

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 518 867**

51 Int. Cl.:

**F28D 20/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2011 E 11704406 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2539661**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases**

30 Prioridad:

**24.02.2010 DE 102010009181**

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

**05.11.2014**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastraße 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**NEUHÄUSER, ANTON;  
NITZ, PETER y  
PLATZER, WERNER**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 518 867 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

Procedimiento y dispositivo para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases

5 La invención se refiere a un procedimiento para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 11. Un procedimiento y un dispositivo de este tipo se conocen a partir del documento US 2003/01833745 A1.

10 Para una pluralidad de aplicaciones técnicas es necesario o ventajoso y almacenamiento de calor. Éste se refiere, por ejemplo, a la utilización de energía renovables en centrales termo-solares así como a procesos cíclicos, en los que la eficiencia se puede elevar a través del almacenamiento del calor excesivo de un ciclo para la utilización en un ciclo siguiente.

15 Para el almacenamiento eficiente de calor o frío son adecuados especialmente los acumuladores de calor, que comprenden un material de cambio de fases (Phase Change Material, PCM). Tales acumuladores de calor latente presentan frente a otros acumuladores de calor la ventaja de que se puede almacenar grandes cantidades de calor en un intervalo de temperatura estrecho. Frente a los acumuladores de calor sensibles convencionales, con acumuladores de calor latente se pueden realizar altas densidades de energía a una temperatura de funcionamiento en gran medida constante. Así, por ejemplo, en comparación con la acumulación de calor convencional por medio de calor sensible en acumuladores de calor latente típicos a través de una modificación de la temperatura de 10 K durante el cambio de fases del medio de almacenamiento se puede conseguir una densidad de almacenamiento de calor de diez a veinte veces mayor. De esta manera se reduce significativamente la cantidad necesaria de material de almacenamiento y el tamaño de construcción de los dispositivos y de los contenedores correspondientes.

25 En la utilización de materiales de cambio de fases es especialmente problemática la capacidad de conducción de calor comparativamente baja de los medios de almacenamiento orgánicos e inorgánicos utilizados típicamente (típicamente 0,5 a 1 W/(m K)). De esta manera, durante la aplicación técnica del almacenamiento de calor latente se plantea el problema del transporte de calor insuficiente entre el medio de almacenamiento y un fluido de transporte de calor utilizado para el intercambio de calor. No sólo deben superarse, como en los otros sistemas de almacenamiento, las resistencias de transferencia de calor desde el fluido de transporte de calor (dado el caso, a través de superficies de intercambio de calor) sobre el medio de almacenamiento propiamente dicho, sino adicionalmente resistencias de transferencia de calor comparativamente alta dentro del volumen del acumulador del medio de almacenamiento, para utilizar todo el volumen del acumulador.

30 Por lo tanto, se conoce mejorar el transporte de calor con el material de cambio de fases, estado presente el material de cambio de fases en micro encapsulamiento en un líquido portador. En este caso, se utilizan típicamente parafinas como material de cambio de fases, que están presentes como cápsulas con envoltentes de materiales orgánicos en agua. En este caso surge el inconveniente de la fabricación costosa de las microcápsulas. Además, a través de la utilización de parafinas y de los materiales orgánicos solamente es posible una utilización de tales acumuladores de calor latente por debajo de 100 °C. Incluso si se alcanzase un encapsulamiento a temperatura estable, no estaría disponible ningún medio de transporte adecuado, porque los medios de transferencia de calor habituales actualmente desprenden: agua debido a presiones demasiado altas, aceite térmico debido a reacciones vigorosas previsible con las sales encapsuladas y sales fundidas, puesto que entonces no sería necesario ningún encapsulamiento.

35 En otros dispositivos conocidos anteriormente, el material de cambio de fases está fijo estacionario. A este respecto se conoce encapsular el material de cambio de fases en tubos de acero, que están bañados por fluido de transporte de calor para el intercambio de calor. De la misma manera se conoce formar a partir del material de cambio de fases y de un material conductor de calor en cambio más elevado un material compuesto para la configuración de un acumulador de calor latente, como se describe, por ejemplo, en el documento US 2004/0084659 A1. Además, se conoce elevar la superficie de transmisión de calor durante el intercambio de calor a través de láminas de material con alta conductividad térmica, que están en contacto con el material de cambio de fases. Por ejemplo, se conoce a partir del documento EP 1 816 178 A2 la utilización de láminas de grafito para la mejora de las propiedades de transporte de calor o bien de las propiedades de transmisión de calor.

40 El documento DE 103 29 623 B3 describe un procedimiento para la obtención termo-solar de energía eléctrica, en el que por medio de un medio portador de calor calentado con energía termo solar, se carga un acumulador de calor, que está conectado delante de una turbina. Como material de almacenamiento para el acumulador de calor se emplean medios de almacenamiento latentes, por ejemplo material de cambio de fases (no encapsulado).

45 El documento JP 02-139031 A (o bien la EP equivalente correspondiente EP 0 353 992 A2) publica la utilización de un material de cambio de fases para el almacenamiento de energía latente, en el que un material oleófilo y un material no-oleófilo insoluble en él sirven como material de cambio de fases. En un primer estado (emulsión de agua en aceite), el material oleófilo forma la fase continua y el material líquido no-oleófilo forma la fase interna, mientras

que en un segundo estado (suspensión, "Slurry"), el material no-oleófilo está presente en forma de partículas.

5 En los dispositivos conocidos anteriormente con material de cambio de fases fijo estacionario surge el inconveniente de que en virtud de las propiedades corrosivas de los materiales de cambio de fases utilizados típicamente se necesitan grandes cantidades de materiales de alta calidad, como por ejemplo acero inoxidable para la configuración de los intercambiadores de calor, de manera que con ello se producen costes altos.

10 Por lo tanto, la invención tiene el cometido de crear un procedimiento para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases así como un dispositivo de este tipo, que se pueden realizar de manera menos costosa y, por lo tanto, más económica. Además, el procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención deben poder emplearse en una gama de temperatura amplia, en particular en la gama de temperatura relevante para una pluralidad de aplicaciones para el intercambio de calor entre 100°C y 300°C o más.

15 Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases de acuerdo con la invención así como por medio de un dispositivo para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases de acuerdo con la reivindicación 11. Las configuraciones ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención se encuentran en las reivindicaciones 2 a 10 y las del dispositivo de acuerdo con la invención se encuentran en las reivindicaciones 12 a 15.

20 La invención se basa en el reconocimiento de la solicitante de que en los procedimientos y dispositivos conocidos anteriormente es necesaria una fabricación intensiva de costes y/o limitadora de la gama de temperatura del medio de almacenamiento y/o existe una acoplamiento directo entre la capacidad del acumulador, por una parte, y de las fases necesarias para el intercambio de calor y, por lo tanto, complejidad y tamaño del intercambiador de calor, por otra parte. Estos inconvenientes se evitan en el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención porque se realiza una separación espacial entre el intercambio de calor con el medio de almacenamiento y la conservación del medio de almacenamiento así como porque se utiliza el material de cambio de fases en forma no encapsulada.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención, durante un proceso de sobrecarga (llamado también proceso de carga) en un medio de almacenamiento, que comprende un material de cambio de fases, en un dispositivo de intercambio de calor se lleva a cabo mediante la aportación de calor un cambio de fases, para el almacenamiento del calor en el medio de almacenamiento como calor latente. En un proceso de descarga, se lleva a cabo en un dispositivo de intercambio de calor bajo descarga de calor un cambio de fases en el medio de almacenamiento.

30 Es esencial que como medio de almacenamiento se utilice al menos en una medida predominante material de cambio de fases no encapsulado. Además, en el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención se realizan una alimentación del medio de almacenamiento hacia el acumulador de calor y una descarga del medio de almacenamiento después de la realización del cambio de fases, de manera que existe una separación local entre el almacenamiento del medio de almacenamiento y el lugar del intercambio de calor.

35 En este caso, durante el proceso de carga se alimenta el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas a un primer dispositivo de intercambio de calor y después de la realización del cambio de fases se descarga el medio de almacenamiento como corriente de fluido desde el dispositivo de intercambio de calor. Durante el proceso de descarga se alimenta el medio de almacenamiento como corriente de fluido al primer dispositivo de intercambio de calor y después se la realización del cambio de fases se descarga el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas desde el dispositivo de intercambio de calor. La designación de "fluido" comprende en este caso y a continuación sustancias en fase líquida y/o gaseosa y/o mezclas de sustancias de fases líquida y gaseosa.

40 El dispositivo de acuerdo con la invención para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases presenta un medio de almacenamiento, que comprende un material de cambio de fases. Además, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un primer dispositivo de intercambio de fases y está configurado para un proceso de descarga bajo distribución de calor latente del medio de almacenamiento a través de un cambio de fases en el primer dispositivo de intercambio de calor y para un proceso de carga bajo acumulación de calor como calor latente en el medio de almacenamiento a través de un cambio de fases en el primer dispositivo de intercambio de calor. Es esencial que el medio de almacenamiento esté constituido al menos en una medida predominante de material de cambio de fases no encapsulado, que durante el proceso de descarga se pueda alimentar el medio de almacenamiento como corriente de fluido al primer dispositivo de intercambio de calor y después de la realización del cambio de fases del medio de almacenamiento se pueda descargar como corriente de fluido o como corriente de partículas desde el dispositivo de intercambio de calor así como que durante el proceso de carga se pueda alimentar el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas al primero o a otro dispositivo de intercambio de calor y después de la realización del cambio de fases, el medio de almacenamiento se puede alimentar como corriente de fluido desde el dispositivo de

intercambio de calor.

En el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención existe, por lo tanto, a través de la alimentación y la descarga del medio de almacenamiento en el lugar del intercambio de calor, una separación espacial entre el intercambio de calor y la conservación del medio de almacenamiento, de manera que se puede seleccionar especialmente la capacidad del acumulador de forma discrecional a través de la previsión, por ejemplo, de depósitos de almacenamiento dimensionados de forma correspondiente para el medio de almacenamiento, sin que en este caso exista un acoplamiento forzoso con respecto al dimensionado del dispositivo de intercambio de calor. De esta manera resulta una reducción de costes, puesto que los elementos intensivos de costes del dispositivo de intercambio de calor se pueden optimizar también en el caso de grandes volúmenes de almacenamiento de calor solamente con respecto a un intercambio óptimo de calor.

A través de la utilización de material de cambio de fases no encapsulado se pueden emplear materiales-PCM conocidos anteriormente en particular para la gama de temperaturas relevantes para muchas aplicaciones entre 120°C y 300°C, lo mismo que para temperaturas más elevadas de manera que se suprime la limitación de la temperatura que existe en el caso de utilización de materiales de cambio de fases microencapsulados. En el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención se lleva a cabo, por lo tanto, una alimentación y descarga inmediata del medio de almacenamiento hacia el dispositivo de intercambio de calor.

De acuerdo con la invención, para el proceso de carga y el proceso de descarga se utiliza el mismo dispositivo de intercambio de calor. De la misma manera, en una alternativa no acorde con la invención, es posible la utilización de varios dispositivos de intercambio de calor. Con preferencia, en esta alternativa están previstos al menos dos dispositivos de intercambio de calor, de manera que el proceso de descarga se realiza en un primer dispositivo de intercambio de calor y el proceso de carga se realiza en un segundo dispositivo de intercambio de calor separado espacialmente a tal fin. A continuación, el concepto "dispositivo de intercambio de calor" designa el dispositivo asociado al proceso respectivo independientemente de si para el proceso de carga y el proceso de descarga están previstos uno o varios dispositivos de intercambio de calor, a no ser que se indique otra cosa.

Además, durante el proceso de carga en el dispositivo de intercambio de calor se lleva a cabo al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y una alimentación de calor y/o durante el proceso de descarga en el dispositivo de intercambio de calor se lleva a cabo durante el cambio de fases al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y una descarga de calor. De manera correspondiente, en el dispositivo de acuerdo con la invención al menos el primer dispositivo de intercambio de calor está configurado de tal forma que durante el proceso de carga en el dispositivo de intercambio de calor órnate el cambio de fases se puede llevar a cabo al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y una descarga del calor.

En el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención, a través del cambio de fases se modifica en el dispositivo de intercambio de calor la propiedad de flujo del medio de almacenamiento entre las fases de gas, líquido y/o sólido. Otra ventaja de la invención resulta, por lo tanto, porque como se ha descrito anteriormente se lleva a cabo al mismo tiempo con el cambio de fases un transporte activo del medio de almacenamiento. De esta manera, el transporte necesario del medio de almacenamiento se garantiza a través del dispositivo de intercambio de calor también en el caso de una modificación de la propiedad de flujo en virtud de un cambio de fases al menos durante el transporte activo. El dispositivo de intercambio de calor del dispositivo de acuerdo con la invención reúne de esta manera las propiedades de un dispositivo de transporte y las propiedades de un intercambiador de calor.

El almacenamiento del medio de almacenamiento después del proceso de carga y/o después el proceso de descarga se realiza en el procedimiento de acuerdo con la invención en al menos un depósito de almacenamiento. De esta manera, se da la separación espacial entre el almacenamiento del medio de almacenamiento y el lugar del intercambio de calor, de modo que el volumen de almacenamiento se puede seleccionar independientemente de la configuración el dispositivo de intercambio de calor. De esta manera se da un acoplamiento entre el almacenamiento del medio de almacenamiento, por una parte, y la configuración del dispositivo de intercambio de calor, en particular el dimensionado de las superficie de intercambio de calor, por otra parte. De manera correspondiente, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un depósito de almacenamiento para el alojamiento del medio de almacenamiento para la descarga desde el primer dispositivo de intercambio de calor.

En una forma de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, el alojamiento del medio de almacenamiento en un primer depósito de almacenamiento se realiza después el proceso de descarga y en un segundo depósito de almacenamiento separado después del proceso de carga, de manera que los depósitos de almacenamiento se pueden optimizar para el estado de la fase respectiva del medio de almacenamiento. De manera correspondiente, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta con preferencia dos depósitos de almacenamiento, para el alojamiento del medio de almacenamiento en un primer depósito de almacenamiento después de la realización del proceso de carga y en un segundo depósito de almacenamiento después de la

realización del proceso de descarga.

De la misma manera, está también en el marco de la invención la utilización solamente de un depósito de almacenamiento para el alojamiento del medio de almacenamiento tanto después del proceso de carga como también después del proceso de descarga. En este caso, con preferencia se recurre a una separación del medio de almacenamiento en función de la fase. Con preferencia, un depósito de almacenamiento de este tipo presenta de esta manera conductos de entrada y conductos de salida a diferente altura, de manera que el medio de almacenamiento se puede introducir o bien descargar en función de la densidad y, por lo tanto, en función de la fase.

En cualquier caso es ventajosa la configuración del o de los depósitos de almacenamiento como depósitos de almacenamiento aislados térmicamente para reducir un intercambio de calor del medio de almacenamiento con el entorno del depósito de almacenamiento.

El depósito de almacenamiento y el dispositivo de intercambio de calor están conectados con preferencia por medio de conductos de conducción de fluido.

Con preferencia, en el procedimiento de acuerdo con la invención, el transporte activo del medio de almacenamiento durante el proceso de carga y/o el proceso de descarga se realiza mecánicamente a través de medios de transporte accionados con motor del dispositivo de intercambio de calor y el intercambio de calor se realiza a través de los medios de transporte, en particular sus elementos accionados con motor y/o sus elementos estacionarios. Al menos un dispositivo de intercambio de calor del dispositivo de acuerdo con la invención presenta, por lo tanto, medios para el transporte del medio de almacenamiento y está configurado de tal forma que durante el cambio de fases se puede realizar al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y una alimentación de calor y/o una descarga de calor, especialmente por medio de intercambio de calor a través de los medios de transporte, con preferencia sus elementos accionados con motor y/o sus elementos estacionarios.

De esta manera resulta una configuración especialmente eficiente el procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención, puesto que los elementos accionados con motor y los elementos estacionarios del intercambiador de calor están en contacto directo con el medio de almacenamiento. Por lo tanto, con preferencia, el intercambio de calor se realiza al menos a través de los elementos del dispositivo de intercambio de calor accionados con motor y que están en contacto directo con el medio de almacenamiento. De esta manera, el contacto que existe forzosamente entre los elementos accionados con motor y el medio de almacenamiento se utiliza al mismo tiempo para el intercambio de calor, de manera que no deben preverse superficies separadas para el intercambio de calor o al menos éstas se pueden reducir.

Se consigue una configuración especialmente ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención a través de un transporte activo del medio de almacenamiento durante el proceso de carga y/o el proceso de descarga por medio del transportador de tornillo sin fin. El transportador de tornillo sin fin comprende un tornillo sin fin de transporte con una rosca helicoidal dispuesta en un árbol helicoidal así como una carcasa que rodea, al menos parcialmente, el tornillo sin fin de transporte. La carcasa rodea el tornillo sin fin de transporte, al menos parcialmente, y está configurada con preferencia de forma cilíndrica, cubriendo sobre toda la periferia el tornillo sin fin de transporte. Tales transportadores de tornillo sin fin se conocen en sí para la utilización en procedimientos y dispositivos técnicos y se describen, por ejemplo, en los documentos DE153872 y DE 288663.

Un transportador de tornillo sin fin presenta la ventaja de que el medio de almacenamiento se puede transportar en diferentes fases, en particular en las fases sólida y líquida por medio de un transportador de tornillo sin fin. Además, ya el tornillo sin fin de transporte configurado giratorio con motor de un transportador de tornillo sin fin presenta una superficie grande de la rosca helicoidal, que está en contacto directo con el medio de almacenamiento, de manera que especialmente el tornillo sin fin de transporte es adecuado, además de para la función de transporte al mismo tiempo como elemento de intercambio de calor. De ello resulta en una configuración sencilla desde el punto de vista de la construcción la función tanto del transportador como también del intercambio de calor. Con preferencia, los elementos móviles y/o inmóviles del transportador de tornillos sin fin presentan vías de conducción para un fluido de transporte de calor, para la entrada y la disipación de calor. Es especialmente ventajoso que el árbol helicoidal del tornillo sin fin de transporte del transportador de tornillo sin fin presente vías de conducción para el fluido de transporte de calor, siendo preferido que el árbol del tornillo sin fin de transporte esté configurado como cilindro hueco. Esta configuración del tornillo sin fin de transporte de un transportador de tornillos sin fin como tornillo sin fin hueco se conoce en aplicaciones no técnicas y se describe, por ejemplo, en el documento DE 288663. De la misma manera es ventajoso que la carcasa del transportador de tornillo sin fin presente vías de circulación para el fluido de transporte de calor. La utilización de un transportador de tornillos sin fin al mismo tiempo como medio de transporte y como dispositivo de intercambio de calor en acumuladores de calor latente conduce a configuraciones sorprendentemente sencillas desde el punto de vista de la construcción del dispositivo de acuerdo con la invención y posibilita de manera sencilla la separación local entre el alojamiento del medio de almacenamiento y el lugar del

intercambio de calor.

En el procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo el transporte directo el medio de almacenamiento. Con preferencia, el medio de almacenamiento no comprende, por lo tanto, ningún medio portador, como por ejemplo agua, es decir, que no se utiliza con preferencia ningún medio portador para el transporte del medio de almacenamiento.

El procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención no están limitados determinadas transiciones de fases. Está en el marco de la invención la utilización del procedimiento y del dispositivo para materiales de cambio de fases y a temperaturas, en las que durante el proceso de descarga tiene lugar un cambio de fases de gas a líquido y durante el proceso de carga tiene lugar un cambio de fases de líquido a gas. No obstante, es especialmente ventajosa la configuración del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención, de tal manera que durante el proceso de descarga el medio de almacenamiento es alimentado en forma líquida, se lleva a cabo un cambio de fases de líquido a sólido y el medio de almacenamiento es descargado como corriente de partículas y de tal manera que durante el proceso de carga el medio de almacenamiento es alimentado como corriente de partículas, tiene lugar un cambio de fases de sólido a líquido y el medio de almacenamiento es descargado en forma líquida.

Las fases sólida/líquida del material de cambio de fase presentan la ventaja de que se puede realizar un transporte más sencillo del medio de almacenamiento en estas fases. Especialmente en la configuración del dispositivo de intercambio de calor como transportador de tornillo sin fin es posible de una manera sencilla el transporte el medio de almacenamiento tanto como corriente de partículas como también en forma líquida.

Con preferencia, en el procedimiento de acuerdo con la invención, durante la fase de descarga en el dispositivo de intercambio de calor durante y/o después del cambio de fases del medio de almacenamiento a la fase sólida tiene lugar un desmenuzamiento del medio de almacenamiento en partículas. De manera correspondiente, al menos el primer dispositivo de intercambio de calor del dispositivo de acuerdo con la invención presenta con preferencia medios de desmenuzamiento y está configurado para el desmenuzamiento del medio de almacenamiento en partículas durante y/o después del cambio de fases. De esta manera, se garantiza que el medio de almacenamiento se pueda transportar también después del cambio de fases a la fase sólida como corriente de partículas.

Especialmente en la configuración preferida del intercambiador de calor como transportador de tornillo sin fin, a través de la configuración constructiva del tornillo sin fin de transporte y/o a través de la configuración de la superficie del tornillo sin fin de transporte se puede realizar un desmenuzamiento del medio de almacenamiento en partículas. Es especialmente ventajoso configurar el transportador de tornillo sin fin con varios tornillos sin fin de transporte dispuestos adyacentes entre sí. El transportador de tornillo sin fin está configurado en este caso de tal forma que se realiza temporalmente un raspado mutuo de los flancos de los tornillos sin fin de transporte, de manera que se impide una adhesión de material del acumulador. En este caso, se puede recurrir a configuraciones constructivas conocidas anteriormente, en las que el rapado se consigue a través de modificación temporal de la velocidad de rotación de al menos un tornillo sin fin. Esto se describe en el documento DE 1553134 en la forma de realización con dos tornillos sin fin de transporte que giran en sentido contrario, uno de cuyos tornillos sin fin de transporte se eleva hacia la derecha y el otro tornillo sin fin de transporte se eleva hacia la izquierda. De la misma manera, se puede conseguir el raspado de una forma conocida en sí en tornillos sin fin de transporte que giran en el mismo sentido y que se elevan en el mismo sentido, cuyos flancos presenta en la posición media una distancia, a través de la modificación de la velocidad circunferencial de uno o de ambos tornillos sin fin de transporte, como se describe, por ejemplo, en el documento DE 1653872.

De la misma manera está en el campo de la invención prever medios de desmenuzamiento separados, como por ejemplo herramientas de desmenuzamiento del tipo de rueda dentada que engranan unas dentro de las otras, herramientas del tipo de cuchillas, picadoras u otros elementos para el desmenuzamiento del medio de almacenamiento en el dispositivo de intercambio de calor.

Con preferencia, el primer dispositivo de intercambio de calor está configurado de tal forma que el medio de almacenamiento está presente en forma granular después del proceso de descarga y del desmenuzamiento, dado el caso, adicional.

La configuración del dispositivo de intercambio de calor como transportador de tornillo sin fin es especialmente ventajosa como se ha descrito anteriormente. Especialmente para el proceso de descarga es ventajosa la utilización de un transportador de tornillo sin fin cuando aparece una transición de fases de líquido a sólido. Por lo tanto, con preferencia, al menos el elemento de intercambio de calor utilizado para el proceso de descarga presenta un transportador de tornillo sin fin. De la misma manera, está dentro del marco de la invención la configuración del dispositivo de intercambio de calor de acuerdo con otros medios de transporte, como por ejemplo configuraciones constructivas conocida en sí de bombas, en particular un dispositivo con rodillos configurados del tipo de ruedas de entrada que engranan entre sí, que están dispuestos transversalmente a la dirección de transporte del medio de almacenamiento o bombas de rueda dentada configuradas de otra manera.

Se consiguen una acumulación y una cesión especialmente eficientes de calor en una forma de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención porque durante el proceso de carga se alimenta adicionalmente calor al medio de almacenamiento después del cambio de fases, para el almacenamiento adicional de calor sensible a través del medio de almacenamiento y de manera correspondiente durante el proceso de descarga se disipa calor sensible desde el medio de almacenamiento antes del cambio de fases. Por lo tanto, de esta manera no sólo se utiliza la capacidad de almacenamiento para calor latente, sino adicionalmente también la capacidad de almacenamiento de calor sensible del medio de almacenamiento. La alimentación y la disipación del calor sensible se realizan en una gama de temperaturas, en la que no tiene lugar ningún cambio de fases del medio de almacenamiento.

La entrada y salida del calor sensible se realiza con preferencia a través del mismo intercambiador de calor, a través del cual se introduce y se disipa el calor latente del medio de almacenamiento. De esta manera, no son necesarios intercambiadores de calor adicionales.

En otra forma de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención, la alimentación y la disipación del calor sensible se realizan por medio de uno o varios intercambiadores de calor adicionales, de manera que el intercambiador de calor es conectado a continuación durante el proceso de carga del dispositivo de intercambio de calor para el almacenamiento del calor latente y es recalado durante el proceso de descarga del dispositivo de intercambio de calor para la disipación del calor latente. De esta manera es posible una optimización de los intercambiadores de calor respectivos para la transmisión de calor latente y de calor sensible, respectivamente.

El procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención están configurados con preferencia para una gama de temperatura durante el intercambio de calor entre 100°C y al menos 350°C, puesto que existe una pluralidad de aplicaciones típicas en esta gama de temperatura. De la misma manera se conocen aplicaciones, en las que son ventajosas temperaturas más elevadas, en particular temperaturas de hasta 500°C. También estas gamas de temperaturas más elevadas están en el marco de la invención durante la selección de un medio de almacenamiento correspondiente. De manera más ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención están configurados, por lo tanto, para temperatura en el intervalo entre 100°C y 500°C. Especialmente en el caso de almacenamiento adicional de calor sensible como se ha descrito anteriormente, también están en el marco de la invención temperaturas más elevadas, por ejemplo en el intervalo entre 100°C y 500°C. Las gamas de temperaturas mencionadas anteriormente se pueden realizar especialmente a través de la utilización de sales como medio de almacenamiento.

El intercambio de calor durante el proceso de carga y descarga es posible, en principio, de manera conocida en sí. En particular, la alimentación y/o la disipación de calor por medio de un fluido de transporte de calor, con preferencia por medio de un gas de transporte de calor o de un líquido de transporte de calor o de una mezcla de líquido y gas están en el marco de la invención. En particular, la utilización de aceite térmico, agua, vapor de agua o una mezcla de agua y vapor de agua (vapor húmedo) es ventajosa como fluido de transporte de calor. De la misma manera, la alimentación y/o la disipación de calor de otra manera, por ejemplo por medio de radiación está en el marco de la invención, en particular la conducción del material de almacenamiento a través del dispositivo de absorción de un colector solar durante el proceso de carga.

La utilización de un fluido de transporte de calor para el intercambio de calor durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga es especialmente ventajosa. Una configuración especialmente sencilla en cuanto a la construcción se consigue a través de la utilización de un líquido como, por ejemplo, aceite térmico o agua como fluido de transporte de calor.

En otra configuración preferida del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención, durante el proceso de descarga, por medio del calor cedido desde el medio de almacenamiento hasta el fluido de transporte de calor, se realiza un cambio de fases del fluido de transporte de calor de líquido a gas y/o durante el proceso de carga, en virtud del calor cedido desde el fluido térmico hasta el medio de almacenamiento, tiene lugar un cambio de fases del fluido térmico de gas a líquido. De esta manera, se consigue una transmisión y una transferencia especialmente eficientes de la energía térmica acumulada del acumulador de calor latente. En particular, es ventajosa la forma de realización preferida mencionada anteriormente en la utilización del dispositivo de acuerdo con la invención y del procedimiento de acuerdo con la invención en combinación con turbinas accionadas a través del fluido de transmisión de calor. Se consigue un incremento adicional de la eficiencia durante la transmisión de calor por medio del fluido de transporte de calor en una forma de realización preferida porque durante el proceso de descarga se evapora el fluido de transporte de calor en primer lugar por medio del calor cedido a través del medio de almacenamiento y a continuación se recalienta el fluido de transporte de calor en forma de vapor adicionalmente por medio del calor cedido a través del medio de almacenamiento.

Como se ha mencionado anteriormente, es especialmente ventajosa la realización del dispositivo de intercambio de calor como transportador de tornillo sin fin. Con preferencia, en este caso el tornillo sin fin de transporte accionado con motor es atravesado por el fluido portador de calor para el intercambio de calor. En particular, es ventajoso que

tanto el tornillo sin fin de transporte como también los elementos estacionarios del transportador de tornillo sin fin, que están en contacto directo con el medio de almacenamiento, en particular la carcasa, sean a través por el fluido de calor para el intercambio de calor, en particular con preferencia de acuerdo con el principio de contra corriente.

- 5 De la misma manera está en el marco de la invención la configuración el intercambiador de calor de acuerdo con otras formas de realización conocidas anteriormente de intercambiadores de calor, como por ejemplo intercambiadores de calor de corriente volátil o como emisores o bien dispositivos de absorción para radiación.

10 De la misma manera está en el marco de la invención la alimentación de calor hacia el dispositivo de intercambio de calor durante el proceso de carga por medio de un fluido de transmisión de calor en forma de vapor, en forma de gas o en forma líquida o por medio de una mezcla que comprende varias fases, lo mismo que la alimentación del calor por medio de radiación, en particular por medio de radiación solar.

Con preferencia, el medio de almacenamiento está constituido exclusivamente de material de cambio de fases. De esta manera se consigue una configuración económica del procedimiento y el dispositivo.

15 Se consigue de manera más ventajosa una elevación de la eficiencia el procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención porque el medio de almacenamiento comprende, además del material de cambio de fases, partículas con una conductividad térmica mayor que el material de cambio de fases. De esta manera, se eleva la conductividad térmica general del medio de almacenamiento y con ello se eleva la eficiencia durante el intercambio de calor tanto durante el proceso de carga como también durante el proceso de descarga. En este caso son especialmente adecuadas nanopartículas o micropartículas de grafito. Con preferencia, la porción de estas partículas en el volumen total del medio de almacenamiento es inferior al 10 por ciento en volumen.

20 Otra elevación de la eficiencia del procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención se consigue de manera más ventajosa porque se añaden al medio de almacenamiento unas mezclas, que favorecen la configuración de un granulado durante la transición de la fase líquida a la fase sólida o bien impiden la solidificación el volumen completo, es decir, la configuración de una fase sólida de volumen grande.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención, es posible la utilización de materiales conocidos en sí como material de cambio de fases. Especialmente adecuados son sistemas de sales, con preferencia sales de nitrato binario, mezclas de sales de nitrato, en particular que comprenden una o varias sustancias del grupo de  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}$ ,  $\text{KNO}_3\text{-NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3\text{-LiNO}_3$ . De esta manera se cubre el intervalo de temperaturas entre  $100^\circ\text{C}$  y  $500^\circ\text{C}$ , que es relevante para aplicaciones típicas.

30 En el procedimiento de acuerdo con la invención y en el dispositivo de acuerdo con la invención se lleva a cabo al menos un transporte activo del medio de almacenamiento durante el cambio de fases durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga. Con preferencia, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende uno varios medios de transporte adicionales, que no están configurados como dispositivo de intercambio de calor y que están dispuestos curso abajo de la corriente y curso arriba de la corriente del dispositivo de intercambio de calor en la vía de transporte el medio de almacenamiento. De esta manera se garantiza un transporte libre de interferencias del medio de almacenamiento. Es especialmente ventajoso prever en la vía de transporte el medio de almacenamiento en forma granular sólida al menos un medio de transporte adicional, puesto que el transporte el medio de almacenamiento granular es comparativamente menos propenso a interferencias como compactaciones del medio de almacenamiento que el transporte del medio de almacenamiento en fase líquida o gaseosa.

40 El procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención se pueden emplear especialmente para el almacenamiento térmico de energía térmica, como acumuladores térmicos para centrales termo-solares, en particular durante la generación directa de vapor o como acumuladores térmicos para aplicaciones de calor de proceso.

45 Con preferencia, el medio de almacenamiento presenta exclusivamente material de cambio de fases no encapsulado.

La alimentación y/o la disipación del medio de almacenamiento como corriente en partículas en las configuraciones ventajosas descrita anteriormente se realiza con preferencia transportando el medio de almacenamiento en forma granular, en particular sin un fluido portador, con preferencia sin un líquido portador para las partículas.

50 Los medios de transporte de los dispositivos de intercambio de calor están configurados con preferencia de material conductor de calor, en particular de acero, con preferencia de acero inoxidable. De la misma manera, está en el marco de la invención la utilización de materiales cerámicos, pero éstos provocan costes de material más elevados comparados con el acero.

El dispositivo de acuerdo con la invención está configurado con preferencia para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención o de una forma de realización ventajosa del mismo. De la misma manera, el procedimiento

de acuerdo con la invención está configurado con preferencia para la realización por medio de un dispositivo de acuerdo con la invención o de una forma de realización ventajosa del mismo.

Otras características y formas de realización ventajosas se describen a continuación con la ayuda de las figuras y los ejemplos de realización. En este caso:

5 La figura 1 muestra una representación esquemática de un primer ejemplo de realización alternativo no acorde con la invención de un dispositivo para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases, en el que el dispositivo forma parte de un dispositivo para la conversión de radiación solar en energía eléctrica y comprende dos depósitos de almacenamiento así como dos dispositivos de intercambio de calor, y

10 La figura 2 muestra una representación esquemática de un primer ejemplo de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases, que es una conversión del primer ejemplo de realización y solamente presenta un depósito de almacenamiento así como solamente un dispositivo de intercambio de calor.

15 El dispositivo del primer ejemplo de realización alternativo, no acorde con la invención según la figura 1 comprende un primer depósito de almacenamiento 1, que contiene medio de almacenamiento líquido. El primer depósito de almacenamiento 1 presenta un aislamiento térmico, de manera que solamente tiene lugar un intercambio de calor insignificante con el medio ambiente. El medio de almacenamiento está constituido de l material de cambio de fases  $\text{NaNO}_3$ .

20 Durante el almacenamiento del medio de almacenamiento en el depósito de almacenamiento 1, la temperatura del medio de almacenamiento está por encima del punto de fusión del medio de almacenamiento, es decir, en este caso por encima de  $308^\circ\text{C}$ .

25 El dispositivo representado en la figura 1 comprende, además, un primer dispositivo de intercambio de calor 2, que está conectado a través de un conducto 2a de forma conductora de fluido con el depósito de almacenamiento 1. El dispositivo de intercambio de calor 2 comprende un transportador de tornillo sin fin, en el que un tornillo sin fin de transporte alojado de forma giratoria, accionado por medio de un motor, está dispuesto dentro de una carcasa cilíndrica. El árbol del tornillo sin fin de transporte está configurado como cilindro hueco y está conectado de forma conductora de fluido con un circuito de fluido de transporte de calor. De la misma manera, en la envolvente de la carcasa cilíndrica para el tornillo sin fin de transporte están dispuestos unos conductos que están conectados de forma conductora de fluido con el circuito para un fluido de transporte de calor.

30 En el lado de salida del transportador de tornillo sin fin está dispuesta una unidad de desmenuzamiento, que está conectada de nuevo a través de un conducto 3a del tipo de tubo con un segundo depósito de almacenamiento 3.

El circuito externo para el fluido de transporte de calor se indica en la figura 1 por medio de flechas en el dispositivo de intercambio de calor 2.

35 Por lo tanto, para la realización del proceso de descarga por medio de una unidad de control (no representada) se desplaza el tornillo sin fin de transporte del transportador de tornillo sin fin del dispositivo de intercambio de calor 2 en rotación alrededor del árbol configurado como cilindro hueco, de manera que a través del transportador de tornillo sin fin se transporta medio de almacenamiento desde el depósito de almacenamiento 1 hasta el dispositivo de intercambio de calor 2. Al mismo tiempo, se lleva a cabo a través de un dispositivo de bombeo no representado una alimentación y una disipación de fluido de transporte de calor de acuerdo con las flechas mencionadas anteriormente, de manera que el circuito de fluido de transporte de calor del dispositivo de intercambio de calor 2 es atravesado por el fluido de transporte de calor. En este caso, en el lado de entrada el transportador de tornillo sin fin, en virtud de la temperatura, más reducida frente al medio de almacenamiento, del fluido de transporte de calor alimentado, tiene lugar una refrigeración del medio de almacenamiento, que conduce a un cambio de fases del medio de almacenamiento en el tornillo sin fin de transporte del dispositivo de intercambio de calor 2. El calor liberado durante el cambio de fases es distribuido a través del tornillo sin fin de transporte del transportador de tornillo sin fin así como la carcasa cilíndrica del transportador de tornillo sin fin hasta el fluido de transporte de calor que circula a través de estos elementos, de manera que éste es calentado. En el ejemplo de realización representado en la figura 1, el fluido de transporte de calor está realizado como agua, que es alimentada en forma líquida con una temperatura por debajo del punto de ebullición, válido para la presión predominante, del dispositivo de intercambio de calor 2. A través del calentamiento en virtud del calor lateral liberado del medio de almacenamiento en el transportador de tornillo sin fin se lleva a cabo un cambio de fases del fluido de transporte de calor, de manera que éste abandona el primer dispositivo de intercambio de calor 2 en forma de vapor de agua. El vapor de agua es convertido en otra unidad no representada por medio de una turbina en energía eléctrica.

55 En el transportador de tornillo sin fin del dispositivo de intercambio de calor 2 se realiza, por lo tanto, un cambio de fases del medio de almacenamiento de líquido a sólido. En virtud del transporte del medio de almacenamiento durante el cambio de fases en el transportador de tornillo sin fin no se configura, sin embargo, ningún cuerpo sólido unitario, sino que debido al transporte siguiente constante se realiza más bien una configuración de partículas de

- 5 diferente tamaño del medio de almacenamiento. En el lado de salida del transportador de tornillo sin fin está dispuesto en el dispositivo de intercambio de calor 2 el dispositivo de desmenuzamiento, de manera que las partículas mencionadas llegan después de la salida desde el transportador de tornillos hasta el dispositivo de desmenuzamiento y son desmenuzadas allí en partículas más pequeñas, de manera que el medio de almacenamiento está presente en forma granular.
- 10 A través de la conexión tubular 3a la corriente de partículas del medio de almacenamiento llega al segundo depósito de almacenamiento 3. El segundo depósito de almacenamiento 3 está configurado de la misma manera aislado térmicamente. La temperatura del medio de almacenamiento en el depósito de almacenamiento 3 está en el intervalo entre la temperatura del medio ambiente y la temperatura de fusión del medio de almacenamiento, es decir, en este caso por debajo de 308°C.
- 15 Para la realización el proceso de cargase alimenta a través de otra conexión tubular 4a el medio de almacenamiento desde el segundo depósito de almacenamiento 3 como corriente de partículas a un segundo dispositivo de intercambio de calor 4.
- 20 El segundo dispositivo de intercambio de calor 4 comprende de la misma manera un transportador de tornillo sin fin, que es igual en la estructura, en principio, al transportador de tornillo sin fin descrito en el dispositivo de intercambio de calor 2.
- 25 El segundo dispositivo de intercambio de calor 4 está dispuesto en este caso debajo del depósito de almacenamiento 3 y la conexión tubular 4a desemboca en la zona del fondo del depósito de almacenamiento 3, de manera que por medio de una corredera accionada con motor, dispuesta en la conexión tubular 4a, por medio de un control a través de la unidad de control mencionada anteriormente se puede controlar de una manera sencilla la corriente de partícula desde el depósito de almacenamiento 3 hasta el segundo dispositivo de intercambio de calor 4 y, por lo tanto, en el lado de entrada al transportador de tornillo sin fin del segundo dispositivo de intercambio de calor 4.
- 30 También el transportador de tornillo sin fin del segundo dispositivo de intercambio de calor 4 presenta tanto en el tornillo sin fin de transporte como también en la carcasa cilíndrica unas vías de conducción de un circuito par aun fluido de transporte de calor. Estas vías están conectadas de forma conductora de fluido con otro circuito externo para un fluido de transporte de calor, como se indica por medio de las flechas en el dispositivo de intercambio de calor 4 en la figura 1.
- 35 También el segundo fluido de transporte de calor está realizado como agua. El circuito del segundo fluido de transporte de calor está conectado con un dispositivo termo-solar, en el que se realiza por medio de radiación solar una evaporación del fluido de transporte de calor.
- 40 De manera correspondiente, en el segundo dispositivo de intercambio de calor 4 se realiza una alimentación identificada por medio de las flechas de vapor de agua en el circuito para el fluido de transporte de calor del transportador de tornillo sin fin, de manera que se realiza un cambio de fases de sólido a líquido del medio de almacenamiento transportado en el transportador de tornillo sin fin durante el transporte den virtud del calor alimentado por medio del vapor de agua y al mismo tiempo en virtud de la refrigeración del vapor de agua alimentado, el fluido de transporte de calor se condensa en agua. El fluido de transporte de calor es descargado de esta manera en forma líquida desde el segundo dispositivo de intercambio de calor 4 y es alimentado hacia el dispositivo termo-solar.
- 45 El transportador de tornillo sin fin del segundo dispositivo de intercambio de calor 4 está conectado en el lado de salida de forma conductora de fluido a través de un conducto 1a con el primer depósito de almacenamiento de agua 1. Por medio del transportador de tornillo sin fin del segundo dispositivo de intercambio de calor 4 se realiza de esta manera un transporte del medio de almacenamiento líquido después del proceso de carga en el primer depósito de almacenamiento 1.
- 50 El transportador de tornillo sin fin del primer dispositivo de intercambio de calor 2 y del segundo dispositivo de intercambio de calor 4 están configurados en cada caso de acero inoxidable, de manera que, por una parte, no se produce ninguna destrucción a través de las propiedades corrosivas el medio de almacenamiento y, por otra parte, en virtud de la conductividad térmica alta el acero se garantiza un buen intercambio de calor entre el fluido de transporte de calor y el medio de almacenamiento.
- 55 A través de la separación espacial del alojamiento del medio de almacenamiento en los depósitos de almacenamiento 1 y 3, por una parte, y del intercambio de calor en los dispositivos de intercambio de calor 2 y 4, por otra parte, se optimizan las dimensiones de los transportadores de tornillos sin fin, respectivamente, para un intercambio de calor óptimo a la velocidad de transporte predeterminada. Independientemente de ello, el volumen de los depósitos de almacenamiento 1 y 3 se puede seleccionar de forma discrecional, según las necesidades de capacidad de almacenamiento de calor existentes.

5 En el ejemplo de realización alternativo no acorde con la invención representado en la figura 1, en el caso de utilización de una turbina de 50 MWel, los dos depósitos de almacenamiento 1 y 3 comprenden, respectivamente, un volumen de aproximadamente 800 m<sup>3</sup>/g de capacidad de almacenamiento. Es decir, que para un acumulador, por ejemplo, con 7,5 h de capacidad de almacenamiento, son necesarios depósitos de 6000 m<sup>3</sup> de volumen, respectivamente. En comparación con ello, los acumuladores de sal fundida realizados actualmente a base de calor sensible necesitan depósitos de 14.000 m<sup>3</sup> de volumen cada uno.

El diámetro de las partículas del medio de almacenamiento después del desmenuzamiento en el primer dispositivo de intercambio de calor 2 está en el intervalo entre aproximadamente 1 mm y 10 mm.

10 La capacidad de transporte de los transportadores de tornillo sin fin el primer dispositivo de intercambio de calor 2 y del segundo dispositivo de intercambio de calor 4 es de 500 kg/s para la preparación de calor para una turbina de 50 MW.

15 El dispositivo del segundo ejemplo de realización según la figura 2 comprende solamente un depósito de almacenamiento 11, que contiene tanto material de almacenamiento líquido como también material de almacenamiento sólido en forma granular. Además, el dispositivo representado en la figura 2 solamente comprende un dispositivo de intercambio de calor 12. Si no se indica otra cosa a continuación, el depósito de almacenamiento 11 está configurado según el depósito de almacenamiento 1 descrito anteriormente y el dispositivo de intercambio de calor 12 está configurados según el dispositivo de intercambio de calor 2 descrito anteriormente.

20 En oposición al primer ejemplo de realización representado en la figura 1, el depósito de almacenamiento 11 y el dispositivo de intercambio de calor 12 del segundo ejemplo de realización presentan, respectivamente, dos conductos de entrada y salida para el medio de almacenamiento.

25 El depósito de almacenamiento 11 está conectado a través de un conducto superior 11aa y un conducto inferior 11b de forma conductora de fluido y de forma conductora de corriente de partículas con el dispositivo de intercambio de calor 12. En virtud de la densidad diferente del material de almacenamiento en forma líquida y sólida granular resulta en el depósito de almacenamiento 11 una separación espacial entre las dos fases, de manera que por medio del conducto superior 11aa se puede alimentar medio de almacenamiento en forma líquida y por medio del conducto inferior 11b se puede alimentar medio de almacenamiento en forma sólida granular al dispositivo de intercambio de calor 12.

El proceso de carga y de descarga corresponde, en principio, al descrito en el primer ejemplo de realización:

30 Para la realización del proceso de carga se alimenta medio de almacenamiento en forma sólida granular a través del conducto inferior 11b al dispositivo de intercambio de calor 12. En el dispositivo de intercambio de calor 12 configurado como transportador de tornillo sin fin se realiza a través de un dispositivo de bomba no representado una entrada y salida de fluido de transporte de calor según las flechas 12b. De esta manera, se realiza una transmisión de calor desde el fluido de transporte de calor hacia el medio de almacenamiento en el dispositivo de intercambio de calor 12, de manera que durante el transporte del medio de almacenamiento a través del tornillo sin fin de transporte se lleva a cabo un cambio de fases de sólido a líquido. El medio de almacenamiento líquido es retornado a través del conducto 12c, que desemboca en la zona superior del depósito de almacenamiento 1, hasta el depósito de almacenamiento.

40 Para la realización del proceso de descarga se alimenta material de almacenamiento líquido a través del conducto superior 11aa al dispositivo de intercambio de calor 12 y por medio de un dispositivo de bomba no representado se carga y descarga fluido de transporte de calor según las flechas 12aa, de manera que tiene lugar una cesión de calor desde el medio de almacenamiento hacia el fluido de transporte de calor y un cambio de fases del fluido de transporte de calor de líquido a sólido durante el transporte a través del tornillo sin fin de transporte en el dispositivo de intercambio de calor 12.

45 El material de almacenamiento sólido, que es desmenuzado de forma similar al dispositivo representado en la figura 1 por medio de un dispositivo de desmenuzamiento en forma granular, es retornado a través del conducto 12d, que desemboca en la zona inferior del depósito de almacenamiento, hasta el depósito de almacenamiento.

El dispositivo según la figura 2 presenta la ventaja de que solamente son necesarios un depósito de almacenamiento y solamente un dispositivo de intercambio de calor.

50 En los dispositivos representados en la figura 1 y en la figura 2 se realiza el control del proceso de carga y de descarga, respectivamente, a través de una unidad de control, que está conectada especialmente con accionamientos a motor de los tornillos sin fin de transporte así como con válvulas y correderas correspondientes que pueden ser accionadas con motor en la salidas respectivas de los depósitos de almacenamiento para el control del transporte del medio de almacenamiento.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases, en el que durante un proceso de carga en un medio de almacenamiento, que comprende un material de cambio de fases, se lleva a cabo en un primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) bajo aportación de calor un cambio de fases, para el almacenamiento del calor en el medio de almacenamiento como calor latente y durante el proceso de descarga en el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) se lleva a cabo bajo disipación de calor en el medio de almacenamiento un cambio de fases, y se utiliza como medio de almacenamiento al menos en una medida predominante material de cambio de fases no encapsulado, en el que durante el proceso de carga se alimenta el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas al primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y después de la realización del cambio de fases se descarga el medio de almacenamiento, durante el proceso de descarga se alimenta el medio de almacenamiento como corriente de fluido al primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y después de la realización el cambio de fases se descarga el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas desde el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12), el medio de almacenamiento es almacenado temporalmente después el proceso de carga en un primer depósito de almacenamiento (1) y/o después del proceso de descarga es almacenado temporalmente en el primero o en otro depósito de almacenamiento (3), durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga durante el cambio de fases se lleva a cabo al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y el intercambio de calor, **caracterizado** porque el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) presenta medios para el transporte del medio de almacenamiento.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el transporte activo durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga se realiza mecánicamente a través de medios de transporte accionados con motor del dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y el intercambio de calor se realiza al menos a través de los elementos accionados con motor y/o través de elementos estacionarios de los medios de transporte.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el transporte activo durante el proceso de carga y/o el proceso de descarga se realiza por medio de un transportador de tornillo sin fin, con preferencia por medio de un transportador de tornillo sin fin que comprende al menos un tornillo sin fin hueco.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque durante el proceso de descarga se alimenta el medio de almacenamiento en forma líquida, se lleva a cabo un cambio de fases de líquido a sólido y se descarga el medio de almacenamiento como corriente de partículas y porque durante el proceso de carga se alimenta el medio de almacenamiento como corriente de partículas, se lleva a cabo un cambio de fases de sólido a líquido y se descarga el medio de almacenamiento en forma líquida.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque durante el proceso de descarga en el dispositivo de intercambio de calor (2, 12) se desmenuza el medio de almacenamiento durante y/o después el cambio de fases en partículas.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 5, **caracterizado** porque durante el proceso de carga se alimenta al medio de almacenamiento adicionalmente calor después del cambio de fases, para el almacenamiento adicional de calor sensible y porque durante el proceso de descarga desde el medio de almacenamiento se descarga calor sensible antes del cambio de fases.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga se realiza el intercambio de calor por medio de un fluido de transporte de calor, con preferencia por medio de un gas de transporte de calor o de un líquido de transporte de calor o de una mezcla de líquido y gas.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** porque durante el proceso de carga y/o durante el proceso de descarga se realiza un cambio de fases del fluido de transporte de calor, con preferencia porque durante el proceso de descarga por medio del calor distribuido desde el medio de almacenamiento al fluido de transporte de calor se lleva a cabo un cambio de fases del fluido de transporte de calor de líquido a gaseoso y/o porque durante el proceso de carga en virtud el calor distribuido desde el fluido de transporte de calor en el medio de almacenamiento se lleva a cabo un cambio de fases del fluido de transporte de calor de gas a líquido.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se utiliza un medio de almacenamiento con partículas con una conductividad térmica mayor que la del material de cambio de fases.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se utiliza un medio de almacenamiento con mezclas, que favorecen la configuración de un granulado durante la transición desde la fase líquida hasta la fase sólida y/o impiden la configuración de una fase sólida de volumen grande.
- 11.- Dispositivo para el almacenamiento y distribución de calor por medio de un material de cambio de fases con un medio de almacenamiento, que comprende un material de cambio de fases, y con al menos un primer dispositivo de

intercambio de calor (2, 12), en el que el dispositivo está configurado para un proceso de descarga bajo distribución de calor latente del medio de almacenamiento a través de un cambio de fases en el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y para un proceso de carga bajo acumulación de calor como calor latente en el medio de almacenamiento a través de un cambio de fases en el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) del dispositivo y en el que el medio de almacenamiento está constituido al menos en una medida predominante por material de cambio de fases no encapsulado, el dispositivo está configurado de tal forma que durante el proceso de carga se puede alimentar el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas al primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y después de la realización del cambio de fases, se descarga el medio de almacenamiento, durante el proceso de descarga se puede alimentar el medio de almacenamiento como corriente de fluido al primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) y después de la realización del cambio de fases se puede descargar el medio de almacenamiento como corriente de fluido o como corriente de partículas desde el dispositivo de intercambio de calor, el dispositivo comprende al menos un depósito de almacenamiento (1, 3) para el alojamiento del medio de almacenamiento después de la descarga desde el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12), **caracterizado** porque al menos el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) presenta medios de transporte para el transporte del medio de almacenamiento y está configurado de tal forma que órnate el cambio de fases se puede realizar al mismo tiempo un transporte activo del medio de almacenamiento y un intercambio de calor.

12.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque al menos el medio de transporte del primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) comprende un accionamiento a motor y un elemento accionado para el transporte del medio de almacenamiento durante el proceso de carga y porque al menos el elemento accionado con motor y/o un elemento fijo estacionario el medio de transporte está configurado para el intercambio de calor.

13.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizado** porque al menos el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) comprende un transportador de tornillo sin fin, con preferencia porque cada dispositivo de intercambio de calor (2, 4, 12) comprende, respectivamente, un transportador de tornillo sin fin.

14.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado** porque el primer dispositivo de intercambio de calor (2, 12) presenta medios de desmenuzamiento y está configurado para el desmenuzamiento del medio de almacenamiento en partículas durante y/o después del cambio de fases.

15.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado** porque el dispositivo está configurado para la realización de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

FIGURA 1

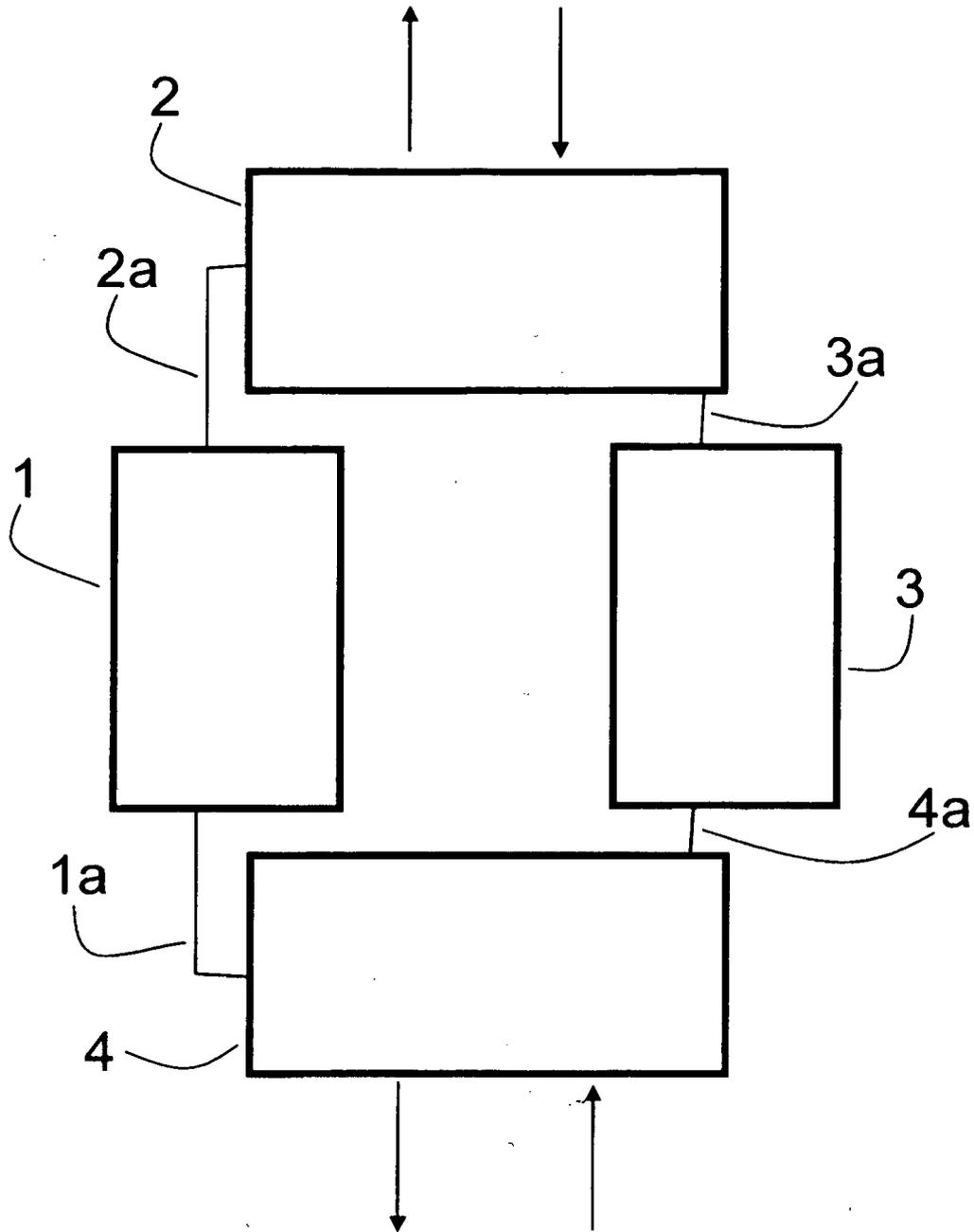


FIGURA 2

