

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 034**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2016 PCT/EP2016/073104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17055346**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2016 E 16774925 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3308089**

54 Título: **Sistema de intercambio de calor con cámara de intercambio de calor principal y cámara de intercambio de calor secundaria y procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor**

30 Prioridad:

30.09.2015 EP 15187735

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

27.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BARMEIER, TILL ANDREAS

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 733 034 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 cámara de intercambio de calor principal y cámara de intercambio de calor secundaria y procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION**1. CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un sistema de intercambio de calor con al menos dos cámaras de intercambio de calor y un procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

A pesar de la integración de las energías renovables en el sistema público de energía eléctrica (red eléctrica), una gran parte de la electricidad se genera todavía actualmente mediante las fuentes de energía fósiles. Pero el cambio climático global requiere un desarrollo mayor de las energías renovables.

La producción de energía de fuentes de energía renovables, como la eólica y la solar, no es constante a lo largo de un día o a lo largo de un año. En consecuencia, la electricidad que se genera al utilizar la energía de fuentes de energía renovables fluctúa.

A fin de gestionar esta electricidad fluctuante, los sistemas de almacenamiento de calor (energía térmica) se desarrollan para almacenar y liberar energía térmica (sistema de intercambio de calor). Dicho sistema de intercambio de calor comprende una cámara de intercambio de calor con límites 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 está lleno de material de almacenamiento de calor como piedras. Los límites 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 del exceso de electricidad. El fluido de transferencia de calor caliente resultante se infunde en el interior de cámara de intercambio de calor a través de una de las aberturas (por ejemplo, la primera abertura) de los límites de cámara de intercambio de calor. Esta abertura define un 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. Mediante el guiado del 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. El calor se almacena por el material de almacenamiento de calor.

A través 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 este modo, esta abertura de los límites de cámara de intercambio de calor define un terminal «frío» (extremo) de la cámara de intercambio de calor. El modo de carga se detiene cuando la temperatura en el terminal frío de la cámara de intercambio de calor comienza a elevarse por encima de una temperatura predeterminada.

En un modo de descarga de la cámara de intercambio de calor, se puede recuperar este calor almacenado: el fluido de transferencia de calor «frío» se infunde en el interior de cámara de intercambio de calor a través de una de las aberturas de los límites de cámara de intercambio de calor. En este caso, esta abertura define un terminal «frío». El fluido de transferencia de calor frío se guía a través del interior de cámara de intercambio de calor. Mediante el guiado del 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. El calor se libera del material de almacenamiento de calor.

A través de la segunda abertura de los límites 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 este modo, la segunda abertura de la cámara de intercambio de calor define un terminal «caliente» de la cámara de intercambio de calor.

El fluido de transferencia de calor caliente resultante se puede usar para generar vapor con el que se accione una turbina de vapor. Resultado del modo de descarga descrito: El calor se transforma de nuevo en electricidad.

El modo de descarga se detiene cuando la temperatura en el terminal frío del almacenamiento de intercambio de calor comienza a caer por debajo de cierta temperatura.

Es bastante difícil un pronóstico de la cantidad de la producción de energía de las fuentes de energía renovables. Por lo tanto, también es difícil proporcionar un sistema adecuado de intercambio de calor. El documento EP-A-2703764 divulga un sistema de intercambio de calor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de intercambio de calor para almacenar (absorber) energía de manera flexible y para liberar la energía almacenada (absorbida) de manera flexible.

10 Este objetivo se logra mediante la invención especificada en las reivindicaciones.

Se proporciona un sistema de intercambio de calor con al menos dos cámaras de intercambio de calor, en el que cada una de las cámaras de intercambio de calor comprende los límites 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. Los límites de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura para el guiado de 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 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 está dispuesto en el interior de cámara de intercambio de calor, de modo 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. Las cámaras de intercambio de calor están dispuestas de modo que el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor comprende el flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de la otra cámara de intercambio de calor. Una de las cámaras de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor principal del sistema de intercambio de calor y una de las cámaras de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor secundaria. La cámara de intercambio de calor secundaria es preferentemente una cámara pequeña de intercambio de calor en comparación con la cámara de intercambio de calor principal. La capacidad de calor de la cámara pequeña de intercambio de calor es menor que la capacidad de calor de la cámara de intercambio de calor principal.

Los interiores de cámara de intercambio de calor de las cámaras de intercambio de calor están conectados entre sí en serie.

35 Además del sistema de intercambio de calor, se proporciona un procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor, en el que el flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor se guía como flujo de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de la otra cámara de intercambio de calor.

40 Una cámara de intercambio de calor es un espacio, cavidad o un alojamiento en el que se localiza el material de almacenamiento de calor. Dentro de la cámara de intercambio de calor tiene lugar el intercambio de calor. A fin de proporcionar un intercambio de calor eficiente, la cámara de intercambio de calor está preferentemente aislada térmicamente contra los alrededores. La pérdida de calor se reduce mediante el aislamiento térmico.

45 El fluido de transferencia de calor se guía (conduce) hacia el interior de cámara de intercambio de calor a través de la primera abertura y se guía hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor a través de la segunda abertura. La primera abertura de los límites de cámara de intercambio de calor es una abertura de entrada. La segunda abertura de los límites de cámara de intercambio de calor es una abertura de salida. Por tanto, existen diferentes áreas de los límites de cámara de intercambio de calor, a saber, un área de entrada de los límites de cámara de intercambio de calor con la primera abertura y un área de salida de los límites de cámara de intercambio de calor con la segunda abertura.

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

55 Preferentemente, durante el modo de carga del sistema de intercambio de calor, el flujo de intercambio de calor se dirige en una dirección de modo de carga a través del interior de cámara de intercambio de calor de al menos una de las cámaras de intercambio de calor; durante un modo de descarga, el flujo de intercambio de calor se dirige en una dirección de modo de descarga a través del interior de cámara de intercambio de calor de al menos una de las cámaras de intercambio de calor; y la dirección de modo de carga y la dirección de modo de descarga se oponen entre sí.

65

- Dependiendo del modo de funcionamiento, una abertura específica puede tener la función de una abertura de entrada o la función de una abertura de salida. La dirección de flujo del flujo de intercambio de calor depende del modo de funcionamiento. Preferentemente, durante el modo de carga, el flujo de intercambio de calor se dirige en una dirección de modo de carga; durante el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor se dirige en una dirección de modo de descarga, y la dirección de modo de carga y la dirección de modo de descarga son opuestas entre sí (operación a contracorriente). Pero no es necesario un cambio de las direcciones del flujo de intercambio de calor. La dirección de modo de carga y la dirección de modo de descarga comprenden la misma dirección (operación en co-corriente).
- En la operación a contracorriente, al conmutar del modo de carga al modo de descarga, se invierte la dirección de flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor y, en consecuencia, también se invierte la función de las aberturas (abertura de entrada, abertura de salida). Con dicha solución, es especialmente ventajoso usar el mismo fluido de transferencia de calor para el modo de carga y para el modo de descarga. Pero, por supuesto, también se pueden usar diferentes fluidos de transferencia de calor para el modo de carga y el modo de descarga.
- 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 unidad de carga activada, la unidad de carga se puede localizar corriente arriba de la cámara de intercambio de calor. En contraste con eso, en el modo de descarga con una unidad de carga desactivada, la unidad de carga se puede localizar corriente abajo de la cámara de intercambio de calor.
- Preferentemente, la unidad de carga comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico que se selecciona del grupo que consiste en calentador de resistencia, calentador inductivo, emisor de radiación electromagnética y bomba de calor. La radiación electromagnética es preferentemente radiación infrarroja. Es posible una combinación de diferentes dispositivos de calefacción eléctrica. Con la ayuda de los aparatos de calefacción eléctrica, la electricidad se transforma en calor. Este calor se absorbe por el fluido de transferencia de calor y se transporta al material de almacenamiento de calor en el interior de cámara de intercambio de calor.
- Por ejemplo, el dispositivo de calefacción eléctrica comprende un calentador de resistencia. Este calentador se localiza en el flujo de entrada de intercambio de calor corriente arriba de la cámara de intercambio de calor. El fluido de transferencia de calor se calienta antes de su entrada en el interior de cámara de intercambio de calor. El calentador de resistencia comprende un área grande de intercambio de calor para un intercambio de calor eficiente desde el calentador de resistencia al fluido de transferencia de calor. Por ejemplo, la gran área de intercambio de calor está formada por una rejilla del calentador de resistencia. También es posible un calentador de resistencia con forma de meandro. Con dicha medida, se mejora la transferencia de calor al fluido de transferencia de calor. Además, se reduce la posibilidad de la aparición (no deseada) de puntos calientes dentro del calentador de resistencia.
- El sistema de intercambio de calor está equipado preferentemente con al menos una unidad de descarga para descargar el fluido de transferencia de calor del flujo de salida del calor para la producción de electricidad. El calor se retira del fluido de transferencia de calor. El calor retirado se transforma en electricidad. En un modo de realización preferente, la transformación de calor en electricidad se lleva a cabo mediante un ciclo de agua/vapor para accionar una turbina de una planta de energía de vapor.
- El modo de descarga se puede realizar cuando los precios y la demanda de electricidad sean altos o cuando la producción de energías renovables sea baja. Para eso y a fin de limitar los costes que estén conectados con la invención, es ventajoso usar las centrales eléctricas existentes. Por ejemplo, son muy adecuadas las CCPP (planta de energía de ciclo combinado) ya que su generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) es similar a la solicitud propuesta aquí. No obstante, se pueden usar centrales eléctricas de carbón duro, petróleo, gas, incineración de residuos, leña o lignito, ya que la unidad de carga se puede diseñar para altas temperaturas para que coincida con las temperaturas usadas en el generador de vapor. En un modo híbrido, el combustible se puede usar para incrementar la temperatura desde el nivel de temperatura del sistema de intercambio de calor hasta la temperatura de funcionamiento del diseño original del horno o caldera.
- Preferentemente, el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un elemento de ajuste de flujo para ajustar el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor (a través del interior de cámara de intercambio de calor del interior de cámara de intercambio de calor de al menos una de las cámaras de intercambio de calor, el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de al menos una de las cámaras de intercambio de calor y/o el flujo de salida del fluido de transferencia de calor desde el interior de cámara de intercambio de calor de al menos una de las cámaras de intercambio de calor). Preferentemente, el elemento de ajuste de flujo comprende al menos un dispositivo activo de movimiento de fluidos que se selecciona del grupo que consiste en soplador, ventilador y bomba y/o el elemento de ajuste de flujo comprende al menos un dispositivo pasivo de control de fluidos que se selecciona del grupo que consiste en tubería de desvío activable, boquilla, compuerta, tapa y válvula. Con la ayuda de dichos elementos de ajuste de flujo, se pueden ajustar los flujos respectivos del fluido de transferencia de calor.

La ventaja de los dispositivos pasivos de control de fluidos son los bajos costes. Además, dichos dispositivos son baratos. Para el caso de los dispositivos activos de movimiento de fluidos, se prefiere localizar las unidades accionadoras de los dispositivos activos de movimiento de fluidos como motores eléctricos y equipos eléctricos fuera del flujo de intercambio de calor con el fluido de transferencia de calor (posiblemente muy caliente).

5 En un modo de realización preferente, el elemento de ajuste de flujo comprende al menos un elemento supresor de flujo. Con la ayuda del elemento supresor de flujo, es posible desacoplar una cámara de intercambio de calor específica del proceso de intercambio de calor. Esta cámara de intercambio de calor está desactivada.

10 Solo para destacar: Existen diferentes localizaciones para el elemento de ajuste de flujo posible. El elemento de ajuste de flujo se puede disponer directamente en el interior de cámara de intercambio de calor, corriente abajo del interior de cámara de intercambio de calor y/o corriente arriba del interior de cámara de intercambio de calor. La localización depende, entre otras cosas, del tipo de elemento de ajuste del flujo (dispositivo activo de movimiento de fluidos o dispositivo pasivo de control de fluidos).

15 En un modo de realización preferente, los interiores de cámara de intercambio de calor de las cámaras de intercambio de calor están en conjunción conjuntamente con la ayuda de al menos un elemento de conjunción para guiar el fluido de transferencia de calor. El elemento de conjunción comprende dos funciones: Conecta los interiores de cámara de intercambio de calor así como guía el fluido de transferencia de calor a través de su interior.
20 Por esto, es posible implementar conceptos de carga y descarga de manera flexible con un sistema de conductos que comprende una ruta principal y una ruta secundaria para guiar el fluido de transferencia de calor.

25 Un aspecto de la invención es la activación y/o la desactivación individual de las cámaras de intercambio de calor. Para ese propósito, es ventajoso que el sistema de intercambio de calor comprenda al menos un elemento de canalización y/o al menos un elemento de conmutación. Mediante estos elementos, es posible desviar el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor.

30 En un modo de realización preferente, se proporciona un sistema de intercambio de calor, en el que el elemento de conmutación comprende al menos un primer dispositivo pasivo de control de fluidos para ajustar el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor y al menos un segundo dispositivo pasivo de control de fluidos para ajustar el flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor, y el elemento de canalización comprende al menos una tubería de desvío para conectar el primer dispositivo pasivo de control de fluidos y el segundo dispositivo de control de fluidos (de modo que el fluido de transferencia de calor se puede guiar a través de la tubería de desvío desde el primer dispositivo pasivo de control de fluidos hasta el segundo dispositivo pasivo de control de fluidos al desviar el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor, y se pueden mezclar entre sí un flujo de desvío del fluido de transferencia de calor a través de la tubería de desvío y el flujo de salida de una de las cámaras de intercambio de calor).

40 En vista del procedimiento, se llevan a cabo los siguientes pasos: el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor se desvía mediante el fluido de transferencia de calor de modo que se genera un flujo de desvío del fluido de transferencia de calor y se mezclan entre sí el flujo de salida hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor y el flujo de desvío.

45 Por ejemplo, el primer y el segundo dispositivo pasivo de control de fluidos son válvulas. También son posibles dispositivos pasivos alternativos de control de fluidos como compuertas o aletas. Estos dispositivos pasivos de control de fluidos se localizan preferentemente en las aberturas de la respectiva cámara de intercambio de calor.

50 En un modo de realización preferente, solo una de las cámaras de intercambio de calor comprende un frente de temperatura (gradiente de temperatura) durante un modo de funcionamiento del sistema de intercambio de calor. Preferentemente, la cámara de intercambio de calor con el frente de temperatura es la cámara pequeña de intercambio de calor.

55 Con el sistema descrito anteriormente, especialmente con el desvío del interior de intercambio de calor de la cámara pequeña de intercambio de calor con el frente de temperatura, son posibles una carga y una descarga de las cámaras de intercambio de calor sin grandes pérdidas térmicas. La eficacia del sistema de intercambio de calor se incrementa ya que se puede maximizar la duración del ciclo de carga y descarga. El efecto negativo de desarrollar un perfil de temperatura no uniforme debido a la convección natural se puede reducir y las pérdidas de energía se reducen.

60 Esto se debe a la cámara pequeña de intercambio de calor adicional en la respectiva segunda abertura (extremo frío) de la cámara de intercambio de calor principal. Solo la cámara pequeña de intercambio de calor comprende el gradiente de temperatura. Por lo tanto, el perfil de temperatura en la cámara de intercambio de calor principal no se está aplanando y la eficacia de todo el sistema de intercambio de calor se incrementa incluso con curvas de carga de salida con fines de reelectrificación.

Preferentemente, se desvía el interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor secundaria (pequeña). Pero también es posible que se desvíe el interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor principal.

5 En un modo de realización preferente, la tubería de desvío (comprende al menos un dispositivo pasivo de control de fluidos de tubería de desvío y/o al menos un dispositivo activo de movimiento de fluidos de desvío). Con estos dispositivos se puede ajustar el flujo de desvío.

10 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. Dicho recubrimiento líquido puede comprender un líquido iónico.

15 El material sólido comprende preferentemente material a granel. Son posibles mezclas de diferentes materiales líquidos y diferentes materiales sólidos, así como mezclas de materiales líquidos y sólidos.

20 Es posible que el material de almacenamiento de calor sea un material de almacenamiento de energía termoquímica: La energía térmica se puede almacenar a través de una reacción endotérmica, mientras que la energía térmica se puede liberar a través de una reacción exotérmica. Dicho material de almacenamiento termoquímico es, por ejemplo, el sistema de óxido de calcio/hidróxido de calcio.

Los materiales de almacenamiento de calor se pueden disponer en uno o más contenedores específicos hechos de material de contenedor no reactivo. No reactivo significa que no tiene lugar ninguna reacción química entre el material de almacenamiento de calor y el material del contenedor durante el proceso de intercambio de calor.

25 En un modo de realización preferente, el material de almacenamiento de calor comprende al menos un material químico y/o físicamente estable. En el rango de la temperatura operativa del sistema de intercambio de calor, el material de almacenamiento de calor no cambia sus propiedades físicas y/o químicas. Un material físicamente estable no cambia sus propiedades físicas durante el intercambio de calor. Por ejemplo, el material de almacenamiento de calor permanece en un estado sólido en el rango de temperatura de funcionamiento. Un material químicamente estable no cambia su composición química durante el intercambio de calor. Por ejemplo, dicho material químicamente estable es un material de cambio de fase (PCM).

35 Además, también es posible un sistema complejo de intercambio de calor 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).

40 En un modo de realización preferente, 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 los mismos. Las piedras artificiales pueden consistir en contenedores que estén llenos de 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).

45 Preferentemente, las piedras comprenden grava (gravilla), escombros y/o arenilla (hendiduras). El material artificial comprende preferentemente clínkeres o cerámicas. De nuevo, también son posibles las mezclas de los materiales mencionados.

50 A fin de proporcionar un material de almacenamiento de energía barato, es ventajoso usar material de residuo. Por lo tanto, en un modo de realización preferente, el material artificial comprende al menos un subproducto de un proceso industrial. Por ejemplo, el subproducto es silicato de hierro. El silicato de hierro tiene su origen en una escoria de producción de cobre.

55 En un modo de realización preferente, los canales de intercambio de calor están incrustados en el material de almacenamiento de calor para el guiado del 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 están incrustados en el lecho de almacenamiento de calor de modo 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 de forma alternativa, 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 preferentemente aire. Son posibles mezclas de diferentes líquidos, así como mezclas de diferentes gases.

5 Preferentemente, el fluido de transferencia de calor comprende un gas a presión ambiente de gas. Preferentemente, el gas a presión ambiente es aire. La presión ambiental (900 hPa a 1.100 hPa) varía de modo que se provoca el flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor.

10 Para el guiado del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor y para el guiado del 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 canalización). Este sistema de tuberías puede estar cerrado (con un bucle cerrado) o puede estar abierto (con un bucle abierto).

15 Por ejemplo, el fluido de transferencia de calor es el aire ambiente del entorno. El bucle es un bucle abierto. El aire del entorno se introduce en el sistema de intercambio de calor y el aire del sistema de intercambio de calor se libera a los alrededores. Existe un intercambio de aire durante el funcionamiento del sistema de intercambio de calor.

20 En contraste con eso, no existe ningún intercambio de aire ni ningún intercambio de aire ajustable de manera selectiva durante el funcionamiento en un bucle cerrado. El aire del entorno no se añade o solo se añade al aire que se usa como fluido de transferencia de calor. Esto tiene la siguiente ventaja específica: En una situación con material de almacenamiento de calor casi completamente cargado, el fluido de transferencia de calor con el calor restante se liberaría al ambiente en un bucle abierto. El calor restante se pierde. En contraste con eso, en un bucle cerrado, este fluido de transferencia de calor con el calor restante permanece en el sistema de intercambio de calor. El calor restante no se pierde. Por lo tanto, en un modo de realización preferente, se implementa un bucle 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.

30 Al menos una de las cámaras de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor vertical y/o al menos una de las cámaras de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor horizontal.

35 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 gravedad que afecta al fluido de transferencia de calor. Perpendicular significa en este contexto que son posibles desviaciones de la perpendicularidad de hasta 20 ° y preferentemente desviaciones de hasta 10 °.

40 Se puede lograr una dirección orientada horizontalmente del flujo de intercambio de calor por las primeras aberturas laterales y/o las segundas aberturas laterales. La cámara de intercambio de calor horizontal comprende estas aberturas en sus límites laterales de la cámara de intercambio de calor. Además, con la ayuda de un dispositivo activo de movimiento de fluidos como un soplador o una bomba, se produce el flujo de intercambio de calor en el interior de cámara de intercambio de calor. El fluido de transferencia de calor se sopla o bombea hacia el interior de cámara de intercambio de calor o se bombea o succiona desde el interior de cámara de intercambio de calor.

45 En contraste con el 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 preferentemente hacia abajo (de arriba a abajo) durante el modo de carga. El flujo principal vertical (esencialmente paralelo pero en la dirección opuesta a la dirección de la fuerza de gravedad) se puede provocar por un dispositivo activo de movimiento de fluidos (soplador o bomba). La primera abertura se localiza en la parte superior de la cámara de intercambio de calor y la segunda abertura se localiza en la parte inferior de la cámara de intercambio de calor.

50 En base a 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).

60 En contraste con eso, 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).

65 Ha de tenerse en cuenta que los términos «horizontal» y «vertical» son independientes de las dimensiones de la cámara de intercambio de calor y de su orientación. Decisiva es la dirección de 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 intercambio de calor.

5 Además de las cámaras de intercambio de calor vertical y horizontal puras, también es posible una mezcla de «cámara de intercambio de calor vertical» y «cámara de intercambio de calor horizontal». En dicha cámara de intercambio de calor, 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.

10 En un modo de realización preferente, al menos dos primeras aberturas están dispuestas verticalmente entre sí y/o al menos dos segundas aberturas están dispuestas verticalmente entre sí. Las aberturas están dispuestas una encima de la otra. Con esta medida, es posible influir en una distribución vertical de los flujos de intercambio de calor a fin de mejorar una distribución de temperatura (frente de temperatura) en el interior del material de almacenamiento de calor y el interior de cámara de intercambio de calor, respectivamente. Las líneas isotérmicas perpendiculares a la dirección de flujo se ven influenciadas.

15 El frente de temperatura está definido por las áreas vecinas frías y calientes del material de almacenamiento de calor en el interior de cámara de intercambio de calor provocado por el flujo del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor. El frente de temperatura está alineado perpendicular a la respectiva dirección de flujo 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 una dirección de modo de carga en la que el frente de temperatura se mueve a lo largo de esta dirección de modo de carga. En contraste con eso, durante el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor se dirige en la dirección de modo de descarga (opuesta a la dirección de modo de carga) en la que el frente de temperatura se mueve a lo largo de la dirección de modo de descarga. En ambos casos, el frente de temperatura de la cámara de intercambio de calor está migrando a través de la cámara de intercambio de calor a los respectivos extremos caliente/frío de la cámara de intercambio de calor. Se debe tener en cuenta que, en caso de funcionamiento a contracorriente, el extremo caliente (abertura caliente) permanece como el extremo caliente (abertura caliente), independientemente del modo (modo de carga o modo de descarga).

20 El frente de temperatura es una zona de fuerte gradiente de temperatura en el material de almacenamiento de calor, es decir, la diferencia de alta temperatura entre las áreas frías y calientes. En esta solicitud, separa la zona caliente (cargada con calor) y la 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 del fluido de transferencia de calor al material de almacenamiento de calor durante el modo de carga y debido a la transferencia de calor del material de almacenamiento de calor al fluido de transferencia de calor durante el modo de descarga. Las zonas/líneas isotérmicas se desarrollan idealmente (por ejemplo, sin la influencia de la gravitación) perpendicular a la dirección principal del flujo, es decir, las zonas/líneas de temperatura constante.

25 A fin de optimizar la eficiencia del sistema de intercambio de calor, es ventajoso garantizar un frente de temperatura uniforme. Solo hay pequeñas variaciones en relación con los gradientes de temperatura perpendiculares a la dirección de flujo. En una cámara de intercambio de calor vertical con una dirección de flujo de arriba a abajo, el frente de temperatura es casi uniforme debido a la convección natural. Así, en este caso no son necesarias medidas adicionales. En contraste con eso, la convección natural conduce a un frente de temperatura no uniforme en una cámara de intercambio de calor horizontal. Por lo tanto, en este caso, las medidas adicionales podrían ser significativas (como el uso de más aberturas o el uso de más elementos de ajuste de flujo).

30 Preferentemente, el límite de la cámara con una de las aberturas comprende un área de transición con un perfil cónico de modo que un diámetro de abertura de la abertura se alinea con un primer diámetro de perfil cónico del perfil cónico y un diámetro de cámara de la cámara de intercambio de calor se alinea con un segundo perfil cónico del diámetro de perfil cónico. El área de transición comprende una sección transversal creciente desde la respectiva abertura hacia la cámara de intercambio de calor. Esto es especialmente ventajoso para la primera abertura para guiar el fluido de transferencia de calor hacia 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 cónico, 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 a un área amplia con el material de almacenamiento de calor. Por esta medida, una capacidad de la unidad de intercambio de calor (material de almacenamiento de calor que se localiza en la cámara de intercambio de calor) se puede explotar altamente. Además, la eficiencia del intercambio de calor se puede mejorar adaptando el flujo de intercambio de calor. Observaciones: Para adaptar adicionalmente el flujo de intercambio de calor, se puede localizar un difusor en la primera abertura, especialmente en el área de transición. Por medio del difusor, se puede ajustar un flujo incidente del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, dicho difusor está formado por piedras que se localizan en el área de transición con el perfil cónico.

35 Para el caso en el que la cámara de intercambio de calor comprenda una serie de primeras aberturas, es muy ventajoso disponer un área de transición descrita en ese número de primeras aberturas. De este 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 fuera del interior de cámara de intercambio de calor también se puede hacer cónica gradualmente. Mediante esta medida, se simplifica el guiado del flujo de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor.

5

En este contexto, es muy ventajoso el uso de un área de transición corta. Por ejemplo, el área de transición corta comprende una dimensión que es inferior al 50 % de la longitud de cámara de intercambio de calor. Por ejemplo, la dimensión es aproximadamente el 20 % de la longitud de 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. Pero, por supuesto, la dimensión del área de transición es dependiente de una serie de características del sistema de intercambio de calor completo, por ejemplo, la temperatura del fluido de transferencia de calor, el flujo de masa del flujo de intercambio de calor, la velocidad del flujo de intercambio de calor a las temperaturas de abertura relevantes, etc.

10

A fin de ahorrar espacio y a fin de reducir la relación superficie-volumen para una pérdida de calor reducida, es ventajoso implementar un área de transición lo más corta posible. El resultado es un canal corto de transición para guiar el flujo de entrada hacia el interior de cámara de intercambio de calor. Además de un uso eficiente de la capacidad de la cámara de intercambio de calor, el bajo requisito de espacio está conectado a esta solución.

15

Preferentemente, la cámara de intercambio de calor comprende un límite de cámara de forma cilíndrica. Por ejemplo, el límite de la cámara que comprende la primera abertura se forma como un cilindro circular y/o el límite de la cámara con la segunda abertura se forma como un cilindro circular. Dichas formas conducen a las relaciones mejores de superficie-volumen.

20

Las dimensiones de la cámara de intercambio de calor pueden ser diferentes. Pero la invención es especialmente ventajosa para los sistemas de intercambio de calor con grandes cámaras de intercambio de calor. Por lo tanto, en un modo de realización preferente, la cámara de intercambio de calor horizontal comprende una longitud de cámara de intercambio de calor que es al menos el doble del ancho 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. Preferentemente, la longitud de cámara de intercambio de calor se selecciona del rango entre 20 m y 300 m. Además, el ancho de cámara de intercambio de calor y/o la altura de cámara de intercambio de calor se seleccionan en el rango de 1 m a 100 m.

25

El sistema de intercambio de calor está especialmente adaptado para el funcionamiento a altas temperaturas de más de 300 °C. Por lo tanto, en un modo de realización preferente, una temperatura de funcionamiento del modo de funcionamiento se selecciona del rango entre 300 °C y 1000 °C, preferentemente se selecciona del rango entre 500 °C y 1000 °C, más preferentemente se selecciona del rango entre 600 °C y 1000 °C, 650 °C a 1000 °C y lo más preferentemente entre 700 °C y 1000 °C. Es posible una desviación de los rangos de temperatura. En este contexto, es muy ventajoso un límite superior del rango de temperatura de 900 °C y lo más preferentemente un límite superior del rango de temperatura de 800 °C. El sistema de intercambio de calor es un sistema de intercambio de calor de alta temperatura.

30

La invención propuesta se puede aplicar a la producción de energía renovable así como a la producción de energía convencional. Por ejemplo, a fin de aumentar la flexibilidad, el ciclo de vapor de las centrales eléctricas de combustión fósil (o centrales nucleares, etc.) se puede combinar con el sistema de intercambio de calor propuesto aquí. En este caso, la caldera del ciclo de vapor de la central eléctrica puede hacerse funcionar con combustible cuando los costes de combustible sean más bajos que los costes de electricidad y el sistema de intercambio de calor se carga en períodos en que los precios de la electricidad son bajos. De forma alternativa, la carga puede tener lugar durante un período de producción excesiva de energía.

35

Con la invención se consiguen las siguientes ventajas específicas:

40

- Con la ayuda del sistema de intercambio de calor, la energía térmica se puede almacenar y liberar de manera flexible.

45

- Las cámaras de almacenamiento de calor del sistema de intercambio se pueden activar o desactivar. Todas las cámaras de intercambio de calor o solo las cámaras de almacenamiento de calor específicas participan en el modo de carga y/o en el modo de descarga del sistema de intercambio de calor.

50

- La invención proporciona una combinación de una cámara pequeña de intercambio de calor y una cámara de intercambio de calor principal. Preferentemente, solo la cámara pequeña de intercambio de calor contiene el gradiente de temperatura.

55

60

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65

Otras características y ventajas de la invención se producen a partir de la descripción de modos de realización 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 en un modo de carga.

La figura 4 muestra el mismo sistema de intercambio de calor en un modo de descarga.

Las figuras 5 a 16 muestran un sistema de intercambio de calor con una cámara pequeña de intercambio de calor auxiliar y una cámara grande de intercambio de calor principal.

El núcleo de la presente invención es un sistema de intercambio de calor 1 con al menos dos cámaras de intercambio de calor 11 y 12 en un nivel alto de temperatura. Una de las cámaras de intercambio de calor es una cámara de intercambio de calor principal 118 y una de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 es una cámara de intercambio de calor secundaria 119. Esta cámara de intercambio de calor secundaria 119 es una cámara de intercambio de calor de refuerzo para cargar la cámara de intercambio de calor principal.

El material de almacenamiento de calor 121 (por ejemplo, piedras o arena) que se localiza en el interior de cámara de intercambio de calor 112 de la cámara de intercambio de calor 11 y 12 y se puede cargar y descargar con calor a través del fluido de transferencia de calor 13. El calor se almacena por el material de almacenamiento de calor 121 y se puede liberar del material de almacenamiento 121.

El nivel de temperatura del calor almacenado es significativamente más alto en comparación con los procedimientos aplicados hasta ahora para aumentar la eficiencia. El nivel de temperatura se sitúa entre 300 °C y 1000 °C, preferentemente entre 500 °C y 1000 °C, más preferentemente entre 650 °C y 1000 °C y lo más preferentemente entre 700 °C y 1000 °C. La capacidad térmica del sistema de intercambio de calor 1 se sitúa en el rango entre 0,3 GWh y 100 GWh, lo que genera una potencia térmica de 50 MW.

Las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 comprenden unos límites de cámara de intercambio de calor 111 que rodean al menos un interior de cámara de intercambio de calor 112 de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12. Las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 son cámaras de intercambio de calor horizontales 113.

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

A modo de ejemplo, la longitud de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor horizontal 11 es de aproximadamente 200 m, la altura de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor 11 es de aproximadamente 10 m y el ancho de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor es de aproximadamente 50 m.

Con la ayuda del sistema de intercambio de calor propuesto 1, la energía térmica se puede almacenar en un nivel de alta temperatura durante el modo de carga. Esta energía térmica almacenada se puede usar durante el modo de descarga para la producción de vapor en un ciclo de vapor de agua para la reconversión en energía eléctrica.

La cámara de intercambio de calor 11 y la cámara de intercambio de calor adicional 12 están llenas de material sólido de almacenamiento de calor 121. El material de almacenamiento de calor sólido 121 comprende piedras. De forma alternativa, se usa arena como material de almacenamiento de calor 121.

Existe un área de transición 116 de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 con perfiles cónicos 1161. De este modo, un diámetro de abertura 1113 de la abertura 1111 u 1112 se alinea con un primer diámetro de perfil cónico 1162 del perfil cónico 1161 y un diámetro de cámara 117 de las cámaras de intercambio de calor 11 o 12 se alinea con un segundo diámetro de perfil cónico 1163 del perfil cónico 1161.

El flujo de entrada 132 del fluido de transferencia de calor 13 se guía hacia el interior de cámara de intercambio de calor 112. El flujo de entrada 132 guiado se distribuye a un área amplia de material de almacenamiento de calor 121. Mediante esta medida, se puede utilizar una capacidad de la unidad de intercambio de calor (material de

almacenamiento de calor 121 que se localiza en el interior de cámara de intercambio de calor 112) de una manera ventajosa.

5 Las áreas de transición 116 de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 son cortas. Las áreas de transición corta 116 sobresalen en las respectivas cámaras de intercambio de calor 11 y 12. En cada caso, el resultado es un canal de transición corta para el guiado del flujo de entrada 132 del fluido de transferencia de calor al interior de cámara de intercambio de calor 112 de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12.

10 Las cámaras de intercambio de calor 11 y 12 se disponen de modo que el flujo de entrada 132 del fluido de transferencia de calor 131 al interior de cámara de intercambio de calor 112 de una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) comprende el flujo de salida 133 del fluido de transferencia de calor 131 del interior de cámara de intercambio de calor 112 de la otra cámara de intercambio de calor 12 y 11.

15 El sistema de intercambio de calor 1 está equipado adicionalmente con al menos un elemento de ajuste de flujo 134 para ajustar adicionalmente un flujo de masa del flujo de intercambio de calor 13 del fluido de transferencia de calor 131 a través del interior de cámara de intercambio de calor 112 de la respectiva cámara de intercambio de calor 11 y 12. El elemento de ajuste de flujo 134 es un dispositivo activo de movimiento de fluidos 1341 como un soplador o una bomba. Dicho dispositivo permite un transporte del fluido de transferencia de calor 131 a través del interior de cámara de intercambio de calor 112 de las cámaras de intercambio de calor 11 y 12. El soplador o la bomba se puede instalar corriente arriba o corriente abajo de la cámara de intercambio de calor 11 y 12.

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

25 El flujo de intercambio de calor 13 del fluido de transferencia de calor 131 se dirige en la dirección de modo de carga 135. El elemento de ajuste de flujo 134, 1341 adicional se instala de forma ventajosa corriente arriba de la unidad de carga 200, 201 (figura 3): El fluido de transferencia de calor relativamente frío pasa por el elemento de ajuste de flujo 134, 1341 antes de absorber el calor de la unidad de carga.

30 Para el modo de carga, el fluido de transferencia de calor 131 se calienta mediante el dispositivo de calefacción eléctrica 201 (unidad de carga 200). Este fluido de transferencia de calor cargado (calentado) se guía hacia el interior de cámara de intercambio de calor 112 de la cámara de intercambio de calor 11 para cargar el material de almacenamiento de calor. De este 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 momento determinado de este proceso de carga (figura 2). Además, se representa el gradiente de temperatura 2001 que da como resultado el frente de temperatura.

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

40 En el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se dirige a la dirección de modo de descarga 136 (las figuras 3 y 4 se refieren a un sistema de intercambio de calor con la misma cámara de intercambio de calor 11).

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

50 El sistema de intercambio de calor 1 comprende un bucle cerrado 1005. El fluido de intercambio de calor que ha pasado por el interior de cámara de intercambio de calor 112 se guía de vuelta hacia el interior de cámara de intercambio de calor 112.

Siguiendo aspectos adicionales de la invención:

55 Con respecto a la figura 5, la cámara pequeña de intercambio de calor 119 está instalada en un extremo caliente 111 de la cámara de intercambio de calor principal 118.

60 En contraste con eso, en relación con las figuras 6 a 16, la cámara pequeña de intercambio de calor (secundaria) 119 se localiza en el respectivo extremo frío (segunda abertura 1112) de la cámara de intercambio de calor principal (118). La cámara pequeña de intercambio de calor tiene una capacidad menor que la cámara de intercambio de calor principal.

65

- Las cámaras de intercambio de calor están conectadas con una serie de válvulas y una ruta de gas adicional con fines de descarga, como se muestra en las figuras 6 y 7. También es posible que la ruta de gas adicional tenga su propio soplador, como se muestra en la figura 9, o para usar solo un soplador en el sitio del sistema frío situado en una serie de válvulas para cargar y descargar, como se muestra en la figura 10. Se representan los siguientes componentes: Primer dispositivo pasivo de control de fluidos 1411, segundo dispositivo pasivo de control de fluidos 1412, tubería de desvío del elemento de canalización 1421, fluido de desvío del fluido de transferencia de calor a través de la tubería de desvío 1422, dispositivo pasivo de control de tubería de desvío 1423 y dispositivo activo de movimiento de fluidos de tubería de desvío 1424.
- 5 Cuando se cargan las unidades de almacenamiento de calor por primera vez, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se guía primero a través de la cámara de intercambio de calor principal, lo deja en su respectivo extremo frío y entra en la cámara pequeña de intercambio de calor, antes de que el fluido de transferencia de calor (aire) se guíe a través del soplador hacia el dispositivo de calefacción (unidad de carga 200).
- 10 El estado de carga del sistema de intercambio de calor depende de la disponibilidad de las energías renovables, si existe una alta ocurrencia con el viento o si existe una alta radiación solar, el proceso de carga se detiene cuando la cámara de intercambio de calor principal está completamente cargada (por ejemplo, a nivel de temperatura de 650 °C) sobre su longitud y el gradiente de temperatura se limita a la cámara pequeña de intercambio de calor (por ejemplo, como se muestra en la figura 7).
- 15 Si existe una baja ocurrencia de la radiación solar o eólica, la cámara de almacenamiento de calor principal no se cargará por completo.
- 20 Cuando las cámaras de almacenamiento de calor están en modo inactivo, se desconectan entre sí con las válvulas instaladas. Esto evita un flujo de masa entre el fluido de transferencia de calor entre los interiores de cámara de intercambio de calor de las cámaras de intercambio de calor.
- 25 En el modo de descarga, solo el calor en la cámara de intercambio de calor principal se usa con fines de reelectrificación. Por lo tanto, el aire se guía con la ruta de gas adicional y las válvulas solo a través del interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor principal. El flujo de masa caliente del fluido de transferencia de calor se guía luego a través del generador de vapor de recuperación de calor (HRSG) y el aire de escape del HRSG se usa para volver a almacenar en la cámara de intercambio de calor principal, como se muestra en la figura 8.
- 30 También es posible usar un soplador pequeño de descarga para descargar la cámara de intercambio de calor principal, como se muestra en la figura 8.
- 35 También es concebible cargar las cámaras de intercambio de calor en serie con el dispositivo de calentamiento (unidad de descarga 200) y el HRSG en una sola ruta de gas (conjunta). Por lo tanto, los extremos calientes de las cámaras de intercambio de calor están conectados con la unidad de carga 200, la unidad de carga 200 está conectada en línea con el HRSG y los gases de escape del HRSG se guían nuevamente hacia el extremo frío de la cámara de intercambio de calor principal y se almacenan de nuevo, lo que se muestra en la figura 10.
- 40 En la segunda fase de carga, el calor almacenado en la cámara pequeña de intercambio de calor, desde la primera fase de carga mencionada anteriormente, se guía a través de la unidad de carga 200 y se usa para calentar la energía para el proceso de carga de la cámara de intercambio de calor principal. El perfil de temperatura de la cámara pequeña de intercambio de calor pasará a través de la cámara pequeña de intercambio de calor durante la carga. Esto provocará una temperatura de entrada no consistente de la unidad de carga 200.
- 45 La mejora se sitúa en el uso de la ruta de gas adicional con fines de carga para adaptar la temperatura de entrada de la unidad de carga 200 con las válvulas instaladas.
- 50 Cuando el gradiente de temperatura se está ejecutando a través de la cámara pequeña de intercambio de calor y la temperatura de salida de la cámara pequeña de intercambio de calor está aumentando, el flujo de masa se adapta mediante una válvula V para que luego exista una temperatura de mezcla en el Punto A. Por lo tanto, el flujo de masa se dividirá después de dejar la cámara de intercambio de calor principal en dos flujos. El primer flujo m1 se guía a través de la cámara pequeña de intercambio de calor y se moverá el gradiente de temperatura hacia el extremo frío. El segundo flujo m2 se guía a través de la ruta de gas adicional y tiene la temperatura de salida de la cámara de intercambio de calor principal. Ambos se reunirán en el punto A, véanse las figuras 10 y 11. Esto significa que es baja la temperatura en el respectivo extremo frío de la cámara de intercambio de calor principal, mientras es irregular que la distribución de la temperatura en la cámara pequeña de intercambio de calor, dependiendo del número de ciclos de carga y descarga. Estos flujos de masa m1 y m2 se tienen que mezclar para que la temperatura del flujo de masa en el Punto A garantice la temperatura de entrada controlable de la unidad de carga 200 durante el período de carga.
- 55
- 60
- 65

5 En el modo de descarga, solo el calor en el almacenamiento de calor principal se usa con fines de reelectrificación. Por lo tanto, el aire se guía en dirección inversa con el desvío y las válvulas solo a través de la cámara de intercambio de calor principal. El flujo de masa calentado se guía luego a través del HRSG y el aire de escape del HRSG se usa para volver a almacenar en el almacenamiento principal de energía térmica, como se muestra en la figura 7. También es posible usar un soplador pequeño de descarga para descargar la unidad de almacenamiento de calor principal, como se muestra en la figura 8.

10 También es posible cargar las unidades de almacenamiento de calor en serie con el dispositivo de calentamiento y el HRSG en una ruta de gas. Por lo tanto, los extremos calientes de los almacenamientos están conectados con el calentador, el calentador está conectado en línea con el HRSG y los gases de escape del HRSG se guían de vuelta hacia el extremo frío de los almacenamientos principales de calor y se almacenan nuevamente, lo que se muestra en la figura 9.

15 Después del primer proceso de descarga, el almacenamiento de calor principal se carga de nuevo con el calor almacenado en el almacenamiento pequeño de calor en el respectivo extremo frío de la unidad de almacenamiento de calor principal. El calor almacenado se guía desde el almacenamiento pequeño de calor a través del soplador hasta el dispositivo de calefacción y luego regresa al almacenamiento pequeño de calor, antes de que el fluido de transporte se guíe hacia el almacenamiento de calor principal con fines de carga, como se muestra en la figura 12. Cuando se detiene la carga, el gradiente de temperatura se captura nuevamente en el almacenamiento pequeño de calor, como se mencionó anteriormente.

25 El siguiente ciclo de descarga también implica solo el almacenamiento de calor principal con fines de reelectrificación. El calor de escape del HRSG se redirige en la unidad de almacenamiento de calor principal para el almacenamiento, como se muestra en la figura 13. Como se describió anteriormente, las válvulas alrededor del almacenamiento pequeño de calor están cerradas, por lo que el flujo de masa calentado solo se guía hacia el respectivo extremo frío de la unidad de almacenamiento de calor principal. La descarga se detiene cuando disminuye la temperatura en el extremo caliente correspondiente del almacenamiento de calor principal.

30 Los siguientes ciclos de carga y descarga tendrán los mismos estados que los descritos anteriormente y se muestran en las figuras 14 y 15.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de intercambio de calor (1), con

- 5 - al menos dos cámaras de intercambio de calor (11, 12),
- cada una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) comprende límites de cámara de intercambio de calor (111) que rodean al menos un interior de cámara de intercambio de calor (112) de la cámara de intercambio de calor (11, 12), en el que
- 10 - los límites de cámara de intercambio de calor (111) comprenden al menos una primera abertura (1111) para guiar en un flujo de entrada (132) de al menos un fluido de transferencia de calor (131) hacia el interior de cámara de intercambio de calor (112) y al menos una segunda abertura (1112) para guiar hacia fuera de un flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131) hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor (112);
- 15 - al menos un material de almacenamiento de calor (121) está dispuesto en el interior de cámara de intercambio de calor (112) de modo que un flujo de intercambio de calor (13) del fluido de transferencia de calor (131) a través del interior de cámara de intercambio de calor (112) provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor (121) y el fluido de transferencia de calor (131); y en el que
- 20 - las cámaras de intercambio de calor (11, 12) están dispuestas de modo que el flujo de entrada (132) del fluido de transferencia de calor (131) en el interior de cámara de intercambio de calor (112) de una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) comprende el flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131) hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor (112) de la otra cámara de intercambio de calor (12, 11);
- 25 - en el que una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) es una cámara de intercambio de calor principal (118) del sistema de intercambio de calor (1) y una de las cámaras de intercambio de calor (12, 11) es una cámara de intercambio de calor secundaria (119);
- 30 - en el que los interiores de cámara de intercambio de calor (112) de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) están conectados entre sí en serie;
- 35 - en el que los interiores de cámara de intercambio de calor (112) de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) están en conjunción con la ayuda de al menos un elemento de conjunción (14) para el guiado del fluido de transferencia de calor (131);

caracterizado por que

- 40 - el elemento de conjunción (14) comprende al menos un elemento de canalización (142) y al menos un elemento de conmutación (141);
- 45 - el elemento de conmutación (141) comprende al menos un primer dispositivo pasivo de control de fluidos (1411) para ajustar el flujo de entrada del fluido de transferencia de calor hacia el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor y al menos un segundo dispositivo pasivo de control de fluidos (1412) para ajustar el flujo de salida del fluido de transferencia de calor hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor; y
- 50 - el elemento de canalización (142) comprende al menos una tubería de desvío (1421) para conectar el primer dispositivo pasivo de control de fluidos (1411) y el segundo dispositivo de control de fluidos (1412) de modo que el fluido de transferencia de calor se puede guiar a través de la tubería de desvío (1421) desde el primer dispositivo pasivo de control de fluidos (1411) al segundo dispositivo de control de fluidos (1412) desviando el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor y se pueden mezclar entre sí un fluido de desvío (1422) del fluido de transferencia de calor a través de la tubería de desvío (1421) y el flujo de salida (132) de una de las cámaras de intercambio de calor.
- 55

2. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la tubería de desvío (1421) comprende al menos un dispositivo de control de fluidos de tubería de desvío pasivo (1423) y/o al menos un dispositivo de movimiento de fluidos de desvío activo (1424).

3. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, que está equipado con al menos una unidad de carga (200) para calentar el fluido de transferencia de calor (131) de al menos una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12).

65

4. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el material de almacenamiento de calor (121) comprende arena y/o piedras.
- 5 5. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el fluido de transferencia de calor (131) comprende un gas a presión ambiente de gas.
6. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el gas a presión ambiente es aire.
- 10 7. Procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131) hacia fuera del interior de cámara de intercambio de calor (112) de una de las cámaras de intercambio de calor (11, 12) se guían como flujo de entrada (132) del fluido de transferencia de calor (131) hacia el interior de cámara de intercambio de calor (112) de la otra cámara de intercambio de calor (11, 12).
- 15 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que
- 20 - el interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor se desvía por el fluido de transferencia de calor de modo que se genera un fluido de desvío (1422) del fluido de transferencia de calor; y
- se mezclan entre sí el flujo de salida del interior de cámara de intercambio de calor de una de las cámaras de intercambio de calor y el flujo de desvío.
- 25 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que solo una de las cámaras de intercambio de calor comprende un frente de temperatura (2000) durante un modo de funcionamiento del sistema de intercambio de calor.

FIG 1

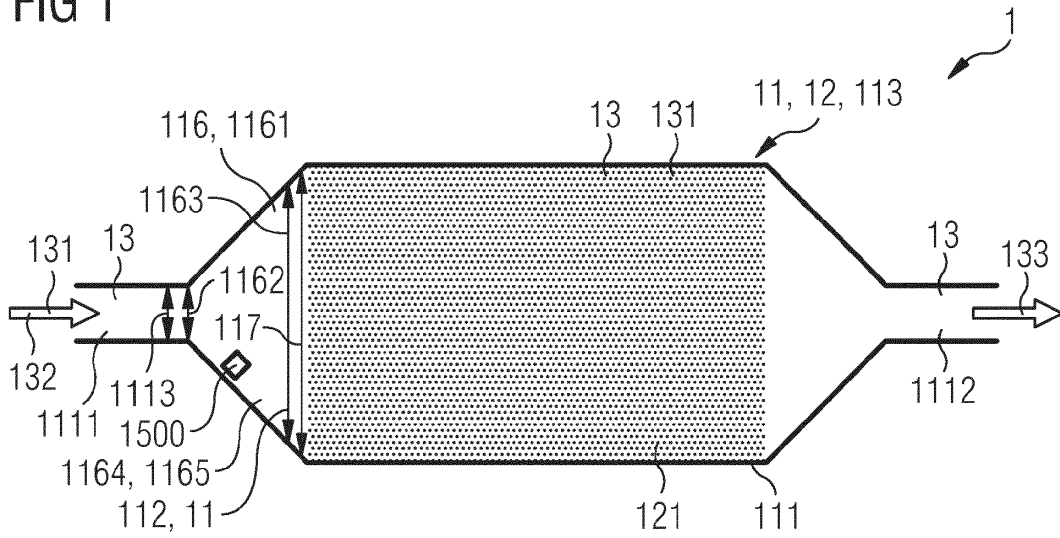


FIG 2

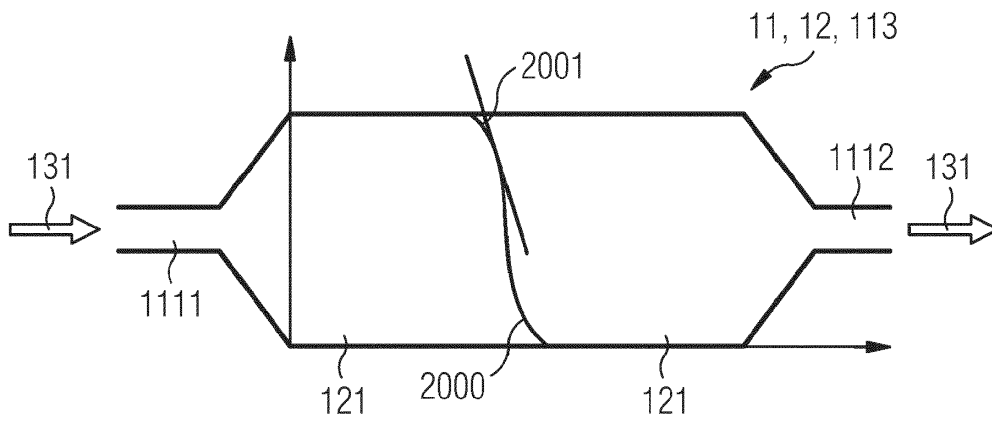


FIG 3

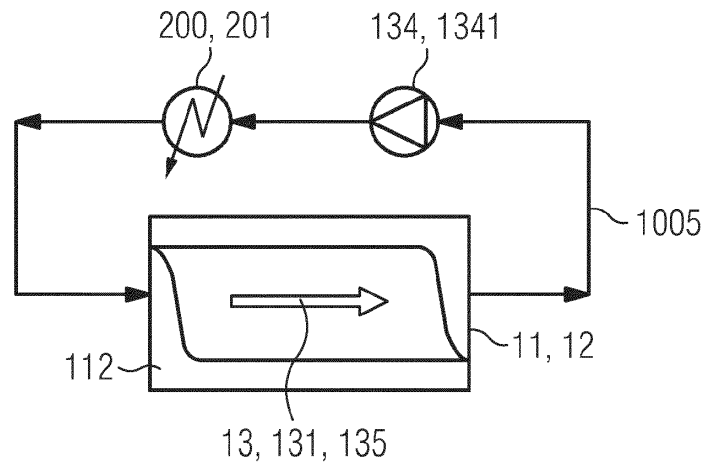


FIG 4

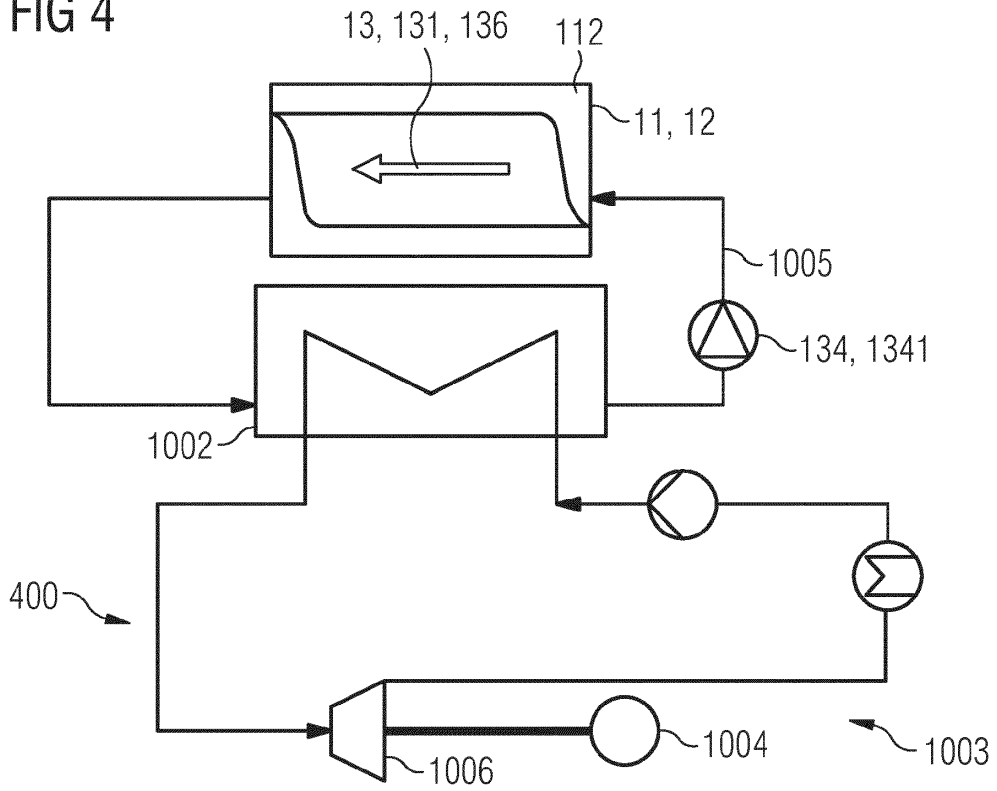


FIG 5

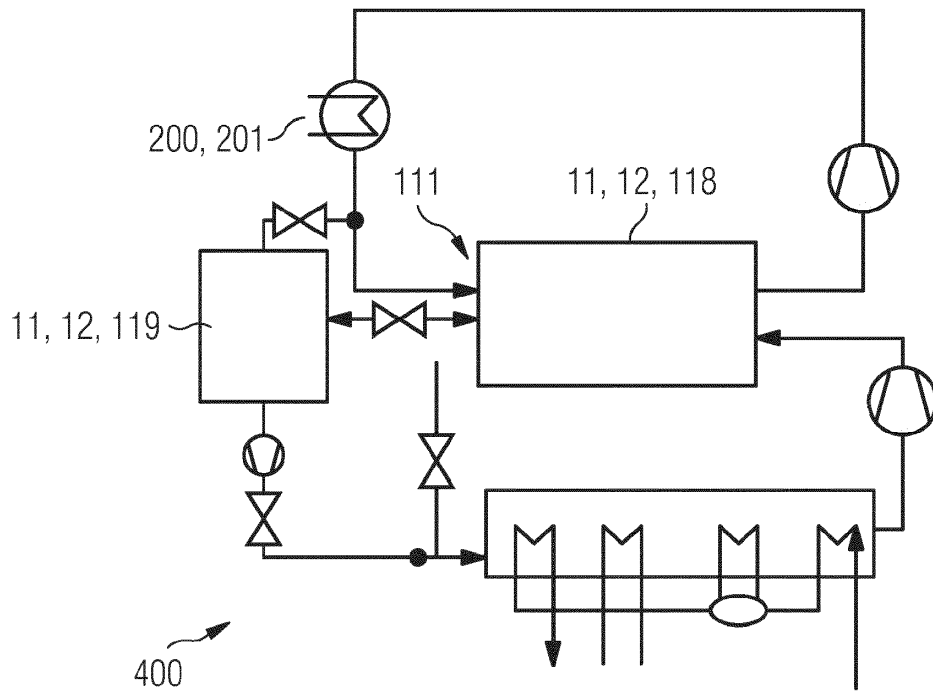


FIG 6

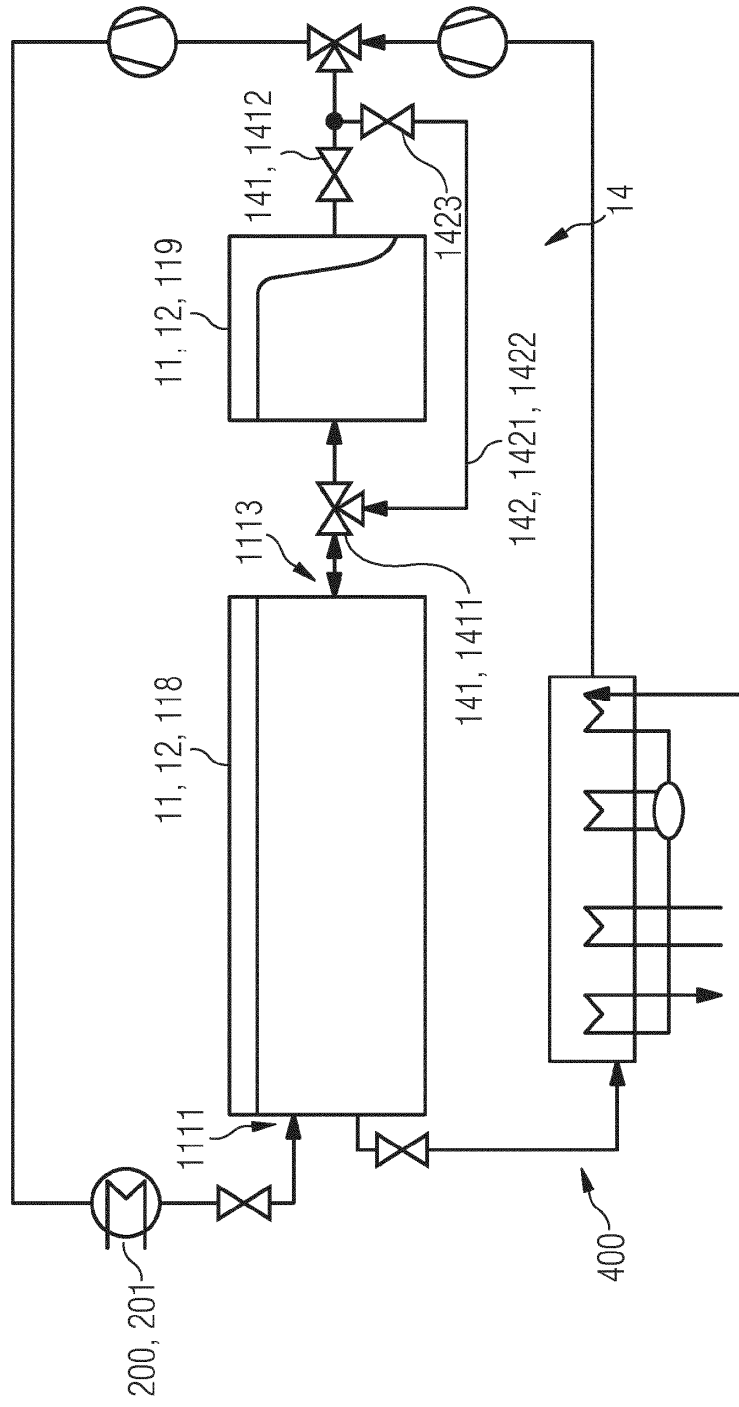


FIG 7

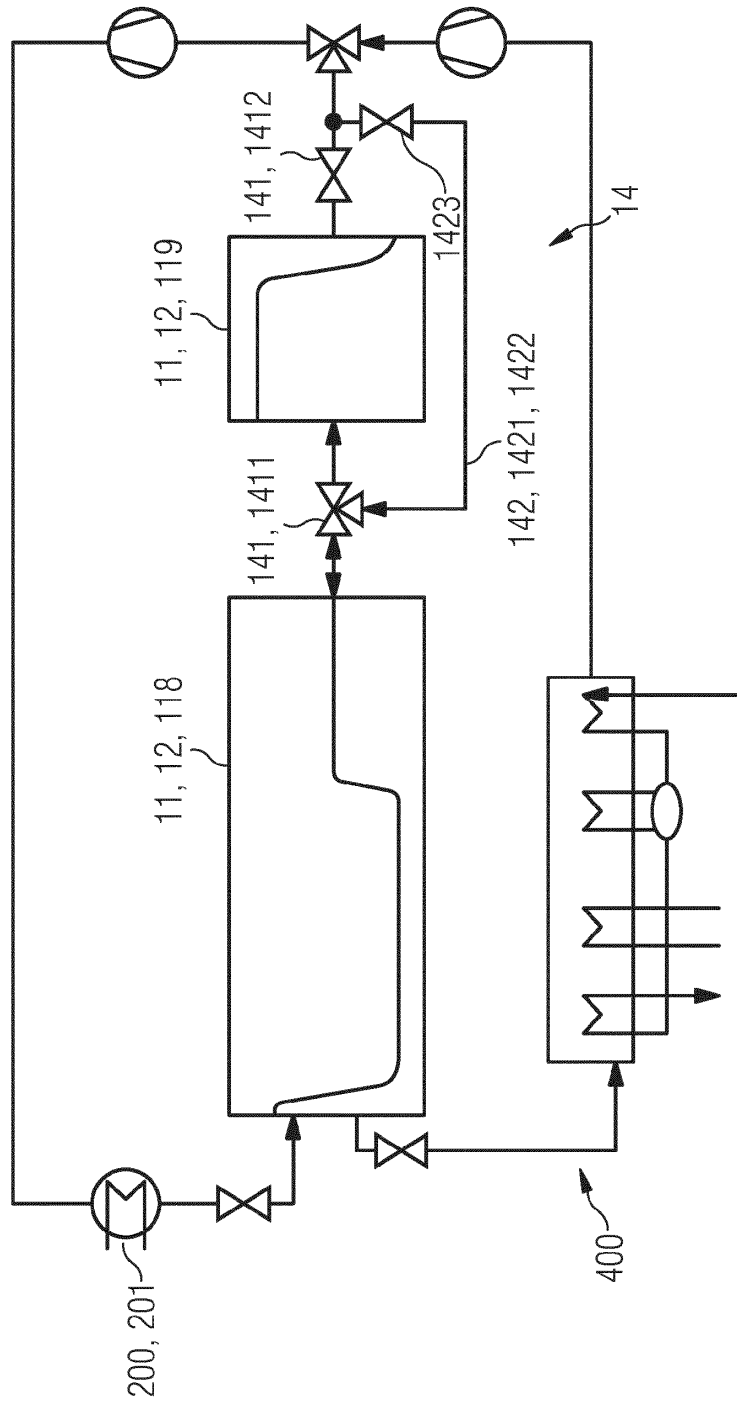


FIG 8

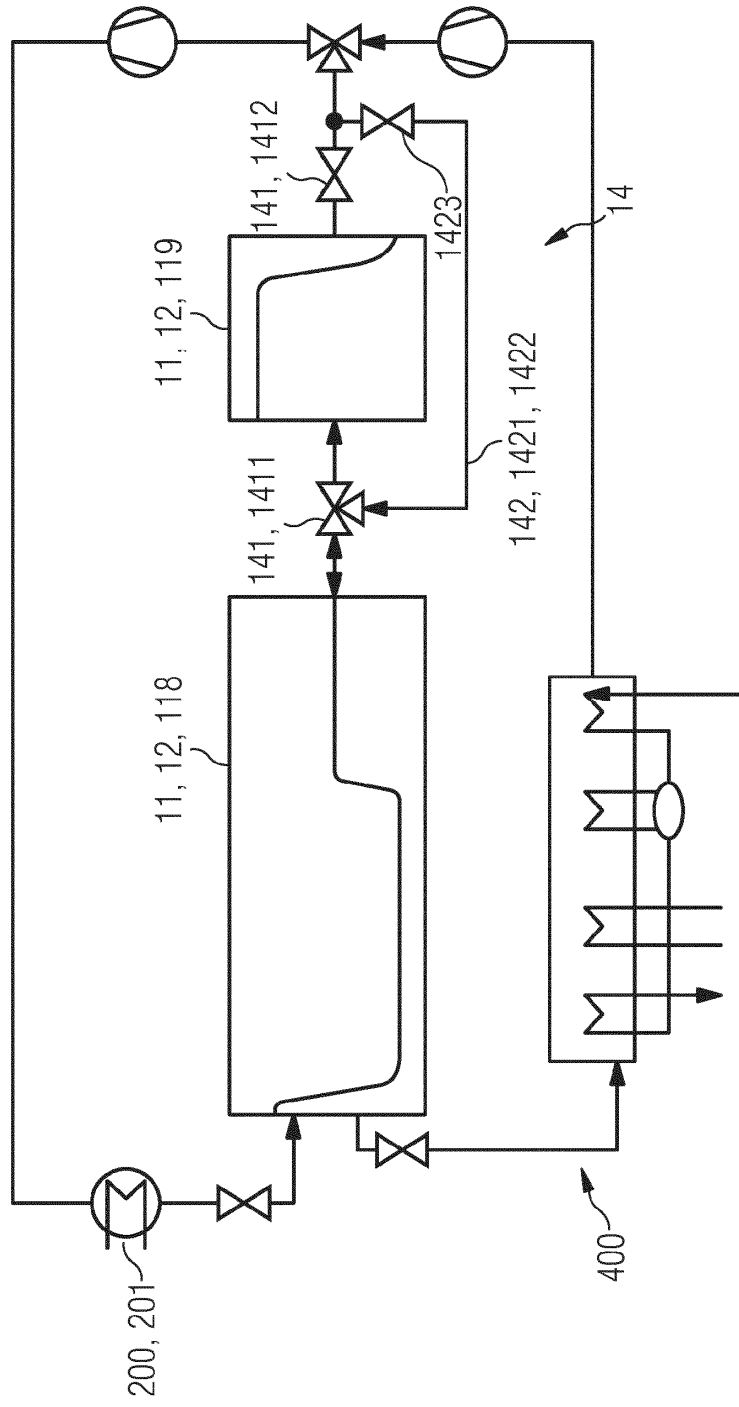


FIG 9

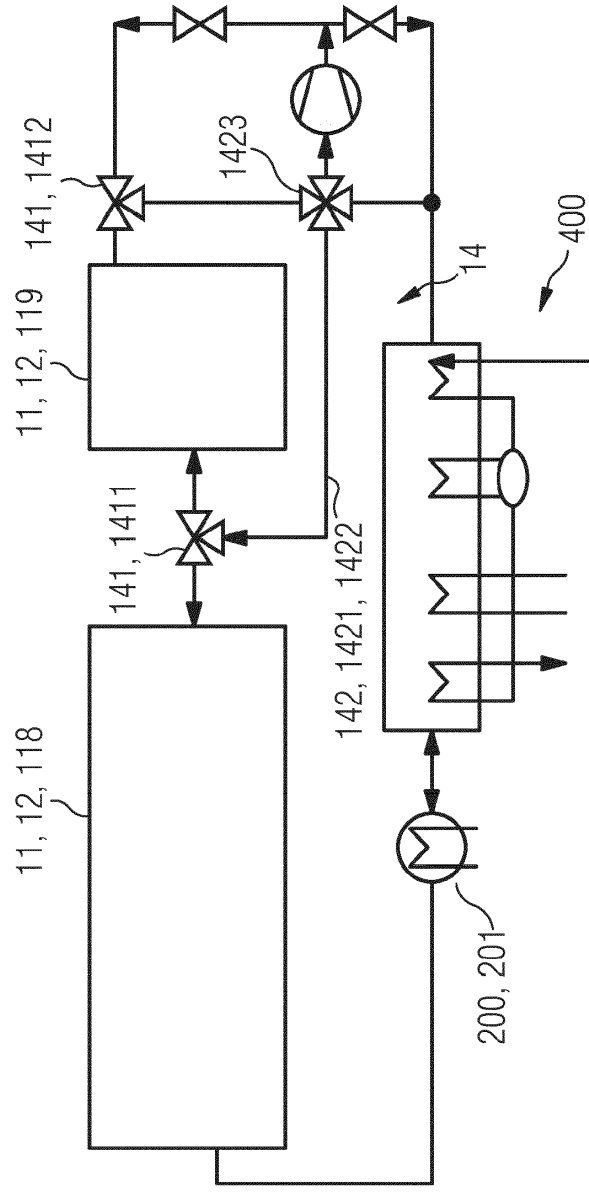


FIG 10

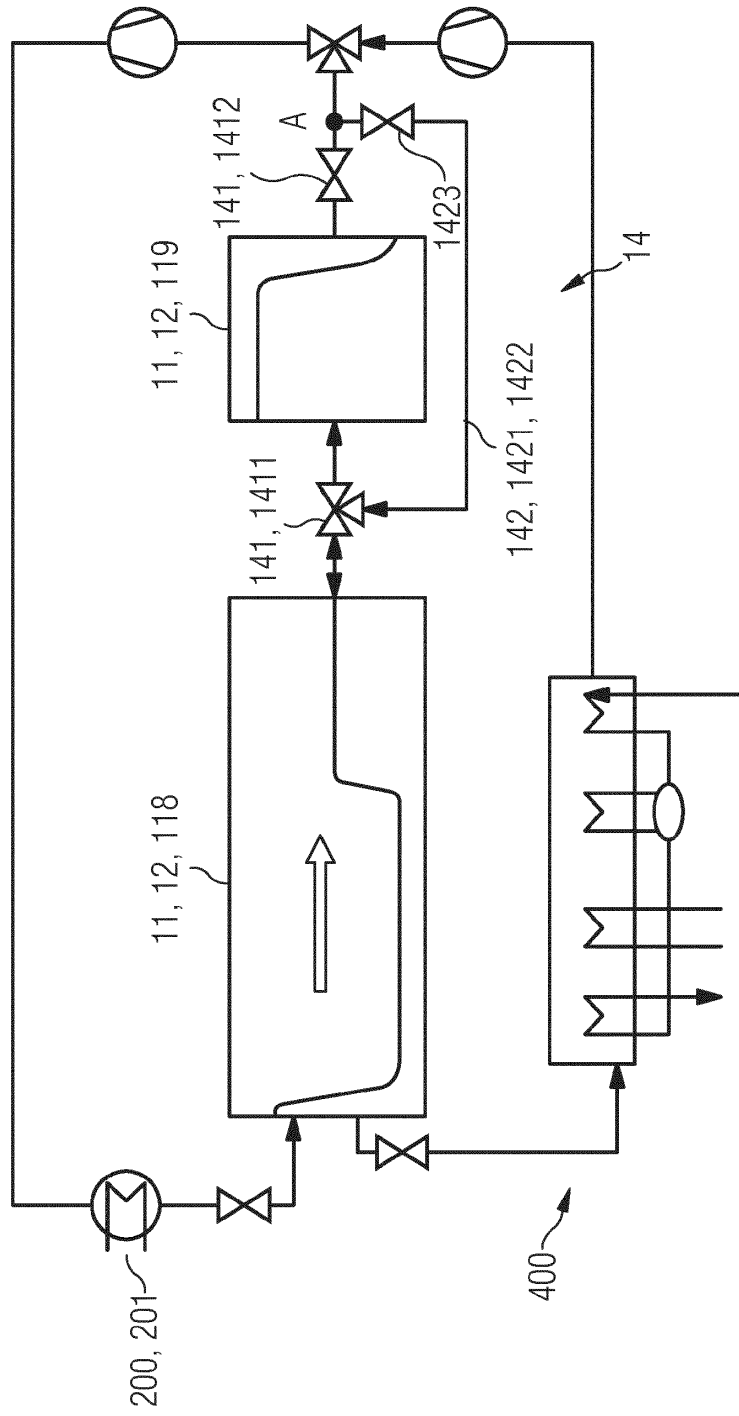


FIG 11

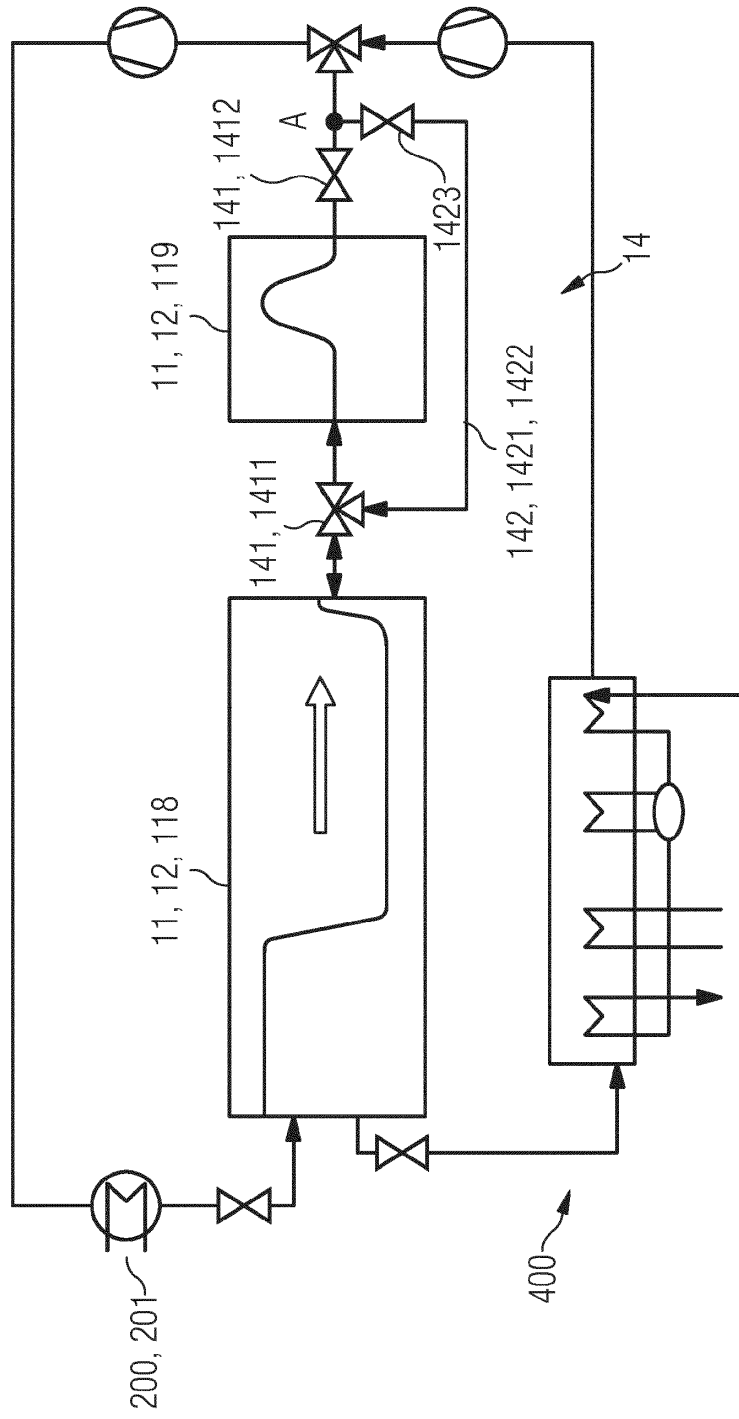


FIG 12

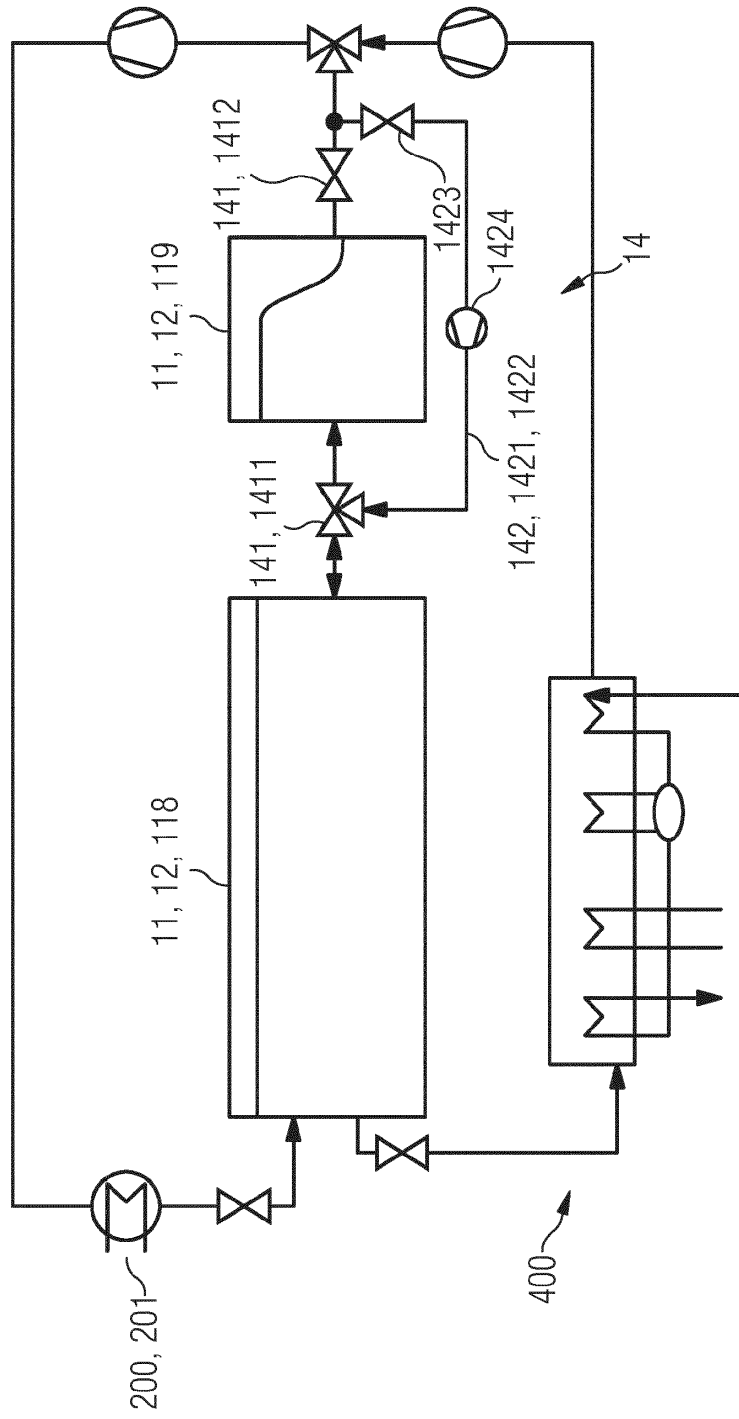


FIG 13

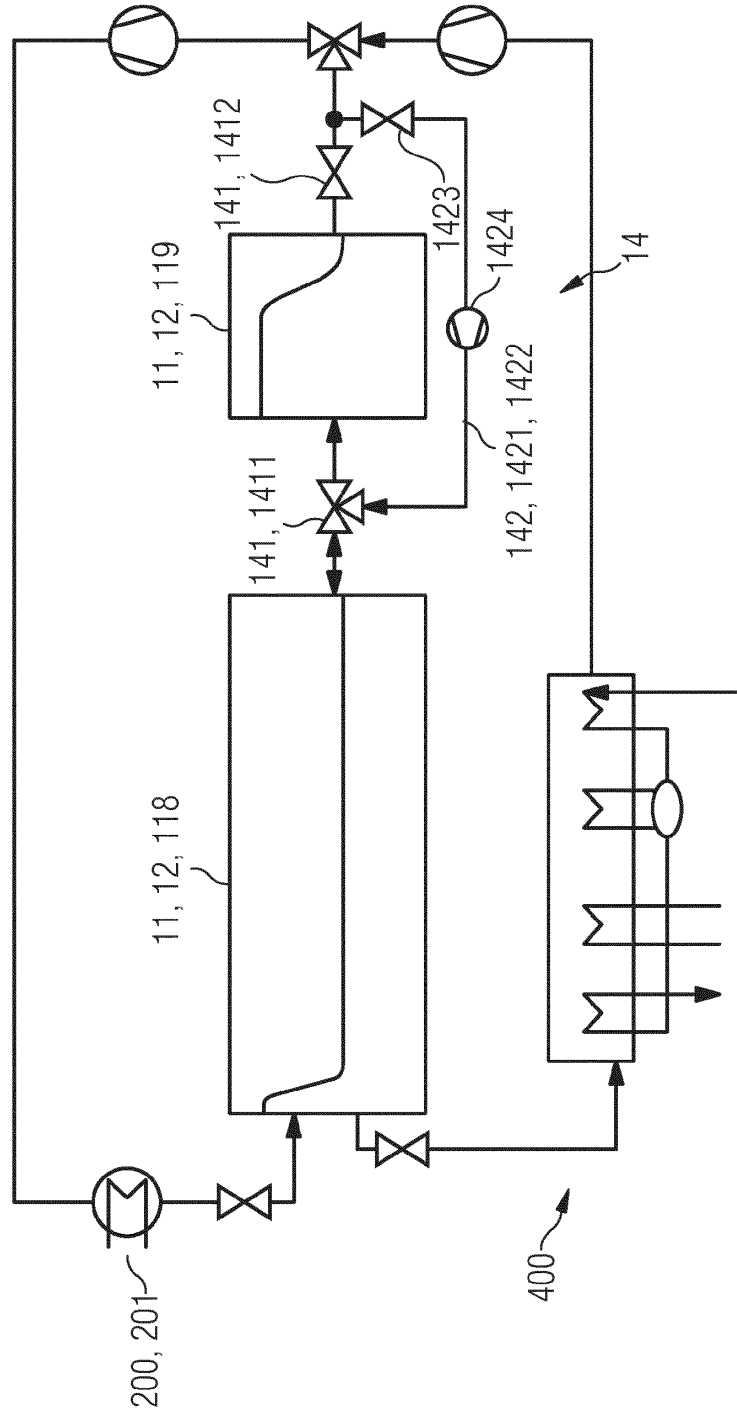


FIG 14

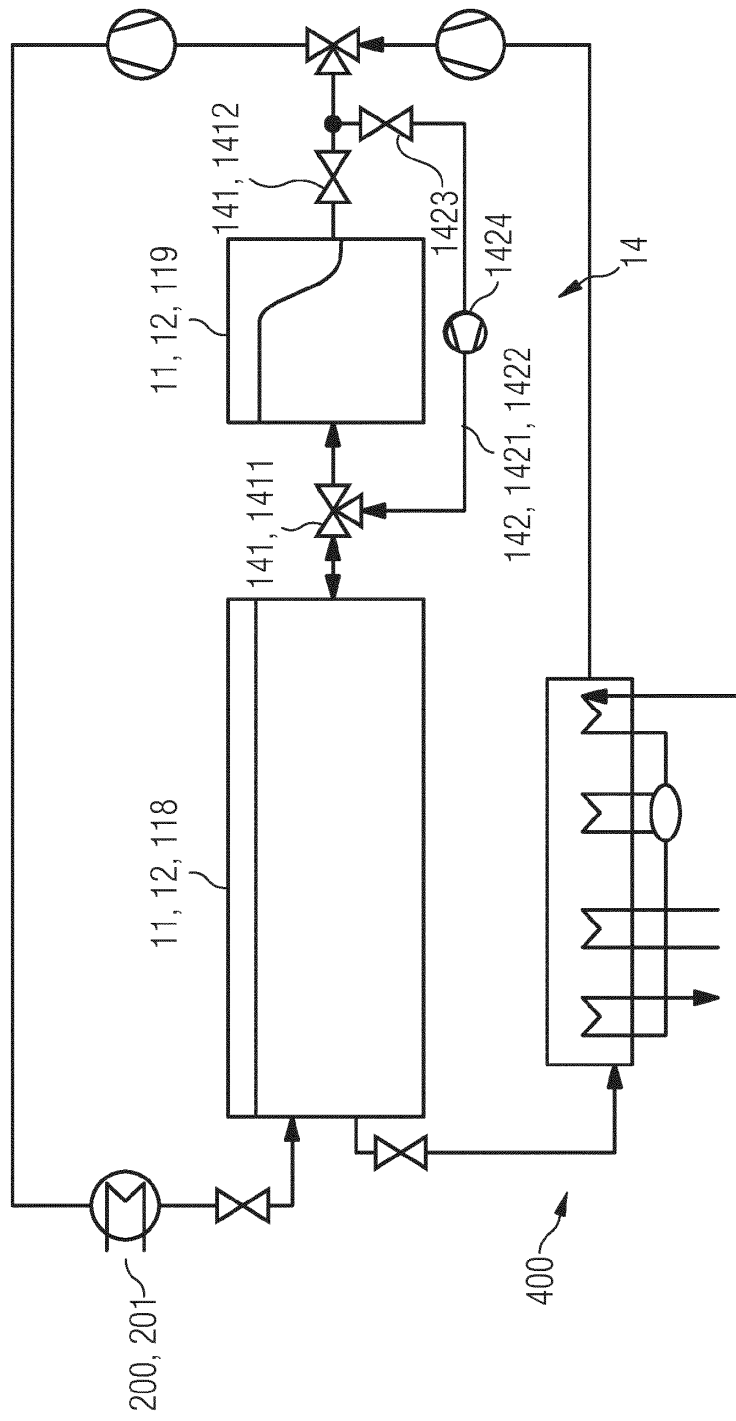


FIG 15

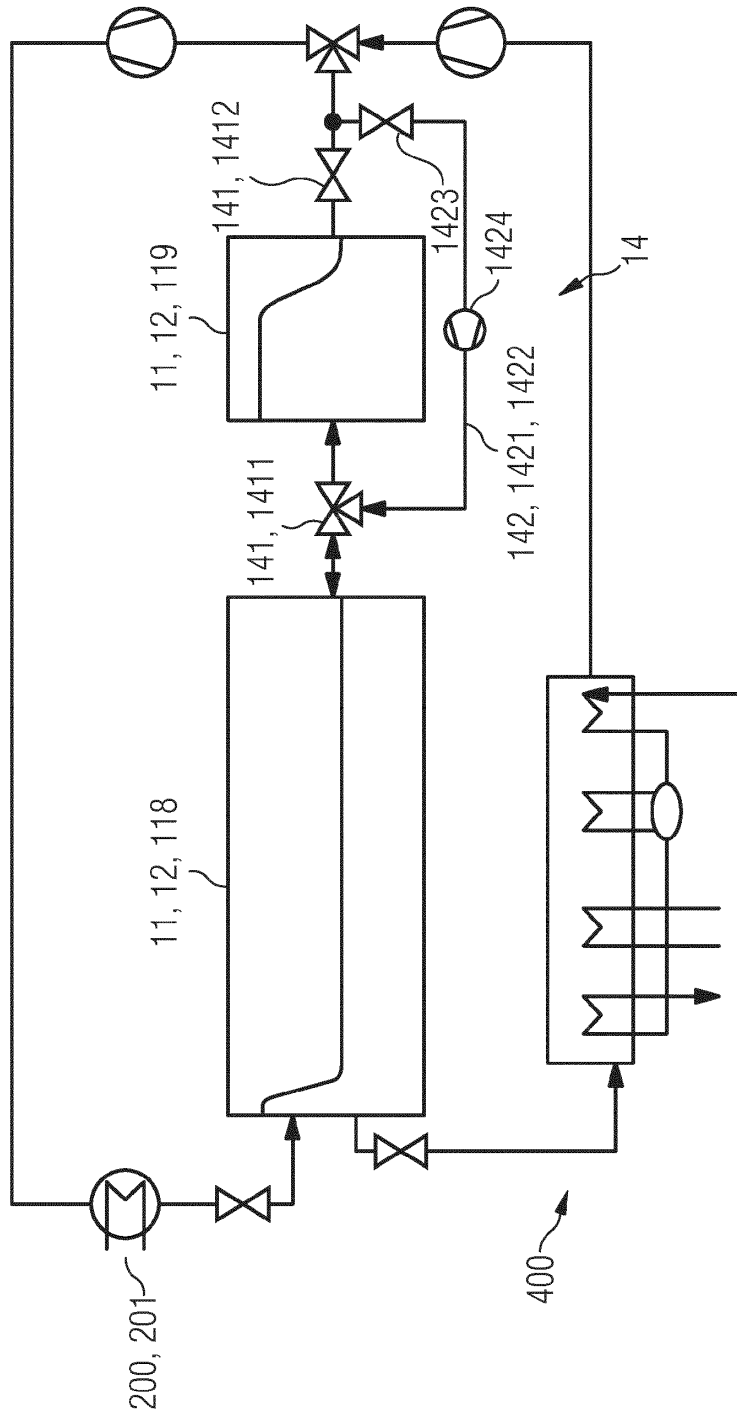


FIG 16

