fluido con una temperatura superior a la del depósito frío salga del sistema hacia el depósito frío, cuando el perfil de temperatura no uniforme se desplace a la salida del depósito y,
- durante la descarga, puede suceder que se pierda la energía cuando un fluido con una temperatura inferior a la del depósito alto salga del sistema, hacia el depósito caliente.

50 Las pérdidas llevan a una reducción de la duración del ciclo en cada ciclo y, por lo tanto, a una capacidad y eficiencia inferiores del proceso general. Las pérdidas descritas anteriormente se producen cuando el dispositivo de almacenamiento de energía térmica se monta horizontalmente, es decir, perpendicular a las fuerzas de convección natural, que actúan a lo largo de la dirección vertical.

55 Una solución conocida es el uso de dispositivos de almacenamiento verticales. En este caso, la convección natural no juega un papel importante, ya que el frente de temperatura en el dispositivo de almacenamiento es en este caso perfectamente horizontal, es decir, perpendicular a las fuerzas de convección natural, y por lo tanto permanece horizontal durante el período de carga o el de descarga. Esta solución se usa, por ejemplo, en el almacenamiento de energía térmica para el precalentamiento de hornos en procesos industriales. La principal desventaja en el uso de dispositivos de almacenamiento vertical son los altos costes de construcción debido a la altura (tamaño reducido en comparación con la altura) y la complejidad de la tubería requerida.

60 En el caso de los dispositivos de almacenamiento horizontal, para evitar cambios en la forma del frente de temperatura, debido a la convección natural, se conocen diferentes soluciones. Por ejemplo, puede ser posible usar placas horizontales que limiten el flujo vertical del fluido y, por lo tanto, limiten la convección natural.

65 Los procedimientos para almacenar y liberar energía térmica en los dispositivos de almacenamiento de los tipos

descritos anteriormente se conocen a partir de los documentos US 2008/066736 A1, WO 2014/115545 A1 y US 2010/287933 A1.

Puede haber una necesidad de mejorar los procedimientos conocidos para hacer funcionar un dispositivo de almacenamiento de energía térmica, en particular con respecto a la reducción de las pérdidas de energía.

Sumario de la invención

Esta necesidad se puede satisfacer mediante la materia objeto de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

Un dispositivo de almacenamiento de energía térmica comprende:

- un recipiente que incluye un material de almacenamiento de calor y que define una trayectoria principal de fluido a lo largo de una dirección longitudinal que se extiende entre un primer extremo longitudinal y un segundo extremo longitudinal del recipiente,
- una entrada conectada al primer extremo longitudinal y que incluye una pluralidad de canales de entrada distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal,
- una salida conectada al segundo extremo longitudinal y que incluye una pluralidad de canales de salida distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal,

en el que cada uno de los canales de entrada y salida tiene una respectiva válvula controlada activamente.

Cuando el dispositivo de almacenamiento de energía térmica descrito anteriormente se monta horizontalmente, la presente invención permite insertar la mayor parte del fluido durante los modos de carga y descarga en diferentes posiciones verticales. En particular, tanto en la entrada como en la salida del dispositivo de almacenamiento, el fluido se puede insertar en una posición superior o en una inferior. Más en particular, las válvulas se hacen funcionar de tal manera que la mayor parte del fluido caliente se enruta hacia la parte inferior durante la carga y el fluido frío hacia la parte superior durante la descarga. Sometido a las fuerzas de convección naturales, el fluido caliente fluye también hacia la parte superior del dispositivo de almacenamiento durante la carga y el fluido frío fluye hacia la parte inferior del dispositivo de almacenamiento durante la descarga. Cada válvula activa controlada se puede hacer funcionar entre la posición de apertura total y la posición de cierre total con el fin de controlar el caudal másico del fluido a través de ellas, con el fin de ejecutar el dispositivo de almacenamiento en condiciones óptimas, con una forma y posición optimizadas de la temperatura frontal tanto durante la carga como durante la descarga.

Las válvulas controladas activamente comprenden un respectivo miembro de válvula rotatorio alrededor de un eje de válvula. El miembro de válvula puede tener diferentes formas, por ejemplo una forma rectangular, para adaptarse a un canal que tenga una sección transversal rectangular o una forma circular, para adaptarse a un canal que tenga una sección transversal circular.

El eje de válvula puede estar orientado horizontal o verticalmente o puede estar orientado en cualquier ángulo entre cero y 90 grados con respecto al eje vertical.

El eje de válvula puede estar adyacente a una pared del respectivo canal. De forma ventajosa, cuando la válvula respectiva está completamente abierta, esto maximiza el área de paso transversal a través de la válvula, minimizando por tanto la caída de presión a través de la válvula.

El eje de válvula puede estar en una posición central con respecto a la sección transversal del respectivo canal. De forma ventajosa, esto minimiza la potencia requerida para hacer funcionar la válvula. Si las condiciones de funcionamiento así lo requieren, el eje de válvula puede estar en una posición intermedia entre la pared y dicha posición central de la sección transversal del respectivo canal.

El miembro de válvula está hecho de material perforado. Esto puede permitir un flujo mínimo, incluso cuando la respectiva válvula está completamente cerrada. La pluralidad de canales de entrada se deriva de un conducto de entrada común. La pluralidad de canales de salida se une en un conducto de salida común.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, un procedimiento para almacenar energía térmica dentro del dispositivo de almacenamiento de energía térmica descrito anteriormente, cuando la dirección longitudinal está orientada horizontalmente, comprende las etapas de:

- abrir la pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte inferior del recipiente,
- cerrar al menos un canal de entrada más cerca de la parte superior del recipiente,
- cargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica dejando que un fluido de trabajo caliente fluya desde la

entrada hasta la salida,

- cerrar al menos un canal de salida más cerca de la parte superior del recipiente, antes o después de dicha etapa de carga.

5 El procedimiento anterior permite cargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica descrito anteriormente.

10 En un primer modo de realización del procedimiento para almacenar energía térmica, el procedimiento comprende la etapa de abrir una pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte inferior del recipiente y la etapa de cerrar una pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte superior del recipiente. Posteriormente, el dispositivo de almacenamiento de energía térmica se carga dejando que un fluido de trabajo caliente fluya desde la entrada hasta la salida. En un segundo modo de realización del procedimiento para almacenar energía térmica, las válvulas en la salida están abiertas durante el proceso de carga. Al final del proceso de carga, debido a la convección natural, una porción del almacenamiento cerca de la parte superior y la salida está más caliente que una porción del almacenamiento cerca de la parte inferior y la salida. Cuando esto ha sucedido, la porción superior de la pluralidad de válvulas de salida se cierra, de modo que ningún fluido de trabajo caliente sale del dispositivo de almacenamiento.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, un procedimiento para liberar energía térmica desde el dispositivo de almacenamiento de energía térmica descrito anteriormente, cuando la dirección longitudinal está orientada horizontalmente, comprende las etapas de:

- abrir una pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte superior del recipiente,

25 - cerrar al menos un canal de salida más cerca de la parte inferior del recipiente,

- descargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica dejando que un fluido de trabajo frío fluya desde la salida hasta la entrada,

30 - cerrar al menos un canal de entrada más cerca de la parte inferior del recipiente.

El procedimiento anterior permite la descarga del dispositivo de almacenamiento de energía térmica descrito anteriormente.

35 En un primer modo de realización del procedimiento para liberar energía térmica, el procedimiento comprende la etapa de abrir una pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte superior del recipiente y la etapa de cerrar una pluralidad de canales de entrada y salida más cerca de la parte inferior del recipiente. Posteriormente, el dispositivo de almacenamiento de energía térmica se descarga dejando fluir un fluido de trabajo frío desde la salida hasta la entrada. En un segundo modo de realización del procedimiento para liberar energía térmica, las válvulas en la entrada están abiertas durante el proceso de descarga. Al final de la descarga, las porciones inferiores de la pluralidad de válvulas de entrada se cierran, con el fin de aislar la parte izquierda inferior del dispositivo de almacenamiento del depósito caliente, ya que, debido a la convección natural, la parte izquierda inferior del dispositivo de almacenamiento está más fría.

45 Los aspectos definidos anteriormente y los aspectos adicionales de la presente invención resultan evidentes a partir de los ejemplos de modos de realización que van a describirse a continuación en el presente documento y a explicarse con referencia a estos ejemplos de modo de realización. La invención se describirá con más detalle a continuación en el presente documento con referencia a ejemplos de modo de realización, pero a los cuales la invención no está limitada.

Breve descripción de las figuras

55 La fig. 1 muestra una vista en sección esquemática de un dispositivo de almacenamiento de energía térmica durante una condición de funcionamiento de acuerdo con la presente invención,

La fig. 2 muestra una vista en sección esquemática del dispositivo de almacenamiento de energía térmica de la figura 1, durante otra condición de funcionamiento de acuerdo con la presente invención,

60 Las figs. 3 y 4 muestran dos vistas esquemáticas de un componente del dispositivo de almacenamiento de energía térmica de las figuras 1 y 2, en dos condiciones de funcionamiento respectivas de acuerdo con la presente invención,

65 Las figs. 5 y 6 muestran dos vistas esquemáticas de un modo de realización alternativo del componente de las figuras 3 y 4, en dos condiciones de funcionamiento respectivas de acuerdo con la presente invención,

Las figs. 7 y 8 muestran dos vistas esquemáticas de otro modo de realización alternativo del componente de las figuras 3 y 4, en dos condiciones de funcionamiento respectivas de acuerdo con la presente invención,

5 Las figs. 9 y 10 muestran dos vistas esquemáticas de un modo de realización alternativo adicional del componente de las figuras 3 y 4, en dos condiciones de funcionamiento respectivas de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

10 Las ilustraciones en las figuras son esquemáticas. Cabe destacar que, en diferentes figuras, se proporcionan elementos o características similares o idénticos con los mismos signos de referencia. Con el fin de evitar repeticiones innecesarias, los elementos o características que ya se han explicado con respecto a un modo de realización descrito previamente no se explicarán de nuevo más adelante en la descripción.

15 Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente un dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10, donde se hace circular un fluido de trabajo, en particular aire caliente, entre una entrada 21 y una salida 22, para almacenar o recuperar energía térmica. La entrada 21 está conectada a un depósito caliente para recibir o suministrar el fluido de trabajo a una temperatura T1 alta. La salida 22 está conectada a un depósito frío para recibir o suministrar el fluido de trabajo a una temperatura T2 baja, inferior a la temperatura T1. De acuerdo con otros posibles modos de realización, el fluido de trabajo puede ser un medio gaseoso o líquido diferente.

20 El dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 está típicamente, pero no exclusivamente, incluido en un circuito de carga (no mostrado) de una planta de almacenamiento de energía térmica, que puede incluir, de acuerdo con un posible modo de realización, en un circuito cerrado:

- el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10,

30 - una máquina de transporte de fluido, por ejemplo un ventilador o soplador, para generar un flujo del fluido de trabajo en el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 desde una entrada 21 a una salida 22,

35 - un dispositivo de calentamiento alimentado eléctricamente para transferir calor al fluido de trabajo. El dispositivo de calentamiento puede ser un calentador resistente o inductivo o una bomba de calor alimentada por la energía eléctrica generada por una fuente de energía renovable, por ejemplo, la energía generadora de velocidad del viento por medio de una turbina eólica o la energía generadora de radiación solar por medio de células fotovoltaicas, o de la red eléctrica. El circuito de carga se usa para almacenar energía térmica del fluido de trabajo caliente procedente del dispositivo de calentamiento dentro del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10. En otras palabras, el circuito de carga se usa para cargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10. En esta aplicación, la salida del dispositivo de calentamiento constituye el depósito caliente.

40 El dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 típicamente, pero no exclusivamente, también se incluye en un circuito de descarga (no mostrado) de la planta de almacenamiento de energía térmica, que puede incluir, de acuerdo con un posible modo de realización, en un circuito cerrado:

45 - el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10,

- un dispositivo de intercambio de calor, por ejemplo un generador de vapor, incluido en un ciclo térmico para transformar la energía térmica del fluido de trabajo en energía mecánica y luego en energía eléctrica.

50 - una segunda máquina de transporte de fluido para generar un flujo del fluido de trabajo en el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 desde la salida 22 hasta la entrada 21.

55 El fluido de trabajo del circuito de descarga fluye por lo tanto en dirección opuesta con respecto al flujo del fluido de trabajo en el circuito de carga y se usa para recuperar la energía térmica del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 y enviarla al dispositivo de intercambio de calor. En otras palabras, el circuito de descarga se usa para descargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10. En esta aplicación, la salida del dispositivo de intercambio de calor constituye el depósito frío.

60 En particular, el ciclo térmico puede ser un ciclo que incluya una máquina térmica y un generador de vapor para transferir energía térmica desde el segundo fluido de trabajo a una masa de agua con el fin de generar vapor para que se alimente a la máquina térmica.

65 Más en general, el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 se puede incluir en cualquier planta, entre un depósito caliente y un depósito frío, con lo que se requiere almacenar energía térmica, en particular para liberarse posteriormente.

El dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 comprende un recipiente 15 que incluye un material de almacenamiento de calor 20. El material de almacenamiento de calor 20 comprende una pluralidad de elementos de almacenamiento de calor que tienen una alta capacidad térmica, por ejemplo materiales sólidos o a granel como piedras, ladrillos, cerámica y otros materiales sólidos, que tienen la capacidad de calentarse y mantener su temperatura durante un largo período de tiempo con el fin de almacenar la energía térmica que se les ha transferido.

El recipiente 15 se extiende a lo largo de una dirección longitudinal X entre un primer extremo longitudinal 15a y un segundo extremo longitudinal 15b del recipiente 15. En una vista en sección transversal, ortogonal a la dirección longitudinal X, el recipiente 15 puede tener cualquier forma, por ejemplo rectangular o cilíndrica.

El recipiente define una trayectoria de fluido principal para el fluido de trabajo orientado a lo largo de la dirección longitudinal X. La trayectoria de fluido principal está orientada desde la entrada 21 a la salida 22 durante la carga del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 y desde la salida 22 a la entrada 21 durante la descarga del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10.

En el modo de realización de las figuras 1 y 2 adjuntas, el recipiente 15 está montado horizontalmente, de tal manera que la parte inferior 16 y la parte superior 17 del recipiente 15 están definidas con respecto a una dirección vertical.

La entrada 21 comprende un conducto de entrada común 23 para conectar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 al depósito caliente y una pluralidad de canales de entrada 31, 32 (dos canales en el modo de realización de las figuras 1 y 2 adjuntas) que se ramifican desde el conducto de entrada común 23. Los canales de entrada 31, 32 están distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal X. En el modo de realización de las figuras 1 y 2 adjuntas, los dos canales de entrada 31, 32 están distribuidos a lo largo de la dirección vertical. El canal de entrada superior 31 está posicionado, en funcionamiento, entre la parte superior 17 del recipiente 15 y el eje de dirección longitudinal X. El canal de entrada inferior 32 está posicionado, en funcionamiento, entre la parte inferior 16 y el eje de dirección longitudinal X. Los canales de entrada 31, 32 están conectados al primer extremo longitudinal 15a del recipiente 15 mediante los respectivos difusores 71, 72.

La salida 22 comprende un conducto de salida común 24 para conectar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 al depósito frío y una pluralidad de canales de salida 41, 42 (dos canales en el modo de realización de las figuras 1 y 2 adjuntas) que se unen en el conducto de salida común 24.

Los canales de salida 41, 42 están distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal X. En el modo de realización de las figuras 1 y 2 adjuntas, los dos canales de salida 41, 42 están distribuidos a lo largo de la dirección vertical. El canal de salida superior 41 está posicionado, en funcionamiento, entre la parte superior 17 si el recipiente 15 y el eje de dirección longitudinal X. Los canales de salida inferiores 42 están posicionados, en funcionamiento, entre la parte inferior 16 y el eje de dirección longitudinal X. Los canales de salida 41, 42 están conectados al segundo extremo longitudinal 15b del recipiente 15 mediante el respectivo difusor 81, 82.

De acuerdo con otros modos de realización de la presente invención, se pueden usar diferentes números de canales de entrada y salida, por ejemplo, un número de canales de entrada diferente del número de canales de salida. En todos los casos, las pluralidades de canales de entrada y salida se distribuyen a lo largo de una dirección ortogonal al eje longitudinal X, de tal manera que una primera porción de los canales de entrada (salida) están más cerca de la parte inferior 16 del recipiente 15 y una segunda porción de los canales de entrada (salida) están más cerca de la parte superior 17 del recipiente 15.

Cada uno de los canales de entrada y salida 31, 32, 41, 42 tiene una respectiva válvula controlada activamente 51, 52, 53, 54. En los canales de entrada 31, 32, cada válvula 51, 52, 53, 54 está posicionada entre el conducto de entrada 23 y el respectivo difusor 71, 72. En los canales de salida 41, 42, cada válvula 51, 52, 53, 54 está posicionada entre el respectivo difusor 81, 82 y el conducto de salida 24.

De acuerdo con los diferentes modos de realización de la presente invención, las válvulas 51, 52, 53, 54 pueden ser de diferente tipo y, en particular, cada una de ellas puede ser diferente de las demás. En todos los modos de realización, cada válvula 51, 52, 53, 54 comprende un respectivo miembro de válvula 61, 62 que es móvil entre una posición completamente abierta y una posición completamente cerrada. El miembro de válvula 61, 62 puede estar hecho de material sólido o perforado.

Con referencia a los modos de realización de las figuras 3 a 10, que representan secciones transversales respectivas de cualquiera de los canales de entrada y salida 31, 32, 41, 42 tomadas de acuerdo con un plano de sección ortogonal al eje longitudinal X, el miembro de válvula 61, 62 es rotatorio alrededor de un eje de rotación de la válvula Y, Z. La rotación del miembro de válvula 61, 62 alrededor del respectivo eje de rotación Y, Z se hace posible por medio de un respectivo eje 63, fijado al miembro de válvula 61, 62 y acoplado a un par de cojinetes de rotación 64, 65, en dos extremos axiales opuestos respectivos del eje 63. El acoplamiento entre el eje 63 y los cojinetes de rotación 64, 65 constituye una bisagra para la rotación del miembro de válvula 61, 62 alrededor de su eje de rotación Y, Z.

De acuerdo con otros modos de realización (no mostrados), el miembro de válvula es trasladable.

Con referencia a los modos de realización de las figuras 3 a 6, cada una de las válvulas controladas activamente 51, 52 tiene un respectivo miembro de válvula 61 con una forma rectangular, para adaptarse a un canal de entrada o salida 31, 32, 41, 42 que tenga una sección transversal rectangular delimitada por una pared superior 55, una pared inferior 57 y dos paredes laterales 56, 58. El miembro de válvula rectangular 61 está articulado en un eje de rotación Z orientado paralelo a la pared superior 55 y a las paredes inferiores 57, es decir, el eje de rotación Z está orientado horizontalmente.

En el modo de realización de las figuras 3 y 4, el eje de rotación Z es adyacente a la pared superior 55. De acuerdo con otro modo de realización (no mostrado), el eje de rotación Z está en una posición central, intermedia entre las paredes superior e inferior 55. En el modo de realización de las figuras 5 y 6, el eje de rotación Z está en una posición intermedia entre la pared superior 55 y la posición central.

El miembro de válvula rectangular 61 rota entre una posición completamente cerrada (figuras 3 y 5), cuando es ortogonal a la ruta por los respectivos canales de entrada o salida 31, 32, 41, 42, y una posición completamente abierta (no mostrada), cuando es paralelo a la ruta definida por los respectivos canales de entrada o salida 31, 32, 41, 42. Cada válvula 51, 52 se puede hacer funcionar activamente para alcanzar cualquier posición intermedia (figuras 4 y 6) entre la posición completamente cerrada y la posición completamente abierta. Se proporciona un tope 66 en la pared inferior 57, para bloquear el miembro de válvula rectangular 61 en su posición completamente cerrada. En el modo de realización de las figuras 1 y 2, el tope 66 está posicionado de tal manera que, durante la carga, con la trayectoria del fluido de trabajo orientado desde la entrada 21 a la salida 22 (figura 1), el fluido de trabajo empuja el miembro de válvula 61 en los canales de entrada y salida superiores 31, 41 contra el respectivo tope 66, actuando por tanto para mantener las respectivas válvulas 51, 52 cerradas. En los canales de entrada y salida inferiores 32, 42, el tope está posicionado por su parte de tal manera que el fluido de trabajo empuja el miembro de válvula 61 contra el respectivo tope 66, actuando por tanto para mantener las respectivas válvulas 51, 52 cerradas, durante la descarga, es decir, con la trayectoria del fluido de trabajo orientado desde la salida 22 a la entrada 21 (figura 2).

De acuerdo con otros posibles modos de realización de la presente invención (no mostrados), el miembro de válvula rectangular 61 está articulado en un eje de rotación Y orientado paralelo a las paredes laterales 56, 58, es decir, el eje de rotación Y está orientado verticalmente. Con referencia a los modos de realización de las figuras 7 a 10, cada una de las válvulas 53, 54 controladas activamente tiene un miembro de válvula 62 respectivo con forma circular, para adaptarse por sí mismo a un canal de entrada o salida 31, 32, 41, 42 que tenga una sección transversal circular delimitada por pared cilíndrica 59. El miembro de válvula circular 62 está articulado en un eje de rotación Y, Z orientado a lo largo de un diámetro de la sección transversal circular del respectivo canal de entrada o salida 31, 32, 41, 42. En el modo de realización de las figuras 7 y 8, el miembro de válvula circular 62 está articulado en un eje de rotación horizontal Z. En el modo de realización de las figuras 9 y 10, el miembro de válvula circular 62 está articulado en un eje de rotación vertical Y.

El miembro de válvula circular 62 rota entre una posición completamente cerrada (figuras 7 y 9), cuando es ortogonal a la trayectoria definida por los respectivos canales de entrada o salida 31, 32, 41, 42, y una posición completamente abierta (no mostrada), cuando es paralelo a la trayectoria definida por los respectivos canales de entrada o salida 31, 32, 41, 42. Cada válvula 53, 54 se puede hacer funcionar activamente para alcanzar cualquier posición intermedia (figuras 8 y 10) entre la posición completamente cerrada y la posición completamente abierta.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 está instalado horizontalmente, es decir, con la dirección longitudinal X está orientado horizontalmente. Un procedimiento para almacenar energía térmica dentro del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10, cuando está instalado en una posición de este tipo, comprende las etapas de:

- abrir, parcial o totalmente, los canales de entrada y salida inferiores 32, 42, abriendo, parcial o totalmente, las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- cerrar los canales de entrada y salida superiores 31, 41, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54.

Como modo de realización alternativo, los canales de entrada y salida superiores 31, 41 pueden estar parcialmente abiertos para permitir que un caudal menor de fluido de trabajo los atravesase, con referencia al caudal principal de fluido de trabajo que cruza los canales de entrada y salida inferiores 32, 42, desde la entrada 21 hasta la salida 22.

Como modo de realización alternativo adicional, los canales de entrada y salida superiores 31, 41 pueden estar completamente cerrados, pero, al estar perforado el respectivo miembro de válvula 61, 62, en cualquier caso puede estar sometido a pasar a través de ellos un caudal menor de fluido de trabajo.

Como alternativa adicional, el procedimiento para almacenar energía térmica dentro del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10, cuando está instalado horizontalmente, comprende las etapas de:

- abrir, parcial o totalmente, los canales de entrada y salida inferiores 32, 42, abriendo, parcial o totalmente, las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- cerrar el canal de entrada superior 31, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- cargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 dejando que un fluido de trabajo caliente fluya desde la entrada 21 a la salida 22,

- después de la carga, o durante la carga, cerrar el canal de salida superior 41, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54.

Más en general, las válvulas 51, 52, 53, 54 en los canales de entrada y salida 31, 32, 41, 42 se hacen funcionar de tal manera que, durante la carga, la mayor parte del fluido caliente del depósito caliente se dirige a la parte inferior. Sometido a las fuerzas de convección naturales, el fluido caliente también fluirá hacia la parte superior del dispositivo de almacenamiento 10, asegurando por tanto un perfil de temperatura más uniforme, con respecto a la técnica anterior, dentro del dispositivo de almacenamiento de energía térmica.

Un procedimiento para liberar energía térmica del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10, cuando está instalado en posición horizontal, comprende las etapas de:

- abrir, parcial o totalmente, los canales de entrada y salida superiores 31, 41, abriendo, parcial o totalmente, las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- cerrar los canales de entrada y salida inferiores 32, 42, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54.

Al igual que durante la carga, también durante la descarga es posible que los canales de entrada y salida inferiores 32, 42 puedan estar parcialmente abiertos para permitir que un caudal menor de fluido de trabajo los atraviese, con referencia al caudal mayor de fluido de trabajo que cruza los canales de entrada y salida superiores 31, 41, desde la salida 22 hasta la entrada 21. Como modo de realización alternativo adicional, los canales de entrada y salida inferiores 32, 42 pueden estar completamente cerrados, pero, al estar perforado el respectivo miembro de válvula 61, 62, en cualquier caso puede estar sometido a pasar a través de ellos un caudal menor de fluido de trabajo.

Como alternativa adicional, el procedimiento para liberar energía térmica del dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10, cuando está instalado horizontalmente, comprende las etapas de:

- abrir, parcial o totalmente, los canales de entrada y salida superiores 31, 41, abriendo, parcial o totalmente, las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- cerrar el canal de salida inferior 42, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54,

- descargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica 10 dejando que un fluido de trabajo frío fluya desde la salida 22 hasta la entrada 21,

- después de la descarga, o durante la descarga, cerrar los canales de entrada inferiores 32, cerrando las respectivas válvulas 51, 52, 53, 54.

Más en general, las válvulas 51, 52, 53, 54 en los canales de entrada y salida 31, 32, 41, 42 se hacen funcionar de tal manera que, durante la descarga, la mayor parte del fluido frío del depósito frío se dirige hacia la parte superior. Sometido a las fuerzas de convección naturales, el fluido frío también fluirá hacia la parte inferior del dispositivo de almacenamiento 10, asegurando por tanto una descarga más uniforme y eficiente del dispositivo de almacenamiento de energía térmica.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para almacenar energía térmica dentro de un dispositivo de almacenamiento de energía térmica (10) que comprende:

- un recipiente (15) que incluye un material de almacenamiento de calor (20) y que define una trayectoria principal de fluido a lo largo de una dirección longitudinal (X) que se extiende entre un primer extremo longitudinal (15a) y un segundo extremo longitudinal (15b) del recipiente (15),

- una entrada (21) conectada al primer extremo longitudinal (15a) y que incluye una pluralidad de canales de entrada (31, 32) distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal (X),

- una salida (22) conectada al segundo extremo longitudinal (15b) y que incluye una pluralidad de canales de salida (41, 42) distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal (X),

en el que cada uno de los canales de entrada y salida (31, 32, 41, 42) tiene una respectiva válvula controlada activamente (51, 52, 53, 54),

estando orientada la dirección longitudinal (X) horizontalmente, **caracterizada por que** el procedimiento comprende las etapas de:

- abrir la pluralidad de canales de entrada y salida (32, 42) más cerca de la parte inferior (16) del recipiente (15),

- cerrar al menos un canal de entrada (31) más cerca de una parte superior (17) del recipiente (15),

- cargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (10) dejando que un fluido de trabajo caliente fluya desde la entrada (21) a la salida (22),

- cerrar al menos un canal de salida (41) más cerca de la parte superior (17) del recipiente (15), antes o después de dicha etapa de carga.

2. Un procedimiento para liberar energía térmica del dispositivo de almacenamiento de energía térmica (10) que comprende:

- un recipiente (15) que incluye un material de almacenamiento de calor (20) y que define una trayectoria principal de fluido a lo largo de una dirección longitudinal (X) que se extiende entre un primer extremo longitudinal (15a) y un segundo extremo longitudinal (15b) del recipiente (15),

- una entrada (21) conectada al primer extremo longitudinal (15a) y que incluye una pluralidad de canales de entrada (31, 32) distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal (X),

- una salida (22) conectada al segundo extremo longitudinal (15b) y que incluye una pluralidad de canales de salida (41, 42) distribuidos a lo largo de una dirección ortogonal a la dirección longitudinal (X),

en el que cada uno de los canales de entrada y salida (31, 32, 41, 42) tiene una respectiva válvula controlada activamente (51, 52, 53, 54),

estando orientada la dirección longitudinal (X) horizontalmente, **caracterizada por que** el procedimiento comprende las etapas de:

- abrir una pluralidad de canales de entrada y salida (31, 41) más cerca de la parte superior (17) del recipiente (15),

- cerrar al menos un canal de salida (42) más cerca de la parte inferior (16) del recipiente (15),

- descargar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (10) dejando que un fluido de trabajo frío fluya desde la salida (22) hasta la entrada (21),

- cerrar al menos un canal de entrada (32) más cerca de la parte inferior (16) del recipiente (15).

FIG 1

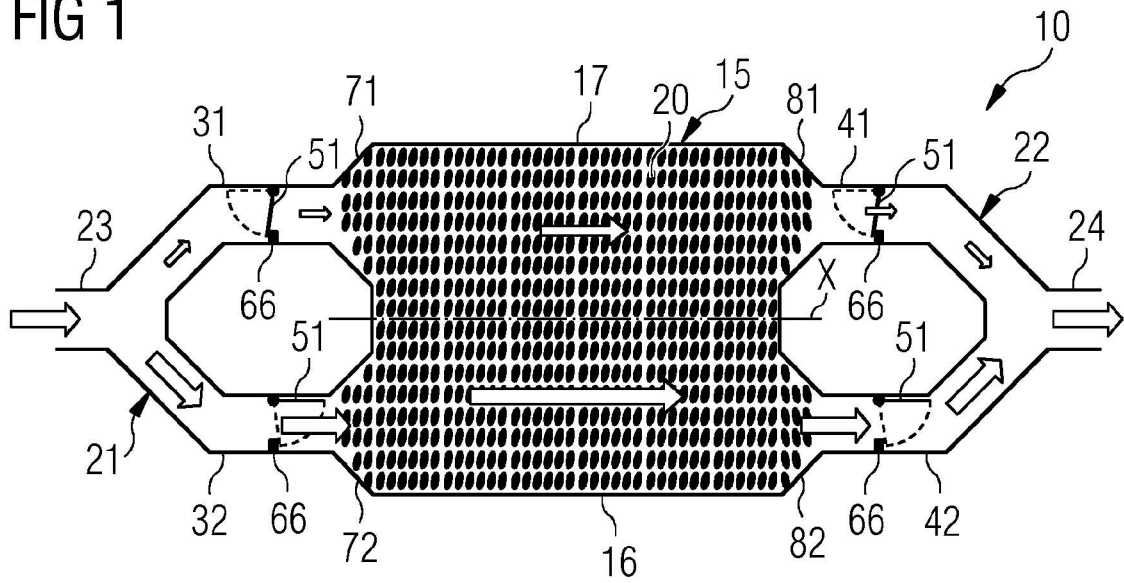


FIG 2

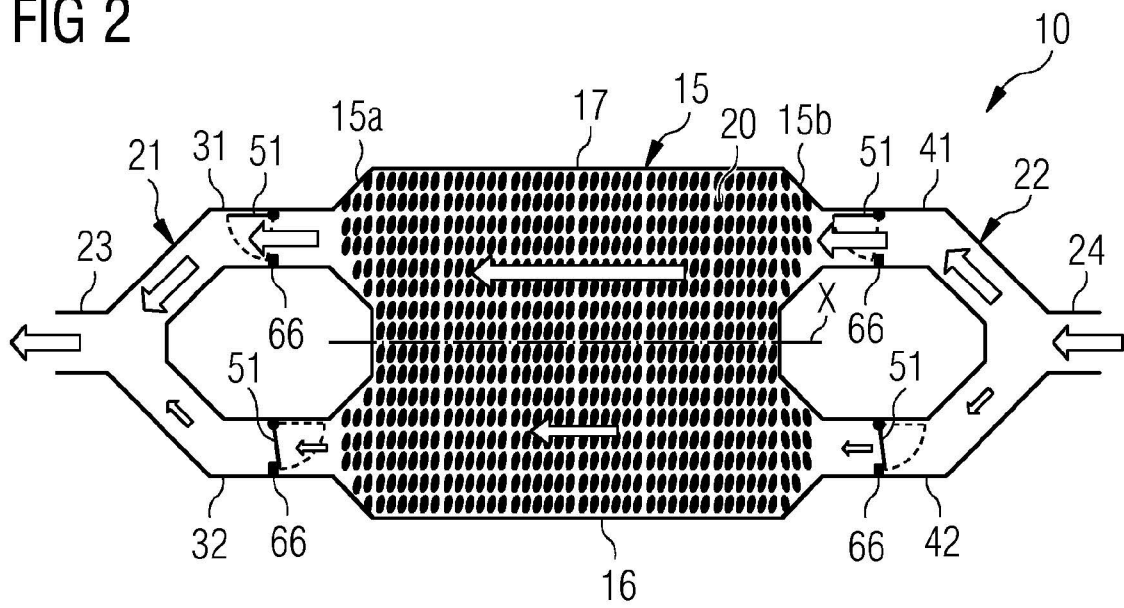


FIG 3

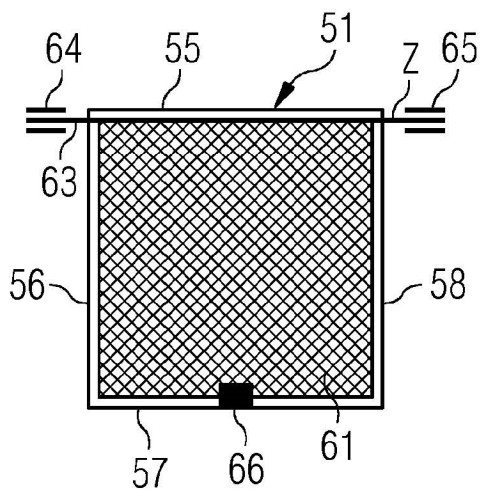


FIG 5

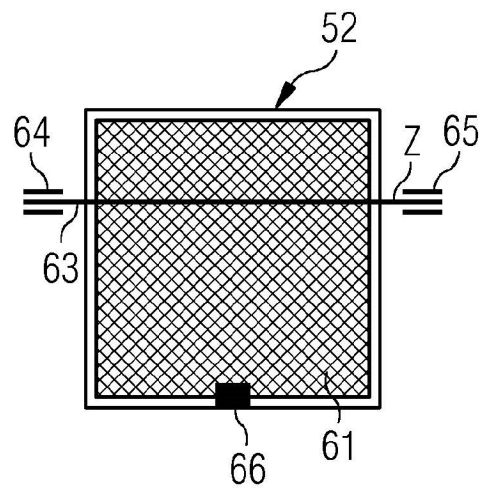


FIG 4

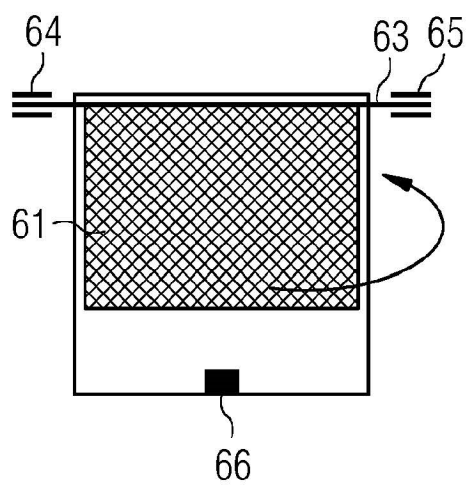


FIG 6

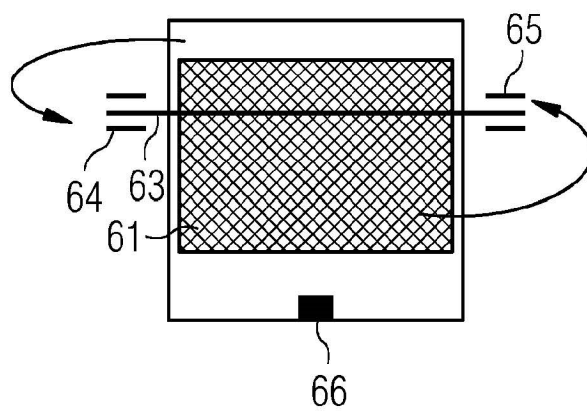


FIG 7

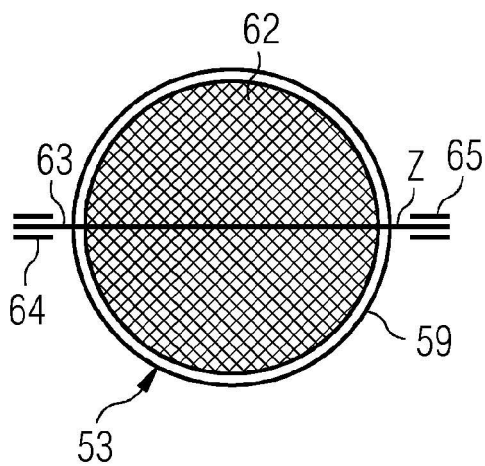


FIG 9

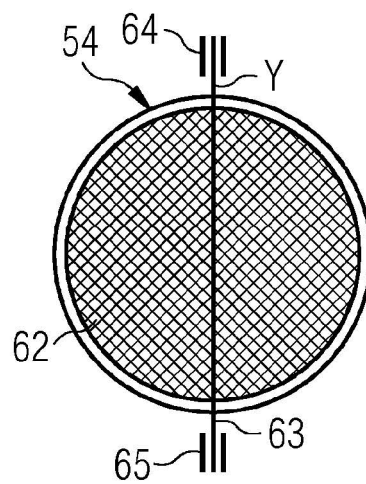


FIG 8

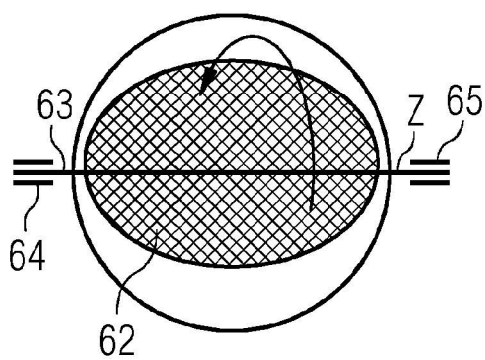


FIG 10

