

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 080**

51 Int. Cl.:

**F28D 20/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2016 PCT/EP2016/073244**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17055440**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2016 E 16775672 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3322955**

54 Título: **Sistema de intercambio de calor con consumo constante de energía y procedimiento para intercambiar calor utilizando los antecedentes del sistema de intercambio de calor de la invención**

30 Prioridad:

**30.09.2015 EP 15187737**

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

**24.03.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BARMEIER, TILL ANDREAS y  
SEIDEL, VOLKER**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 750 080 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 consumo constante de energía y procedimiento para intercambiar calor utilizando los antecedentes del sistema de intercambio de calor de la invención.

5

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

**1. CAMPO DE LA INVENCION**

10 La presente invención se refiere a un sistema de intercambio de calor con consumo de energía constante y a un procedimiento para intercambiar calor usando el sistema de intercambio de calor.

**2. DESCRIPCION DE LA TECNICA RELACIONADA**

15 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 el desarrollo adicional de las energías renovables.

20 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.

25 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.

30 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, 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.

35 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.

40 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 la primera abertura 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.

45 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.

50 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.

55 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.

60 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.

65

5 El enlace relativamente simple entre la parada del modo de carga y la temperatura aumenta en el terminal frío de la cámara de intercambio de calor, así como el enlace relativamente simple entre la parada del modo de descarga y la disminución de la temperatura en el terminal frío de la cámara de intercambio de calor provoca una explotación deficiente de la capacidad de almacenamiento de calor del sistema de intercambio de calor.

10 Los documentos WO 2014/003577 A1, que describen un sistema de intercambio de calor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, así como los documentos WO 2008/108870 A1, WO 2008/108870 A1, US 2008/0066736 A1 y WO 2012/148997 A2, muestran todos sistemas de intercambio de calor integrados en soluciones para aprovechar la energía solar. Se muestran los componentes requeridos para guiar el calor al sistema de intercambio de calor, con el objetivo de almacenar el calor. Además, los componentes para extraer el calor del sistema de intercambio de calor también se muestran en los documentos mencionados, de modo que se pueda generar energía a partir del calor almacenado.

## 15 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.

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

25 Se proporciona un sistema de intercambio de calor con al menos una cámara de intercambio de calor. La cámara de intercambio de calor comprende 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 la cámara de intercambio de calor. Al menos un material de almacenamiento de calor está dispuesto en el interior de la 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 la 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 está equipado con al menos un elemento de ajuste de flujo para ajustar adicionalmente un flujo másico del flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de la cámara de intercambio de calor en función de un estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor. El estado de calor del sistema de intercambio de calor se controla y, en función del estado de calor supervisado, se controla una cantidad de intercambio de calor.

35 Además del sistema de intercambio de calor, se proporciona un procedimiento para intercambiar calor utilizando el sistema de intercambio de calor. En un modo operativo del sistema de intercambio de calor, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor es guiado a través del interior de la cámara de intercambio de calor, en el que se produce un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor y un flujo másico del flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se ajusta dependiendo del estado de carga de calor del sistema 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 respecto a 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 la 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 la cámara de intercambio de calor es una abertura de entrada. La segunda abertura de los límites de la 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 la 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 estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor describe una relación entre el calor absorbido real por el sistema de intercambio de calor y el calor absorbido máximo posible por el sistema de intercambio de calor.

55 En un modo de realización preferente, el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un dispositivo de determinación del estado de carga de calor para determinar el estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor.

60 Preferentemente, el dispositivo de determinación del estado de carga de calor comprende al menos un dispositivo de medición de temperatura para medir al menos una temperatura del sistema de intercambio de calor. La determinación del estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor se lleva a cabo midiendo al menos una temperatura

del sistema de intercambio de calor. Preferentemente, dicho dispositivo de medición de temperatura es un termopar. El termopar es un dispositivo de medición de temperatura basado en el efecto Seebeck. Alternativamente, el dispositivo de medición de temperatura se basa en la resistencia eléctrica.

5 En este contexto, es ventajoso usar varios de tales dispositivos de medición de temperatura. Preferentemente, estos dispositivos de medición de temperatura se distribuyen sobre la cámara de intercambio de calor o sobre el sistema completo de intercambio de calor. Preferentemente, la temperatura que debe medirse se selecciona del grupo que consiste en la temperatura del flujo de entrada del fluido de transferencia de calor y la temperatura del flujo de salida del fluido de transferencia de calor. Esto puede llevarse a cabo en la abertura respectiva o en el área respectiva de los límites de la cámara de intercambio de calor.

10 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.

15 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 la 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 la 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.

20 Dependiendo del modo de funcionamiento, una abertura específica puede tener la función de la primera abertura (abertura de entrada) o la función de la segunda abertura (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).

25 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 la 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.

30 De acuerdo con la invención, cuando el modo de operación es el modo de carga, para el modo de carga se usa una unidad de carga para calentar el fluido de transferencia de calor y el consumo de energía del sistema de intercambio de calor durante el modo de carga se mantiene aproximadamente constante. Esto se refiere a todos los elementos que consumen energía de la unidad de carga. Son posibles variaciones de hasta el 10 %. Preferentemente, el consumo de energía del sistema completo de intercambio de calor se mantiene constante. De este modo, se tienen en cuenta los principales consumidores de energía (los mayores consumidores de energía), especialmente la unidad de carga, por ejemplo, el calentador eléctrico, o el elemento de ajuste de flujo, por ejemplo, las soplantes. Pero también se pueden tener en cuenta los consumidores de energía adicionales del sistema de intercambio de calor, por ejemplo, sistemas de control, dispositivos de medición de temperatura, etc.

35 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.

40 En un modo de realización preferente, el sistema de intercambio de calor está equipado con un medidor de flujo calorimétrico que comprende aguas arriba y aguas abajo de los dispositivos de medición de temperatura de la unidad de carga. Para estimar el flujo másico del fluido de transferencia de calor es suficiente combinar dispositivos de medición de temperatura para detectar la temperatura del fluido de transferencia de calor corriente arriba y corriente abajo de la unidad de carga. Entonces, el medidor de flujo comprende una combinación de diferentes dispositivos de medición de temperatura, quizás ya instalados. Basado en la diferencia de las temperaturas medidas antes y después de la unidad de carga de calor y dependiendo de la potencia absorbida del fluido de transferencia de calor de energía de la unidad de gráficos, es posible estimar el flujo másico del fluido de transferencia de calor.

45 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 dispositivos de calentamiento eléctrico, la electricidad se transforma en calor. Este calor es absorbido 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.

5 Por ejemplo, el dispositivo de calentamiento eléctrico 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 la 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 en forma de serpentín. 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.

15 En un modo de realización preferente adicional, el modo operativo es el modo de descarga, para el modo de descarga se usa una unidad de descarga para eliminar el calor del fluido de transferencia de calor y se mantiene aproximadamente constante una producción de electricidad de la unidad de descarga durante el modo de descarga. Son posibles variaciones de hasta el 10 %.

20 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 elimina del fluido de transferencia de calor después de dejar el fluido de transferencia de calor del interior de la cámara de intercambio 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 por 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 lo tanto, el sistema de intercambio de energía térmica puede ser un tipo de sistema de readaptación. 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, biomasa, madera 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 operación del diseño original del horno o caldera.

En un modo de realización preferente, el sistema de intercambio de calor está equipado con al menos un medidor de flujo para determinar el flujo másico del flujo de transferencia de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de la cámara de intercambio de calor y/o para determinar un flujo másico del flujo de entrada del fluido de transferencia de calor al interior de la cámara de intercambio de calor y/o para determinar un flujo másico del flujo de salida del fluido de transferencia de calor fuera del interior de la cámara de intercambio de calor. Preferentemente, el medidor de flujo comprende una función de un medidor de flujo calorimétrico. Con la ayuda del medidor de flujo es posible controlar el flujo másico del fluido de transferencia de calor. Al controlar el flujo másico del fluido de transferencia de calor, es posible controlar la intensidad del intercambio de calor en el interior de la cámara de intercambio de calor. Más importante para el modo de carga: El consumo de energía de la unidad de carga puede mantenerse constante.

Con respecto a la invención, el flujo másico del fluido de transferencia de calor a través del interior de la cámara de intercambio de calor depende del estado de carga de calor. El flujo másico es ajustable. Para eso, se utiliza el elemento de ajuste de flujo. En un modo de realización preferente, el elemento de ajuste de flujo comprende al menos un dispositivo activo de movimiento de fluidos que se selecciona del grupo que consiste en soplante, ventilador y bomba y/o el elemento de ajuste de flujo comprende al menos un dispositivo pasivo de control de fluido que se selecciona del grupo que consiste en tubería de derivación activable, boquilla, compuerta, tapa y válvula. Son posibles una multitud de estos dispositivos, así como una combinación de estos dispositivos. Además, los elementos de ajuste de flujo se pueden disponer en serie o en paralelo. Por ejemplo, se disponen dos aletas en dos aberturas para ajustar las entradas del fluido de transferencia de calor al interior de la cámara de intercambio de calor y, en consecuencia, para ajustar la distribución de temperatura en el interior de la cámara de intercambio de calor.

La ventaja de los dispositivos pasivos de control de fluido es que sean baratos. Además, los dispositivos pasivos de control de fluido son muy confiables. Pero preferentemente, se usan dispositivos activos de movimiento de fluido. En tal caso es ventajoso que las unidades accionadoras de los dispositivos activos de movimiento de fluidos como motores eléctricos y equipos eléctricos se localicen fuera del flujo de intercambio de calor con el fluido de transferencia de calor (posiblemente muy caliente).

A considerar: Existen diferentes localizaciones para el elemento de ajuste de flujo posible. El elemento de ajuste de

## ES 2 750 080 T3

flujo se puede disponer directamente en la cámara de intercambio de calor, corriente abajo de la cámara de intercambio de calor y/o corriente arriba de la cámara de intercambio de calor. La localización depende, entre otras cosas, del tipo de elemento de ajuste del flujo (dispositivo activo de movimiento de fluido o dispositivo pasivo de control de fluido).

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. Dicho recubrimiento líquido puede comprender un líquido iónico.

10 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.

15 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.

20 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 química 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).

30 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 un material de almacenamiento de calor (en paralelo o en serie).

35 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).

40 Preferentemente, las piedras comprenden grava (gravilla), escombros y/o arenilla (polvo). El material artificial comprende preferentemente clínquer o cerámica. De nuevo, también son posibles las mezclas de los materiales mencionados.

45 A fin de proporcionar un material de almacenamiento de energía barato, es ventajoso usar material de residuos. 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.

50 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.

55 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.

60 Preferentemente, el fluido de transferencia de calor comprende un gas a presión ambiente de gas. Preferentemente,

## ES 2 750 080 T3

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 la cámara de intercambio de calor.

5 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 circuito cerrado) o puede estar abierto (con un circuito abierto).

10 Por ejemplo, el fluido de transferencia de calor es el aire ambiente del entorno. El circuito es un circuito 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.

15 En contraste con eso, no existe ningún intercambio de aire ni ningún intercambio de aire ajustable de manera selectiva durante la operación en un circuito cerrado. El aire del entorno no se añade o solo se añade al aire que se usa como fluido de transferencia de calor. Alternativamente o adicionalmente, el aire agregado se usa para una compensación de presión causada por el calentamiento del 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 circuito abierto. El calor restante se pierde. En contraste con eso, en un circuito 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 circuito cerrado y en el que el flujo de entrada comprende el flujo de salida. El flujo de salida es guiado de vuelta hacia el interior de la 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 la 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°.

35 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 una soplante 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 la cámara de intercambio de calor.

40 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 la 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) puede ser provocado por un dispositivo activo de movimiento de fluido (soplante 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).

55 En contraste con eso, en una cámara de intercambio de calor horizontal debido a la convección natural, puede diferir (líneas isotérmicas inclinadas) 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).

60 Tiene que 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 la 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 la cámara de intercambio de calor.

65 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 la cámara de intercambio de calor.

5 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 la cámara de intercambio de calor, respectivamente. Las líneas isotérmicas perpendiculares a la dirección de flujo se ven influenciadas. Esto puede ser soportado alternativamente o adicionalmente por los respectivos elementos de ajuste del flujo.

10 El frente de temperatura está definido por las áreas vecinas frías y calientes del material de almacenamiento de calor en el interior de la cámara de intercambio de calor provocado por el flujo del fluido de transferencia de calor a través del interior de la 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).

15 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.

20 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).

25 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 diámetro de perfil cónico del 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 es guiado hacia el interior de la cámara de intercambio de calor. El flujo de entrada guiado se distribuye a un área amplia con el material de almacenamiento de calor. Mediante esta medida, se puede explotar en gran 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). 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.

30 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.

35 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.

40 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 la 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 la 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.

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 la 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.

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 mejores relaciones de superficie-volumen.

Con respecto a las dimensiones del sistema de intercambio de calor, la cámara de intercambio de calor puede comprender grandes dimensiones. Preferentemente, una longitud de la cámara de intercambio de calor se selecciona del rango entre 20 m - 250 m, un ancho de la cámara de intercambio de calor se selecciona del rango entre 20 m - 250 m y una altura de la cámara de intercambio de calor se selecciona del alcance de 10 m - 100 m.

En un modo de realización preferente, ese sistema de intercambio de calor comprende al menos un filtro de partículas u otro medio para eliminar partículas del fluido de transferencia de calor, por ejemplo, un sistema de eliminación de partículas de ciclón. La eliminación de los servidores de partículas tiene el propósito de una transferencia de calor eficiente, evitar el depósito de las partículas, evitar el encubrimiento y evitar posibles incendios. Es posible utilizar dicho filtro de partículas solo para fines de puesta en servicio. En este caso, después de la operación inicial, se elimina el filtro de partículas.

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 operación 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.

La invención propuesta puede aplicarse para la producción de energía renovable, así como para 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. Alternativamente, la carga puede tener lugar durante un período de producción excesiva de energía.

Con la invención se consiguen las siguientes ventajas específicas:

- El estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor se controla y, en función del estado de carga de calor supervisado, se controla una intensidad del calor intercambiado con la ayuda del elemento de ajuste de flujo.
- Es posible mantener el consumo total de energía de la unidad de carga durante el modo de carga del sistema de intercambio de calor aproximadamente constante.
- Durante el modo de descarga del sistema de intercambio de calor, la producción de electricidad de la unidad de descarga puede mantenerse aproximadamente constante.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

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.

#### DESCRIPCIÓN DE UN MODO DE REALIZACIÓN PREFERENTE

El núcleo de esta invención es un sistema de intercambio de calor 1 con una cámara de intercambio de calor 11 a un nivel de alta temperatura, que se cargará y descargará con calor a través de un fluido de transferencia de calor 13. El calor es almacenado por el material de almacenamiento de calor 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.

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

Los límites de la 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 la 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 la cámara de intercambio de calor 112. Al menos un material de almacenamiento de calor 121 está dispuesto en el interior de la 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 la 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.

La cámara de intercambio de calor 11 está al menos parcialmente integrada en la tierra. Una realización alternativa del sistema de intercambio de calor comprende una cámara de intercambio de calor completamente integrada. Alternativamente, la cámara de intercambio de calor está ubicada en la superficie de la tierra.

El sistema de intercambio de calor 1 está equipado con al menos un dispositivo de determinación del estado de calor 12. Este dispositivo comprende varios dispositivos de medición de temperatura 1500. Estos dispositivos de medición de temperatura se distribuyen principalmente en la cámara de intercambio de calor 11. Alternativamente o adicionalmente, estos dispositivos están ubicados en el flujo de entrada 132 y en el flujo de salida 133 del fluido de transferencia de calor 13. Para el caso de que se use un calentador eléctrico, por ejemplo, un calentador de resistencia como unidad de carga, estos dispositivos se ubican preferentemente corriente abajo del calentamiento eléctrico y corriente arriba del calentamiento eléctrico. Mediante esta medida, se puede evitar una distorsión de los resultados debido a la pérdida de calor.

A modo de ejemplo, la longitud de la 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 la 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 la energía térmica se puede almacenar en un nivel de alta temperatura. La energía térmica almacenada se puede usar durante el modo de descarga del sistema de intercambio de calor para la producción de vapor en un ciclo de vapor de agua para la reconversión en energía eléctrica. Por lo tanto, se utilizan una o varias cámaras de intercambio de calor llenas de material de almacenamiento de calor sólido. El material de almacenamiento de calor sólido comprende piedras. Alternativamente, se usa arena.

Existe un área de transición 116 de la cámara de intercambio de calor 11 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 la cámara de intercambio de calor 11 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 la 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 la cámara de intercambio de calor 112) de una manera ventajosa.

## ES 2 750 080 T3

El área de transición 116 es corta. El área de transición corta 116 sobresale en la cámara de intercambio de calor 11. El resultado es un canal de transición corto para el guiado del flujo de entrada 132 al interior de la cámara de intercambio de calor 112 de la cámara de intercambio de calor 11.

5 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 másico 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 dependiendo del estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor 1. El elemento de ajuste de flujo 134 es un dispositivo activo de movimiento de fluidos 1341 como una soplante o una bomba. Dicho dispositivo permite un transporte del fluido de transferencia de calor 131 a través  
10 del interior de la cámara de intercambio de calor 112 de la cámara de intercambio de calor 11. La soplante o la bomba se puede instalar corriente arriba o corriente abajo de la cámara de intercambio de calor 11.

Además, el sistema de intercambio de calor 1 está equipado con un medidor de flujo 1500 para determinar el flujo másico 13 del fluido de transferencia de calor 131 a través del interior de la cámara de intercambio de calor 112. El  
15 medidor de flujo 1500 es parte de un medidor de flujo calorimétrico.

Alternativamente, el medidor de flujo comprende dispositivos de medición de temperatura antes de entrar el fluido de transferencia de calor en el interior de la cámara de intercambio de calor y después de salir el fluido de transferencia de calor del interior de la cámara de intercambio de calor. Con la diferencia de temperatura y el conocimiento del  
20 consumo de energía de la unidad de carga, el consumo de la unidad de carga de calor puede mantenerse constante.

Para el modo de carga, la instalación corriente abajo (instalación del elemento de ajuste de flujo en el extremo frío del sistema de intercambio de calor) es ventajosa (figura 3): El fluido de transferencia de calor relativamente frío pasa el  
25 elemento de ajuste de flujo después de liberar calor al material de almacenamiento de calor.

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. El flujo del fluido de transferencia de calor se dirige en la dirección del modo de carga 135.

30 Se supervisa el estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor 1. En base al estado de carga de calor monitoreado, se controla una intensidad del calor intercambiado con la ayuda del elemento de ajuste de flujo. Además, mediante un sistema de control adecuado es posible, basado en el monitoreo y el ajuste del flujo másico del fluido de transferencia de calor a través de la cámara de intercambio de calor, mantener el consumo de energía de la unidad de carga durante el modo de carga del sistema de intercambio de calor aproximadamente constante.  
35

En un modo de descarga, es ventajosa también la instalación corriente arriba del elemento de ajuste de flujo (figura 4): El fluido de transferencia de calor relativamente frío pasa por el elemento de ajuste de flujo.

40 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 la 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  
45 como resultado el frente de temperatura.

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  
50 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.

En el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor se dirige en la dirección del modo de descarga 136. Las figuras 3 y 4 representan componentes relevantes del modo de carga y del modo de  
55 descarga. Estas figuras se refieren a un sistema de intercambio de calor con la misma cámara de intercambio de calor 11.

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.  
60

El sistema de intercambio de calor 1 comprende un circuito cerrado 1005. El fluido de intercambio de calor que ha pasado por el interior de la cámara de intercambio de calor 112 es guiado de vuelta hacia el interior de la cámara de intercambio de calor 112.  
65

Se debe mencionar el siguiente aspecto relacionado con uno de los modos de realización:

## ES 2 750 080 T3

5 Durante el modo de carga, se miden una temperatura del fluido de transferencia de calor corriente arriba de la unidad de carga 200 y una temperatura del fluido de transferencia de calor corriente abajo de la unidad de carga 200 con la ayuda de los dispositivos de medición de temperatura 203 y 204. Los dispositivos de medición de temperatura 203 y 204 son partes de un medidor de flujo calorimétrico 202.

10 La temperatura del fluido de transferencia de calor corriente abajo del interior de la cámara de intercambio de calor aumenta hacia el final del ciclo de carga. Debido al aumento de la temperatura del fluido de transferencia de calor, se debe aumentar el flujo másico del fluido de transferencia de calor para una toma de potencia constante de la unidad de carga. La toma de potencia constante de la unidad de carga se controla de modo que la temperatura del fluido de transferencia de calor después de pasar la unidad de carga sea aproximadamente constante (por ejemplo, a 600 °C). Esto tiene la ventaja de proteger la unidad de carga.

Para variar el flujo de masa, se usa el elemento de ajuste de flujo, por ejemplo, una soplante.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de intercambio de calor (1), con
  - 5 - al menos una cámara de intercambio de calor (11) con límites de cámara de intercambio de calor (111) que rodean al menos un interior de la cámara de intercambio de calor (112) de la cámara de intercambio de calor (11), y
  - 10 - al menos una unidad de carga (200) para calentar el fluido de transferencia de calor (131),  
en donde
  - 15 - los límites de la cámara de intercambio de calor (111) comprenden al menos una primera abertura (1111) para guiado en un flujo de entrada (131) 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 guiado hacia fuera de un flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131) hacia fuera del interior de la cámara de intercambio de calor (112);
  - 20 - al menos un material de almacenamiento de calor (121) está dispuesto en el interior de la 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 la 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);
  - 25 - el sistema de intercambio de calor (1) está equipado con al menos un elemento de ajuste de flujo (134) para ajustar un flujo másico del flujo de intercambio de calor (13) del fluido de transferencia de calor (131) a través del interior de la cámara de intercambio de calor (112) dependiendo en un estado de carga de calor (12) del sistema de intercambio de calor (1); **caracterizado por que** el sistema de intercambio de calor (1) está dispuesto de tal manera que el consumo de energía del sistema de intercambio de calor (1) durante un modo de carga se mantiene aproximadamente constante.
- 30 2. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 1, que está equipado con al menos un dispositivo de determinación del estado de carga de calor (1500) para determinar el estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor (1).
- 35 3. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el dispositivo de determinación del estado de carga de calor (1500) comprende al menos un dispositivo de medición de temperatura (1501) para medir al menos una temperatura del sistema de intercambio de calor (1).
- 40 4. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la temperatura se selecciona del grupo que consiste en la temperatura del flujo de entrada (132) del fluido de transferencia de calor (131) y la temperatura del flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131).
- 45 5. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, que está equipado con al menos un medidor de flujo (1500) para determinar el flujo másico del flujo de transferencia de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de la cámara de intercambio de calor (112) y/o para determinar un flujo másico del flujo de entrada (132) del fluido de transferencia de calor (131) al interior de la cámara de intercambio de calor (112) y/o para determinar un flujo másico del flujo de salida (133) del fluido de transferencia de calor (131) fuera del interior de la cámara de intercambio de calor (112).
- 50 6. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el elemento de ajuste de flujo (134) comprende al menos un dispositivo activo de movimiento de fluidos (1341) que se selecciona del grupo que consiste en soplante, 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 derivación activable, boquilla, compuerta, tapa y válvula.
- 55 7. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el fluido de transferencia de calor (131) comprende un gas a presión ambiente de gas.
- 60 8. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el gas a presión ambiente es aire.
- 65 9. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el sistema está equipado con un medidor de flujo calorimétrico (202) que comprende los dispositivos de medición de temperatura (203, 204) corriente arriba y corriente abajo de la unidad de carga (200).
10. Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la unidad de carga

(200) comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico (201) que se selecciona del grupo que consiste en calentador de resistencia, calentador inductivo, emisor de radiación electromagnética y bomba de calor.

- 5     **11.** Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el sistema de intercambio de calor (1) está equipado con al menos una unidad de descarga (400) para descargar el fluido de transferencia de calor (131) del flujo de salida (133) del calor para la producción de electricidad.
- 10    **12.** Sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 con un circuito cerrado (1005), en el que el flujo entrada (132) comprende el flujo de salida (133).
- 15    **13.** Procedimiento para intercambiar calor mediante uso del sistema de intercambio de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que
- 15       - en un modo de operación del sistema de intercambio de calor (1), el flujo de intercambio de calor (13) del fluido de transferencia de calor (131) es guiado a través del interior de la cámara de intercambio de calor (112), en donde se produce un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor (121) y el fluido de transferencia de calor (131);
- 20       - un flujo másico del flujo de intercambio de calor (13) del fluido de transferencia de calor (131) se ajusta dependiendo del estado de carga de calor del sistema de intercambio de calor (1); y
- 25       - en caso de que el modo de operación sea el modo de carga, se usa una unidad de carga (200) para calentar el fluido de transferencia de calor (131) y el consumo de energía del sistema de intercambio de calor (1) durante el modo de carga se mantiene aproximadamente constante.
- 30    **14.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que, en caso de que el modo de operación sea el modo de descarga,
- 30       - para el modo de descarga se usa una unidad de descarga (400) para eliminar calor del fluido de transferencia de calor (131); y
- se mantiene aproximadamente constante una producción de electricidad de la unidad de descarga (400) durante el modo de descarga.

FIG 1

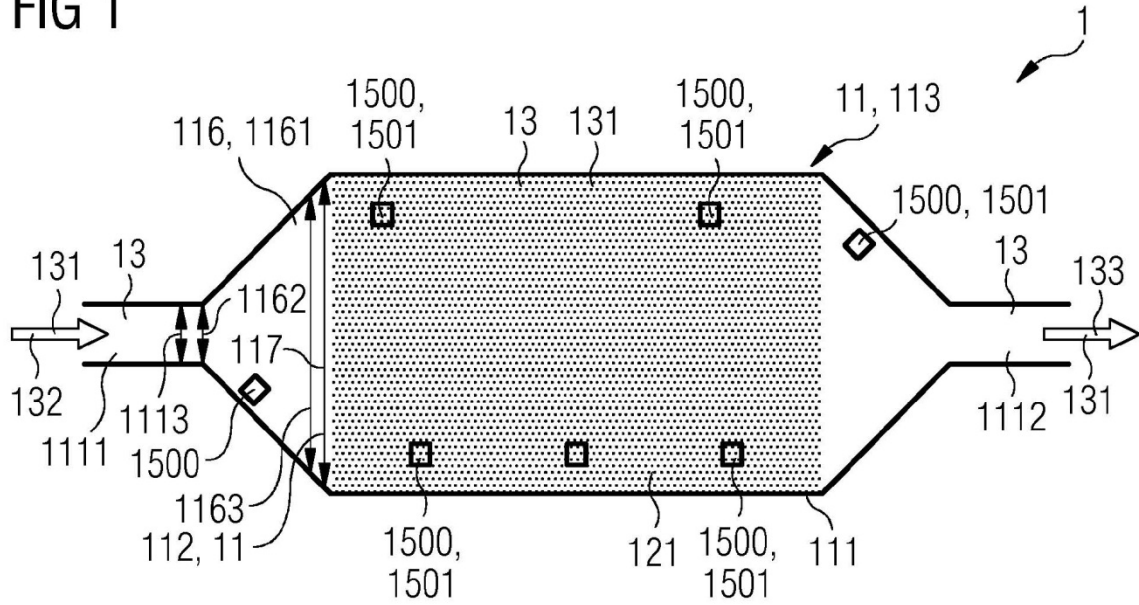


FIG 2

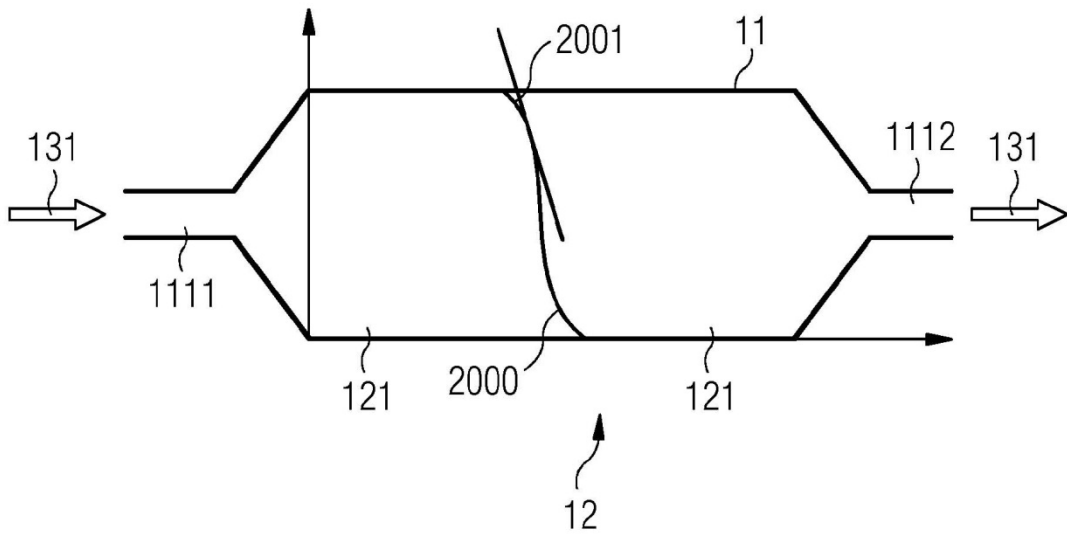


FIG 3

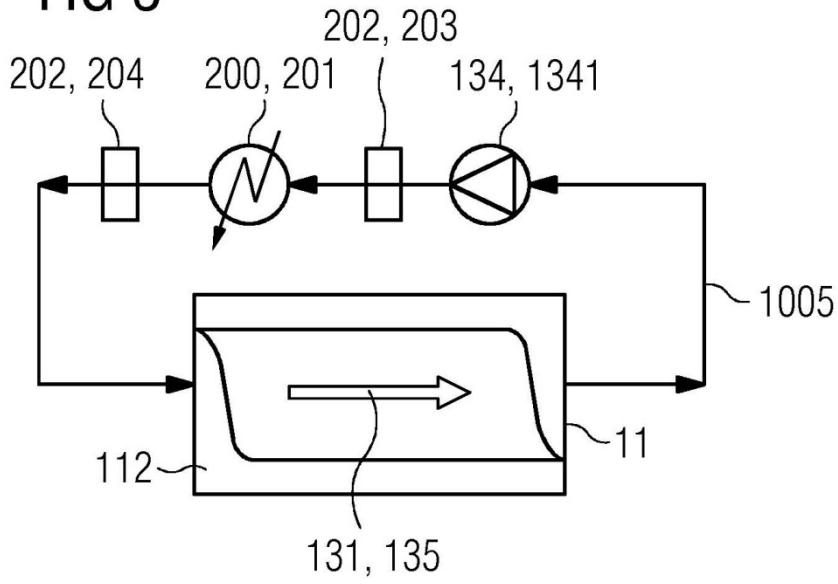


FIG 4

