

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 673**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

F22B 1/02 (2006.01)

F01K 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2016 PCT/EP2016/073354**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17055505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2016 E 16774944 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3308090**

54 Título: **Sistema de intercambio de calor con dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto para el modo de carga y el modo de descarga y método para el intercambio de calor mediante el uso del sistema de intercambio de calor**

30 Prioridad:
30.09.2015 EP 15187732

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.12.2019

73 Titular/es:
**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:
SEIDEL, VOLKER

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 735 673 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

Sistema de intercambio de calor con dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto para el modo de carga y el modo de descarga y método para el intercambio de calor mediante el uso del sistema de intercambio de calor

5

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de intercambio de calor con una cámara de intercambio de calor y a un método para el intercambio de calor mediante el uso del sistema de intercambio de calor.

Descripción de la técnica relacionada

A pesar de la integración de energías renovables dentro de sistema público de energía eléctrica (red eléctrica), todavía se genera una gran proporción de electricidad mediante fuentes de energía fósiles. Sin embargo el cambio climático global requiere el desarrollo adicional de energías renovables.

La energía producida por fuentes de energía renovables tales como la eólica y la solar no es constante a lo largo de un día o a lo largo de un año. Por consiguiente, la electricidad que se genera utilizando energía de fuentes de energía renovables fluctúa.

Para gestionar esta electricidad fluctuante, se desarrollan sistemas de almacenamiento de calor (energía térmica) para almacenar y liberar energía térmica (sistema de intercambio de calor). Un sistema de intercambio de calor de este tipo comprende una cámara de intercambio de calor con contornos de cámara de intercambio de calor que rodean el interior de una cámara de intercambio de calor. El interior de cámara de intercambio de calor se llena con material de almacenamiento de calor tal como piedras. Los contornos de cámara de intercambio de calor comprenden una primera abertura para guiar un flujo de entrada de un fluido de transferencia de calor, por ejemplo aire, hacia el interior de cámara de intercambio de calor y una segunda abertura para guiar un flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor.

Para un modo de carga, el sistema de intercambio de calor comprende adicionalmente una unidad de carga para calentar el fluido de transferencia de calor con la ayuda de electricidad en exceso. El fluido de transferencia de calor caliente resultante se infunde dentro del interior de cámara de intercambio de calor por medio de una de las aberturas (primera abertura) de los contornos de cámara de intercambio de calor. Esta primera abertura define una parte terminal "caliente" de la cámara de intercambio de calor. El fluido de transferencia de calor caliente se guía a través del interior de cámara de intercambio de calor. Al guiar el fluido de transferencia de calor caliente a través del interior de cámara de intercambio de calor se provoca una transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor. Se almacena calor mediante el material de almacenamiento de calor.

Por medio de la otra abertura (segunda abertura) de la cámara de intercambio de calor el fluido de transferencia de calor "frío" resultante se guía hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor. De ese modo, la segunda abertura de los contornos de cámara de intercambio de calor define una parte terminal (extremo) fría de la cámara de intercambio de calor. El modo de carga se para cuando la temperatura en la parte terminal fría de la cámara de intercambio de calor empieza a elevarse por encima de una temperatura predeterminada.

En un modo de descarga de la cámara de intercambio de calor, este calor almacenado puede recuperarse: se infunde fluido de transferencia de calor "frío" dentro del interior de cámara de intercambio de calor por medio de la primera abertura de los contornos de cámara de intercambio de calor. En este caso, la primera abertura define una parte terminal "fría". El fluido de transferencia de calor frío se guía a través del interior de cámara de intercambio de calor caliente. Al guiar el fluido de transferencia de calor frío a través del interior de cámara de intercambio de calor se provoca una transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor. Se libera calor desde el material de almacenamiento de calor.

Por medio de la segunda abertura de los contornos de cámara de intercambio de calor, el fluido de transferencia de calor caliente resultante se guía hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor. De ese modo, la segunda abertura de la cámara de intercambio de calor define una parte terminal "caliente" de la cámara de intercambio de calor.

El fluido de transferencia de calor caliente resultante puede usarse para generar vapor de agua con el que se acciona una turbina de vapor de agua. Resultado del modo de descarga descrito: se transforma calor de vuelta a electricidad.

El modo de descarga se para cuando la temperatura en la parte terminal fría del almacenamiento de intercambio de calor empieza a disminuir por debajo de una determinada temperatura.

65

Los sistemas de conductos respectivos para el ciclo de carga y el ciclo de descarga del sistema de intercambio de calor son bastante caros.

Según la publicación WO 2014/003577 A1 se conoce una central para la producción de energía que comprende un almacenamiento de energía térmica con intercambiador de calor integrado, por ejemplo un material de almacenamiento térmico en estado sólido. Se proporciona un circuito cerrado de tuberías para un fluido y el fluido se guía a través de intercambiadores de calor del almacenamiento. Se proporciona transporte del fluido mediante al menos dos bombas, una para un modo de almacenamiento de calor y otra adicional para un modo de extracción de calor. Esta publicación da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Se conocen documentos adicionales, por ejemplo los documentos EP 2653668 A1, WO 2012/148997 A2, US 5.384.489 A, WO 2015/131940 A1, en los que se usan bombas o compresores independientes para transportar el fluido de calentamiento para un modo de almacenamiento de calor y para un modo de extracción de calor.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de intercambio de calor con costes reducidos para su instalación en comparación con el estado de la técnica.

Este objetivo se consigue mediante la invención especificada en las reivindicaciones.

Un sistema de intercambio de calor está dotado de al menos una cámara de intercambio de calor con contornos de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor, en el que los contornos de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura para guiar hacia dentro un flujo de entrada de al menos un fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura para guiar hacia fuera un flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor. Al menos un material de almacenamiento de calor se dispone en el interior de cámara de intercambio de calor de tal manera que un flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor. El sistema de intercambio de calor puede hacerse funcionar en un modo de funcionamiento que se selecciona del grupo que consiste en un modo de carga con una transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor y un modo de descarga con una transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor. El sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto con el que se provoca el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor durante el modo de carga y durante el modo de descarga. El dispositivo de movimiento de fluido activo es un dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto que se usa para el modo de carga y para el modo de descarga del sistema de intercambio de calor. En una realización preferida, el dispositivo de movimiento de fluido activo se selecciona del grupo que consiste en soplador, ventilador y bomba. Por medio de dispositivos de control de fluido pasivo tales como válvulas, se guían los flujos de modo que resultan sentidos de flujo respectivos para el modo de carga y el modo de descarga. Así, un único dispositivo de control de fluido activo es suficiente.

Un sistema de intercambio de calor relativo al estado de la técnica comprende al menos un dispositivo de movimiento de fluido activo para el ciclo de carga y el ciclo de descarga. Con la ayuda de la invención, al menos uno de los dispositivos de movimiento de fluido activo puede omitirse.

En una realización preferida, el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un dispositivo de control de flujo pasivo para controlar el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor que se selecciona del grupo que consiste en tubería de derivación activable, amortiguador, aleta, tobera y válvula. Por ejemplo, se disponen dos aletas en dos aberturas para ajustar los flujos de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor y, por consiguiente, para ajustar la distribución de temperatura en el interior de cámara de intercambio de calor.

Además del sistema de intercambio de calor, se proporciona un método para el intercambio de calor mediante el uso del intercambio de calor en el que, en un modo de funcionamiento del sistema de intercambio de calor, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se guía a través del interior de cámara de intercambio de calor, en el que se provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor, el modo de funcionamiento se selecciona del grupo que consiste en un modo de carga y un modo de descarga y el flujo de intercambio de calor para el modo de carga y el flujo de intercambio de calor para el modo de descarga están provocados por el mismo dispositivo de movimiento de fluido activo.

La cámara de intercambio de calor es un espacio, una cavidad o carcasa en que está ubicado el material de almacenamiento de calor. Dentro de la cámara de intercambio de calor tiene lugar el intercambio de calor. Para proporcionar un intercambio de calor eficiente, la cámara de intercambio de calor preferiblemente está aislada térmicamente de los alrededores. La pérdida de calor se reduce mediante el aislamiento térmico.

- 5 El fluido de transferencia de calor se guía (se conduce) hacia el interior de cámara de intercambio de calor por medio de la primera abertura y se guía hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor por medio de la segunda abertura. La primera abertura de los contornos de cámara de intercambio de calor es una abertura de entrada. La segunda abertura de los contornos de cámara de intercambio de calor es una abertura de salida. Por tanto, hay diferentes áreas de los contornos de cámara de intercambio de calor, a saber un área de entrada de los contornos de cámara de intercambio de calor con la primera abertura y un área de salida de los contornos de cámara de intercambio de calor con la segunda abertura.
- 10 El modo de funcionamiento del sistema de intercambio de calor se selecciona del grupo que consiste en un modo de carga con una transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor y un modo de descarga con una transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor.
- 15 Según el modo de funcionamiento, una abertura específica puede tener la función de una abertura de entrada o la función de una abertura de salida. El sentido de flujo del flujo de intercambio de calor depende del modo de funcionamiento. Preferiblemente, durante el modo de carga el flujo de intercambio de calor se dirige en un sentido de modo de carga, durante el modo de descarga el flujo de intercambio de calor se dirige en un sentido de modo de descarga y el sentido de modo de carga y el sentido de modo de descarga son opuestos entre sí (funcionamiento en contracorriente). Sin embargo, no es necesario un cambio de los sentidos del flujo de intercambio de calor. El sentido de modo de carga y el sentido de modo de descarga comprenden el mismo sentido (funcionamiento en equicorriente).
- 20 En el funcionamiento en contracorriente, conmutando desde el modo de carga al modo de descarga se invierte el sentido del flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor y, por consiguiente, también se invierte la función de las aberturas (abertura de entrada, abertura de salida). Con una solución de este tipo, es especialmente ventajoso el uso del mismo fluido de transferencia de calor para el modo de carga y para el modo de descarga. Sin embargo, naturalmente, también pueden usarse diferentes fluidos de transferencia de calor para el modo de carga y el modo de descarga.
- 25 Para el modo de carga, el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos una unidad de carga para calentar el fluido de transferencia de calor. En el modo de carga con la unidad de carga activada, la unidad de carga puede estar ubicada aguas arriba de la cámara de intercambio de calor. Frente a esto, en el modo de descarga con una unidad de carga desactivada, la unidad de carga puede estar ubicada aguas abajo de la cámara de intercambio de calor.
- 30 Preferiblemente, la unidad de carga comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico que se selecciona del grupo que consiste en calentador por resistencia, calentador por inducción, emisor de radiación electromagnética y bomba de calor. La radiación electromagnética es preferiblemente radiación infrarroja. Es posible una combinación de diferentes dispositivos de calentamiento eléctricos. Con la ayuda de los dispositivos de calentamiento eléctricos, se transforma electricidad en calor. Este calor se absorbe mediante el fluido de transferencia de calor y se transporta al material de almacenamiento de calor en el interior de cámara de intercambio de calor.
- 35 Por ejemplo, el dispositivo de calentamiento eléctrico comprende un calentador por resistencia. Este calentador está ubicado en el flujo de entrada de intercambio de calor aguas arriba de la cámara de intercambio de calor. El fluido de transferencia de calor se calienta antes de entrar al interior de cámara de intercambio de calor. El calentador por resistencia comprende un área de intercambio de calor grande para un intercambio de calor eficiente desde el calentador por resistencia al fluido de transferencia de calor. Por ejemplo, el área de intercambio de calor grande está formada por una rejilla del calentador por resistencia. También es posible un calentador por resistencia con forma serpenteante. Con una medida de este tipo, se intensifica la transferencia de calor al fluido de transferencia de calor. Además, se reduce la posibilidad de la aparición (indeseada) de puntos calientes dentro del calentador por resistencia.
- 40 El sistema de intercambio de calor está equipado preferiblemente con al menos una unidad de descarga para descargar de calor el fluido de transferencia de calor del flujo de salida para la producción de electricidad. Se extrae calor desde el fluido de transferencia de calor. El calor extraído se transforma en electricidad. En una realización preferida, la transformación de calor en electricidad se lleva a cabo mediante un ciclo de agua/vapor de agua para accionar una turbina de una central termoeléctrica.
- 45 El modo de descarga puede llevarse a cabo cuando los precios y la demanda de electricidad son elevados o cuando la producción de energías renovables es baja. Para ello y para limitar los costes que están relacionados con la invención, es ventajoso usar centrales existentes. Así, el sistema de intercambio de calor es una clase de sistema de reconversión. Por ejemplo, son adecuadas las CCPP (*combined cycle power plants*, centrales termoeléctricas de ciclo combinado) dado que su generador de vapor por recuperación de calor (HRSG, *heat recovery steam generator*) es similar a la de la solicitud propuesta en el presente documento. No obstante, pueden usarse centrales eléctricas de hulla, de fuelóleo, de gas, de incineración de residuos, de madera o de lignito dado que la unidad de carga puede
- 50
- 55
- 60
- 65

diseñarse para altas temperaturas para igualar las temperaturas usadas en el generador de vapor de agua. En un modo híbrido, el combustible puede usarse para aumentar la temperatura desde el nivel de temperatura del sistema de intercambio de calor hasta la temperatura de funcionamiento del diseño original de horno o caldera.

5 El material de almacenamiento de calor puede ser líquido y/o sólido. Por ejemplo, un núcleo del material de almacenamiento de calor es sólido y un recubrimiento de este núcleo sólido es líquido. Un recubrimiento líquido de este tipo puede comprender líquido iónico.

10 El material sólido comprende preferiblemente material a granel. Son posibles mezclas de diferentes materiales líquidos y diferentes materiales sólidos así como mezclas de materiales líquidos y sólidos.

15 Es posible que el material de almacenamiento de calor sea un material de almacenamiento de energía termoquímico: puede almacenarse energía térmica por medio de una reacción endotérmica mientras que puede liberarse energía térmica por medio de una reacción exotérmica. Un material de almacenamiento termoquímico de este tipo es, por ejemplo, el sistema de óxido de calcio/hidróxido de calcio.

20 Los materiales de almacenamiento de calor pueden disponerse en uno o más recipientes específicos compuestos por material de recipiente no reactivo. No reactivo significa que no tiene lugar ninguna reacción química entre el material de almacenamiento de calor y el material de recipiente durante el proceso de intercambio de calor.

25 En una realización preferida, el material de almacenamiento de calor comprende al menos un material química y/o físicamente estable. En el intervalo de la temperatura de funcionamiento del sistema de intercambio de calor, el material de almacenamiento de calor no cambia en sus propiedades físicas y/o químicas. Un material físicamente estable no cambia en sus propiedades físicas durante el intercambio de calor. Por ejemplo, el material de almacenamiento de calor permanece en un estado sólido en el intervalo de temperatura de funcionamiento. Un material químicamente estable no cambia en su composición química durante el intercambio de calor. Por ejemplo, un material químicamente estable de este tipo es material de cambio de fase (PCM, *phase change material*).

30 Además, también es posible un sistema de intercambio de calor complejo con diferentes cámaras de intercambio de calor con diferentes materiales de almacenamiento de calor y/o diferentes fluidos de transferencia de calor. Por ejemplo, se combinan una cámara de intercambio de calor con piedras como material de almacenamiento de calor y una cámara de intercambio de calor con un material de cambio de fase como material de almacenamiento de calor (en paralelo o en serie).

35 En una realización preferida, el material de almacenamiento de calor comprende arena y/o piedras. Las piedras pueden ser piedras naturales o piedras artificiales. También son posibles mezclas de las mismas. Las piedras artificiales pueden consistir en recipientes que se llenan con material de almacenamiento de calor. Este material de almacenamiento de calor es, por ejemplo, un material de cambio de fase o un material de almacenamiento termoquímico (véase anteriormente).

40 Preferiblemente, las piedras comprenden grava (guijarros), escombros y/o arenisca (limaduras). El material artificial comprende preferiblemente clínkeres o cerámica. De nuevo, también son posibles mezclas de los materiales mencionados.

45 Para proporcionar un material de almacenamiento de energía barato es ventajoso usar material de desecho. Por tanto, en una realización preferida, el material artificial comprende al menos un subproducto de un proceso industrial. Por ejemplo, el subproducto es silicato de hierro. El silicato de hierro se origina a partir de la escoria de producción de cobre.

50 En una realización preferida, se incluyen canales de intercambio de calor en el material de almacenamiento de calor para guiar el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. El material de almacenamiento de calor forma un lecho de intercambio de calor. El lecho de intercambio de calor comprende los canales de intercambio de calor. Los canales de intercambio de calor se incluyen dentro del lecho de almacenamiento de calor de tal manera que el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través de los canales de intercambio de calor provoca el intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor. Los canales de intercambio de calor pueden estar formados por espacios intermedios (huecos) del material de almacenamiento de calor. Por ejemplo, el material de almacenamiento de calor comprende piedras. Las piedras forman el lecho de intercambio de calor con los canales de intercambio de calor. Además o alternativamente, el material de almacenamiento de calor es poroso. Los poros abiertos del material de almacenamiento de calor forman los canales de intercambio de calor.

65 El fluido de transferencia de calor se selecciona del grupo que consiste en un líquido y un gas. El gas se selecciona del grupo que consiste en gas inorgánico y/o gas orgánico. El gas inorgánico es preferiblemente aire. Son posibles mezclas de diferentes líquidos así como mezclas de diferentes gases.

Preferiblemente, el fluido de transferencia de calor comprende un gas a la presión de gas ambiental.

Preferiblemente, el gas a la presión ambiental es aire. La presión ambiental (de 900 hPa a 1.100 hPa) varía de tal manera que se provoca el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor.

5 Para el guiar el fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor y para guiar el fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor se usa un sistema de tuberías (o sistema de canales, sistema de conductos). Este sistema de tuberías puede ser cerrado (con un circuito cerrado) o puede ser abierto (con un circuito abierto).

10 Por ejemplo el fluido de transferencia de calor es aire ambiental del entorno. El circuito es un circuito abierto. Se introduce aire desde el entorno dentro del sistema de intercambio de calor y se libera aire del sistema de intercambio de calor a los alrededores. Existe un intercambio de aire durante el funcionamiento del sistema de intercambio de calor.

15 Frente a esto, no existe un intercambio de aire o un intercambio de aire ajustable selectivamente durante el funcionamiento en un circuito cerrado. No se añade aire del entorno o se añade solamente a pequeña escala al aire que se usa como fluido de transferencia de calor o para una compensación presurizada. Esto tiene la siguiente ventaja específica: en una situación con un material de almacenamiento de calor casi completamente cargado, se liberaría fluido de transferencia de calor con el calor remanente al entorno en un circuito abierto. El calor se pierde. Frente a esto, en un circuito cerrado este fluido de transferencia de calor con calor remanente permanece en el sistema de intercambio de calor. El calor remanente no se pierde. Por tanto, en una realización preferida, se implementa un circuito cerrado y en el que el flujo de entrada comprende el flujo de salida. El flujo de salida se guía de vuelta hacia el interior de cámara de intercambio de calor.

25 La cámara de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor vertical y/o una cámara de intercambio de calor horizontal.

30 El término "cámara de intercambio de calor horizontal" implica un flujo principal (promedio) horizontal del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. La dirección de flujo del flujo principal horizontal es esencialmente paralela a la superficie promedio de la Tierra. La dirección horizontal es esencialmente una dirección perpendicular a la dirección de la fuerza de la gravedad que afecta al fluido de transferencia de calor. Perpendicular significa en este contexto que son posibles desviaciones con respecto a la perpendicularidad de hasta 20° y preferiblemente desviaciones de hasta 10°.

35 Una dirección orientada horizontalmente del flujo de intercambio de calor puede conseguirse mediante unas primeras aberturas laterales y/o unas segundas aberturas laterales. La cámara de intercambio de calor horizontal comprende estas aberturas en sus contornos de cámara de intercambio de calor laterales. Además, con la ayuda de un dispositivo de movimiento de fluido activo tal como un soplador o una bomba, se provoca el flujo de intercambio de calor en el interior de cámara de intercambio de calor. El fluido de transferencia de calor se sopla o se bombea hacia el interior de cámara de intercambio de calor o se bombea o se aspira hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor.

45 Frente al término "cámara de intercambio de calor horizontal", el término "cámara de intercambio de calor vertical" implica un flujo principal vertical del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, el modo de funcionamiento es el modo de carga. En una cámara de intercambio de calor vertical, el flujo de intercambio de calor se dirige preferiblemente hacia abajo (de arriba abajo) durante el modo de carga. El flujo principal vertical (esencialmente paralelo pero en el sentido opuesto al sentido de la fuerza de la gravedad) puede estar provocado por un dispositivo de movimiento de fluido activo (soplador o bomba). La primera abertura está ubicada en la parte superior de la cámara de intercambio de calor y la segunda abertura está ubicada en la parte inferior de la cámara de intercambio de calor.

50 Basándose en la convección natural, en una cámara de intercambio de calor vertical, la temperatura del material de almacenamiento de calor a lo largo de una sección transversal perpendicular a la dirección de flujo del fluido de transferencia de calor es aproximadamente la misma (líneas isotérmicas horizontales).

55 Frente a esto, en una cámara de intercambio de calor horizontal debido a la convección natural, la temperatura del material de almacenamiento de calor a lo largo de la sección transversal perpendicular a la dirección de flujo del fluido de transferencia de calor (véase a continuación) puede diferir (líneas isotérmicas inclinadas).

60 Debe observarse que los términos "horizontal" y "vertical" son independientes de las dimensiones de la cámara de intercambio de calor y su orientación. Es decisiva la dirección del flujo del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, una "cámara de intercambio de calor horizontal" puede tener una longitud de cámara que es menor que la altura de cámara de la cámara de intercambio de calor.

65 Aparte de cámaras de intercambio de calor verticales y horizontales puras, también es posible una mezcla de "cámara de intercambio de calor vertical" y "cámara de intercambio de calor horizontal". En una cámara de intercambio de calor de este tipo, el flujo principal del fluido de transferencia de calor es el resultado del movimiento

horizontal y vertical del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor.

En una realización preferida, al menos dos primeras aberturas se disponen verticalmente entre sí y/o al menos dos segunda aberturas se disponen verticalmente entre sí. Se disponen las aberturas unas encima de otras. Mediante esta medida es posible influir en una distribución vertical de flujos de intercambio de calor para mejorar una distribución de temperatura (frente de temperatura) en el material de almacenamiento de calor y el interior de cámara de intercambio de calor, respectivamente. Se influye en las líneas isotérmicas en perpendicular a la dirección del flujo.

El frente de temperatura está definido por áreas frías y calientes vecinas del material de almacenamiento de calor en el interior de cámara de intercambio de calor provocadas por el flujo del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. El frente de temperatura se alinea en perpendicular a la dirección de flujo respectiva del flujo de intercambio de calor a través de la cámara de intercambio de calor. Durante el modo de carga, el flujo de intercambio de calor se dirige en un sentido de modo de carga en el que el frente de temperatura se mueve a lo largo de este sentido de modo de carga. Frente a esto, durante el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor se dirige en el sentido de modo de descarga (opuesto al sentido de modo de carga) en el que el frente de temperatura se mueve a lo largo del sentido de modo de descarga. En ambos casos, el frente de temperatura de la cámara de intercambio de calor migra a través de la cámara de intercambio de calor hasta los extremos caliente/frío respectivos de la cámara de intercambio de calor. Debe observarse que en caso de funcionamiento en contracorriente, el extremo caliente (abertura caliente) permanece como extremo caliente (abertura caliente), independientemente del modo (modo de carga o modo de descarga).

El frente de temperatura es una zona de gradiente de temperatura fuerte en el material de almacenamiento de calor, es decir, una alta diferencia de temperatura entre áreas calientes y frías. En esta solicitud, separa las zonas caliente (cargada con calor) y fría (no cargada) en la cámara de intercambio de calor con el material de almacenamiento de calor. El frente de temperatura se desarrolla debido a la transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor durante el modo de carga y debido a la transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor durante el modo de descarga. De manera ideal, se desarrollan zonas/líneas isotérmicas (por ejemplo sin la influencia de la gravedad) en perpendicular a la dirección de flujo principal, es decir, zonas/líneas de temperatura constante.

Para optimizar la eficiencia del sistema de intercambio de calor, es ventajoso garantizar un frente de temperatura uniforme. Solo hay pequeñas variaciones relativas a los gradientes de temperatura en perpendicular a la dirección de flujo. En una cámara de intercambio de calor vertical con un sentido de flujo de arriba abajo, el frente de temperatura es casi uniforme debido a la convección natural. Por tanto, en este caso no son necesarias medidas adicionales. Frente a esto, la convección natural conduce a un frente de temperatura no uniforme en una cámara de intercambio de calor horizontal. Así, en este caso podrían tener sentido medidas adicionales (tales como usar más aberturas o usar más elementos de ajuste de flujo).

Preferiblemente, el contorno de cámara con una de las aberturas comprende un área de transición con un perfil de sección decreciente de tal manera que el diámetro de abertura de la abertura se alinea con un primer diámetro de perfil de sección decreciente del perfil de sección decreciente y el diámetro de cámara de la cámara de intercambio de calor se alinea con un segundo diámetro de perfil de sección decreciente del perfil de sección decreciente. El área de transición comprende una sección transversal creciente desde la abertura respectiva hacia la cámara de intercambio de calor. Esto es especialmente ventajoso para que la primera abertura guíe el fluido de transferencia de calor hacia dentro de la cámara de intercambio de calor. El diámetro del área de transición se expande desde el diámetro de abertura de la primera abertura hasta el diámetro de la cámara de intercambio de calor. Con la ayuda del perfil de sección decreciente, el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor se guía hacia el interior de cámara de intercambio de calor. El flujo de entrada guiado se distribuye por una amplia área con el material de almacenamiento de calor. Mediante esta medida puede aprovecharse muy bien la capacidad de la unidad de intercambio de calor (material de almacenamiento de calor que está ubicado en la cámara de intercambio de calor). Además, la eficiencia del intercambio de calor puede mejorarse adaptando el flujo de intercambio de calor. Observación: para adaptar adicionalmente el flujo de intercambio de calor, puede estar ubicado un difusor en la primera abertura, especialmente en el área de transición. Mediante el difusor puede ajustarse el flujo incidente del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, un difusor de este tipo está formado por piedras que se ubican en el área de transición con el perfil de sección decreciente.

Para el caso en el que la cámara de intercambio de calor comprende varias primeras aberturas, es muy ventajoso disponer un área de transición descrita en esas varias primeras aberturas. De ese modo, las primeras aberturas pueden comprender un área de transición conjunta o áreas de transición individuales.

El área de transición con la segunda abertura para guiar el fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor también puede ser de sección decreciente. Mediante esta medida se simplifica el guiado del flujo de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor.

- En este contexto, es muy ventajoso usar un área de transición corta. Por ejemplo, el área de transición corta comprende una dimensión que es menor del 50% de la longitud de la cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, la dimensión es aproximadamente el 20% de la longitud de la cámara de intercambio de calor. La longitud es la dimensión de la cámara de intercambio de calor que es paralela a la dirección de flujo principal del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. Sin embargo, naturalmente, la dimensión del área de transición depende de varias características del sistema de intercambio de calor completo, por ejemplo temperatura del fluido de transferencia de calor, flujo másico del flujo de intercambio de calor, velocidad del flujo de intercambio de calor a las temperaturas de abertura relevantes, etc.
- Para ahorrar espacio y para reducir la relación superficie-volumen para una pérdida de calor reducida, es ventajoso implementar un área de transición tan corta como sea posible. El resultado es un canal de transición corto para guiar el flujo de entrada hacia el interior de cámara de intercambio de calor. Aparte de un uso eficiente de la capacidad de la cámara de intercambio de calor, un requisito de poco espacio está relacionado con esta solución.
- Preferiblemente, la cámara de intercambio de calor comprende un contorno de cámara de forma cilíndrica. Por ejemplo, el contorno de cámara que comprende la primera abertura se forma como un cilindro circular y/o el contorno de cámara con la segunda abertura se forma como un cilindro circular. Tales formas conducen a las mejores relaciones superficie-volumen.
- Las dimensiones de la cámara de intercambio de calor pueden ser diferentes. Sin embargo, la invención es especialmente ventajosa para sistemas de intercambio de calor con cámaras de intercambio de calor grandes. Por tanto, en una realización preferida, la cámara de intercambio de calor horizontal comprende una longitud de cámara de intercambio de calor que es al menos el doble de la anchura de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor y/o que es al menos el doble de la altura de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor. Preferiblemente, la longitud de cámara de intercambio de calor se selecciona del intervalo entre 20 m y 300 m. Además, la anchura de cámara de intercambio de calor y/o la altura de cámara de intercambio de calor se selecciona del intervalo de 1 m a 100 m.
- El sistema de intercambio de calor está adaptado especialmente para funcionar a altas temperaturas de más de 300°C. Por tanto, en una realización preferida, la temperatura de funcionamiento del modo de funcionamiento se selecciona del intervalo entre 300°C y 1000°C, se selecciona preferiblemente del intervalo entre 500°C y 1000°C, se selecciona más preferiblemente del intervalo entre 600°C y 1000°C, de 650°C a 1000°C y lo más preferiblemente entre 700°C y 1000°C. Es posible una desviación de los intervalos de temperatura. En este contexto, es muy ventajoso un límite superior del intervalo de temperatura de 900°C y lo más preferiblemente un límite superior del intervalo de temperatura de 800°C. El sistema de intercambio de calor es un sistema de intercambio de calor de alta temperatura.
- La invención propuesta puede aplicarse para la producción de energía renovable así como para la producción de energía convencional. Por ejemplo, para aumentar la flexibilidad del ciclo de vapor de agua de centrales eléctricas de combustible fósil (o centrales nucleares, etc.) puede combinarse con el sistema de intercambio de calor propuesto en el presente documento. En este caso, la caldera del ciclo de vapor de agua de la central eléctrica puede hacerse funcionar con combustible cuando los costes de combustible son menores que los costes de electricidad y el sistema de intercambio de calor se carga en periodos cuando los precios de la electricidad son bajos. Alternativamente, la carga puede tener lugar durante un periodo de producción de energía excedente.
- Con la invención, pueden ahorrarse costes para la instalación de un sistema de intercambio de calor y su funcionamiento. Para el ciclo de carga y para el ciclo de descarga, se usan el mismo dispositivo o los mismos dispositivos de ajuste de flujo. De ese modo, se ahorran costes relativos a los dispositivos necesarios, su instalación y su mantenimiento.
- Breve descripción de los dibujos**
- Se aportan características y ventajas adicionales a partir de la descripción de realizaciones a modo de ejemplo con referencia a los dibujos. Los dibujos son esquemáticos.
- La figura 1 muestra una cámara de intercambio de calor del sistema de intercambio de calor.
- La figura 2 muestra una distribución de temperatura de la cámara de intercambio de calor de la figura 1 en un modo de carga.
- La figura 3 muestra el sistema de intercambio de calor del estado de la técnica en un modo de carga.
- La figura 4 muestra el sistema de intercambio de calor del estado de la técnica en un modo de descarga.
- Las figuras 5 a 7 muestran sistemas de intercambio de calor con un dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto para el ciclo de carga y el ciclo de descarga.

Descripción de realizaciones preferidas

5 El núcleo de esta invención es un sistema 1 de intercambio de calor con una cámara 11 de intercambio de calor en un nivel de temperatura alto.

10 Un material 121 de almacenamiento de calor (por ejemplo, piedras o arena) que está ubicado en el interior 112 de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor puede cargarse y descargarse con calor por medio del fluido 13 de transferencia de calor. Se almacena calor mediante el material 121 de almacenamiento de calor y puede liberarse del material de almacenamiento.

15 El nivel de temperatura del calor almacenado es significativamente mayor en comparación con los métodos aplicados hasta ahora para aumentar la eficiencia. El nivel de temperatura se encuentra entre 300°C y 1000°C, preferiblemente entre 500°C y 1000°C, más preferiblemente entre 650°C y 1000°C y lo más preferiblemente entre 700°C y 1000°C. La capacidad térmica del sistema 1 de intercambio de calor se encuentra en el intervalo entre 0,3 GWh y 100 GWh que provoca una potencia térmica de 50 MW.

20 El sistema 1 de intercambio de calor comprende al menos una cámara 11 de intercambio de calor con contornos 111 de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior 112 de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor. La cámara 11 de intercambio de calor es una cámara 113 de intercambio de calor horizontal.

25 Los contornos 111 de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura 1111 para guiar un flujo 132 de entrada de al menos un fluido 131 de transferencia de calor hacia el interior 112 de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura 1112 para guiar un flujo 133 de salida del fluido 131 de transferencia de calor hacia fuera del interior 112 de cámara de intercambio de calor. Al menos un material 121 de almacenamiento de calor se dispone en el interior 112 de cámara de intercambio de calor de tal manera que un flujo 13 de intercambio de calor del fluido 131 de transferencia de calor a través del interior 112 de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material 121 de almacenamiento de calor y el fluido 131 de transferencia de calor.

35 El sistema de intercambio de calor puede hacerse funcionar en un modo de funcionamiento que se selecciona del grupo que consiste en un modo de carga con una transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor y un modo de descarga con una transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor.

40 El sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un dispositivo de movimiento de fluido activo con el que se provoca el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor durante el modo de carga y durante el modo de descarga. El dispositivo de movimiento de fluido activo es un soplador.

45 Adicionalmente, el sistema de intercambio de calor está equipado con varios dispositivos de control de fluido pasivo para controlar el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. Estos dispositivos de control de fluido pasivo son amortiguadores y válvulas.

50 Un sistema de intercambio de calor relativo al estado de la técnica con al menos un dispositivo de movimiento de fluido activo para cada uno del ciclo de carga y el ciclo de descarga se representa en las figuras 3 y 4. La figura 5 muestra un sistema de intercambio de calor con unos ciclos de carga y descarga abiertos. La figura 6 muestra un sistema de intercambio de calor con un ciclo de carga cerrado y un ciclo de carga abierto, mientras que la figura 7 muestra un sistema de intercambio de calor con un ciclo de carga abierto, pero un ciclo de descarga cerrado. A modo de ejemplo, la longitud de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor horizontal es de aproximadamente 200 m, la altura de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor es de aproximadamente 10 m y la anchura de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor es de aproximadamente 50 m.

55 Con la ayuda del sistema 1 de intercambio de calor propuesto, puede almacenarse energía térmica en un nivel de temperatura alto durante el modo de carga. Esta energía térmica almacenada puede usarse durante el modo de descarga para la producción de vapor de agua en un ciclo de agua/vapor de agua para su reconversión en energía eléctrica.

60 Una o más cámaras 11 de intercambio de calor se llenan con material 121 de almacenamiento de calor sólido. El material de almacenamiento de calor sólido comprende piedras. Alternativamente, se usa arena.

65 Existe un área 116 de transición de la cámara 11 de intercambio de calor con un perfil 1161 de sección decreciente. De ese modo, el diámetro 1113 de abertura de la abertura 1111 ó 1112 se alinea con un primer diámetro 1162 de perfil de sección decreciente del perfil 1161 de sección decreciente y el diámetro 117 de cámara de la cámara 11 de

intercambio de calor se alinea con un segundo diámetro 1163 de perfil de sección decreciente del perfil 1161 de sección decreciente.

5 El flujo 132 de entrada del fluido 13 de transferencia de calor se guía hacia el interior 112 de cámara de intercambio de calor. El flujo 132 de entrada guiado se distribuye por una amplia área de material 121 de almacenamiento de calor. Mediante esta medida, puede utilizarse la capacidad de la unidad de intercambio de calor (material 121 de almacenamiento de calor que está ubicado en el interior 112 de cámara de intercambio de calor) de manera ventajosa.

10 El área 116 de transición es corta. El área 116 de transición corta se proyecta hacia la cámara 11 de intercambio de calor. El resultado es un canal de transición corto para el guiado del flujo 132 de entrada hacia el interior 112 de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor.

15 En el modo de carga, el fluido 131 de transferencia de calor entra en la cámara 11 de intercambio de calor a través de un difusor 1164. El difusor 1164 comprende piedras 1165 y se dispone en el área 116 de transición de la cámara 11 de intercambio de calor.

20 El flujo 13 de intercambio de calor del fluido 131 de transferencia de calor se dirige en el sentido 135 de modo de carga. El elemento 134, 1341 de ajuste de flujo se instala ventajosamente aguas arriba de la unidad 200, 201 de carga (figura 3): pasa fluido de transferencia de calor relativamente frío por el elemento 134, 1341 de ajuste de flujo antes de absorber calor desde la unidad de carga.

25 Para el modo de carga, el fluido 131 de transferencia de calor se calienta desde condiciones ambientales mediante el dispositivo 201 de calentamiento eléctrico (unidad 200 de carga). Este fluido de transferencia de calor cargado (calentado) se guía hacia el interior 112 de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor para cargar el material de almacenamiento de calor. De ese modo, tiene lugar el intercambio de calor entre el fluido de transferencia de calor y el material de almacenamiento de calor. Con la referencia 2000 se muestra el frente de temperatura en un determinado momento de este proceso de carga (figura 2). Además, se representa el gradiente 2001 de temperatura que da como resultado el frente de temperatura.

30 Para el modo de descarga, el sistema 1 de intercambio de calor comprende una o varias cámaras 11 de intercambio de calor mencionadas anteriormente, un dispositivo 1341 de movimiento de fluido activo para hacer circular el fluido 131 de transferencia de calor y una máquina térmica para la reelectrificación, que puede ser un ciclo 1003 de agua/vapor de agua. El fluido de trabajo de este ciclo es agua y vapor de agua. El ciclo 1003 de agua/vapor de agua tiene la función de una unidad 400 de descarga. Los componentes esenciales del ciclo 1003 de turbina de vapor de agua son una turbina 1006 de vapor de agua y un generador 1004.

35 En el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se dirige en el sentido 136 de modo de carga.

40 Con la ayuda del sistema 1002 de intercambio de calor (intercambiador de calor), se transfiere calor del fluido de transferencia de calor al fluido de trabajo del ciclo 1003 de vapor de agua.

45 El sistema 1 de intercambio de calor comprende un circuito 1005 cerrado. Se guía el flujo de intercambio de calor que ha pasado por el interior 112 de cámara de intercambio de calor de vuelta al interior 112 de cámara de intercambio de calor.

Se describen las siguientes realizaciones adicionales en las figuras:

50 Realización relativa a la figura 5: una de las partes terminales de la cámara 11 de intercambio de calor comprende un extremo 118 caliente de la cámara 11 de intercambio de calor, por ejemplo, de 600°C. La otra parte terminal comprende un extremo 119 frío, por ejemplo, de 200°C.

55 La unidad de descarga comprende un sistema 401 de generación de vapor de agua por recuperación de calor (HRSG). Además, hay un soplador 1343 y cuatro válvulas 1345 (1451, 1452, 1453 y 1454) para el control y/o la manipulación de los flujos del fluido de transferencia de calor. El soplador 1343 está ubicado entre dos válvulas 13453 y 13452. En la cámara 11 de intercambio de calor están ubicados dispositivos 1342 de control de fluido pasivo adicionales (dispositivos de control de flujo pasivo internos).

60 La realización relativa a la figura 6 difiere de la realización relativa a la figura 5 en la omisión de los dispositivos 1342 de control de fluido pasivo adicionales.

65 La figura 6 muestra el sistema 1 de intercambio de calor en un ciclo 20 de carga mientras que la figura 7 muestra el sistema 1 de intercambio de calor en un ciclo 40 de descarga.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de intercambio de calor, con
 - 5 - al menos una cámara (11) de intercambio de calor con contornos (111) de cámara de intercambio de calor que rodean al menos el interior (112) de una cámara de intercambio de calor de la cámara (11) de intercambio de calor, en el que
 - 10 - los contornos (111) de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura (1111) para guiar hacia dentro un flujo (132) de entrada de al menos un fluido (131) de transferencia de calor hacia el interior (112) de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura (1112) para guiar hacia fuera un flujo (133) de salida del fluido (131) de transferencia de calor hacia fuera del interior (112) de cámara de intercambio de calor;
 - 15 - al menos un material (121) de almacenamiento de calor se dispone en el interior (112) de cámara de intercambio de calor de tal manera que un flujo (13) de intercambio de calor del fluido (131) de transferencia de calor a través del interior (112) de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material (121) de almacenamiento de calor y el fluido (131) de transferencia de calor; y
 - 20 - el sistema (1) de intercambio de calor puede hacerse funcionar en un modo de funcionamiento que se selecciona del grupo que consiste en modo (20) de carga con una transferencia de calor desde el fluido (131) de transferencia de calor al material (121) de almacenamiento de calor y un modo (40) de descarga con una transferencia de calor desde el material (121) de almacenamiento de calor al fluido (131) de transferencia de calor; y en el que
 - 25 - el sistema (1) de intercambio de calor está equipado con al menos un dispositivo (1341, 1343) de movimiento de fluido activo con el que se provoca el flujo (13) de intercambio de calor del fluido (131) de transferencia de calor a través del interior (112) de cámara de intercambio de calor durante el modo (20) de carga y durante el modo (40) de descarga, caracterizado porque el dispositivo (1341, 1343) de movimiento de fluido activo es un dispositivo de movimiento de fluido activo conjunto que se dispone de tal manera que el flujo (13) de intercambio de calor para el modo (20) de carga y el flujo (13) de intercambio de calor para el modo (40) de descarga están provocados por el mismo dispositivo (1341, 1343) de movimiento de fluido activo.
 - 30
 - 35
2. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (1341, 1343) de movimiento de fluido activo se selecciona del grupo que consiste en soplador, ventilador y bomba.
3. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 1 ó 2, que está equipado con al menos un dispositivo (1342) de control de fluido pasivo para controlar el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor que se selecciona del grupo que consiste en tubería de derivación activable, amortiguador, aleta, tobera y válvula.
4. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 1 ó 3, en el que el material de almacenamiento de calor comprende arena y/o piedras.
- 45
5. Sistema de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 1 a 4, que está equipado con al menos una unidad (200) de carga para calentar el fluido de transferencia de calor.
- 50
6. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 5, en el que la unidad de carga comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico que se selecciona del grupo que consiste en calentador por resistencia, calentador por inducción, emisor de radiación electromagnética y bomba de calor.
7. Sistema de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos una unidad (400) de descarga para descargar el fluido de transferencia de calor del flujo de salida de calor para la producción de electricidad.
- 55
8. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 7, en el que la unidad de descarga comprende al menos un ciclo de agua/vapor de agua para accionar una turbina de una central termoeléctrica.
- 60
9. Sistema de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el fluido de transferencia de calor comprende un gas a presión de gas ambiental.
10. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 9, en el que el gas a la presión ambiental es aire.
- 65
11. Sistema de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 1 a 10 con un circuito (1005) cerrado, en

el que el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor comprende el flujo de salida del fluido de transferencia de calor.

- 5 12. Método para el intercambio de calor mediante el uso del sistema de intercambio de calor según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que
- 10 - en un modo de funcionamiento del sistema de intercambio de calor, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se guía a través del interior de cámara de intercambio de calor, en el que se provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor;
- 15 - el modo de funcionamiento se selecciona del grupo que consiste en modo (20) de carga y modo (40) de descarga; y
- el flujo de intercambio de calor para el modo de carga y el flujo de intercambio de calor para el modo de descarga están provocados por el mismo dispositivo de movimiento de fluido activo.
- 20 13. Método según la reivindicación 12, en el que
- durante el modo de carga, se dirige el flujo de intercambio de calor en un sentido de modo de carga;
- durante el modo de descarga, se dirige el flujo de intercambio de calor en un sentido de modo de descarga; y
- 25 - el sentido de modo de carga y el sentido de modo de descarga son opuestos entre sí.

FIG 1

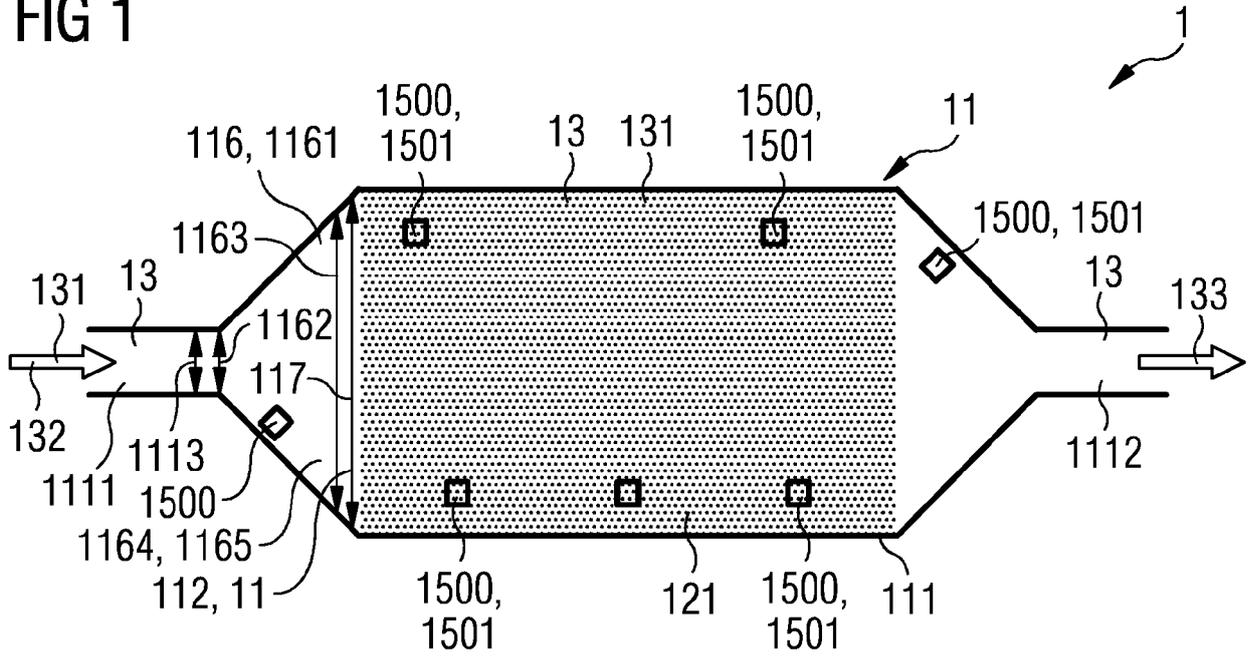


FIG 2

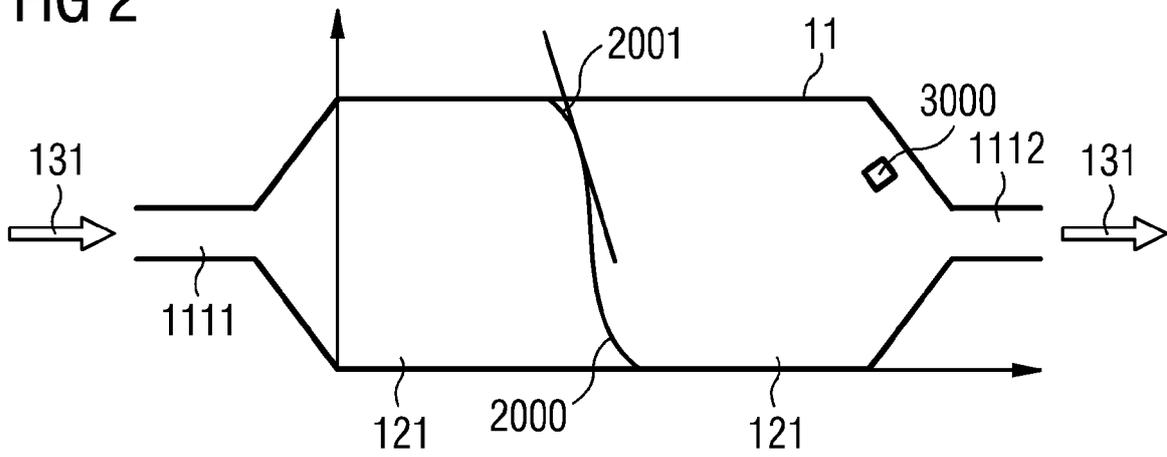


FIG 3

Estado de la técnica

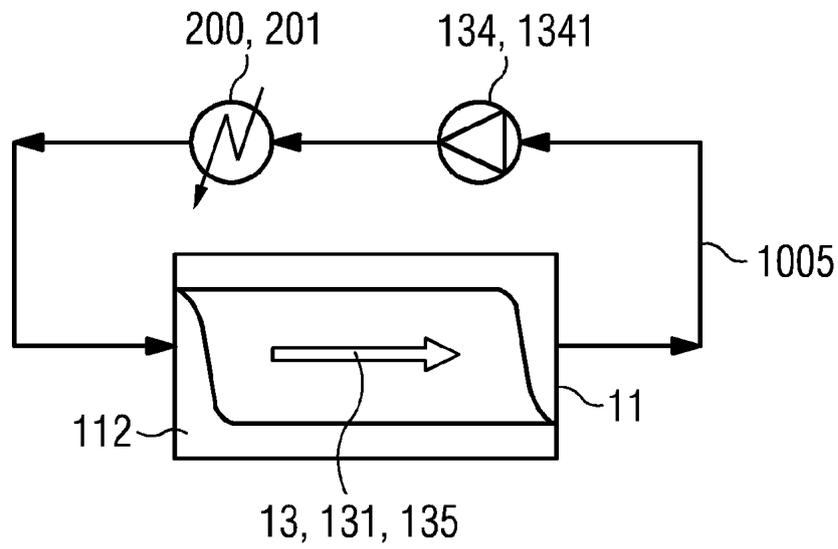


FIG 4

Estado de la técnica

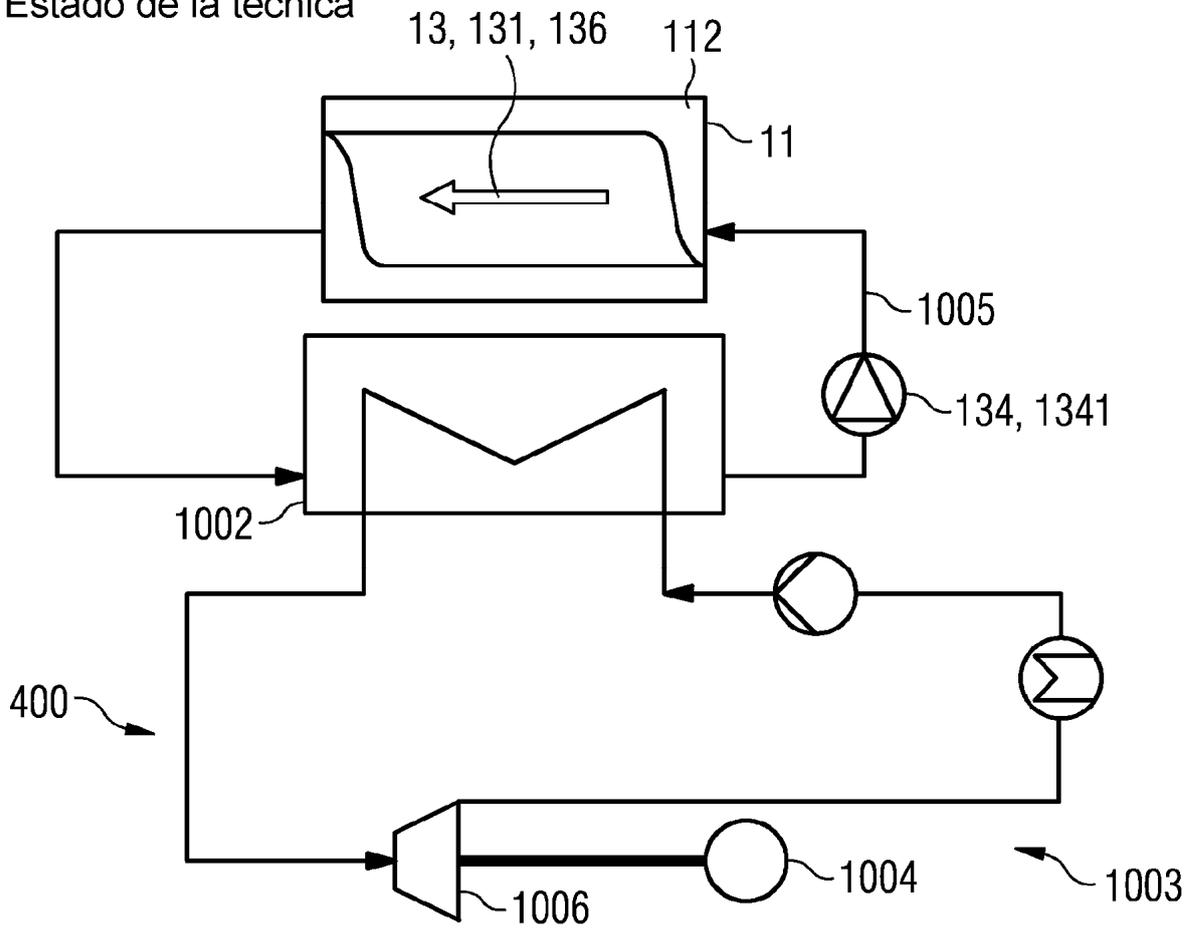


FIG 5

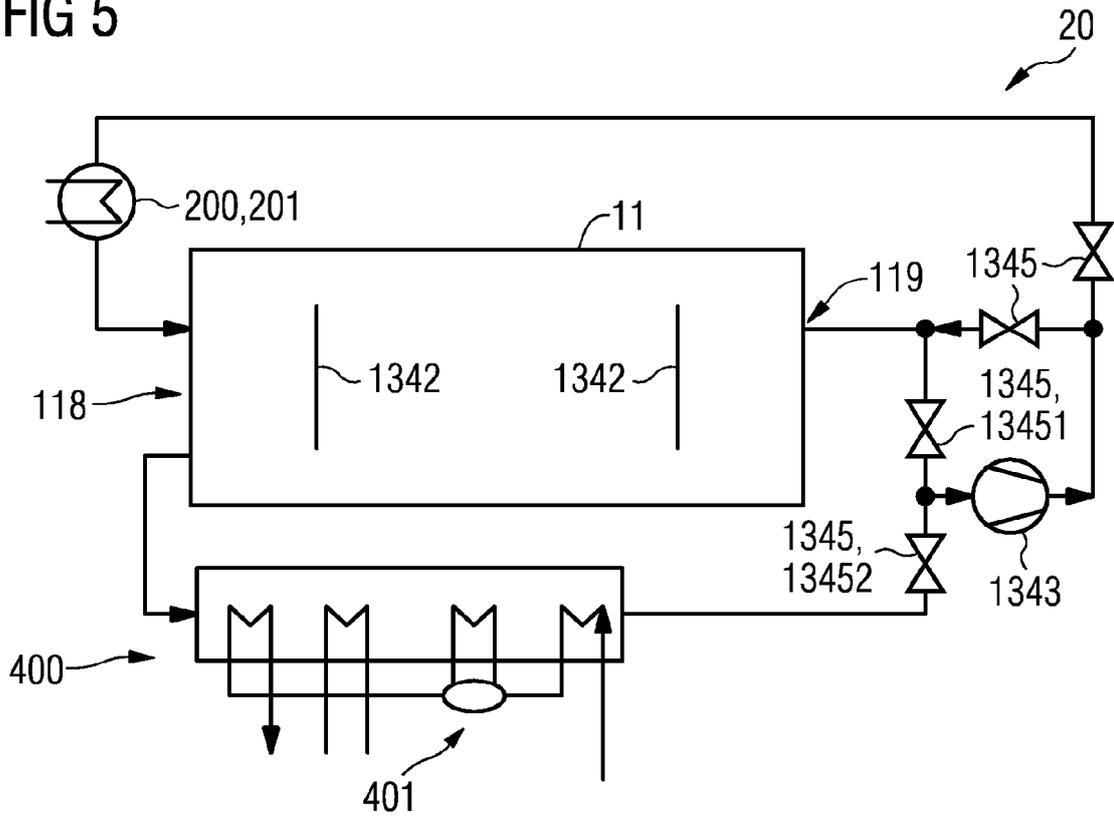


FIG 6

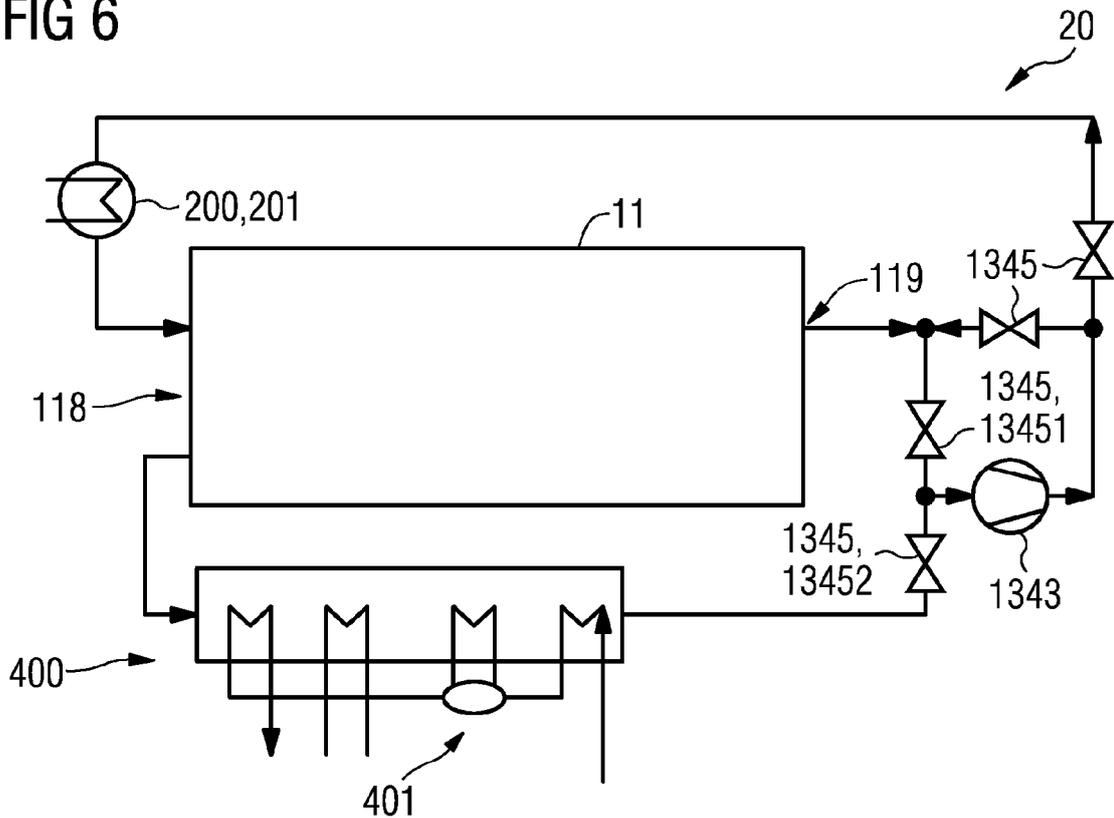


FIG 7

