

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 566**

51 Int. Cl.:

F24H 9/20	(2006.01)
F24H 7/04	(2006.01)
F24J 2/32	(2006.01)
F24J 2/34	(2006.01)
F24D 11/00	(2006.01)
F24D 11/02	(2006.01)
F28D 20/02	(2006.01)
F24J 2/05	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2010 PCT/GB2010/051910**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011 WO11058383**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010 E 10782360 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 2502004**

54 Título: **Sistemas de almacenamiento de energía**

30 Prioridad:

16.11.2009 GB 0919934

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2018

73 Titular/es:

**SUNAMP LIMITED (100.0%)
Unit 1 Satellite Park,
Macmerry, Edinburgh EH33 1RY, GB**

72 Inventor/es:

**FIELD, JOHN y
BISSELL, ANDREW**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 653 566 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

Sistemas de almacenamiento de energía

5 Campo de la invención

Esta invención se relaciona con sistemas de almacenamiento de energía. Más particularmente, la presente invención se relaciona con sistemas de almacenamiento de energía térmica y al uso de material que almacena energía tal como material de cambio de fase en la provisión de sistemas de calefacción y/o refrigeración en, por ejemplo, viviendas domésticas.

10

Antecedentes de la invención

15

Aunque hay muchos sistemas de calefacción y refrigeración en el mercado, muchos de estos sistemas de la técnica anterior adolecen de problemas de eficiencia y también son costosos de manejar. Los sistemas de la técnica anterior también tienden a basarse en combustibles fósiles que son poco amigables con el medioambiente.

20

La calefacción de espacios ("calor") y el agua caliente son instalaciones esperadas en hogares, oficinas, fábricas, hoteles, tiendas, etc. en todo el mundo. La práctica común reciente ha sido suministrar este tipo de calentamiento bajo demanda quemando fuentes de energía almacenables (por ejemplo, petróleo, gas y similares) o usando energía eléctrica (generada típicamente a partir de gas o carbón) en un elemento de calentamiento.

25

En la mayoría de las ciudades del mundo, el almacenamiento de combustible se realiza en instalaciones centralizadas (por ejemplo, tanques de almacenamiento de gas, pilas de carbón en una central eléctrica) y se transfiere a través de una red de distribución al usuario (por ejemplo, tuberías de gas, líneas de electricidad etc.). Las modernas calderas de condensación de gas y petróleo convierten el petróleo y el gas en calor con una eficiencia superior al 90%. Los elementos eléctricos funcionan con casi el 100% de eficiencia. Superficialmente, esto se ve mejor, sin embargo, la mayor parte de la electricidad se genera a partir de gas, petróleo o carbón con solo un 30% de eficiencia. Volviendo al combustible original, la calefacción eléctrica solo tiene un 30% de eficiencia.

30

Por lo general, los combustibles almacenados (carbón, petróleo, gas) son combustibles fósiles. Estas son tiendas de "luz solar fósil". Su energía se origina en el sol, a través de la fotosíntesis en plantas que finalmente quedaron atrapadas bajo tierra. Fueron dejados durante millones de años, pero los estamos quemando en cientos. Como resultado, enfrentamos problemas importantes para continuar usando estos combustibles fósiles:

35

- Se agotarán dentro de plazos previsibles (desde décadas para el petróleo hasta siglos para el gas y el carbón). Mucho antes de que lleguen al agotamiento, una vez que pasan su pico en producción, los precios suben rápidamente.

40

- Enormes cantidades de CO2 atmosférico fueron secuestradas en el suelo durante su formación. Estamos liberando este CO2 a la atmósfera a un ritmo enormemente acelerado. La consecuencia es el cambio climático con consecuencias potencialmente catastróficas en la pérdida tanto de la biodiversidad planetaria como del hábitat humano (escasez de agua, desertificación y aumento del nivel del mar).

45

Existen muchos procedimientos propuestos para reducir y finalmente eliminar la dependencia de los combustibles fósiles. En esencia, todos buscan mover la fuente de energía de la luz solar antigua y fósil a la luz del sol actual, con diversos grados de inmediatez.

50

Para aplicaciones de calefacción y refrigeración, las bombas de calor se pueden utilizar para mover y concentrar la energía de origen natural o de energía calórica residual. Para impulsar bombas de calor requiere energía eléctrica. Las fuentes de energía no fósiles impulsadas por el sol incluyen:

55

- Energía fotovoltaica que convierte la luz solar en electricidad con eficiencias desde menos del 10% hasta más del 20% para paneles rentables.

60

- Las plantas generadoras de electricidad solar térmica concentran la luz solar para calentar un fluido de trabajo que impulsa un generador. Deben estar ubicados en áreas con mucha luz solar directa, por ejemplo, desiertos. Por lo tanto, solo son realmente adecuados para generar electricidad en la red.

65

- Las turbinas de viento aprovechan los vientos que se originan de la energía solar que impulsa el movimiento de las masas de aire. Es raro que exista un buen recurso eólico en el punto de uso que permita la ubicación conjunta de generación y uso.

- La energía hidroeléctrica utiliza la energía potencial gravitacional del agua que corre desde lugares altos a lugares más bajos. Excepto en muy pocas partes del mundo, la energía hidroeléctrica no puede satisfacer la mayor parte de la demanda de electricidad de la red. Existen sitios limitados adicionales para implementar grandes reservorios, y puede haber problemas humanos y de biodiversidad en torno a la inundación de grandes áreas.

• La energía de las olas utiliza olas que se generan en gran medida por la acción del viento en el mar. A su vez, el viento es impulsado por el sol.

5 • Biocombustibles: la madera se puede quemar directamente en las centrales térmicas de la misma forma que el carbón. Se puede procesar una amplia variedad de materias primas para producir combustibles líquidos o gaseosos. Ya sea que se utilice maíz, aceite de colza, cortadera, desechos animales o aceite de cocina usado, la energía que contienen se deriva de la luz solar actual. Sin embargo, existen grandes preocupaciones sobre la competencia entre la producción de alimentos y la producción de cultivos de biocombustibles, y entre los cultivos de biocombustibles y las tierras naturalmente biodiversas (por ejemplo, la eliminación de la selva por el aceite de palma).

10 Se puede observar que, aparte de los biocombustibles y algunas centrales hidroeléctricas, los dispositivos de conversión de energía renovable impulsados por energía solar no operan bajo demanda (o en la jerga de la industria de generación de electricidad, no son “despachables”): su energía llega cuando el sol brilla cuando el viento sopla; cuando los mares están altos la energía disponible es estadísticamente predecible en la escala de días, semanas, meses o años; sin embargo, las redes eléctricas deben equilibrarse a nivel de minutos, cuarto o media hora.

15 Almacenar energía eléctrica es difícil. En la actualidad, las redes eléctricas casi no incluyen almacenamiento, están equilibradas en tiempo real. Los reservorios hidroeléctricos brindan una oportunidad para almacenar electricidad. Cuando el exceso de electricidad está disponible en la red, se puede utilizar para bombear agua desde un nivel inferior al depósito superior, almacenando así la energía eléctrica en forma de energía potencial gravitacional en el agua que se movió cuesta arriba. Cuando la red eléctrica no tiene electricidad, se puede permitir que esta agua fluya a través de las turbinas y se vuelva a generar electricidad. Este proceso es 90% eficiente, pero los sitios hidroeléctricos de almacenamiento bombeado son escasos.

20 Otro enfoque, propuesto como una aplicación de la invención actual, es convertir el exceso de energía eléctrica de fuentes renovables intermitentes en calor o frío cuando la electricidad está disponible, almacenar el calor o enfriar en un almacén térmico y luego hacerlo disponible como calor y frío útil a pedido.

25 Las tecnologías de almacenamiento de energía térmica almacenan el calor, por ejemplo, de los colectores solares activos, en un depósito aislado para su posterior uso en calefacción de espacios, agua caliente doméstica o de proceso, o para generar electricidad. La mayoría de los sistemas de calefacción solar activa y práctica tienen un período de almacenamiento de calor de unas pocas horas a un día. También hay un número pequeño pero creciente de almacenes térmicos estacionales, que se utilizan para almacenar el calor del verano para su uso durante el invierno.

30 Los materiales de cambio de fase se han empleado previamente en dispositivos de almacenamiento de energía que usan el cambio de fase sólido-líquido. El material de cambio de fase de gas líquido no suele ser práctico para su uso como almacenamiento térmico debido a los grandes volúmenes o las altas presiones requeridas para almacenar los materiales cuando están en su fase gaseosa.

35 Inicialmente, los materiales de cambio de fase sólido-líquido funcionan como materiales de almacenamiento convencionales; su temperatura aumenta a medida que absorben el calor. A diferencia de los materiales de almacenamiento convencionales, sin embargo, cuando los materiales de cambio de fase alcanzan la temperatura a la que cambian de fase (su punto de fusión), absorben grandes cantidades de calor sin un aumento significativo de la temperatura. Cuando cae la temperatura ambiente alrededor de un material líquido, el material de cambio de fase se solidifica, liberando su calor latente almacenado. Dentro del rango de confort humano de 20° a 30°C, algunos materiales de cambio de fase son muy efectivos. Pueden almacenar de 5 a 14 veces más calor por unidad de volumen que los materiales de almacenamiento convencionales, como agua, mampostería o roca.

40 Los materiales de cambio de fase se pueden agrupar en general en dos categorías: compuestos orgánicos (como ceras, extracto vegetal, polietilenglicol); y productos a base de sal (como la sal de Glauber). Los materiales de cambio de fase más comúnmente utilizados son los hidratos de sal, ácidos grasos y ésteres, y varias parafinas (como el octadecano). Recientemente, también se investigaron líquidos iónicos como materiales de cambio de fase. Como la mayoría de las soluciones orgánicas no contienen agua, pueden exponerse al aire, pero todas las soluciones de materiales de cambio de fase a base de sal deben estar encapsuladas para evitar la evaporación del agua. Ambos tipos ofrecen ciertas ventajas y desventajas para ciertas aplicaciones.

45 Las sales eutécticas, una clase de materiales de cambio de fase, también se han utilizado desde finales de 1800 como un medio para aplicaciones de almacenamiento térmico. Se han utilizado en aplicaciones tan diversas como el transporte refrigerado para aplicaciones ferroviarias y viales y, por lo tanto, sus propiedades físicas son bien conocidas.

50 Los rangos de temperatura ofrecidos por la tecnología de materiales de cambio de fase brindan un nuevo horizonte para los servicios de construcción y los ingenieros de refrigeración con respecto a las aplicaciones de almacenamiento de energía a temperatura media y alta. El alcance de estas aplicaciones de energía térmica es muy amplio, como la calefacción solar, el agua caliente, el rechazo de calefacción, el aire acondicionado y las aplicaciones de almacenamiento de energía térmica.

Sin embargo, hay una serie de problemas con el uso práctico de materiales de cambio de fase que incluyen alcanzar velocidades adecuadas de entrada y salida de calor y niveles aceptables de eficacia termodinámica.

5 El documento GB 1396292 se relaciona con unidades de almacenamiento de calor. Se divulga una unidad de almacenamiento de calor que comprende un recipiente al menos parcialmente presentado con un hidrato cristalizante de (orto) fosfato trisódico distinto del monohidrato y un elemento de calentamiento en comunicación térmica con los elementos del recipiente.

10 El documento GB 1 396 292 se relaciona con un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica capaz de aceptar, almacenar y liberar energía térmica en un intervalo de más de una temperatura a/desde al menos una fuente y/o disipador de energía térmica, dicho almacén de energía térmica comprende:

15 una configuración de tres o más bancos de almacenamiento de energía térmica, teniendo cada uno de dichos bancos de almacenamiento de energía térmica un rango de temperatura de funcionamiento:

uno o más de los bancos de almacenamiento de energía térmica contienen material de almacenamiento de energía térmica que comprende un único material o una mezcla de materiales;

20 donde dicho material de almacenamiento de energía térmica en dicho banco contiene al menos algunos de uno o más tipos de material de almacenamiento de energía térmica que experimenta al menos una transición de fase de absorción y/o liberación de energía a una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas dentro de los rangos de temperatura de operación de cada banco;

25 en el que cada transición de fase está asociada a un cambio sin propiedades físicas y/o químicas de dicho material de almacenamiento de energía térmica; y

30 dos o más conexiones de transferencia de energía térmica controladas independientemente, donde cada conexión comprende uno o más dispositivos adecuados para transferir calor desde un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta (característica implícita para transferir calor), conectando cada conexión dos o más bancos.

Es un objeto de al menos un aspecto de la presente invención obviar o al menos mitigar uno o más de los problemas anteriormente mencionados.

35 El (orto) fosfato diferente de monohidrato y un elemento de calentamiento en comunicación térmica con los elementos del contenedor.

40 Es un objeto de al menos un aspecto de la presente invención obviar o al menos mitigar uno o más de los problemas anteriormente mencionados.

Es un objeto de al menos un aspecto de la presente invención obviar o al menos mitigar uno o más de los problemas anteriormente mencionados. Es un objeto adicional de la presente invención suministrar un almacén de energía térmica mejorado.

45 Es un objeto adicional de la presente invención suministrar un sistema mejorado de calentamiento y/o enfriamiento que comprende material de cambio de fase.

Resumen de la invención

50 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se suministra un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica capaz de aceptar, almacenar y liberar energía térmica en un rango de más de una temperatura a/desde al menos una fuente de energía térmica y/o disipador, dicho almacenamiento de energía térmica comprende:

55 una configuración de tres o más bancos de almacenamiento de energía térmica, cada uno de dichos bancos de almacenamiento de energía térmica tiene un rango de temperatura operativa;

60 al menos uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica contienen material de almacenamiento de energía térmica que comprende un material único o una mezcla de materiales;

65 en donde dicho material de almacenamiento de energía térmica en al menos un banco contiene al menos algunos de uno o más tipos de material de almacenamiento de energía térmica que experimenta al menos una transición de fase de absorción y/o liberación de energía en una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas dentro de los rangos de temperatura operativa de cada banco;

en donde cada transición de fase está asociada con un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de dicho material de almacenamiento de energía térmica; y

5 dos o más conexiones de transferencia de energía térmica controladas independientemente, en donde cada conexión comprende uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta, cada enlace conecta dos o más bancos;

10 en donde uno o más almacenamientos térmicos de material de cambio de fase multibanco incluyen un sistema de control que regula la cantidad y fuente de electricidad sacada por el sistema o los elementos eléctricos de almacenamiento de energía térmica del sistema debido a una bomba y/o una bomba de calor y/o un dispositivo termoelectrico que extrae y utiliza electricidad con base en uno o más de los siguientes criterios:

- Estabilidad de la red de electricidad;

15 • Disponibilidad de electricidad;

- Coste de la electricidad;

20 • Intensidad de carbono de la electricidad;

- Señales de un operador de la red de electricidad;

- La criticidad de la operación de los elementos del sistema.

25 en donde la fuente de electricidad es una fuente de energía local que cogenera calor y energía eléctrica combinada (es decir, un generador CHP local); y

30 en donde existen elementos electrónicos de control y elementos electrónicos de energía requeridos para seleccionar la fuente de generación eléctrica local, que regula la cantidad y la fuente de la electricidad extraída. El sistema de calefacción y/o refrigeración pueden formar parte o pueden incluir dentro de éste un almacén de energía térmica.

35 También se describe un almacén de energía térmica capaz de aceptar y/o almacenar y/o liberar energía térmica en un rango de una o más temperaturas a/desde al menos una fuente de energía térmica y/o disipador, dicho almacén de energía térmica comprende:

una configuración de uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica, cada uno de dichos bancos de almacenamiento de energía térmica tienen un rango de temperatura operativa;

40 al menos uno o más de los bancos de almacenamiento de energía térmica capaces de contener una cantidad apropiada y tipo de material de almacenamiento de energía térmica comprende un material único o una mezcla de materiales;

45 en donde dicho material de almacenamiento de energía térmica en al menos un banco contiene al menos algunos de uno o más tipos de material de almacenamiento de energía térmica que experimenta al menos una transición de fase de absorber y/o liberar energía en una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas dentro del rango de temperatura operativo usual de cada banco; y

50 en donde cada transición de fase se asocia con un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de el dicho material de almacenamiento de energía térmica.

En realizaciones preferidas, al menos una o todas las transiciones de fase pueden ser reversibles sin pérdida sustancial de capacidad de absorción y/o almacenamiento y/o liberación de energía a través de al menos más de un ciclo o ciclos reversibles.

55 Típicamente, el material de almacenamiento de calor (es decir, almacenamiento de energía térmica) puede experimentar un cambio de fase sólido-líquido y puede almacenar/liberar energía al experimentar un cambio de fase. Este proceso puede ocurrir una pluralidad de veces.

60 La presente invención por lo tanto se relaciona con un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. La tecnología descrita en la presente invención se puede utilizar en un número de tecnologías que almacenan energía en, por ejemplo, un reservorio térmico para reutilización posterior. Una ventaja particular de utilizar un material de cambio de fase sólido - líquido como se establece en la presente invención es equilibrar la demanda de energía entre el tiempo diurno y el tiempo nocturno. Un reservorio térmico se puede mantener a una temperatura por encima (es decir, más caliente) o por debajo (es decir, más frío) que aquel del ambiente.

65

La presente invención por lo tanto se puede utilizar tanto en sistemas de calentamiento y/o de refrigeración. Un uso particular de la presente invención son unidades de acondicionamiento de aire o en ciertos sistemas de calentamiento.

5 Típicamente, el almacén de energía térmica puede comprender al menos un banco o una pluralidad de bancos. El al menos uno o la pluralidad de bancos puede contener uno o más medios intercambiadores de calor que pueden permitir la transferencia de energía térmica (por ejemplo, mediante conducción y/o radiación y/o convección y/o tubería de calor y/o transferencia de energía térmica indirectamente a través de un fluido de transferencia de energía térmica y/o cualquier otro medio de transferencia de energía térmica) hacia y/o desde al menos una fuente de energía térmica y/o disipadores.

10 Los medios intercambiadores de calor en al menos un banco pueden permitir que la energía térmica se transfiera de manera simultánea o sustancialmente simultánea (y, por ejemplo, con los mismos medios intercambiadores de calor, también en otras ocasiones, transferidos de forma no simultánea) hacia y/o desde dos o más fuentes de energía térmica y/o disipadores.

15 Los medios intercambiadores de calor en al menos un banco pueden permitir que la energía térmica sea simultánea (y, por ejemplo, con los mismos medios intercambiadores de calor, también en otras ocasiones, de forma no simultánea y/o simultánea solo en relación con algún subconjunto de los posibles conjuntos de fuentes/disipadores de energía térmica) transferidos a y/o desde tres o más fuentes/disipadores de energía térmica.

20 En realizaciones particulares, el número de fuentes y/o disipadores de energía térmica potencialmente simultáneos puede ser cuatro o más, cinco o más, seis o más, siete o más, ocho o más, nueve o más, o diez o más. Por lo tanto, puede haber una pluralidad de fuentes de energía térmica y/o disipadores.

25 Por lo tanto, puede haber múltiples fuentes con diferentes temperaturas.

En realizaciones particulares, el almacén térmico puede comprender dos o más bancos, tres o más bancos, cuatro o más bancos, cinco o más bancos, seis o más bancos, siete o más bancos, ocho o más bancos, nueve o más bancos, o diez o más bancos. Por lo tanto, puede haber una pluralidad de bancos.

30 Típicamente, el almacén térmico y/o cada banco y/o una pluralidad de bancos pueden ser capaces de aceptar y/o almacenar y/o liberar energía térmica en un intervalo de una o más temperaturas hacia y/o desde una o más fuentes y/o disipadores de energías térmicas simultáneamente o en diferentes momentos.

35 Al menos uno o todos los bancos en el almacén térmico pueden estar anidados. Típicamente, una configuración de bancos puede estar total y/o parcialmente anidada entre sí.

40 Al menos uno de los uno o más bancos exteriores (es decir, sin considerar ningún aislamiento interpuesto, que esté total y/o en su mayoría rodeado por uno o más ambientes locales externos al almacén de energía térmica y que no esté cerrado de forma sustancial y/o en absoluto cualquier otro banco) puede estar en, o sustancialmente cerca de, la temperatura de uno o más ambientes locales que encierran el almacén de energía térmica.

45 El uno o más bancos más calientes (lo que significa, por ejemplo, pero no limitado a el banco que tiene una temperatura de transición de fase y/o el promedio actual y/o la temperatura máxima y/o mínima de su material de almacenamiento de energía térmica que es el más alto en términos absolutos del conjunto de todos los bancos dentro del almacén de energía térmica y/o representa un máximo local) puede ser al menos uno de los uno o más bancos anidados más internos (es decir, el banco o aquellos bancos para los cuales ningún otro banco está total y/o principalmente incluido en éste/estos).

50 El uno o más bancos más fríos (lo que significa, por ejemplo, pero no limitado a, el banco que tiene una temperatura de transición de fase y/o el promedio actual y/o la temperatura máxima y/o mínima de su material de almacenamiento de energía térmica que es el más bajo en términos absolutos del conjunto de todos los bancos dentro del almacén de energía térmica y/o representa un mínimo local) puede ser al menos uno de los uno o más bancos anidados más internos (es decir, ese banco o aquellos bancos para los cuales ningún otro banco es total y/o mayormente encerrado dentro de este/estos).

55 El almacén de energía térmica puede incluir al menos un banco más frío y uno más caliente, cada uno de los cuales puede ser el más interno.

60 Típicamente, anidar, y/o rodear total o parcialmente los bancos entre sí, puede reducir la energía térmica perdida del almacén de energía térmica a su uno o más ambientes locales circundantes en comparación con el caso donde no se utiliza el anidamiento.

65 En realizaciones particulares, al menos una fuente/disipador de energía térmica puede ser externa al almacén térmico. Al menos una fuente/disipador de energía térmica puede estar dentro de al menos un banco del almacén de energía térmica.

Típicamente, el almacén de energía térmica puede comprender al menos una conexión de transferencia de energía térmica entre al menos una fuente de energía térmica y un disipador de energía térmica.

5 El almacén de energía térmica puede comprender al menos una conexión de transferencia de energía térmica entre al menos una fuente/disipador de energía térmica dentro del almacén térmico y al menos un disipador/fuente de energía térmica externa al almacén térmico.

10 El almacén de energía térmica puede comprender al menos una conexión de transferencia de energía térmica entre al menos una fuente/disipador de energía térmica dentro de al menos un primer banco del almacén térmico y al menos un disipador/fuente de energía térmica dentro de al menos un segundo banco del almacén térmico.

15 Típicamente, cualquier fuente/disipador de energía térmica dentro de un banco comprende al menos algún material de almacenamiento de energía térmica en contacto térmico (ya sea directamente en contacto físico o radiactivo en contacto térmico o de otro modo) con uno o más medios intercambiadores de calor dentro del banco. Los medios intercambiadores de calor pueden permitir que la energía térmica se elimine y/o se suministre (mediante conducción y/o radiación y/o convección y/o tubería de calor y/o transferencia de energía térmica indirectamente a través de un fluido de transferencia de energía térmica y/u otros medios de transferencia de energía térmica) el material de almacenamiento de energía térmica dentro del banco mediante transferencia a/desde al menos una conexión de transferencia de energía térmica que comprende al menos un medio de transferencia de energía térmica (incluyendo pero no limitado a metal conductor térmico y/o alta conductividad térmica plástico y/o gas y/o refrigerante y/o radiación electromagnética y/o líquido y/u otro fluido de transferencia de calor).

20 La al menos una conexión de transferencia de energía térmica que comprende al menos un medio de transferencia de energía térmica permite transferir energía térmica desde/a al menos una fuente/disipador de energía térmica externa al almacén térmico que está en contacto térmico (ya sea directamente en contacto físico o radiativamente en contacto térmico u otro) con la al menos una conexión de transferencia de energía térmica.

25 El medio de transferencia de energía térmica de la conexión de transferencia de energía térmica puede estar contenido dentro y/o encerrado y/o dirigido por una o más tuberías y/u otros recipientes y/o cerramientos (que pueden estar cerrados y/o abiertos, y pueden ser de naturaleza punto a punto y/o formar un bucle y/o formar la totalidad o parte de una red) para promover y/o ayudar y/o asegurar la función del medio de transferencia de energía térmica para transferir energía térmica de la fuente de energía térmica en un extremo de la conexión de transferencia de energía térmica al disipador de energía térmica ya que el medio de transferencia de energía térmica puede ser bombeado y/o movido por cualquier otra causa por la aplicación de energía externa y/o por procesos naturales (como la convección pero sin limitarse a ella) y/o termosifón y/o acción capilar) de manera tal que promueva y/o ayude y asegure su función de transferir energía térmica de la fuente de energía térmica en un extremo de la conexión de transferencia de energía térmica al disipador de energía térmica en el otro o viceversa.

30 Típicamente, al menos una conexión de transferencia de energía térmica puede comprender y/o incluir una tubería de calor o un circuito de tubería que contiene fluido de transferencia de calor accionado por una bomba.

35 Se puede provocar que la energía térmica se mueva dentro y/o a través de la conexión de transferencia de energía térmica mediante la aplicación de energía externa (tal como, pero no limitado a, bombeo de calor y/o efectos termoeléctricos y/o emisión termoiónica) y/o procesos naturales (tales como, entre otros, convección y/o termosifón y/o acción capilar) para promover y/o ayudar y/o asegurar que la función del medio de transferencia de energía térmica transfiera energía térmica de la fuente de energía térmica en un extremo de la conexión de transferencia térmica al disipador de energía térmica en el otro o viceversa.

40 La conexión de transferencia de energía térmica puede comprender y/o incorporar uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo de menor temperatura a un cuerpo con una temperatura más alta en donde tales dispositivos pueden incluir, pero no están limitados a:

45 una bomba de calor de compresión de vapor;

50 y/o bomba de calor química;

55 y/o dispositivo termoeléctrico;

60 y/o dispositivo termoiónico;

y/o cualquier otro dispositivo capaz de mover calor de un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta que opera dentro de las leyes de la termodinámica.

ES 2 653 566 T3

El almacén térmico puede incorporar integralmente dentro de su función y/o estructura y/o lógica de control uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo con menor temperatura a un cuerpo con mayor temperatura, donde tales dispositivos pueden incluir, pero no están limitados a:

5 una bomba de calor de compresión de vapor;

y/o bomba de calor química;

y/o dispositivo termoeléctrico;

10

y/o dispositivo termoiónico;

y/o cualquier otro dispositivo capaz de mover calor de un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta que opera dentro de las leyes de la termodinámica.

15

El sistema de calefacción y/o refrigeración puede incorporar integralmente dentro de su función y/o estructura y/o lógica de control uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo con menor temperatura a un cuerpo con mayor temperatura donde tales dispositivos pueden incluir, pero no están limitados a:

20 una bomba de calor de compresión de vapor;

y/o bomba de calor química;

y/o dispositivo termoeléctrico;

25

y/o dispositivo termoiónico;

y/o cualquier otro dispositivo capaz de mover calor de un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta que opera dentro de las leyes de la termodinámica.

30

La conexión de transferencia de energía térmica puede unir dos o más bancos y puede comprender y/o incorporar uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo de menor temperatura a un cuerpo de mayor temperatura en donde tales dispositivos pueden incluir, pero no están limitados a:

35 una bomba de calor de compresión de vapor;

y/o bomba de calor química;

y/o dispositivo termoeléctrico;

40

y/o dispositivo termoiónico;

y/o cualquier otro dispositivo capaz de mover calor de un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta que opera dentro de las leyes de la termodinámica.

45

La capacidad de transferir energía térmica de una conexión de transferencia de energía térmica y/o una parte de una conexión de transferencia de energía térmica y/o medios de intercambiador de calor dentro de un banco conectado a dicha conexión de transferencia de energía térmica y/o medios de intercambiador de calor externos al almacén de energía térmica conectado a una conexión de transferencia de energía térmica de este tipo puede modularse entre un estado en el que es máximamente resistente y/o completamente incapaz de transferir energía térmica y un estado en el que tiene una resistencia mínima a la transferencia de energía térmica y/o modulado a cualquier grado de permisividad entre los niveles mínimo y máximo.

50

Los cambios de permisividad térmica se pueden lograr, por ejemplo, pero sin limitarse a, variando la cantidad de energía motivante, ya sea eléctrica o de otro tipo, aplicada a una bomba y/o una bomba de calor y/o un dispositivo termoeléctrico y/u otro aparato, y/o variando la velocidad de flujo de un fluido de transferencia de energía térmica, y/o seleccionando del conjunto disponible de canales y/o tuberías capaces de transportar fluido de transferencia de energía térmica a través de medios de intercambio de calor y/o conexiones de transferencia de energía térmica un subconjunto que se encuentran en un momento específico abierto para transportar fluido de transferencia de energía térmica utilizando, por ejemplo, pero no limitado a, válvulas y/o válvulas accionadas por motor y/o colectores y/o solenoides.

60

El cambio de permisividad térmica puede ocurrir por cambios en la configuración física de la estructura del intercambiador de calor y/o los medios de conexión de transferencia de energía térmica y/o el fluido de transferencia de energía térmica en respuesta, por ejemplo, pero no limitado a, el estado físico del almacén térmico y/o alguna parte del almacén térmico, y/o el estado físico del ambiente que rodea el almacén térmico y/o algún otro estímulo, por

65

- 5 ejemplo, pero sin limitarse a, los cambios de temperatura en cada extremo de un termosifón o la conexión y desconexión de la tubería de calor y/o la modulación de su capacidad para transferir energía térmica, y/o una tubería de calor especialmente diseñada con un reservorio para su fluido de transferencia de energía térmica que tenga ese reservorio abierto y/o cerrado, y/o tira metálica que actúa en respuesta a un cambio de temperatura para abrir y/o cerrar una válvula.
- 10 La modulación puede controlarse y/o influirse, por ejemplo, pero sin limitarse a, el estímulo del usuario y/o la acción de un termostato y/o controlador mecánico y/o eléctrico y/o programa de control que se ejecuta en un sistema de cálculo programable, respondiendo a su vez al estado físico del almacén térmico y/o a alguna parte del almacén térmico, y/o el estado físico del ambiente que rodea el almacén térmico.
- 15 Al menos algunos de los bancos pueden tener rangos de temperatura operativa usuales superpuestos y/o idénticos.
- Al menos algunos de los bancos pueden tener rangos de temperatura operativa distintos, no superpuestos.
- 20 Al menos dos bancos y/o al menos un banco y al menos una fuente/disipador de energía térmica externa pueden estar conectados por al menos una conexión de transferencia de energía térmica que constituye una red y/o un gráfico dirigido donde los bancos pueden constituir nodos y las conexiones de transferencia de energía térmica pueden constituir bordes.
- 25 Al menos una conexión de transferencia de energía térmica, puede transferir energía térmica en una sola dirección y/o puede transferir con una permisividad mucho más alta en una dirección y muy baja permisividad en la otra (por ejemplo, pero sin limitarse a, de un primer banco a un segundo banco, solo cuando en ese momento el material de almacenamiento de energía térmica dentro del primer banco está a una temperatura más alta que el material de almacenamiento de energía térmica dentro del segundo banco, pero nunca desde dicho segundo banco hasta dicho primer banco).
- 30 Una o más conexiones de transferencia de energía térmica de dirección única pueden comprender y/o incluir, por ejemplo, pero sin limitarse a, diodos de calor y/o tubos de calor y/o termosifones configurados especialmente, y/o circuitos de bombeo que funcionan solo cuando los termostatos y/o termopares en los bancos y/o fuentes/disipadores de energía térmica en cualquiera de los extremos informan una temperatura más alta en un extremo que en el otro, pero no cuando la diferencia de temperatura va en dirección opuesta, y/o superficies emisivas selectivas y/o emisividad selectiva de vidrio y/o doble acristalamiento y/o triple acristalamiento y/o gas inerte y/o vacío.
- 35 Cada fuente/disipador de calor externo puede conectarse directamente mediante medios de conexión de transferencia de energía térmica a cada banco dentro del almacén térmico.
- 40 Cada banco dentro del almacén térmico puede conectarse a cualquier otro banco dentro del almacén de energía térmica mediante medios de conexión de transferencia de energía térmica.
- 45 Para al menos una fuente/disipador de energía térmica externa, se puede conectar a al menos un banco dentro del almacén de energía térmica, pero no se puede conectar a cada banco dentro del almacén de energía térmica.
- Para al menos un banco dentro del almacén térmico, puede estar conectado al menos a otro banco dentro del almacén de energía térmica, pero no puede estar conectado a ningún otro banco dentro del almacén de energía térmica.
- 50 Cada banco dentro del almacén térmico puede estar conectado solamente al banco siguiente más caliente/frío que el banco dado, donde la temperatura de cada banco significa, por ejemplo, pero no se limita a, temperatura de transición de fase del material de almacenamiento térmico dentro de cada banco, y/o el mínimo y/o máximo y/o centro del rango de temperatura operativa habitual de cada banco.
- 55 Al menos una fuente de energía térmica externa al almacén de energía térmica y/o al menos un banco fuente dentro del almacén de energía térmica puede carecer de una conexión directa de transferencia de energía térmica hacia/desde al menos un banco de destino dentro del almacén de energía térmica y/o al menos un dissipador de energía térmica externo al almacén de energía térmica. La energía térmica puede ser transferida entre la fuente y el destino (o viceversa) utilizando como sustituto de la conexión de transferencia de energía térmica directa faltante al menos una secuencia de una primera conexión de transferencia de energía térmica que conduce a un primer banco intermedio seguido de una segunda conexión de transferencia de energía térmica que conduce al destino original.
- 60 La transferencia de energía térmica desde la fuente utilizando la primera conexión de transferencia de energía térmica hace que la energía térmica se agregue a la energía almacenada en al menos un banco intermedio, donde puede almacenarse temporalmente. Energía térmica simultánea y/o previa y/o posterior pueden retirarse de dicho banco intermedio y transferirse utilizando la segunda conexión de transferencia de energía térmica al destino.
- 65 La secuencia de transferencias intermedias puede incluir al menos dos bancos intermedios y al menos tres conexiones de transferencia de energía térmica.

Al menos tres fuentes/destinos para transferencias de energía térmica (es decir, fuentes/disipadores externos al almacén de energía térmica y/o bancos de origen/destino dentro del almacén de energía térmica) pueden compartir una única conexión de transferencia de energía térmica.

5 La conexión de transferencia de energía térmica puede compartirse en virtud de estar continuamente conectada a los intercambiadores de calor de cada una de las al menos tres fuentes/destinos.

10 La conexión de transferencia de energía térmica puede compartirse en algunos momentos en virtud de estar al menos en algunas ocasiones conectada a los intercambiadores de calor de al menos dos de las al menos tres fuentes/destinos.

15 Uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica pueden conectarse a otro conjunto de uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica mediante medios de conexión de transferencia de energía térmica en donde dichos medios pueden permitir la transferencia controlada y/o deliberada y/o incontrolada de energía térmica entre bancos.

20 Las conexiones de transferencia de energía térmica entre los bancos pueden modificarse durante el uso del sistema, por ejemplo, pero no exclusivamente, haciendo y/o interrumpiendo físicamente las tuberías y/u otras conexiones, y/o encendiéndolo y/o apagándolo., y/o en posiciones intermedias de válvulas y/o bombas y/o bombas de calor y/u otros elementos conmutables y/o controlables y/o cambiando la capacidad de transferir energía térmica de tuberías de calor y/o cualquier otro medio para controlar la transferencia de calor conocido en el arte

25 En aspectos de la invención, una fuente puede ser en otro momento y/o al mismo tiempo también un destino

30 En realizaciones particulares, las fuentes y/o destinos de transferencias de energía térmica pueden conmutarse en sucesión y/o en paralelo entre una o más fuentes/disipadoras de energía térmica (ya sean externos a un almacén de energía térmica y/o bancos de almacenamiento de energía térmica dentro de un almacén de energía térmica) y uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica de un almacén de energía térmica.

35 La conmutación de las fuentes/destinos puede ser el resultado de cambios físicos a las propiedades (por ejemplo, pero no limitadas a la temperatura) del sistema y/o el ambiente que rodea el sistema y/o las partes componentes del sistema (como, pero no limitado a, bancos de almacenamiento de energía térmica y/o fuentes/disipadores de energía térmica) que causan cambios físicos naturales a algún elemento del sistema (por ejemplo, pero no limitado a, la expansión de una expansión metálica y/o variable de una banda bimetálica, y/o cambio de densidad y/o evaporación y/o condensación de un fluido de transferencia de energía térmica) que puede dar como resultado un cambio en la función de alguna parte del sistema (como, entre otros, apertura y/o cierre y/o variación del estado de una válvula, y/o variación de la capacidad de un tubo de calor para transmitir calor) en donde dichos cambios fueron pretendidos por un diseñador del sistema.

40 Un sistema de control puede elegir y/o cambiar las fuentes y/o destinos de transferencias de energía térmica en sucesión y/o en paralelo entre una o más fuentes/disipadoras de energía térmica (ya sean externos a un almacén de energía térmica y/o bancos de almacenamiento de energía térmica) dentro de un almacén de energía térmica) y uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica de un almacén de energía térmica.

45 En intervalos de tiempo regulares y/o irregulares, el sistema de control puede calcular el coeficiente de rendimiento y/o eficiencia relativa total del sistema y/o cualquier otra métrica de rendimiento para una o más transferencias potenciales de energía térmica en cualquier momento y el sistema de control puede elegir una opción más beneficiosa o más óptima de tales transferencias en relación con los parámetros establecidos por un sistema de control general y/o de acuerdo con los criterios establecidos por el diseñador del sistema de almacenamiento de energía térmica y/o usuario y/o comprador y/criterios legales y/o criterios de seguridad y/o cualquier otro diseño y/o criterio de uso y/o beneficio, y cambiar las fuentes y/o destinos en consecuencia.

55 La cantidad y/o temperatura de la energía térmica disponible de/aceptable por una fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica puede ser variable a lo largo del tiempo.

60 La cantidad y/o temperatura de la energía térmica disponible desde/aceptable por una fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica puede variar con el tiempo debido a las elecciones del usuario, por ejemplo, pero sin limitarse a:

la decisión de un usuario de encender y/o no encender y/o aumentar/disminuir el índice de flujo de combustible y/o aumentar/disminuir la velocidad de flujo del oxidante y/o extinguir una fuente de combustión, por ejemplo, entre otros, la quema de madera y/o gas natural;

65 y/o la decisión de un usuario de desplegar un panel solar y/o modificar su posición para aumentar y/o disminuir su capacidad de capturar la luz solar y/o repararla para eliminar la suciedad;

ES 2 653 566 T3

y/o la decisión de un usuario de encender y/o apagar una bomba que hace que el agua fría del lago esté disponible en un intercambiador de calor externo como disipador de energía térmica.

5 La cantidad y/o temperatura de energía térmica disponible desde/aceptable por una fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica puede variar con el tiempo debido al proceso de operación de la fuente de energía térmica, por ejemplo, pero no limitado a:

la fase de calentamiento de un quemador de combustión; y/o

10 la capacidad y/o la incapacidad y/o la precisión y/o capacidad de respuesta de un panel solar para rastrear el sol a medida que atraviesa el cielo, y/o

15 limitación auto-limitante y/o impuesta del rendimiento de una bomba de calor externa debido a los límites de energía eléctrica disponible, y/o

el agotamiento de la capacidad de un depósito de energía térmica (como, pero no limitado a, un tanque de agua caliente residual y/o un bloque de hielo) para liberar/aceptar energía térmica.

20 La cantidad y/o temperatura de energía térmica disponible de/aceptable por una fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica puede variar con el tiempo debido a la variabilidad intrínseca o natural de la fuente/disipador, por ejemplo, pero no limitado a:

25 variabilidad en la calidad de un combustible, por ejemplo, pero no exclusivamente, la calidad y/o el contenido de humedad de la leña y/o el contenido de energía volumétrica del gas natural y/o biogás; y/o

30 la subida/puesta del sol y/o el aumento/disminución de la altura del sol sobre el horizonte y/o la travesía del sol a través del cielo con un ángulo cambiante con respecto a la superficie de un panel solar y/o la oclusión y/u oclusión parcial de los rayos del sol que caen sobre un panel solar debido a nubes y/o sombras; y/o

cambios naturales en la temperatura del aire y/o la temperatura del agua y/o el cambio de temperatura de un cuerpo que constituye una fuente de energía térmica ya que tiende a alcanzar la temperatura de equilibrio con un ambiente que lo rodea.

35 Al menos algunas fuentes y/o destinos de transferencias de energía térmica pueden conmutarse en sucesión y/o paralelo de modo que al menos en algunas ocasiones la energía térmica puede transferirse desde una fuente externa de energía térmica a un banco seleccionado que tiene en dichos momentos una temperatura promedio y/o máxima y/o mínima inferior en su material de almacenamiento de energía térmica que la temperatura en dichos momentos de la fuente externa de energía térmica.

40 Al menos en algunas ocasiones, se puede elegir el banco seleccionado porque es, en ese momento, el banco más caliente (es decir, el banco que tiene el promedio más alto y/o la temperatura máxima y/o mínima de su material de almacenamiento de energía térmica) entre todos los bancos del almacén de energía térmica que tienen temperaturas más bajas que la fuente de energía térmica externa.

45 Al menos en algunas ocasiones, se puede elegir el banco seleccionado porque es, en ese momento, el banco más agotado en energía térmica por alguna medida, por ejemplo, pero no limitado a que el banco tenga el promedio y/o máximo más bajo y/o temperatura mínima de su material de almacenamiento de energía térmica, y/o en donde el material de almacenamiento de energía térmica puede ser un material de cambio de fase más cercano (ya sea en una medida absoluta y/o proporcional al máximo posible para ese banco) a estar completamente su estado de energía más bajo, por ejemplo, pero no limitado a, congelado.

50 Después y/o al mismo tiempo que se transfiere la energía térmica de la fuente de energía térmica externa al banco seleccionado, puede permanecer el potencial para transferir energía térmica a otros bancos en el almacén de energía térmica, y puede haber un banco y/o bancos adicionales seleccionados para aceptar parte y/o la totalidad de la energía térmica restante que podría transferirse potencialmente en secuencia y/o al mismo tiempo, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, causando un fluido de transferencia térmica (que ya ha sido dirigido por una conexión de transferencia de energía térmica desde la fuente de energía térmica externa a un primer banco) dirigida adicionalmente por una disposición de una o más conexiones de transferencia de energía térmica adicionales en secuencia a medios intercambiadores de calor en uno o más bancos adicionales, en donde el uno o más bancos adicionales se visitan en una secuencia descendente de la temperatura promedio y/o máxima y/o mínima del material de almacenamiento de energía térmica dentro de cada banco.

65 Al menos algunas fuentes y/o destinos de transferencias de energía térmica pueden conmutarse en sucesión y/o paralelo de modo que al menos en ciertas ocasiones la energía térmica se transfiere a un disipador externo de energía térmica de un banco seleccionado que tiene en dichos momentos una mayor temperatura media y/o máxima y/o

mínima en su material de almacenamiento de energía térmica que la temperatura en dichos tiempos del disipador externo de energía térmica.

5 Al menos en algunas ocasiones, se puede elegir el banco seleccionado porque es, en ese momento, el banco más frío (es decir, el banco que tiene la temperatura promedio más baja y/o máxima y/o mínima de su material de almacenamiento de energía térmica) entre todos los bancos del almacén de energía térmica que tienen temperaturas más altas que el disipador de energía térmica externa.

10 En al menos algunas ocasiones, se puede elegir el banco seleccionado porque es, en ese momento, el banco que contiene la mayor cantidad de energía térmica por alguna medida, por ejemplo, pero no limitado a que el banco tenga el mayor promedio y/o máximo y/o temperatura mínima de su material de almacenamiento de energía térmica, y/o donde el material de almacenamiento de energía térmica puede ser un material de cambio de fase que sea el más cercano (ya sea en una medida absoluta y/o proporcional al máximo posible para ese banco) a ser completamente en su estado de energía más alto, por ejemplo, pero no limitado a, fundido.

15 Después y/o al mismo tiempo que la energía térmica puede transferirse al disipador de energía térmica externa del banco seleccionado, se mantiene el potencial para transferir energía térmica de otros bancos en el almacén de energía térmica, y un banco y/o bancos adicionales pueden ser seleccionados para suministrar parte y/o la totalidad de la energía térmica remanente que podría transferirse potencialmente en secuencia y/o al mismo tiempo, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, haciendo que un fluido de transferencia térmica sea dirigido primero por una disposición de una o más conexiones de transferencia de energía térmica adicionales en secuencia a intercambiadores de calor en uno o más bancos adicionales, en donde el uno o más bancos adicionales pueden ser visitados en secuencia descendente y/o ascendente de temperatura media y/o máxima y/o mínima del material de almacenamiento de energía térmica dentro de cada banco antes de ser dirigido por una conexión final de transferencia de energía térmica al disipador de energía térmica externa desde el último banco.

20 El fluido de transferencia de energía térmica puede fluir alrededor de un circuito que puede incluir una fuente/disipador externa de energía térmica y al menos un banco de un almacén de energía térmica seleccionado del conjunto completo de dichos bancos.

30 El número y/o el orden y/o la temperatura de transición de fase y/o el promedio actual y/o la temperatura máxima y/o mínima de los bancos para incluir en la transferencia de energía térmica desde/hacia una fuente/disipador externo pueden elegirse de tal manera que la temperatura de retorno de cualquier fluido de transferencia de energía térmica que pueda fluir desde el almacén de energía térmica puede adaptarse mejor y/o adaptarse óptimamente a alguna característica de la fuente/disipador externa, por ejemplo, pero no limitada a, la temperatura a la que el fluido de transferencia de energía que fluye hacia la fuente/disipador externo puede suministrar y/o recoger y/o rechazar y/o generar y/o convertir energía térmica de la manera más óptima, por ejemplo, pero sin limitarse a:

35 devolver el fluido de transferencia de energía térmica a un panel solar térmico durante el día a baja temperatura, de modo que las pérdidas radiativas del panel se minimicen y, por lo tanto, el panel solar funcione de la manera más eficiente posible para recoger el calor; y/o

devolver el fluido de transferencia de energía térmica a un panel solar térmico durante la noche; y/o

45 un radiador a alta temperatura para que las pérdidas radiativas del panel y/o radiador se maximicen y el panel solar funcione tan eficientemente como sea posible para rechazar el calor y/o devolver el fluido de transferencia térmica a una caldera de gas dentro del rango de temperatura de diseño para cuya operación está diseñada y calificada para ser más eficiente; y/o

50 devolver el fluido de transferencia de energía térmica a una caldera trasera en una estufa de leña a una temperatura en la que el fluido de transferencia de energía térmica no hierva y por lo que la estructura de la estufa no se agrietará debido a la tensión térmica.

55 El objetivo de igualar mejor y/u optimizar alguna característica de la fuente/disipador externo se equilibra con el objetivo de mantener ciertas cantidades objetivo de, por ejemplo, pero no exclusivamente, energía térmica en cada banco y/o ciertas temperaturas objetivo, que pueden cambiar de vez en cuando, cambiando de vez en cuando el número y/o el orden y/o la temperatura de transición de fase y/o el promedio actual y/o la temperatura máxima y/o mínima de los bancos para incluir en las transferencias de energía térmica entre el almacén de energía térmica y al menos unas fuentes/disipadores externos.

60 El objetivo de mantener y/o alcanzar ciertas cantidades objetivo de, por ejemplo, pero no limitado a, energía térmica en cada banco y/o ciertas temperaturas objetivo, que pueden cambiar de vez en cuando, puede lograrse mediante un sistema de control adaptando las transferencias de energía térmica dentro y hacia/desde el almacén.

65 Dicha adaptación puede realizarse teniendo en cuenta información actual y/o histórica y/o proyecciones de futuro sobre los parámetros físicos y/o el comportamiento del usuario relacionado con el propio almacén de energía térmica

- 5 y/o sus bancos y/o sus materiales de almacenamiento de energía térmica y/o el ambiente que rodea inmediatamente al almacén de energía térmica, y/o los patrones de demanda de cualquier servicio suministrado por el almacén de energía térmica (por ejemplo, pero sin limitarse a, el cronograma de producción de una fábrica que utilice dicha energía térmica), y/o el ambiente más amplio (por ejemplo, pero no limitado a, la temperatura exterior actual/proyectada y/o el aislamiento solar y/o la cobertura de nubes y/o la disponibilidad proyectada y/o real de combustible y/o energía eléctrica), y/o el comportamiento del usuario (por ejemplo, pero no exclusivamente, la presencia o ausencia del usuario y/o las preferencias del usuario para la temperatura de confort).
- 10 La fuente externa de energía térmica puede ser un fluido y/o medio ambiente que contiene desechos y/o un exceso de energía térmica de un proceso (por ejemplo, pero no limitado a, escape de aire caliente de un edificio en un ambiente frío y/o escape de aire frío desde un edificio en un ambiente cálido y/o agua caliente de desperdicio del baño y/o ducha y/o aceite en un motor térmico que requiere enfriamiento antes de reutilizarse y/o refrigerar fluido de una celda de combustible y/o un digestor de biogás y/o una planta de producción de biocombustibles).
- 15 La fuente externa de energía térmica puede ser un fluido y/o medio ambiente que contenga desechos y/o un exceso de energía térmica y esta energía térmica puede transferirse a al menos un banco que puede elegirse específicamente para tener una temperatura de transición de fase de su material de almacenamiento de energía térmica que lo hace bien adaptado para absorber la energía térmica residual.
- 20 Puede existir, desde al menos un banco que absorba desperdicios y/o exceso de energía térmica, conexiones no directas de transferencia de energía térmica a disipadores de energía térmica/fuentes externas al almacén de energía térmica (aparte de la una o más conexiones de transferencia de energía térmica a la fuente de energía térmica de desperdicio y/o exceso).
- 25 Puede existir, al menos de un banco que absorba desperdicios y/o energía térmica excesiva, al menos una conexión de transferencia de energía térmica (específicamente aquellos en los que las máquinas se utilizan para transferir energía térmica de menor a mayor temperatura) a al menos otros bancos dentro del almacén de energía térmica.
- 30 El efecto puede ser capturar los desechos y/o el exceso de calor de un fluido y/o ambiente a una temperatura inferior a la que dicho desperdicio/exceso de calor podría contribuir de forma útil directamente a un servicio útil del sistema de energía térmica y efectuar dicha captura a una tasa de transferencia de energía adaptada a la disponibilidad de desechos/exceso de calor en uno o más bancos que contienen materiales de almacenamiento de energía térmica a temperaturas inferiores a aquéllas en las cuales el calor excesivo podría ser útil para contribuir directamente a un servicio útil del sistema de energía térmica y utilizar dispositivos (por ejemplo, pero sin limitarse a, bombas de calor)
- 35 para transferir energía térmica de estos uno o más bancos de temperatura más baja a uno o más bancos de temperatura más alta (que están a temperaturas desde las cuales pueden contribuir de manera útil directamente a energía térmica a un servicio útil del sistema de energía térmica) a una tasa que puede diferir sustancialmente de la tasa de captura de desechos/exceso de energía.
- 40 La tasa de transferencia de energía térmica desde los bancos con temperaturas más bajas a las más altas puede ser más baja que la tasa máxima a la cual la energía térmica se transfiere a los bancos de temperaturas más bajas desde las fuentes de energía residual/en exceso.
- 45 En al menos algunas ocasiones, la energía térmica puede eliminarse de al menos un banco y entregarse al menos a otro banco del almacén de energía térmica, y al mismo tiempo no se puede agregar ni eliminar energía térmica del almacén de energía térmica desde/hacia cualquier fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica.
- 50 La configuración del sistema puede ser tal que sea posible que, al menos en algunas ocasiones, la energía térmica pueda eliminarse de al menos un banco y entregarse al menos a otro banco del almacén de energía térmica, y al mismo tiempo no se agrega y/o se elimina energía térmica del almacén de energía térmica desde/hacia cualquier fuente/disipador de energía térmica externa al almacén de energía térmica.
- 55 Como resultado de acciones dictadas por al menos un sistema de control y/o por diseño del sistema, la cantidad de energía térmica añadida a cada banco puede mantenerse en perfecto equilibrio con la cantidad de energía térmica eliminada de cada banco (incluyendo cualquier pérdida por transferencias térmicas no deseadas y/o no pretendidas u otras pérdidas) durante un ciclo que puede ser de cualquier duración, por ejemplo, entre algunos segundos y/o algunos minutos y/o una hora y/o varias horas y/o un día y/o varios días y/o una semana y/o varias semanas y/o un mes y/o varios meses y/o un año y/o varios años.
- 60 Uno o más fluidos de transferencia de energía térmica pueden ser redirigidos y/o reciclados a través y/o por vía de intercambiadores de calor en contacto térmico con una configuración de bancos en un orden previsto y/o seleccionado de vez en cuando para maximizar y/o mejorar la energía térmica extraída del fluido de transferencia de energía térmica y almacenarse en el material de almacenamiento de energía térmica de los bancos y/o extraerse del material de almacenamiento de energía térmica de los bancos y transferirse al fluido de transferencia de energía térmica.
- 65

La configuración física del almacén de energía térmica puede cambiarse durante el uso del sistema por cualquiera de los siguientes:

- 5 agregar uno o más bancos adicionales al almacén de energía térmica; y/o
eliminar uno o más bancos del almacén de energía térmica; y/o
intercambiando uno o más bancos por bancos de reemplazo.
- 10 Durante el uso y/o entre usos, la adición y/o conexión al almacén de energía térmica de uno o más bancos puede agregar energía térmica almacenada adicional al almacén de energía térmica en donde dicha energía térmica adicional resulta de:
- 15 uno o más bancos adicionales creados en un proceso de fabricación externo al almacén de energía térmica, proceso de fabricación que suministra al material de almacenamiento de energía térmica dentro del uno o más bancos adicionales energía térmica adecuada para su posterior liberación a través de una transición de fase; y/o
uno o más bancos adicionales que se crean en un proceso de fabricación externo al almacén de energía térmica y más tarde, pero antes de ser agregados al almacén de energía térmica actual, absorben energía térmica en otro almacén de energía térmica y/o dentro de otro equipo diseñado para agregar energía térmica al material de almacenamiento de energía térmica de uno o más bancos adicionales.
- 20 Durante el uso o entre usos, el material de almacenamiento de energía térmica en uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica se puede agregar y/o intercambiar total y/o parcialmente por material de almacenamiento de energía térmica de reemplazo.
- 25 El intercambio y/o la adición al material de almacenamiento de energía térmica de uno o más bancos agrega energía térmica adicional al uno o más bancos en donde:
- 30 el material de almacenamiento de energía térmica adicional y/o de reemplazo se fabricó en un proceso de fabricación externo al almacén de energía térmica, proceso de fabricación que impregnaba el material de almacenamiento de energía térmica adicional y/o de reemplazo con energía térmica adecuada para su posterior liberación a través de una transición de fase; y/o
el material de almacenamiento de energía térmica adicional y/o de reemplazo absorbe energía térmica en otro almacenamiento de energía térmica y/o dentro de otro equipo diseñado para agregar energía térmica al material de almacenamiento de energía térmica adicional y/o de reemplazo.
- 35 Se puede permitir que el calor fluya de una manera controlada y/o no controlada desde uno o más bancos a una temperatura más alta a uno o más bancos a una temperatura más baja, y/o desde uno o más bancos a una temperatura más alta a uno o más ambientes en contacto térmico con el almacenamiento térmico, y/o de uno o más ambientes en contacto térmico con el almacenamiento térmico a uno o más bancos a una temperatura más baja, por medio de conducción y/o radiación y/o convección y/o tubería de calor y/o transferencia a través de un fluido de transferencia térmica y/o cualquier otro mecanismo físico conocido de transferencia de calor.
- 40 Uno o más bancos pueden estar equipados con medios de aislamiento para:
- 45 promover el aislamiento térmico entre uno o más bancos y uno o más bancos y/o uno o más bancos y uno o más ambientes en contacto térmico con el almacén térmico y/o uno o más bancos del almacén térmico; y/o
para eliminar en la mayor medida posible y/o restringir y/o limitar y/o controlar selectivamente el calor permitido para fluir desde uno o más bancos a una temperatura más alta a uno o más bancos a una temperatura más baja, y/o desde uno o más bancos a una temperatura más alta a uno o más ambientes en contacto térmico con el almacén térmico, y/o de uno o más ambientes en contacto térmico con el almacén térmico a uno o más bancos a una temperatura más baja, por medio de conducción y/o radiación y/o convección y/o tubería de calor y/o transferencia a través de un fluido de transferencia térmica y/o cualquier otro mecanismo físico conocido de transferencia de calor.
- 50 Uno o más bancos pueden estar físicamente separados de uno o más bancos del mismo almacén de energía térmica.
- 55 Los bancos físicamente separados pueden ser controlados por el sistema de control como parte del mismo almacén de energía térmica.
- 60 Las transferencias de energía térmica pueden ser posibles entre dichos bancos separados físicamente y uno o más bancos del mismo almacén de energía térmica.
- 65

En el procedimiento de la presente invención, el sistema se puede utilizar como un sistema de calefacción y/o para suministrar un servicio de calefacción (donde el sistema puede utilizarse para agregar calor a al menos un cuerpo y/o al menos un ambiente externo al almacén de energía térmica).

5 En el procedimiento de la presente invención el sistema se puede utilizar como un sistema de refrigeración y/o para suministrar un servicio de refrigeración (donde el sistema se usa para eliminar calor de al menos un cuerpo y/o al menos un ambiente externo al almacén de energía térmica).

10 En el procedimiento de la presente invención, el sistema se puede utilizar como un sistema combinado de calefacción y refrigeración utilizado en el mismo y/o en diferentes momentos tanto como un sistema de refrigeración como un sistema de calefacción y/o para suministrar diferentes y/o los mismos tiempos de calentamiento y/o servicios de enfriamiento (donde el sistema se usa para agregar calor a al menos un cuerpo y/o al menos un ambiente externo al almacén de energía térmica y, al mismo tiempo y/o en diferentes momentos, se usa para eliminar el calor de al menos un cuerpo (que puede ser un cuerpo diferente y/o el mismo) y/o al menos un ambiente (que puede ser un ambiente diferente y/o el mismo) externo al almacén de energía térmica).

15 El sistema y/o servicio de calefacción y/o combinados se puede utilizar como un sistema de calefacción de espacio central y/o distribuido (por ejemplo, pero no limitado a su uso en, un edificio y/o un vehículo y/o un espacio al aire libre).

20 El sistema de calefacción y/o combinado y/o puede utilizarse para calentar el agua (por ejemplo, pero sin limitarse a su uso en, calentar agua limpia para lavar y/o bañar y/o cocinar y/o preparar bebidas y/o calefacción de una piscina).

25 El sistema y/o servicio de calefacción y/o refrigeración y/o combinados se pueden utilizar para calentar y/o refrigerar fluidos de transferencia de energía térmica para suministrar calor y/o enfriamiento de procesos industriales, y/o calentamiento directo y/o indirecto y/o refrigeración de fluidos de trabajo de un proceso industrial.

30 El sistema y/o servicio de calefacción y/o refrigeración y/o combinado pueden utilizarse para calentar fluidos de transferencia de calor para su uso en una máquina que convierte la energía térmica y/o las diferencias de temperatura en energía eléctrica y/o mecánica (por ejemplo, pero no limitado a, un pistón de vapor y/o un motor Stirling y/o un motor de ciclo de Rankine y/o una turbina de vapor, ya sea solo y/o conectado a un alternador eléctrico y/o dínamo, y/o un dispositivo termoeléctrico y/o termiónico utilizado como generador eléctrico).

35 El sistema y/o servicio de refrigeración y/o combinados se puede utilizar como un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado de espacio central y/o distribuido (por ejemplo, pero no limitado a su uso en un edificio y/o un vehículo y/o un espacio al aire libre).

40 El sistema y/o servicio de refrigeración y/o combinación se puede utilizar como un sistema de refrigeración (por ejemplo, pero no limitado a su uso en un refrigerador y/o congelador doméstico, y/o almacenamiento comercial y/o industrial refrigerado y/o congelado y/o almacenamiento a temperatura controlada, tal como, pero sin limitarse a, un almacén de papas y/o un sistema criogénico).

45 El fluido de transferencia de energía térmica del sistema y/o servicio de calefacción y/o refrigeración y/o combinado puede ser un líquido (por ejemplo, pero no limitado a, agua y/o mezcla de agua-glicol y/o agua con otros aditivos y/o un aceite fluible) y/o un refrigerante (por ejemplo, pero no limitado a, butano y/o propano y/o amoníaco y/o R-12 y/o R-22 y/o R-134a) y/o un gas (por ejemplo, pero no limitado a, aire).

Al menos un banco del almacén de energía térmica puede utilizarse como almacén térmico para al menos un servicio de calefacción y/o refrigeración y/o combinado.

50 Al menos un banco del almacén de energía térmica puede utilizarse como almacén térmico para al menos un servicio que puede utilizarse al menos parte del tiempo para calefacción y el mismo servicio puede utilizarse al menos parte del tiempo para refrigeración.

55 Al menos un banco puede aumentar considerablemente su tamaño para actuar como un depósito de energía térmica a granel para al menos un servicio.

60 El al menos un servicio puede ser calefacción y/o refrigeración de espacios entregados a través de (por ejemplo, pero no limitado a) paredes radiantes y/o calefacción bajo el suelo y/o techos radiantes y/o vigas frías y/o radiadores y/o radiadores de gran tamaño y/o radiadores de bovina de ventilador y/o sistemas de manejo de aire.

65 Al menos un banco y/o al menos una subparte de al menos un banco del almacén de energía térmica pueden estar físicamente colocados cerca del punto de entrega del servicio para el cual este es un depósito de energía térmica y se selecciona para tener un rango de temperatura operativa y/o rangos usuales adecuados para conducir directamente dicho servicio (por ejemplo, pero no limitado a, uno o más bancos distribuidos en uno o más grifos donde se extrae agua caliente en un sistema de agua caliente doméstica y/o uno o más radiadores y/o áreas de pared radiante y/o

techo y/o calefacción bajo el suelo que comprenden partes de uno o más bancos directamente en intercambio radiactivo y/o conductivo y/o convectivo con uno o más ambientes y/o cuerpos a calentar/refrigerar).

5 El sistema puede utilizarse dentro de aparatos y/o maquinaria doméstica y/o comercial y/o industrial, por ejemplo, pero sin limitarse a, un lavavajillas, una lavadora, etc.; una máquina de bebidas calientes que también ofrece agua fría y/o bebidas frías; una máquina expendedora de agua fría/caliente para alimentos y/o bebidas; un sistema que incorpora tazas recargables/calefacionadas reutilizables que pueden incorporar material de cambio de fase en su funcionamiento.

10 Al menos un banco y/o todo el almacén de energía térmica se puede utilizar como una batería de calor/frío.

Al menos una fuente de energía térmica puede ser una fuente de calor y/o calor ambiental y/o natural y/o de desecho.

15 Al menos una fuente de energía térmica puede ser variable en temperatura y/o energía térmica disponible a lo largo del tiempo.

20 Al menos una fuente/disipador de energía térmica puede ser al menos un colector solar térmico (en donde el al menos un colector solar térmico puede utilizarse en diferentes momentos para recoger el calor solar y/o rechazar el calor al ambiente), por ejemplo, incluyendo pero no limitado a colectores solares de placa plana utilizando un circuito bombeado de solución de etilenglicol en agua como fluido de transferencia de energía térmica y/o colectores solares de tubo de vacío que utilizan tubos de calor como conexión de transferencia de energía térmica y/o tejas de techo y/o calentadores de aire solar dedicados usando aire como fluido de transferencia de energía térmica y/o paneles fotovoltaicos y/o paneles solares fotovoltaicos híbridos que utilizan tubos de calor y/o conducción directa y/o aire y/o un circuito bombeado de solución de etilenglicol en agua como fluido de transferencia de energía térmica, todos calentados por el sol y/o enfriado por la radiación nocturna y/o por convección y/o conducción.

30 Al menos una fuente/disipador de energía térmica puede ser al menos una fuente de tierra (donde la al menos una fuente de tierra puede utilizarse en diferentes momentos para recoger el calor de la tierra y/o rechazar el calor a la tierra).

Al menos una fuente/disipador de energía térmica puede ser al menos una fuente de aire (en la que la al menos una fuente de aire puede utilizarse en diferentes momentos para recoger el calor del aire y/o rechazar el calor al aire).

35 Al menos una fuente de energía térmica puede ser al menos un sistema de combustión (por ejemplo, pero no limitado a, una estufa de leña y/o un quemador de gas natural y/o un quemador de aceite).

40 Al menos una fuente de energía térmica puede ser al menos un calentador eléctrico (por ejemplo, pero no limitado a un calentador de agua eléctrico, agua de calentamiento como un fluido de transferencia de energía térmica y/o un elemento de resistencia en contacto térmico directo con el material de almacenamiento de energía térmica en un banco).

45 Al menos una fuente de energía térmica puede ser el calor residual (que de otro modo sería disipado y/o ventilado a través de, por ejemplo, una boquilla de ventilador a un primer ambiente) desde al menos un acondicionador de aire y/o sistema de refrigeración y/o bomba de calor externa al almacén de energía térmica (en donde el propósito principal es enfriar un segundo ambiente).

50 Al menos una fuente de energía térmica puede ser el calor residual (que de otro modo sería disipado y/o ventilado mediante, por ejemplo, pero no exclusivamente, una boquilla de ventilador y/o una torre de enfriamiento a un primer ambiente y/o a un río y/o el mar) desde al menos un sistema externo que es un sistema de calefacción y/o proceso industrial y/o sistema y/o máquina de generación térmica de electricidad (por ejemplo, pero no limitado a, un motor de combustión interna y/o un motor a chorro) y/o cualquier otro sistema de conversión de energía que sea menos de 100% eficiente y en el que parte de la ineficiencia se manifieste como calor residual.

55 Al menos una fuente de energía térmica puede ser el calor residual (que de otro modo necesitaría ser administrado y/o disipado y/o ventilado a través de, por ejemplo, pero no exclusivamente, una boquilla de ventilador y/o una torre de enfriamiento y/o un sistema de refrigeración activo y/o disipador de calor a un primer ambiente) desde al menos un conjunto electrónico y/u otra máquina que genere calor residual en su funcionamiento, incluidos, por ejemplo, pero no exclusivamente, procesadores informáticos y/o microprocesadores y/o amplificadores y/o baterías y/o equipos de iluminación y/o iluminación LED y/o un motor eléctrico y/o un motor de combustión interna y/o celdas solares fotovoltaicas, en el que el calor residual no solo se gestiona y/o disipa y/o ventea por estos medios, pero también se utiliza como una forma para que un banco o almacén de energía térmica o sistema de energía térmica obtenga energía térmica útil.

65 Al menos una pieza de equipo que genera calor residual puede estar total y/o parcialmente integrada directamente dentro de uno o más bancos y/o directamente en contacto térmico con uno o más bancos.

5 La al menos una pieza de equipo que genera calor residual puede ser al menos una batería química, por ejemplo, pero no se limita a, una configuración de celdas de batería de ion de litio, donde el material de almacenamiento de energía térmica de un banco y/o subbanco dentro del cual las baterías están incrustadas y/o en contacto térmico se eligen para aumentar la probabilidad de operación y/o almacenamiento de las baterías que permanecen dentro de un rango de temperatura operativa preferido mejorando así una o más de la seguridad y/o eficacia y/o eficiencia de la una o más baterías.

10 Al menos una fuente de energía térmica puede ser la energía térmica residual incorporada en los fluidos residuales, por ejemplo, pero no exclusivamente, el aire de escape y/o el agua residual (que de otro modo sería disipada y/o ventilada mediante, por ejemplo, pero no limitado a conductos de aire de escape y/o desagües, desde un primer ambiente hasta un segundo ambiente) que incluyen, por ejemplo, pero no limitado a, aguas residuales del baño doméstico y/o aire de ventilación extraído de un edificio a una temperatura superior o inferior a la del segundo ambiente y/o agua de lluvia recolectada en un techo y ventilada a un desagüe pluvial.

15 Una alta tasa de energía térmica de desecho puede ser absorbida en un período corto en el material de almacenamiento de energía térmica de uno o más bancos del almacén de energía térmica, y más tarde y/o al mismo tiempo, en una tasa diferente, por ejemplo, pero no limitada a más baja, la energía térmica absorbida se puede transferir a otros bancos del mismo almacén de energía térmica y/o fuentes/disipadores externos a este.

20 Puede requerirse un sistema de enfriamiento activo de menor capacidad, por ejemplo, pero no limitado a una bomba de calor, porque las cargas pico de enfriamiento para la energía térmica residual se reducen mediante almacenamiento temporal en el material de almacenamiento de energía térmica de uno o más bancos del almacén de energía térmica.

25 La eliminación y/o reducción de tamaño y/o capacidad de ventiladores y/o bombas y/o bombas de calor puede dar como resultado un sistema de enfriamiento que es significativamente más silencioso y/o produce menos vibraciones y/o usa menos energía.

30 Al menos una fuente de energía térmica puede ser al menos una conexión a al menos un sistema de calefacción de distrito.

35 Al menos una fuente de energía térmica puede ser al menos una habitación y/u otro ambiente interno, donde el calor residual se acumula como resultado, por ejemplo, pero no limitado a, ocupación por metabolización de personas y/o animales, y/o uso de equipos que genera calor residual y/o ganancia solar como resultado de la energía solar que pasa a través de ventanas y/u otras aberturas abiertas a la entrada de radiación visible y/o ultravioleta y/o infrarroja y que es absorbida por una o más superficies internas a la sala con un aumento resultante en la energía térmica y/o la temperatura y/o reirradiados como radiación infrarroja de longitud de onda más larga y/u otra radiación térmica y/o calentando el aire de la habitación. La al menos una fuente de energía térmica que es al menos una habitación y/u otro ambiente, donde se acumula calor residual, puede conectarse al almacén de energía térmica mediante al menos una conexión de transferencia de energía térmica que comprende todo y/o parte de un sistema diseñado para extraer energía térmica residual de al menos una habitación y/u otro ambiente, que comprende, por ejemplo, pero no está limitado a, un sistema de enfriamiento de aire acondicionado y/o refrigeración confortable y/o diseñado para alternar entre la extracción de energía térmica de desecho en algunos momentos y entrega del calor deseado a otros, presente en una o más habitaciones y/u otro ambiente.

45 Al menos un disipador de energía térmica puede ser una habitación y/o un ambiente que requiere ser calentado y/o enfriado.

50 La conexión de transferencia de energía térmica entre el conjunto y/o al menos un banco del almacén de energía térmica y una sala y/o ambiente que requiere ser calentado y/o refrigerado, puede comprender al menos uno de, por ejemplo, pero no limitado a un circuito y/o red de tuberías y/o conductos que llevan fluido de transferencia térmica como etilenglicol y/o R134a y/o aire, y/o tuberías de calor y/o conducción directa y/o transferencia radiativa, transfiriendo energía térmica a al menos una de paredes radiantes y/o calefacción bajo el suelo y/o techos radiantes y/o vigas y/o radiadores refrigerados y/o radiadores sobredimensionados y/o radiadores de bovina de ventilador y/o sistemas de tratamiento de aire.

55 La habitación y/o el ambiente pueden constituir un lugar donde los artículos perecederos, por ejemplo, pero no limitados a, alimentos y/o especímenes biológicos y/o anteriormente seres vivos, se mantienen para retrasar los procesos de descomposición y/o promover la frescura, por ejemplo, pero no limitado a, una sala de despensa y/o un refrigerador y/o congelador y/o enfriador doméstico y/o comercial y/o industrial y/o vehículo y/o contenedor y/o almacenamiento criogénico y/o morgue.

65 Uno o más bancos de un almacén de energía térmica pueden conectarse a una fuente/disipador de energía térmica que comprende equipos que utilizan energía térmica para controlar la humedad del aire, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, utilizando la eliminación de energía térmica para enfriar aire húmedo debajo de su punto de rocío y por lo tanto hace que el vapor de agua se condense y por lo tanto reduzca la humedad del aire y/o luego agregue energía térmica

para recalentar el aire ahora seco a la temperatura de confort del usuario y/o agregue energía térmica al agua para evaporar un poco de agua y, por lo tanto, agregar humedad al aire.

5 Se pueden utilizar uno o más bancos de un almacén de energía térmica para almacenar exceso y/o calor residual de un sistema de enfriamiento durante el día (y/o cualquier otro período de carga máxima de calor) para que el calor pueda descargarse posteriormente cuando las condiciones lo permitan con un menor uso de bombeo adicional y/o energía de bombeo de calor, por ejemplo, pero no exclusivamente, durante la noche cuando la temperatura del aire es más fría y/o un panel solar puede irradiar calor al cielo nocturno.

10 Se pueden utilizar uno o más bancos de un almacén de energía térmica para almacenar exceso y/o calor residual de un sistema de enfriamiento durante el día (y/o cualquier otro período de carga máxima de calor) para que el calor pueda descargarse posteriormente seleccionado de modo que cualquier bombeo adicional requerido y/o energía de bombeo de calor tenga un costo menor y/o esté más disponible, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, cuando una tarifa nocturna de costo más bajo de un servicio eléctrico está en vigor y/o cuando el viento sopla en una turbina eólica para generar energía eléctrica y/o mecánica.

15
20 Cualquier bombeo de calor y/o bombeo de energía térmica entre bancos y/o hacia/desde bancos y disipadores/fuentes de energía térmica puede hacerse, en al menos algunos casos y/o en al menos algunas ocasiones, para que ocurra en el momento seleccionado tal que cualquier bombeo adicional requerido o bombeo de calor y/o calefacción y/o energía de enfriamiento tendrá un costo menor y/o estará más disponible, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, cuando una tarifa nocturna de bajo costo de un servicio eléctrico está en vigor y/o cuando el viento sopla sobre una turbina eólica y/o el sol brilla sobre un panel fotovoltaico para generar energía eléctrica y/o mecánica.

25
30 Cualquier bombeo de calor y/o bombeo de energía térmica entre bancos y/o hacia/desde bancos y disipadores/fuentes de energía térmica puede ser seleccionado, al menos en algunos casos y/o en al menos algunas ocasiones, cuando las temperaturas de los bancos y/o disipadores/fuentes de energía térmica son tales que hacen que la diferencia de temperatura entre la fuente y el destino de cada transferencia de energía térmica sea óptima y/o preferible y/o mejor que en otras ocasiones (ya sea sobre la base de registros históricos y/o rendimiento futuro predicho), a fin de reducir el uso de bombeo adicional y/o bombeo de calor y/o calefacción y/o energía de enfriamiento.

La transición de fase utilizada para el almacenamiento de energía térmica puede ser una o más de:

35 fusión de un sólido para convertirse en líquido y/o congelación del mismo líquido para convertirse en sólido, con absorción y/o liberación de energía térmica, ya sea que la fusión y la congelación ocurran a la misma temperatura o a diferentes temperaturas (por ejemplo, fusión de cera; fusión de metales, especialmente aleaciones eutécticas seleccionadas de fusión de metales, fusión de sales, fusión de sales a líquidos iónicos de baja temperatura); y/o

el cambio del estado de hidratación de una sal y/o hidrato de sal, con absorción y/o liberación de energía térmica; y/o

40 el cambio de la estructura cristalina de un material de una conformación a otra, con absorción y/o liberación de energía térmica; (por ejemplo, Na_2SO_4 que cambia de estructura cristalina rómbica a cúbica); y/o

45 adsorción y/o absorción y/o desorción y/o evaporación y/o condensación de vapor de agua y/u otros gases y/o líquidos desde y/o sobre superficies y/o desde y/o en la estructura de materiales, con absorción y/o liberación de energía térmica (por ejemplo, gel de sílice/vapor de agua) y/o;

50 cualquier otro cambio de estado físico y/o químico de un material y/o sistema de materiales que absorba y/o libere energía térmica en el que dicho cambio sea reversible sin pérdida sustancial de capacidad de absorción y/o almacenamiento y/o liberación de energía en al menos más de un ciclo reversible

55 La transición de fase puede absorber y/o liberar sustancialmente más energía a la dicha una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas de lo que sería el caso teniendo en cuenta únicamente la energía térmica absorbida y/o liberada como calor específico a la dicha una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas.

Uno o más materiales de almacenamiento de energía térmica pueden combinarse con uno o más aditivos para promover propiedades deseables y/o suprimir propiedades indeseables y/o modificar de otro modo la transición de fase donde el efecto de los aditivos es, por ejemplo, pero no limitado a, uno o más de:

60 modificación de la temperatura y/o rango y/o rangos de temperaturas a los que ocurre la transición de fase; y/o

promoción de la nucleación cuando se congelan sales y/o metales y/o agua y/o cualquier otro líquido; y/o

65 promoción de la nucleación de hidratos de sal deseables y/o supresión de la nucleación de hidratos de sal indeseables; y/o

- controlar selectivamente cuando comience la nucleación y/o congelación y/o cristalización y/o cualquier otra transición de fase de liberación de energía; y/o
- 5 controlar la velocidad de nucleación y/o congelación y/o cristalización y/o cualquier otra transición de fase de liberación de energía y la tasa relacionada de liberación de energía térmica; y/o
- promover la repetibilidad de los ciclos de absorción de energía térmica seguida de transiciones de fase de liberación de energía térmica; y/o
- 10 promover un aumento en el número de ciclos de absorción de energía térmica seguido de transiciones de fase de liberación de energía térmica en la vida útil de los materiales de almacenamiento de energía térmica; y/o
- promover un aumento en el tiempo operativo útil y/o la vida útil antes de la operación de los materiales de almacenamiento de energía térmica; y/o
- 15 mejorar la conductividad térmica de los materiales de almacenamiento de energía térmica; y/o
- cualquier otra modificación deseable de las propiedades de transición de fase de uno o más materiales de almacenamiento de energía térmica.
- 20 Se pueden elegir uno o más materiales y/o aditivos de almacenamiento de energía térmica para mejorar y/u optimizar una compensación entre su costo y/o su seguridad y/o densidad física y/o temperatura de transición de fase y/o la energía absorbida y/o liberada durante la transición de fase y/o las características de la transición de fase y/o la minimización del cambio de volumen de un lado a otro de la transición de fase y/o estrechez de su rango de
- 25 temperatura de transición de fase y/o similitud y/o diferencia de sus temperaturas de transición de fase cuando absorben y/o liberan energía y/o repetibilidad de liberación y/o absorción de energía térmica y/o pérdida de energía asociada con la absorción y posterior liberación de energía térmica y/o conductividad térmica y/o compatibilidad de materiales y/u otras propiedades físicas de acuerdo a los criterios establecidos por el diseñador del sistema de almacenamiento de energía térmica y/o usuario y/o comprador y/o criterios legales y/o criterios de seguridad y/o
- 30 cualquier otro diseño y/o uso y/o criterio de beneficio.
- En caso de fallo de la red eléctrica, el sistema de la presente invención puede autoalimentarse para al menos algunas de sus funciones al permitir transferencias de calor desde bancos más calientes a más fríos mediante, por ejemplo, pero sin limitarse a, un pistón de vapor y/o un motor Stirling y/o motor de ciclo de Rankine y/o turbina de vapor, ya sea solo y/o conectado a un alternador eléctrico y/o dínamo, y/o un dispositivo termoeléctrico y/o termoiónico utilizado como generador eléctrico.
- 35 El procedimiento de la presente invención también puede compensar dinámicamente el cambio en las propiedades de los materiales de almacenamiento de energía térmica (por ejemplo, temperatura de fusión, precisión de la temperatura de fusión) a lo largo del tiempo.
- 40 El procedimiento de la presente invención también puede ser tanto para calefacción como refrigeración y en el que al menos un banco puede actuar como fuente de energía térmica para aumentar la temperatura de uno o más disipadores de energía térmica y simultáneamente y/o en un momento diferente puede actuar como un disipador de energía térmica para reducir la temperatura de una o más fuentes de energía térmica. El almacenamiento térmico de la presente invención también puede comprender dos bancos, por lo que no existe un aparato de bombeo de calor en la conexión de transferencia de energía térmica entre ellos. Llevar a cabo el procedimiento de la presente invención también permite el calentamiento del agua al pasar a través de varios bancos a temperaturas de transición de fase ascendente. Esto permite que se use calor de grado mixto para calentar el agua.
- 45 El almacenamiento de energía térmica como se describe en la presente solicitud puede referirse a una serie de tecnologías que almacenan energía en un depósito térmico para su posterior reutilización. Las tecnologías descritas se pueden emplear para equilibrar la demanda de energía entre el día y la noche. El depósito térmico se puede mantener a una temperatura superior (más caliente) o inferior (más fría) que la del ambiente.
- 50 Otras realizaciones de la presente invención pueden ser como se describe a continuación.
- 55 1. Uno o más almacenes térmicos MCPCM ("Almacenes Térmicos") pueden integrarse en una red inteligente para actuar (en conjunto) como una o varias cargas despachables virtuales en la red eléctrica para efectuar la reducción de la demanda. Cuando la red está en peligro de volverse inestable debido a condiciones de demanda demasiado altas, o cuando se considera más económico deshacerse de cargas en lugar de activar otros generadores, se pueden cambiar varios elementos de las cámaras térmicas para que consuman menos energía o se apaguen completamente:
- 60
- Bombas de calor dentro de los almacenes térmicos
- 65

- Bombas de circulación, válvulas, etc. dedicadas a transferir calor de fuentes de calor externas, como paneles solares o recuperación de calor de aguas residuales (“WWHR”).

5 Ciertos elementos pueden desconectarse solo durante períodos limitados (por debajo del umbral de perceptibilidad del usuario):

- Bombas de circulación, válvulas, etc. utilizadas para entregar servicios locales (por ejemplo, calefacción, refrigeración del espacio) de los almacenes térmicos que pueden aceptar interrupciones breves debido a condiciones térmicas inercia del espacio que se calienta o enfría

10

Sin embargo, ciertos elementos normalmente no se desconectarían en un escenario de reducción de la demanda:

- Lógica de control (de todos modos, baja potencia).

15 • Bombas de circulación, válvulas, etc. utilizadas para entregar servicios locales de tiempo crítico de los almacenes térmicos (por ejemplo, agua caliente)

20 El efecto neto para la red es que reducir las cargas puede aliviar la condición de inestabilidad o evitar la necesidad de despachar generación adicional. El usuario local de cada almacén térmico no percibe ninguna interrupción en el servicio ya que el suministro local de calor, agua caliente o enfriamiento continúa al extraer la energía térmica almacenada en el almacén térmico. La decisión de reducir o desconectar elementos de cada almacén térmico se puede realizar mediante:

25 • Monitorizar (humano o automatizado) en una instalación de control central o descentralizado, lo que resulta en una decisión para reducir la demanda de un conjunto seleccionado de Almacenes Térmicos, seguido por comandos de envío a ellos (de forma inalámbrica, a través de Internet, a través de líneas eléctricas, etc.) para que se apaguen parcialmente, o

30 • Cada almacén térmico detecte independientemente signos de sobrecarga de la red en sus propias entradas eléctricas (por ejemplo, condiciones de bajo voltaje o inestabilidad de frecuencia) y utilizando lógica de decisión interna (ya sea preprogramada, autoaprendida o actualizada a distancia por políticas enviadas desde una instalación central) para decidir cuándo se apaga parcialmente.

35 2. Un almacén térmico se puede combinar con una batería eléctrica (que se puede recargar desde la red eléctrica siempre que haya energía disponible, fuentes de energía eléctrica locales, por ejemplo, un generador fotovoltaico o diésel, o una combinación), para formar un almacén térmico semiautónomo. En las situaciones identificadas en 1 anteriores, puede aceptar comandos para desconectarse completamente de la red (reduciendo aún más la carga) mientras sigue entregando un conjunto completo de servicios locales.

40 Esta disposición también suministra resistencia a los desastres donde la red se puede interrumpir de forma no planificada (debido a un desastre natural, falla operacional, apagones, etc.). Cuando un Almacén térmico semiautónomo detecta la falla completa de su alimentación de entrada de red, puede cambiar para utilizar solo la energía eléctrica almacenada de las baterías internas, y aplicarlo solo a los servicios más esenciales (tal vez ofreciendo al usuario la compensación explícita entre la duración de la batería y qué servicios mantener).

45

NB: El almacenamiento y uso de la energía eléctrica dentro del Almacén Térmico Semi-Autónomo podría realizarse completamente usando Corriente Directa (CD), siempre que los servicios esenciales a ser mantenidos se realicen utilizando electrónica de CD, bombas, etc. Esto evitaría el costo de un inversor interno, aunque uno podría utilizarse en algunas configuraciones (por ejemplo, si las bombas de CA o las bombas de calor formaban parte de los servicios esenciales).

50

Un almacén térmico semiautónoma también puede ofrecer continuidad de suministro de calefacción, refrigeración y agua caliente en áreas donde hay una disponibilidad limitada de electricidad, por ejemplo, racionar solo ciertas horas del día, ya sea de forma planificada o errática.

55

3. Al agregar un inversor a un Almacén térmico semiautónomo se crea un Almacén térmico/eléctrico híbrido que:

- Si bien mantiene los servicios térmicos esenciales como se indicó anteriormente, también puede suministrar energía eléctrica esencial dentro de un edificio afectado durante un corte de energía planificado o no planificado (para esta aplicación un inversor atado a la red es opcional, pero un interruptor de desconexión de red adecuado, para la protección antiaislante, es esencial).

60

- Proporcione servicios adicionales de estabilidad de red tales como la entrega de energía eléctrica de apoyo a la red eléctrica local durante los momentos de mayor demanda (para esta aplicación se requiere un inversor atado a la red).

65

Todos los puntos 1, 2 y 3 anteriores pueden entregarse en combinación con servicios para monitorizar la cantidad de servicios de soporte de red entregados; informar esto al propietario, usuario, operador de red y compañía de suministro de electricidad; y recompensar al propietario a través de rebajas en su factura de suministro de electricidad o pagos directos. A menudo, se realizan grandes pagos para este tipo de servicios, como la "reserva giratoria" de envío rápido o el soporte de frecuencia.

4. Para situaciones que no tienen conexión a la red, un Almacén térmico semiautónomo puede convertirse en un Almacén térmico totalmente autónomo al eliminar cualquier conexión eléctrica de la red y proporcionarla completamente con electricidad generada localmente, ya sea de energía renovable como la generación fotovoltaica o convencional.

Para reducir los costes, es deseable en este caso evitar requerir un inversor en cualquier parte del sistema. Los paneles PV, etc. producen energía eléctrica de CD. La electrónica barata puede controlar el almacenamiento y la recuperación de las baterías. Si el resto del Almacén Térmico Autónomo está equipado completamente con equipos de CD (incluidos componentes electrónicos, bombas, válvulas y bombas de calor), entonces se puede eliminar la necesidad de tener un inversor de CD a CA.

5. Puede ser deseable incluir un inversor para crear un Almacén Híbrido/Eléctrico Híbrido totalmente Autónomo capaz de suministrar servicios térmicos y energía eléctrica fuera de la red en combinación. En este caso, la capacidad de generación local y las baterías internas deben tener el tamaño suficiente para suministrar toda la energía eléctrica necesaria para todo el funcionamiento del Almacén térmico y todas las cargas eléctricas del edificio fuera de la red.

6. Las diversas formas y derivados de almacenes térmicos que pueden aceptar energía eléctrica generada localmente (enumeradas en 2 a 5 arriba) o cualquier otra variación similar pueden integrarse adicionalmente incorporando toda la electrónica de control y electrónica de potencia requerida para la fuente de generación eléctrica local elegida, por ejemplo, el seguidor de punto de máxima potencia utilizado por una cadena de paneles fotovoltaicos ("PV").

7. Las diversas formas y derivados de almacenes térmicos que pueden aceptar energía eléctrica generada localmente (enumerados en los puntos 2 a 6 anteriores) o cualquier otra variación similar pueden configurarse sin batería eléctrica y aún conservar algunas de las capacidades destacadas. Por ejemplo, un Almacén térmico equipado con todos los circuitos para trabajar con paneles PV, sin batería, pero equipado con un inversor atado a la red, podría suministrar reducción de la demanda en todo momento; abastecer la demanda de energía eléctrica de la red local limitada bajo demanda durante las horas del día; reducir la factura de energía del hogar mediante el uso de energía eléctrica PV generada localmente para conducir el Almacén térmico; y entregar la potencia eléctrica PV excedente cuando esté disponible para la red eléctrica (beneficiando al propietario a través de la medición neta o tarifas de alimentación).

8. Las diversas formas y derivados de almacenes térmicos que pueden aceptar energía eléctrica generada localmente (enumeradas en 2 a 7 arriba) o cualquier otra variación similar pueden utilizarse preferentemente en combinación con una fuente de energía local que cogenera calor y energía eléctrica combinados ("Generador de CHP local") como:

- Celda de combustible (que genera simultáneamente calor y potencia)
- Generador diésel (aprovechando el calor residual del motor)
- Colectores PV/térmicos híbridos donde PV se superpone a un colector solar térmico de placa plana convencional
- Generadores eléctricos térmicos solares (por ejemplo, colectores de canal, concentradores de Fresnel, torres solares) donde la luz del sol se concentra en un punto o una línea para calentar agua (o amoníaco) a vapor, después de lo cual se usa en una turbina para generar electricidad. El calor residual (que de lo contrario es un problema de eliminación) se puede desviar parcialmente para suministrar energía térmica al Almacén térmico.

El generador de CHP local tiene la ventaja de que una sola pieza de equipo (que ocupa potencialmente menos espacio y cuesta menos que dos piezas separadas de equipo) proporciona la energía térmica y la energía eléctrica necesarias para controlar el Almacén térmico (o derivada).

9. En 8 anterior, la salida del generador de CHP local puede modularse para que sea liderada por la demanda local de energía eléctrica (en cuyo caso la energía térmica puede verse como una forma de calor residual que se captura de manera oportunista en el almacén térmico para uso posterior). Alternativamente, cuando la demanda primaria es de calor o la demanda de calor excede la de la electricidad, la modulación puede controlarse para satisfacer la demanda total de calor, creando un exceso de electricidad sobre la necesidad local. Para las unidades que están conectadas a una red de suministro de electricidad y son capaces de exportar el exceso de electricidad con el pago a través de una tarifa de alimentación, esto puede generar ganancias atractivas.

Sin embargo, en el caso de que un generador local de CHP, baterías eléctricas y un almacén térmico se utilicen fuera de la red, la "electricidad residual" podría ser un problema si (a largo plazo) la demanda de calor da como resultado más generación de electricidad que puede ser usado localmente. En este caso, se controla una realización preferencial

para modular la salida del generador de CHP local a un nivel inferior (que no generará suficiente calor para satisfacer toda la carga de calor), pero aún suministra un exceso de energía eléctrica en una cantidad cuidadosamente elegida: suficiente energía eléctrica para cerrar la brecha entre el calor generado y el demandado cuando esa energía eléctrica se utiliza para impulsar las bombas de calor incorporadas en el Almacén térmico (o bombas de calor externas) en combinación con calor residual o fuentes locales de calor de baja calidad (por ejemplo, una fuente de aire).

10. Un colector solar integrado combina un panel solar térmico con un almacenamiento de calor integrado en el panel. En una configuración específica, el almacén de calor integrado localmente podría utilizar material de cambio de fase, o podría ser un almacén térmico MBPCM integrado localmente con el panel solar (véase la figura 12).

Un ejemplo comienza con un colector solar estándar que comprende:

- una placa de cubierta de vidrio;
- una placa recolectora de metal (cubierta con TiNOX u otro recubrimiento absorbente selectivo);
- un tubo de meandro que lleva fluido de transferencia de calor ("HTF"), unido a la placa de metal;
- un marco estructural, para soportar lo anterior, equipado con aislamiento posterior y lateral.

En un ejemplo específico, la placa de metal y el tubo de meandro pueden reemplazarse por una lámina delgada (por ejemplo, 1000 x 500 x 20 mm) de material compuesto de PCM estabilizado en forma con un tubo de meandro incrustado dentro o unido a su parte posterior.

La temperatura de fusión del PCM puede seleccionarse para adaptarse a la aplicación, por ejemplo, elegir un PCM de temperatura más baja (por ejemplo, 32°C) si el objetivo es capturar la máxima energía térmica de la luz solar sin necesidad de calor de alta calidad (por ejemplo, calefacción por suelo radiante podría ser conducido en un bucle directamente desde dichos paneles), o un PCM a temperatura más alta (digamos 58°C) si el objetivo es lograr un cierto grado mínimo de calor (por ejemplo, para calentar el agua).

Un PCM de bajo punto de fusión puede requerir menos aislamiento, por ejemplo, es posible que no requiera tapa de vidrio sobre el colector integrado.

En una implementación del sistema, se podrían desplegar varios paneles colectores integrados PCM de punto de fusión diferentes para suministrar calor acumulado y almacenado a diferentes temperaturas bajo demanda por el resto del sistema, por ejemplo, paneles de 32°C, 45°C y 58°C. Se podría suministrar agua caliente doméstica ("ACS") haciendo funcionar las redes frías progresivamente a través de los paneles a 32°C, 45°C y 58°C en serie, proporcionando así (directamente en el techo de un edificio) tanto el colector para el calor solar térmico, pero también para el almacenamiento en un Almacén térmico PCM distribuida Multibanco integrada en los colectores.

En un sistema de este tipo, diferentes colectores podrían ubicarse de manera más óptima en diferentes ángulos y ubicaciones, por ejemplo:

- un panel a 32°C, principalmente conduciendo calefacción bajo el suelo, en un techo inclinado a unos 60 grados o incluso en una pared que da hacia el sur, ya que optimiza la captura de calor en la estación de calefacción de otoño, invierno y primavera.
- Un panel a 58°C en un techo poco profundo de aproximadamente 35 grados en la medida en que este optimiza la captura de calor promedio optimizada durante todo el año para la producción de agua caliente

El material compuesto PCM puede tener carbono u otro material que mejora la conductividad mezclada en su composición. Adicionalmente o alternativamente, un material absorbente selectivo como TiNOX (o una alternativa que también puede elegirse por sus propiedades como un potenciador de la conductividad térmica) se puede combinar (o recubrir) con el material compuesto PCM, para promover la absorción de luz visible, UV e infrarrojos de onda corta, y reducen la emisión de infrarrojos de onda larga.

Las realizaciones alternativas podrían incluir:

- Encapsular el PCM en una caja de metal de pared delgada del tamaño apropiado, si el PCM no estaba en un material compuesto o no estabilizado en forma.
- Recubrir una caja con un absorbedor selectivo en la superficie exterior superior.
- Adicionar aletas al tubo del meandro como alternativa o suplemento a la transferencia mejorada de calor a través de un material que mejora la conductividad en el material compuesto PCM

- Utilizar aleteo internamente dentro de dicha caja para mejorar la conductividad térmica y suministrar rigidez (por ejemplo, a través de una rejilla de panel de aluminio) permitiéndole de esta manera a las paredes de la caja ser más delgadas

5 • Una fina capa de estampado hermético para evitar la degradación del PCM a lo largo del tiempo a través de la pérdida de agua (en el caso de una PCM con sal hidratada)

10 • Un plástico o goma flexible parecido a una almohada o membrana externa similar (formulada adecuadamente con material absorbente selectivo) capaz de expandirse y contraerse para permitir un cambio de volumen en la fusión y congelación de un PCM

15 11. En una realización alternativa, los colectores solares pueden ser colectores de tubos de vacío, cada uno comprendiendo un tubo de vidrio exterior, una placa colector interna larga y estrecha, y una tubería de calor para llevar calor a un extremo del tubo, donde convencionalmente se intercambiará calor con flujo fluido de transferencia de calor.

20 En cambio, el tubo de calor podría extenderse a un bloque o contenedor de PCM (con una estructura de intercambio de calor adecuada que comprende aletas y/o un potenciador de la conductividad térmica). Por lo tanto, la tubería de calor transferiría directamente el calor solar capturado al almacenamiento PCM local. Una extensión adicional de la tubería de calor más allá del extremo superior del PCM a un intercambiador de calor convencional permitiría transferir calor desde el PCM al fluido fluyente de transferencia de calor. Alternativamente, el orden podría ser la placa colector, el intercambiador de calor, el almacenamiento térmico PCM. Esto permitiría que la tasa de flujo de HTF a través del intercambiador de calor determine si el calor se elimina inmediatamente cuando está disponible o si se almacena para su uso posterior en el PCM. Para controlar esto más finamente, y para tratar las pérdidas a través del colector solar por la noche, se puede emplear un tubo de calor con un diodo o un tubo de calor conmutable.

30 Los tubos de vacío típicamente pueden calentarse mucho con la luz solar directa (alrededor de 200°C) cuando no fluye HTF para alejar el calor. Esta temperatura alta se conoce como la temperatura de estancamiento. Conduce a riesgos de daño térmico a los paneles de tubos de vacío. Debido a que las pérdidas de calor (por conducción y radiación infrarroja de onda larga) de un panel solar térmico aumentan con la temperatura, mantener los paneles solares a una temperatura más baja los hará menos susceptibles a daños y más eficientes (es decir, ellos capturarán más calor utilizable de la luz solar incidente). Seleccionando una temperatura de fusión de PCM adecuada, por ejemplo, 58°C., la temperatura del tubo de vacío se regulará siempre que el PCM no esté completamente fundido, después de lo cual habrá una moderación de la velocidad de subida hasta la temperatura de estancamiento.

35 PCM podría integrarse alternativa o adicionalmente debajo de la placa del colector dentro del tubo de vacío adicionalmente o en lugar de integrar el PCM en un extremo del tubo o en el colector.

40 Este enfoque podría permitir el reemplazo directo de retroajuste de colectores de tubo de vacío estándar por colectores de tubo de vacío que incorporan almacenamiento térmico PCM. Alternativamente, se podrían utilizar tubos de vacío estándar con un colector modificado que incorpore el almacenamiento térmico PCM local. Por lo tanto, un sistema existente puede actualizarse para almacenar calor de forma compacta en la fuente, permitir que entregue calor por la noche, estar más protegido contra el daño por calor y operar con mayor eficiencia.

45 Tenga en cuenta que nuevamente sería posible integrar diferentes colectores con diferentes temperaturas de PCM. Por ejemplo, vacío individual

50 12. En un ejemplo alternativo a 11 anterior, podría haber una secuencia a lo largo de cada tubería de calor, varios bancos de PCM, cada uno con diferentes temperaturas de punto de fusión (véase la figura 13). Típicamente, estas temperaturas serían las más bajas más cercanas al tubo de vacío y las más alejadas. Por lo tanto, el calor de bajo grado con bajo flujo (por ejemplo, condiciones nubosas) se utilizaría primero en el banco más frío, por ejemplo, 40°C, calor entrando en un banco a 32°C pero demasiado frío para ingresar a un banco de 45°C. A mayor grado, mayor calor de flujo disponible (por ejemplo, el sol sale detrás de las nubes) habría demasiado calor para que todo se absorba lo suficientemente rápido en el primer banco de temperatura más baja (su capacidad estaría saturada), por lo que el resto sería llevado más lejos a lo largo del tubo de calor y absorbido en un banco de temperatura más alta, por ejemplo, 80°C en el colector solar con 100W, banco de 32°C puede absorber 10W con este ΔT (y lo hace); el banco de 45°C puede absorber 40W (y lo hace); el banco de 58°C absorbe el resto. Se necesitaría algún tipo de diodo de calor entre cada etapa de la tubería de calor para garantizar que el calor no se fugase de regreso de la T alta a la T inferior. Alternativamente, una tubería de calor conmutable más la lógica de decisión podría elegir activamente qué calor de banco se entregaría.

60 13. En otro ejemplo, de un panel solar térmico de colector integrado, se mantiene una estructura de panel de placa plana convencional, y un almacén térmico MBCPM local se integra localmente con cada panel o grupo de paneles. Por ejemplo, tres bancos aislados de PCM (cada uno con mecanismos de intercambio de calor integrales) con puntos de fusión de 32°C, 45°C y 58°C, podrían integrarse debajo de un colector de placa plana convencional. Una bomba de circulación local (quizás impulsada por un pequeño panel PV local), más válvulas adecuadas y lógica de control,

podría hacer que el HTF circule a través del panel solar siempre que se capture suficiente energía térmica del sol para calentar el HTF por encima de 32°C. En qué medida el HTF puede alcanzar más de 32°C (determinado por un pequeño sensor de irradiación, o detectando la potencia generada por un panel PV local) se utilizaría entonces para decidir si enrutar HTF solo al banco integrado a 32°C, o a los bancos a 45°C y/o 58°C también/en su lugar.

5 Un comando externo de sobreimpulso establecería las válvulas para permitir que el HTF fluya a través de la temperatura de un banco seleccionado para recoger el calor y entregarlo a alguna otra parte del sistema para hacer el trabajo (por ejemplo, recolectar calor a 32°C para conducir la calefacción bajo el suelo recoger calor a 45°C o 58°C para impulsar un circuito del radiador, o recoger a 32°C, 45°C y 58°C para poner calor en un almacén térmico MBPCM central para el posterior suministro de agua caliente). También se puede ordenar a la bomba local que corra junto a las bombas de otros paneles solares colectores integrados para permitir que combinen el HTF alrededor del sistema, obviando la necesidad de otras bombas y haciendo que el sistema escale en la potencia de la bomba directamente en proporción a la cantidad de paneles desplegados.

15 14. En una configuración alternativa al 12 anterior, y con atributos similares al 11 anterior, la placa del colector podría reemplazarse por una tubería de calor plana (a veces conocida como Megaflat), que lleva el calor a uno de varios bancos aislados de PCM detrás del colector, usando diseño apropiado de tubos de calor para permitir (mediante la apertura o cierre de depósitos) elegir un banco individual en un momento dado, y utilizar un enfoque de diodo térmico de tubo de calor para evitar que el calor regrese a la placa de colector para la reradiación.

20 15. En una configuración alternativa de cualquiera de 11 a 14 anteriores, cada banco de PCM se conectaría a la tubería de calor relevante a través de un dispositivo termoelectrónico (u otro medio de bombeo de calor de estado sólido equivalente, como un dispositivo termoiónico), genéricamente "TED". Cuando la temperatura en el tubo de calor excede la temperatura de fusión del banco, el calor fluiría al banco a través del TED generando una corriente eléctrica aprovechable. Por el contrario, cuando la temperatura en la tubería de calor es inferior a la temperatura del banco, se puede tomar la decisión de gastar energía eléctrica en el TED para que el calor pueda bombearse al banco. El TED también se puede dejar en una condición donde esencialmente no fluye calor. (Ver la figura 14 que da detalles de la modificación a 12. La parte superior del diagrama muestra el banco conectado a la tubería de calor mediante un dispositivo termoelectrónico (TED); la parte central muestra el banco 32C conectado por TED impulsado por la corriente para calentar la bomba en el banco desde una tubería de calor de 20°C; la parte inferior muestra la transferencia de calor a través de TED desde el banco hasta la tubería de calor 20°C, generando corriente.

35 16. En otro ejemplo, la eficiencia de conversión de energía fotovoltaica (luz a electricidad) típicamente se degrada al aumentar la temperatura operativa, a menudo hasta en un 0,5%/°C. Considere un panel solar con capacidad de 100 W/m² en 1000 W/m² de la luz del sol a 20°C. En el uso real (en un techo con poca ventilación en la parte posterior del panel) puede calentarse hasta más de 80°C a plena luz del sol. Esto podría reducir su eficiencia de conversión de energía en un 30% a 70 W/m². La superposición de dicho material PV en lugar de o unida a la superficie frontal/superior de cualquiera de los paneles solares térmicos 9 a 16 anteriores puede formar un panel PV + térmico. Elegir una temperatura PCM de, por ejemplo, 20°C puede mejorar el rendimiento del PV ya que se puede mantener cerca de 40 20°C incluso a la luz solar directa (siempre que el diseño detallado proporcione un intercambio de calor adecuado entre el material PV y el PCM). Esto puede formar parte de un almacén térmico, en la que otros paneles PV o paneles solares térmicos u otros bancos en un almacén térmico a central pueden contener PCM a otras temperaturas, por ejemplo, 32°C o 45°C.

45 17. En otro ejemplo, el material de PV solar transparente puede formar parte o reemplazar cualquier cubierta de vidrio empleada sobre cualquier panel solar térmico 9 a 16 anterior o PV + panel térmico 16 anterior, en cuyo caso el material PV transparente puede optimizarse para absorber solo una parte del espectro solar incidente y transmitir el resto, mientras que el material PV directamente superpuesto en el panel térmico solar está optimizado para absorber una parte complementaria.

50 18. También puede ser ventajoso en cualquier ejemplo de PV + paneles térmicos 16 o 17 anteriores que la capa de material PV que se superpone directamente a los paneles solares térmicos subyacentes 9 a 16 sea transparente a ciertas longitudes de onda de infrarrojos u otras que el material PV no pueda ser optimizado para absorber y para que los elementos térmicos subyacentes se recubran o se mezclen en un material compuesto con un absorbente selectivo como TiNOX.

60 19. Los radiadores con almacenamiento térmico PCM local integrado pueden incorporarse de forma similar a los paneles solares térmicos de colector integrados basados en PCM 9, 13, 14 o 15 anteriores, sin embargo, omitir cualquier cubierta de vidrio y absorbedor selectivo (o sintonizarlo para adecuarlo al intercambio de calor con un ambiente para calentar y enfriar). Por ejemplo, un radiador de este tipo se puede configurar como una placa de techo o un radiador convencional, que emplea una mezcla de transferencia de calor radiactivo y convectivo a/desde una habitación para calentar/enfriar. Usando mecanismos como los de 9, 13, 14 o 15, anteriores, el flujo de calor entre la sala y el material de almacenamiento térmico PCM en cada radiador puede encenderse o apagarse (por ejemplo, utilizando tubos de calor intercambiables) o invertirse (por ejemplo, utilizando cualquier tipo de bomba de calor, incluidos los dispositivos termoelectrónicos). Un sistema con muchos radiadores o paneles podría formar un Almacén térmico distribuido si algunos de los radiadores contenían PCM con diferentes temperaturas de fusión de otros (ya sea 65

conectados a través de tuberías que contienen fluido de transferencia de calor, o simplemente en contacto radiactivo o convectivo con la habitación).

5 Un solo radiador podría ser un Almacén térmico si contenía varios bancos de PCM a diferentes temperaturas de fusión, y medios (por ejemplo, tubos de calor conmutables) para permitir que el calor se controle para fluir entre la sala y los bancos seleccionados en un momento dado.

10 20. Un ejemplo específico de un radiador de 19 anterior es un panel de techo que comprende dos bancos aislados de PCM (uno que funde a 18°C y otro a 24°C), con aletas internas adecuadas o material que mejora la conductividad para permitir que el calor fluya a/de un tubo de calor plano; estando dispuesto el tubo de calor plano de modo que en otro punto forme la superficie inferior de la losa de techo, poniéndolo en contacto radiactivo con una habitación (véase la figura 15). El tubo de calor incluye un mecanismo de conmutación que permite controlar el flujo de calor desde la habitación hasta el banco de 18°C o desde el banco de 24°C hasta la habitación. Se puede utilizar una bomba de calor interpuesta (por ejemplo, dispositivo termoeléctrico o bomba de calor de compresión de vapor) para mover el calor desde el banco de 18°C al banco de 24°C. Controlando esta disposición, cada baldosa puede contribuir a:

15 • Evitar excursiones de la temperatura ambiente fuera del rango de 18°C a 24°C (cuando la temperatura ambiente comienza a exceder los 24°C, permitir que el calor fluya al banco de 24°C, o si las cargas de calor se vuelven excesivas, a los bancos a 24°C y 18°C al mismo tiempo; cuando la temperatura ambiente cae por debajo de 18°C, permitir que el calor fluya desde el banco de 18°C, o si la temperatura ambiente cae demasiado rápido, desde los bancos a 24°C y 18°C al mismo tiempo).

20 • Dentro del rango de 18°C a 24°C, logrando una temperatura seleccionada por el usuario, ya sea retirando el calor de la habitación al banco de 18°C o agregando calor a la habitación desde el banco de 24°C.

25 Después de la operación durante un período de tiempo, la frescura en el banco de 18°C y el calor en el banco de 24°C se agotarán. El funcionamiento de la bomba de calor interpuesta restaurará la frescura y el calor bombeando calor desde los bancos de 18°C a 24°C. Debido a que el ΔT es pequeño (solo 6°C en este ejemplo), el COP será alto (incluso utilizando dispositivos termoeléctricos). En verano, el exceso de calor se acumulará gradualmente en el banco de 24°C. Esto se puede eliminar de forma convencional, por ejemplo, haciendo pasar aire nocturno más frío a través del espacio vacío del techo sobre las baldosas del techo y cambiando una extensión de la tubería de calor para extraer el calor en este flujo de aire. Alternativamente, los bancos a 24°C se pueden enfriar cuando sea necesario usando su calor para precalentar el agua fría. Esto se puede hacer teniendo un puerto de entrada y salida de agua de conexión a presión en cada baldosa, combinado con una válvula interna y lógica de control simple para cambiar el flujo de agua para enfriar el banco a 24°C cuando se necesita descargar el exceso de calor, o eludir el banco de 24°C en otros momentos. Por lo tanto, las baldosas de techo pueden formar parte del sistema de calentamiento de agua para suministrar DHW al edificio.

30 En invierno, cuando hay una carga de calor neta en la habitación (es decir, durante un período de 24 horas, parte del calor escapa al mundo exterior, y si se deja solo, la habitación se enfría a la temperatura exterior), las tejas del techo pueden:

35 • tratar con cargas máximas de calor interno (por ejemplo, las que se encuentran en la cocina de un restaurante durante la preparación de los alimentos, o en una oficina durante las horas pico de ocupación) almacenando calor en los bancos a 18°C;

40 • eliminar el calor en el almacenamiento aislado durante la noche enfriando la habitación a 18°C al final del día (reduciendo la ΔT entre la habitación y el mundo exterior, reduciendo así la velocidad de enfriamiento) almacenando el calor en un conjunto de bancos bien aislado y utilizar la electricidad barata de la noche a la mañana para calentar el calor al banco de 24°C durante la noche (en el proceso añadiendo tanto el calor del banco de 18°C como el calor de la energía eléctrica utilizada para el bombeo de calor);

45 • usar el calor en el banco a 24°C para preestablecer la temperatura en la sala a un nivel confortable antes del comienzo de la jornada laboral.

50 Políticas para cuándo retirar y devolver el calor, y las temperaturas que deben alcanzarse a diferentes horas de cada día, días de la semana, como los fines de semana o períodos en los que la calefacción/refrigeración puede estar en una banda de retroceso más amplia, como los días feriados de la escuela, se puede establecer utilizando un controlador centralizado (por ejemplo, en una página web) y luego se comunica a cada panel de techo (que puede incluir su propia lógica de control y sensores de temperatura).

55 Usando este enfoque, incluso es posible entregar un control de zona muy fino en el que parte de una habitación podría estar enfocando una temperatura establecida mientras que otra parte se enfoca en una temperatura de ajuste diferente, al establecer diferentes mosaicos con diferentes temperaturas objetivo. En combinación con las credenciales activas u otra tecnología de seguimiento de personas (por ejemplo, conexiones locales de Bluetooth a teléfonos móviles personales), los usuarios individuales pueden establecer sus preferencias personales de temperatura y hacer

que las sigan por un edificio (cuando las personas se reúnen, una política decidiría la temperatura objetivo, por ejemplo, promediando objetivos personales).

5 21. Un ejemplo alternativo de 20 anterior tendría un solo banco aislado de PCM (por ejemplo, 24°C), más un dispositivo termoelectrico ("TED") que conecta ese banco a un esparcidor de calor (quizás un tubo de calor plano) (Véase la figura 16). Al permitir que fluya calor desde el PCM a través del TED hasta el difusor de calor, se puede liberar calor para elevar la temperatura ambiente a cualquier temperatura seleccionada hasta justo por debajo de 24°C. (Esto también generará una pequeña corriente eléctrica que podría almacenarse localmente) en una batería eléctrica para su posterior reutilización). Al conducir una corriente a través del TED, se puede bombear calor desde el difusor de calor al PCM, por ejemplo, para enfriar la habitación a cualquier temperatura por debajo de 24°C. En este ejemplo, no hay beneficio de trabajar exclusivamente con electricidad fuera del pico, sin embargo, la capacidad de intercambiar calor dentro y fuera del almacén PCM con la compensación de electricidad que entra y sale de una batería eléctrica puede compensar.

15 22. Una unidad de ventilación de recuperación de calor ("HRV") o ventilación mecánica con recuperación de calor ("MVHR") recupera el calor del aire caliente del escape, dejando un edificio cálido (a un ambiente exterior más frío) y entrega el calor recuperado inmediatamente al aire entrante fresco de contracorriente para precalentarlo.

20 Un ejemplo de un Almacén térmico suministra un MVHR de retraso o almacenamiento:

25 • Para el caso de un edificio cálido en un ambiente más frío, múltiples intercambiadores de calor separados a lo largo de un conducto de aire de escape aislado están conectados a bancos de PCM aislados con temperatura de fusión progresivamente más baja (a través de tuberías de calor o fluidos de transferencia de calor circulantes, etc.). Si se utilizan tubos de calor, todos tienen diodos de calor para evitar que el calor vuelva del PCM al conducto de aire de salida. Los mismos bancos de PCM están conectados a múltiples intercambiadores de calor en un conducto de entrada de aire fresco de flujo inverso. Si se utilizan tuberías de calor, éstas se pueden cambiar para que el calor solo fluya desde el PCM hasta la entrada de aire fresco cuando se lo ordena.

30 El banco más caliente de PCM se elige para estar cerca de (y justo debajo) de la temperatura ambiente; el banco más frío de PCM está cerca (y justo arriba) de la temperatura del aire exterior más fría que se espera para la región.

• Para el caso de una casa fresca en un ambiente cálido, los bancos de PCM a lo largo del conducto de aire de escape están en orden inverso, es decir, de un punto de fusión progresivamente más alto.

35 El banco más frío de PCM se elige para estar cerca (y justo arriba) de la temperatura ambiente; El banco más caliente de PCM está cerca (y justo debajo) de la temperatura del aire exterior más caliente que se espera para la región.

40 • En regiones donde las temperaturas del aire exterior oscilan significativamente desde arriba a significativamente por debajo de la temperatura ambiente, se puede utilizar un par de conductos intercambiables.

45 Ventajosamente, la conmutación de los bancos de PCM que participan en la calefacción del aire fresco entrante puede controlar de forma precisa la temperatura de ese aire entrante. En los momentos en que el aire que entra al edificio no necesita ser calentado o la temperatura puede reducirse (por ejemplo, durante la noche, los fines de semana o los días feriados de una escuela), aún se puede capturar calor en los bancos PCM del aire que fluye.

50 23. En un ejemplo adicional, las bombas de calor (por ejemplo, TED) pueden interponerse entre algunos o todos los bancos de PCM, o entre los intercambiadores de calor en el conducto de aire de escape y sus bancos PCM asociados, o entre cada banco PCM y el flujo de entrada relacionado. intercambiador de calor del conducto (ver FIG. 17). Estas configuraciones permiten que el gasto de energía eléctrica mejore el calor capturado a una temperatura más alta para asegurar que haya suficiente calor de grado (temperatura) suficiente para precalentar el aire de entrada para suministrar todo el calor requerido en (por ejemplo) un Passivhaus.

55 Un ejemplo particularmente ventajoso para uso en un clima del Reino Unido tendría una serie de bancos de PCM a 20°C, 17°C, 14°C, 11°C, 7°C conectados cada uno a través de intercambiadores de calor a ambos ductos de escape y de entrada (proporcionando así intercambio de calor retardado o de almacenamiento). Además, otros dos bancos estarían presentes:

•uno a 24°C: conectado al conducto de entrada solamente;

60 •uno a 0°C: conectado solo al conducto de salida;

65 Con una bomba de calor conectada entre los dos (o alternativamente con una secuencia de DET conectados entre 0°C y 7°C, 7°C a 11°C, y así sucesivamente hasta 20°C a 24°C, creando una escalera de bombeo de calor entre 0°C y 24°C). El banco de 0°C está disponible a tiempo completo para capturar calor al enfriar el aire de escape a una temperatura inferior a la temperatura baja normal del aire exterior. Este calor puede ser bombeado con calor utilizando electricidad de baja tarifa (por ejemplo, durante la noche) al banco a 24°C. El calor almacenado en el banco a 24°C

se puede utilizar bajo demanda para precalentar el aire fresco que ingresa por encima de la temperatura del aire de salida.

24. En un ejemplo, en al menos un banco, el intercambiador de calor entre PCM y un fluido de transferencia de calor ("HTF") puede comprender un recinto que contiene el PCM y una tubería (o tuberías) que llevan el HTF a través del PCM (asegurando que el PCM y el HTF no entran en contacto directo, sino que están en contacto térmico). La tubería puede subir y bajar varias veces a través del PCM para aumentar el área de contacto térmico. La tubería también puede tener una sección transversal redonda o aplanada (una vez más para promover el área de transferencia de calor) y puede tener una superficie arrugada, contorneada o con hoyuelos (en el exterior, para aumentar el área de transferencia de calor y en el interior para promover la transferencia de calor entre el HTF que fluye y la pared de la tubería). La adición de aletas al exterior de la tubería puede aumentar aún más el área de transferencia de calor. Por lo general, la tubería y las aletas pueden estar hechas de cobre o aluminio.

25. En un ejemplo preferido, se usa un intercambiador de calor con tubos de aletas (ejemplos comerciales: Lordan, SP Coils), que normalmente se utilizarían para transferir calor entre HTF (por ejemplo, agua o refrigerante) que fluye en los tubos y el aire que fluye a través de las aletas. En esta realización, PCM (o un material compuesto de PCM con un potenciador de la conductividad térmica como el carbono) llena los espacios de aire en el intercambiador de calor de tubo de aletas. Con un espaciado de aletas típico de 6-22 aletas por pulgada (separación de ~1-4 mm entre las aletas), la baja conductividad térmica del PCM se ve superada por el grosor de la capa delgada y el área de superficie grande para la transferencia de calor desde las aletas hacia el PCM.

Las técnicas de fabricación estándar para dicho intercambiador de calor pueden emplearse inicialmente: una disposición de tubos en forma de U está dispuesta en una red, y luego una pluralidad de aletas con una red de huecos adecuada (colocada con collares espaciadores que también proporcionan área de superficie adicional para el calor para transferir de las tinajas a las aletas) se empujan sobre los tubos para que los collares colinden. Otras secciones cortas del tubo curvado están soldadas en el extremo opuesto para completar los circuitos. Los tubos se expanden a presión o se impulsa un rodamiento de bolas a través de ellos para garantizar que los tubos se acoplen firmemente a los collares de cada aleta.

En un paso especial para adaptar la fabricación estándar a este ejemplo, se agrega un recinto adecuado para suministrar contención para el PCM. Luego el PCM en su estado líquido se vierte en el gabinete de modo que se infiltre en los huecos entre las aletas de un borde y fluye hacia abajo por gravedad hasta que llena todo lo que eran espacios de aire entre las aletas. Puede ser necesario hacer esto bajo un vacío o presión reducida para eliminar la formación de burbujas o vacíos. La adición de potenciador de la conductividad térmica puede espesar el PCM líquido. Hasta una cierta proporción del potenciador de la conductividad térmica, el material compuesto PCM puede introducirse vertiéndolo en el recinto.

A medida que aumenta la proporción de potenciador de la conductividad térmica, el espesor del material compuesto de PCM aumenta y deja de poder verterse, pero puede infiltrarse entre las aletas bajo presión desde uno o todos los bordes.

26. Por encima de un cierto porcentaje adicional (por ejemplo, alrededor del 10% de grafito natural expandido como potenciador de la conductividad térmica), el material compuesto de PCM actúa como una masilla. En este caso, se vuelve difícil o imposible infiltrarlo entre las aletas de los bordes de la matriz de aletas. En cambio, se realiza un cambio en la fabricación del intercambiador de calor de tubo de aleta básico: después de que cada aleta se empuja sobre los tubos y se asienta en su casa con sus collares colindantes con la aleta anterior, se coloca una capa delgada de material compuesto de PCM sobre la aleta (por ejemplo, por una máquina con muchas boquillas, que desciende sobre las tuberías, establece una capa delgada, y luego se retira) antes de que la siguiente aleta se empuje y se acueste en su casa. Mediante un cálculo cuidadoso de la cantidad de PCM compuesto para colocar donde en la aleta, todo el espacio entre las aletas se puede llenar con material compuesto PCM.

27. En otro ejemplo de 25 o 26 anterior, las aletas metálicas se omiten, pero la rejilla de tubos se retiene. El PCM o el material compuesto PCM se puede verter en los espacios de la rejilla hasta que esté lleno. Alternativamente, si el material compuesto PCM es relativamente grueso, puede colocarse en múltiples capas en una máquina con boquillas (apisonarse en su casa mediante una placa, equipada con el patrón de orificios adecuado, empujada hacia abajo sobre los tubos entre cada aplicación de capa y luego retirada).

28. Alternativamente, el material compuesto PCM se puede introducir como aletas compuestas PCM: material compuesto PCM en su fase sólida de algunos milímetros o centímetros de grosor; fundido, formado o perforado con el patrón de orificios apropiado; empujado a casa en la misma secuencia que las aletas de un intercambiador de calor con tubo de aletas.

29. En cualquiera de los puntos 25 a 28 anteriores, el exterior de los tubos puede prepararse especialmente con grasa térmica y/o grafito y/o con un patrón de pequeñas aletas longitudinales para garantizar que haya un contacto térmico adecuado entre el material compuesto de PCM y los tubos después de que los tubos son expandidos.

30. Durante la fabricación de grafito natural expandido (“ENG”), el grafito natural muy altamente expandido se comprime usando una placa unida a un pistón. Esto alinea los planos de grafito para que sean más paralelos a la placa de compresión (y más aproximadamente perpendiculares al eje motriz del pistón). El grafito es más conductivo térmicamente en el plano del grafito que entre los planos. Por lo tanto, el ENG resultante es más conductivo térmicamente en el plano y menos entre los planos. El material compuesto PCM que incluye ENG como un potenciador de conductividad térmica (“PCM+ENG”) es similarmente no isotrópico en su conductividad térmica.

31. Cuando se usan PCM+ENG en 27 y 28, se obtendrá un rendimiento térmico preferencial debido al proceso de fabricación que implica una etapa de prensado que alineará el plano de conductividad térmica más alta del PCM+ENG perpendicular a los tubos que transportan el HTF.

En 26 arriba, hay un rendimiento subóptimo: la alineación óptima de los planos de grafito sería perpendicular a las aletas (las aletas de metal serán al menos un orden de magnitud más térmicamente conductivas que el PCM+ENG) pero los pasos de procesamiento en la fabricación tenderán a establecer el PCM+ENG con el plano de conductividad térmica más alto del PCM+ENG paralelo a las aletas (es decir, una vez más perpendicular a los tubos que transportan el HTF).

32. En una realización alternativa, el intercambiador de calor entre PCM y un fluido de transferencia de calor (“HTF”) puede comprender un recinto aislado que contiene capas alternas de:

- PCM o material compuesto PCM
- Intercambiadores de calor de placa prensada, típicamente de cobre, aluminio o acero. Los intercambiadores de calor de placas prensadas se pueden formar estampando una lámina plana de metal usando un troquel con un patrón adecuado de áreas elevadas que (en inverso después del estampado) forman una red o redes de canales. Una placa prensada está soldada, o unida a una placa de respaldo plana o a una placa prensada de imagen especular.

En producción de pequeño volumen o prototipo, se puede formar una placa prensada usando una máquina de estampación CNC (Computer Numerically Controlled) que despliega una herramienta de estampación hemisférica y cilíndrica (véase la figura 18).

La red de canales se puede configurar para transportar solo uno o varios fluidos de transferencia de calor independientes. Los canales pueden ramificarse para aumentar el área de superficie. Al unir dos placas prensadas con una placa plana (provista de orificios perforados, perforados o formados) unidas entre sí, es posible disponer que los canales independientes se crucen entre sí, de forma similar a las capas múltiples en una tarjeta de circuito impreso que les permite a los circuitos cruzarse el uno con el otro

La red de canales está soldada, o conectada de otra forma a tuberías cortas en los bordes de las placas; estas tuberías pasan a través del recinto circundante y dan acceso a los canales para hacerlos parte de los circuitos de transferencia de calor.

El gabinete está lleno con una capa inicial de PCM o de material compuesto PCM (equipado con ENG u otro potenciador de conductividad térmica o un panel de aluminio que agrega aleteo). Un intercambiador de calor de placas prensado se superpone en capas, asegurando que la cantidad de PCM/material compuesto y la colocación del intercambiador de calor de la placa prensada (incluidos los postes de soporte, etc.) producen una ligera presión y un buen contacto térmico entre los dos. Múltiples capas alternas adicionales de PCM/material compuesto e intercambiadores de calor de placas prensadas se colocan en capas arriba hasta una capa final de PCM/material compuesto debajo del techo del gabinete. Del mismo modo que un intercambiador de calor de placa prensada puede transportar varios canales diferentes para diferentes fluidos de transferencia de calor, las dos capas de intercambiador de calor de placa prensada situadas encima y debajo de una capa de PCM/material compuesto pueden llevar diferentes servicios. Esta disposición podría alternar en la capa del intercambiador de calor de placas prensadas que se empareja con la carcasa.

El espesor del metal utilizado para los intercambiadores de calor de la placa prensada puede ser tan delgado para que sea compatible para asegurar:

- Cualquier rigidez estructural necesaria para evitar que los intercambiadores de calor de la placa prensada caigan por gravedad (la presión misma puede ayudar a aumentar la rigidez y diseñarse con este objetivo, así como el flujo de fluidos y la transferencia de calor en mente; también, si el material compuesto PCM entre las capas es bastante sólido en todas las condiciones (PCM derretido o congelado), entonces el metal puede ser más delgado).
- Que las presiones estáticas y dinámicas de los fluidos de transferencia de calor pueden estar contenidas.
- Que hay una buena barrera de vapor entre el PCM y la atmósfera.

• Que cualquier corrosión u otro ataque químico o erosión física no se romperá a través del espesor de metal elegido en la vida útil del Almacén térmico.

5 Si el material puede hacerse muy delgado, entonces otros materiales como plástico o película metalizada pueden sustituir al metal.

10 33. En 32 arriba, como el metal u otro material a ser estampado se vuelve muy delgado, ya no es lo suficientemente rígido para ser utilizado (después del prensado inicial) para ranurar así mismo el material compuesto PCM, ni es lo suficientemente rígido como para soportar la presión estática del PCM para evitar el colapso de la estructura del canal estampado.

15 Por lo tanto, en un ejemplo adicional, la herramienta de estampado se aplica directamente para estampar un patrón de canales en el propio material compuesto PCM (seleccionando cuidadosamente la mezcla de PCM, potenciador de conductividad térmica y otro material que forma el material compuesto PCM para garantizar que en todas las condiciones se mantenga la rigidez estructural).

En este caso, una capa de metal muy fina (u otro material) puede superponerse en la capa compuesta de PCM (o en la matriz de estampado) y estamparse simultáneamente para suministrar:

20 • Una buena barrera de vapor entre el PCM y la atmósfera.

• Resistencia a la corrosión u otro ataque químico.

25 No se espera que esta capa proporcione:

• Cualquier rigidez estructural

• Contención de presión estática o dinámica

30 En lugar de coestampado, podría utilizarse otro proceso de recubrimiento, por ejemplo, envoltura por contracción; recubrimiento por pulverización; deposición de vapor; inmersión en estaño; etc.

35 34. La estructura de canal en 32 o 33 anterior puede tomar la forma de canales discretos (efectivamente tubos de algún perfil ya sean redondos, aplanados o de otro tipo), que pueden transportar HTF independiente o todos pueden estar vinculados para transportar solo un HTF. De la misma manera, la estructura del canal entre dos capas puede formar un vacío amplio y poco profundo, que se extiende desde un borde de la contención hasta el otro, que puede transportar HTF.

40 Ventajosamente, en 33 y 34, se eliminan tubos o tuberías discretas, siendo reemplazados por un proceso de formación del propio material compuesto de PCM, reduciendo así los recursos requeridos para construir el intercambiador de calor. (Ver figuras 19, 20 y 21)

45 35. En 32 a 34 arriba, el proceso de estampado se puede utilizar para aplicar, además del patrón de canales de flujo de escala media, cualquiera o todos de:

• Un patrón a mayor escala (por ejemplo, un desplazamiento sinusoidal de longitud de onda larga en una, dos o tres dimensiones) sirve para aumentar el área superficial de transferencia de calor y la longitud del canal.

50 • Ranuras adicionales de escala media, por ejemplo, surcos estrechos profundos que se entallan en la capa compuesta PCM, corriendo ampliamente paralelo a la dirección del flujo, que aumentan el área de superficie para la transferencia de calor y reducen la distancia máxima de una superficie de transferencia de calor al cuerpo del material compuesto PCM.

55 • Patrones de crestas, protuberancias, aletas o surcos en patrones en espiral, lineales, cruzados o pseudoaleatorios (independientes o superpuestos) que crean patrones de flujo de fluidos ventajosos (por ejemplo, reducción de la caída de presión por flujo helicoidal) y/o aumentan la transferencia de calor entre HTF y la superficie (al aumentar el área de la superficie a pequeña escala y promover la mezcla turbulenta de la superficie y las capas voluminosas para mover el calor en el HTF hacia/desde la superficie de intercambio de calor).

60 (Véase la figura 23 en la que solo se muestra la estructura del canal; PCM/material compuesto omitido para mayor claridad).

65 36. En todos los casos en que se realiza una estructura empleando material compuesto de PCM, ese material compuesto puede formarse primero formando ENG en la forma apropiada (por ejemplo, vertiendo ENG de baja densidad y luego comprimiéndolo) y luego infiltrando PCM en los espacios de aire en el ENG comprimido

37. En cualquier realización de intercambiador de calor, la estructura de la contención puede estar adaptada en uno o varios lados para contener espacios vacíos adecuados que actúan como un colector para que el HTF fluya dentro y fuera de los canales o tubos del intercambiador de calor PCM-HTF. Tal espacio está equipado con orificios, ranuras u otras disposiciones para permitir que el HTF fluya entre el vacío y los canales, tubos, etc. entre las capas de material compuesto de PCM. Una aplicación adecuada de procedimientos de estampado conocidos (solapamiento, juntas tóricas, estampador de silicona, etc.) garantiza que el HTF fluya a través de los orificios solo en los canales designados. Cuando múltiples colectores sirven múltiples HTF a través de diferentes conjuntos de canales, se adopta una geometría y estampado adecuados para asegurar que no se mezclen fluidos. De cada vacío, un hueco adicional (o huecos), de diámetro adecuado para satisfacer el flujo de diseño agregado a través de todos los canales, conduce a/desde conectores de tubería externos que suministran/eliminan el HTF a otra parte del Almacén térmico. (Ver la figura 21)

En un ejemplo alternativo, se adopta otro procedimiento para construir un colector. (Ver la figura 22)

38. En un ejemplo adicional de un banco, no hay colectores en los bordes del intercambiador de calor. Se adopta un abordaje biomimético inspirado por el flujo sanguíneo arterial al lecho capilar al venoso de los animales: los conectores de las tuberías a los tubos externos de un diámetro dado se extienden directamente a un canal arterial principal del mismo diámetro en el material compuesto PCM. Después de una corta distancia, la arteria principal se ramifica y se reduce de tamaño. En una secuencia de pasos de bifurcación, combinada con trayectorias de curvatura adecuadas, el canal se ramifica a un gran conjunto de tubos muy finos ("capilares") que atraviesan el material compuesto PCM. Además, a lo largo de la dirección del flujo, los capilares se unen progresivamente para formar canales cada vez más grandes ("venas") hasta que una vena grande sale del material compuesto PCM hacia un conector de tubería.

En el caso en que un solo HTF fluye a través del banco, la combinación de ramificación de arterias/capilares/venas no ramificadas se organiza para formar una red de llenado de espacios cuyos huecos ocupan una fracción diseñada del volumen del intercambiador de calor PCM-HTF, por ejemplo, 10%. La red está diseñada de tal manera que en todas las etapas mantiene la distancia máxima de una superficie de intercambio de calor (que forma la superficie interior de una arteria, capilar o vena) en el material compuesto PCM ampliamente constante y por debajo de un valor umbral definido que hace referencia a la conductividad térmica del PCM o material compuesto PCM, por ejemplo, 10 mm.

Todas las técnicas de escala media y pequeña detalladas en 35 pueden utilizarse en el interior de los canales para mejorar el área de transferencia de calor, minimizar la superficie a distancia PCM, aumentar la rugosidad de la superficie para la promoción de transferencia de calor e inducir el flujo helicoidal o laminar en algunas zonas para reducir caída de presión.

En el caso de que múltiples canales independientes lleven HTF independientes a través del banco, las combinaciones de arterias ramificadas/capilares/venas no ramificadas separadas (una por canal) se organizan para formar redes de relleno de espacio dentro de los límites de la contención que se interpenetran pero no se conectan (es decir, sin transferencia de HTF entre canales), con las limitaciones de que:

- en cualquier zona del intercambiador de calor PCM-HTF, la densidad promedio de cada canal debe ser aproximadamente igual (o alternativamente aproximadamente en una relación predefinida determinada por un diseñador), si, por ejemplo, un servicio necesita una transferencia de calor mayor que otro)
- dentro de cada zona, la distribución de cada canal en todas las direcciones es aproximadamente isotrópica para evitar concentrar todos los canales juntos y todos los demás canales juntos

La fabricación de dicho ejemplo puede ser por cualquiera o una combinación de:

- Comenzar con un bloque sólido de PCM/material compuesto, taladrar agujeros con un taladro flexible (basado en un mecanismo de endoscopia navegable) para crear la red apropiada de tuberías de ramificación (comenzando desde el extremo arterial y venoso de cada red, y "reunión en el medio" de cada capilar).

- Comenzando con una malla de tubería de ramificación hecha de un plástico o goma delgada y flexible. Inicialmente, se puede hacer que se siente esencialmente en un solo plano, por ejemplo, debido a su modo de fabricación. Al empujar los extremos arterial y venoso uno hacia el otro, la estructura más fina en el medio puede empujarse a una conformación tridimensional. Esto se puede llevar a una forma específica mediante el uso de una malla tridimensional de alambres finos o hilos. Luego, se puede verter un PCM líquido (sin potenciador de conductividad térmica o limitado para mantenerlo bastante líquido) en la contención alrededor de la red de tuberías.

- Fundición: en una realización, comenzando con una red hecha de manojos de alambres finos de cera, cada uno separado en el medio y dispuesto en la forma 3D apropiada para la red capilar pero unidos (o pegados o trenzados) juntos hacia cada extremo para formar las redes arteriales y venosas más gruesas. Se puede crear y entrelazar más de una red simultáneamente si se requieren múltiples canales. Usando esto como una matriz de uso único, el sustrato (por ejemplo, ENG) para el material compuesto PCM se puede introducir y empacar alrededor de la red de cable. Después de esto, el hilo de cera se derrite en un proceso de cera perdida. Luego, el PCM se infiltra en el ENG para

formar el material compuesto PCM. Finalmente, una etapa de recubrimiento (por ejemplo, deposición de vapor soplado a través de las redes) sella la superficie expuesta del PCM+ENG.

• Alternativamente, la estructura de cera perdida anterior se puede construir usando una máquina de estereolitografía.

• Una máquina de estereolitografía adecuadamente adaptada puede depositar el material compuesto PCM directamente.

39. Es posible que sea necesario conectar un almacén térmico a varias fuentes o cargas diferentes (es decir, proveedores o consumidores de energía térmica - colectivamente "servicios") a cualquier banco dado de PCM. Los fluidos utilizados para transportar calor hacia/desde estos servicios pueden ser completamente incompatibles, por ejemplo,

• limpiar el agua de red para calentar;

• aguas residuales sucias para contribuir al calor;

• gas refrigerante (por ejemplo, R410A) de una bomba de calor que lleva calor desde un banco a la parte inferior;

• un gas refrigerante diferente que lleva calor a una bomba de calor a un banco de anterior;

• fluido de transferencia de calor solar (50% propilenglicol con agua) que aporta calor de los paneles solares;

• agua mezclada con Fernox u otro aditivo para transportar calor a un circuito de radiador de calefacción de espacios;

• un fluido de transferencia de calor de baja temperatura diferente para llevar la refrigeración a los cassettes de aire acondicionado.

En una realización simple, las tuberías para cada servicio pasarían a través del intercambiador de calor PCM-HTF, con una división de las tuberías totales que pasan por el intercambiador de calor para asegurar la potencia suficiente para cada servicio.

40. En un ejemplo alternativo, todas las tuberías que pasan por el intercambiador de calor de un banco están dedicadas a transportar solo un HTF secundario. Las tuberías forman parte de un circuito que incorpora una bomba para hacer circular el HTF secundario. Este HTF secundario transporta calor hacia y desde el intercambiador de calor PCM-HTF en el banco y así almacena o recupera el calor del PCM. En otra parte del circuito (externa al intercambiador de calor PCM-HTF) el circuito pasa a través de varios intercambiadores de calor externos, uno dedicado a cada servicio. Preferentemente, tales intercambiadores de calor pueden ser intercambiadores de calor de placas. Cada servicio tiene su propio intercambiador de calor, lo que permite intercambiar calor entre el HTF secundario y el fluido de cada servicio. El circuito de transferencia de calor secundario es capaz de tomar calor simultáneamente y suministrar calor a múltiples servicios. (Ver las figuras 24 y 25)

41. En un ejemplo alternativo adicional, algunos servicios comparten un circuito secundario de transferencia de calor como en el anterior 40, mientras que otros servicios se proporcionan con tubos o tuberías dedicados que pasan por el PCM-HTF.

42. En un ejemplo alternativo adicional, un circuito de transferencia de calor secundario compartido también funciona como un circuito primario de transferencia de calor para otro servicio o servicios, por ejemplo, un conjunto de tuberías en el intercambiador de calor PCM-HTF puede dedicarse a transportar agua de red potable, que se usa para calentar agua directamente para ACS por demanda; sin embargo, entre los tiempos de demanda de ACS, un sistema de válvulas y una bomba de circulación permiten que la misma red pública potable actúe como un HTF secundario para transportar calor hacia/desde otros servicios a través de intercambiadores de placas.

43. En un ejemplo alternativo adicional, dos o más servicios pueden compartir una tubería de transferencia de calor directa cuando emplean HTF compatible, por ejemplo, un circuito que lleva propilenglicol HTF para paneles solares puede compartir con un circuito que trae calor de la recuperación de calor de aguas residuales. Este último circuito solo se pondría en servicio cuando un sensor detecte el flujo de aguas residuales a temperatura suficiente, momento en el que puede interrumpirse el flujo al circuito solar o reducirse el flujo si es necesario para compensarlo. (Ver las figuras 26 y 27)

44. En 42 a 43 arriba, un conjunto de tuberías que llevan un fluido compatible (un "puerto") se comparte en el tiempo entre dos o más servicios. Un controlador puede elegir (controlando bombas, válvulas, etc.) qué servicio priorizar cuando hay un conflicto. Por ejemplo, el ACS siempre se priorizaría frente al transporte de calor a cualquier otro servicio a través de un intercambiador de calor de placas. Se puede formar una jerarquía de prioridades (para cada puerto compartido en el tiempo) aplicando las siguientes reglas en orden (1 es la prioridad más alta):

1. ¿Qué servicio espera que un ser humano u otro usuario reciba de manera instantánea, por demanda y por el tiempo que lo solicite? (ejemplo: ACS)

5 2. ¿Qué servicio se puede interrumpir por un tiempo corto solo antes de que se introduzca un problema de seguridad? (ejemplo: llevar calor de una caldera trasera a una estufa de leña que podría recalentarse y dañarse)

3. ¿Qué servicio se puede interrumpir por un tiempo corto solo antes de que surja un problema de rendimiento? (ejemplo: llevar calor desde un panel solar)

10 4. ¿Qué servicio se puede interrumpir por más tiempo antes de que surja un problema de rendimiento? (ejemplo: calentamiento/enfriamiento de fondo de una habitación, cubierto por la inercia térmica de la habitación durante un tiempo considerable).

15 Algunos servicios tendrán prioridad variable, por ejemplo, bombeo de calor para reponer calor o frío en un banco: esta puede ser la prioridad más baja hasta que entre en vigor una tarifa de tiempo de uso de electricidad de bajo costo, en cuyo momento se puede permitir que aumente su prioridad para que la tarifa de tiempo de uso pueda utilizarse para todo el bombeo de calor; un aumento adicional en la prioridad se puede poner en práctica cuando se vuelve aparente que cualquier retraso adicional en el bombeo de calor puede resultar en que haya muy poco calor en el banco para entregar el servicio completo al día siguiente.

20 45. En las diversas realizaciones anteriores, donde algunos o todos los tubos o tuberías se usan para transportar calor entre los servicios y el PCM usando un HTF secundario, esta disposición puede sustituirse por tuberías de calor que realizan el mismo servicio.

25 46. En las diversas realizaciones anteriores, donde algunos o todos los tubos o tuberías de calor pasan a través de aletas con PCM o material compuesto o PCM entre las aletas, o atraviesan el material compuesto PCM sin aletas (“ejemplos similares a tubos de aletas”), la dirección a lo largo del tubo se puede dividir en varios segmentos que contienen diferentes PCM con diferentes temperaturas de fusión (véase la figura 28). Para evitar pérdidas de calor de un área de un PCM a una más fría cercana, se reemplaza un conjunto de aletas (o un volumen de material compuesto PCM) típicamente de uno a dos centímetros de grosor con material aislante (por ejemplo, panel de aislamiento de vacío preformado con una serie de orificios para transportar tubos o tubos de calor). Cuando se usan tubos de calor, también se pueden equipar con conmutación de tuberías de calor o arreglos de diodos para evitar que el calor fluya de las zonas más calientes a las más frías de PCM de una manera no controlada.

30 47. En un ejemplo similar a un tubo de aletas, cualquier puerto dado puede consistir en una única tubería o tubo de calor que serpentea hacia atrás y hacia adelante varias veces de un extremo al otro del intercambiador de calor PCM-HTF; o puede consistir en dos encabezados o colectores (uno en cada extremo del intercambiador de calor o ambos en el mismo extremo), dividiendo el flujo a través del puerto a través de múltiples tuberías, que atraviesan el PCM una vez (extremo con extremo) o varias veces (cada tubería se enrolla hacia atrás y hacia adelante).

35 48. Donde hay varios puertos atravesando el intercambiador de calor PCM-HTF, puede haber el mismo número de cruces para cada puerto, o algunos puertos (que requieren quizás más superficie de intercambiador de calor) pueden tener más cruces o utilizar tubos/tuberías de calor más grandes o sección aplanada tubos/tubos de calor.

40 49. Cuando hay varios puertos que atraviesan el intercambiador de calor PCM-HTF, estos pueden estar dispuestos preferentemente de manera que, cuando se ven en sección transversal (es decir, con los tubos o tubos de calor que se escapan del observador), forman un patrón en el que los tubos/tubos de calor están espaciados de manera más uniforme (ejemplos de diagrama), por ejemplo, de modo que la distancia promedio entre los centros de tubo/tubería de calor para un puerto dado es lo más cercana posible para igualar en todas las direcciones.

45 50. En cualquier ejemplo de un intercambiador de calor PCM-HTF, el HTF puede ser un líquido de dos fases, por ejemplo, un líquido dieléctrico con un punto de ebullición bajo. El calor se toma del PCM por la evaporación o ebullición de parte del líquido dieléctrico para formar burbujas, sin un cambio en la temperatura del líquido [Ref: Parket Hannifin], o viceversa, la reabsorción de vapor libera calor en el líquido que puede ser absorbido por el PCM (o alternativamente, el vapor puede separarse del líquido y el vapor pasar a través de un intercambiador de calor de servicio donde absorbe calor adicional antes de permitir que se condensen en un intercambiador de calor PCM-HTF). Esto crea un sistema de temperatura cercano a constante.

50 51. En cualquier ejemplo de un intercambiador de calor PCM-HTF, el HTF puede ser un refrigerante, por ejemplo, R410A.

55 52. En un ejemplo adicional de 50 o 51 anterior, la fase de vapor de un sistema de refrigeración líquida de dos fases, o un refrigerante, utilizado para transportar calor entre un intercambiador de calor PCM-HTF y uno o más intercambiadores de calor de servicio también puede, al mismo o en otro momento, mediante una disposición adecuada de compresores, válvulas de expansión y válvulas de desvío, sea el fluido de trabajo de una bomba de calor utilizada para bombear calor desde este banco a un banco con un punto de fusión más alto PCM, o hacia este banco

desde un punto de fusión inferior punto PCM, o ambos. De esta forma, el bombeo de calor se convierte en un elemento integrado de la estructura del banco de intercambiadores de calor PCM-HTF. (Ver la figura 29)

53. En un ejemplo preferido de 52 anterior, el compresor también serviría en otro o al mismo tiempo que la bomba de circulación para el fluido de transferencia de calor secundario (en cuyo momento la(s) válvula(s) de expansión pasarían por alto).

54. En un ejemplo alternativo de la presente invención, que suministra un modo totalmente diferente de integrar el bombeo de calor en la estructura de un banco, el material magnetocalórico se puede unir al intercambiador de calor o añadir como partículas pequeñas en la mezcla de un material compuesto PCM (PCM + potenciador de conductividad térmica + material magneto-calórico). Combinado con un aparato para controlar la aplicación de campos magnéticos mediante el movimiento de imanes permanentes en relación con la estructura del banco, o de lo contrario, el calor puede ser bombeado a/desde cada banco.

55. En un ejemplo de la presente invención, se puede utilizar un banco o bancos de un almacén térmico para enfriar previamente el agua de red que llega a un edificio (véase la figura 30, centro y lado derecho). Esto es especialmente útil en algunas partes del mundo o en épocas del año, donde el agua de la red se entrega a una temperatura demasiado alta para ser utilizada como agua fría (por ejemplo, en Dubai, donde el agua de la red puede llegar a una vivienda a 35-40°C., o el sur de los Estados Unidos, donde puede llegar a 25-30°C, pero lo ideal sería que se entreguen en un grifo frío a una temperatura confortable para beber, como 6°C). Una escalera de bancos de PCM más fríos, por ejemplo, en la secuencia 20°C y 7°C en el sur de Estados Unidos, puede suministrar convenientemente tal preenfriamiento. La energía captada de tal enfriamiento del agua de la red puede ser bombeada a altas temperaturas para agregar calor a bancos de temperatura más alta (por ejemplo, calor del banco de 7°C a un banco de 45°C y del banco de 20°C a 58°C) que luego se puede utilizar para suministrar ACS.

56. En un ejemplo en el que un Almacén térmico está integrado en un edificio que también tiene un sistema de aguas grises (un sistema para capturar el agua que ya se utiliza para algunos fines, como ducharse o bañarse, y reutilizarlo para otros fines, como enjuagar el inodoro), el propio tanque de aguas grises puede estar preferencialmente equipado con una bobina de tubo de cobre u otro medio intercambiador de calor para que pueda actuar como una fuente de calor para ser transferido (directamente o mediante medios de bombeo de calor interpuestos) a un banco o bancos del almacén térmico. En tal ejemplo:

- Preferentemente, el intercambiador de calor en el depósito de aguas grises canalizará fluido de intercambio de calor de modo que comience en la parte inferior del tanque de aguas grises y progrese hacia la parte superior, para aprovechar la estratificación dentro del tanque de agua gris y haga que el HTF salga del intercambiador de calor del tanque de agua gris a la temperatura más alta posible;

- En diferentes momentos, la temperatura del HTF que sale del tanque de aguas grises puede ser lo suficientemente alta para superar el umbral de temperatura de entrada de varios bancos, en cuyo caso un controlador puede elegir preferentemente cargar este calor al banco de temperatura de fusión más alta, o al banco que está más vacío, o en varios bancos de temperatura de fusión descendente en secuencia, mientras se evita la ejecución de HTF a cualquier banco con una temperatura de fusión más alta que la temperatura de salida del HTF del intercambiador de calor de tanque de agua gris;

- El tanque de aguas grises debería estar bien aislado: esto no sería necesario en un sistema de aguas grises normal, ya que el tanque de aguas grises se equilibraría hasta la temperatura ambiente, sin embargo, en esta realización, el agua gris puede enfriarse bien por debajo de la temperatura ambiente (por ejemplo, a 7°C) a medida que se extrae el calor del almacén térmico.

57. En un ejemplo en el que se debe recuperar calor del agua residual pero se debe permitir que el agua residual se escape inmediatamente sin almacenamiento, una unidad de recuperación de calor de agua residual que comprende una sección de bajante de cobre hecha de cobre rodeada por una bobina (o alternativamente una funda) hecho de fluido de transferencia de calor que fluye en contracorriente de cobre puede ser utilizado (una "unidad de recuperación de calor de agua residual"). El HTF solo fluye cuando hay un flujo de aguas residuales en la bajante, y el agua residual supera una temperatura umbral. En función de la temperatura alcanzada por el HTF, el HTF puede dirigirse al banco de temperatura de fusión más alto más frío que el HTF y posteriormente dirigirse a través de una secuencia de bancos de temperatura cada vez más baja antes de ser bombeado a la unidad de recuperación de calor de aguas residuales. (Véase la figura 27)

58. En un ejemplo alternativo a 57 anterior, la unidad de recuperación de calor de agua residual puede reemplazarse por varias unidades más pequeñas separadas térmicamente aisladas, cada una directamente conectada a través de un circuito bombeado a solo un banco (véase la figura 30, centro y lado izquierdo). Cuando fluye el agua residual, dependiendo de su temperatura, los circuitos bombeados seleccionados se activan para transportar calor a sus respectivos bancos, pero solo para los bancos con PCM con puntos de fusión inferiores a la temperatura del agua residual y que requieren calor adicional.

59. En un ejemplo alternativo a 58 anterior, cada sección de tubo de descarga de residuos se forma a partir de un tubo de calor plano curvado 360 grados en una sección de tubería. El tubo de calor plano curvado está unido térmicamente a (o alternativamente se divide a sí mismo para formar) uno o más tubos de calor que entran en el banco respectivo, en donde forma parte del intercambiador de calor PCM-HTF. Estas tuberías de calor están equipadas con diodos de calor para evitar que el calor corra de cada orilla a la tubería de desagüe cuando la temperatura en la tubería de desagüe es inferior a la del banco. Como un ejemplo alternativo, los tubos de calor planos pueden formar una gran superficie plana, quizás formando un lado del almacén térmico, sobre el que puede correr el agua residual. En un ejemplo específico, cada uno de 56 a 59 puede utilizarse de forma autónoma, por ejemplo, cuando se integra un Almacén térmico pequeño como parte del sistema de recuperación de calor de aguas residuales, para ser utilizado dentro de un sistema más grande de diseño convencional o incorporando otro Almacén térmico central.

60. En un ejemplo en el que una gran cantidad de calor de alta calidad (por ejemplo, más de 80°C o más de 100°C) está entrando en el almacén térmico (por ejemplo, desde un panel solar térmico en el verano o desde una celda de combustible) y donde hay también es una demanda de enfriamiento, se puede utilizar calor de tan alto grado (ya sea inmediatamente cuando esté disponible o se haya almacenado primero en un banco de PCM con un punto de fusión adecuado, por ejemplo, 80°C o 100°C) para impulsar una bomba de calor de absorción o adsorción u otra bomba de calor impulsada por calor para bombear calor desde los bancos fríos (por ejemplo, con PCM que funde a, por ejemplo, 7°C o 0°C o -22°C) para generar frío para necesidades de refrigeración (como aire acondicionado o refrigeración). Las bombas de calor de adsorción o absorción típicamente también producen "calor residual" a una temperatura intermedia que, convencionalmente, necesita ser eliminada a través de, por ejemplo, una torre de enfriamiento. En el contexto de un ejemplo que integra dicha bomba de calor con un Almacén térmico, el calor residual puede almacenarse preferentemente en otro banco o bancos de PCM de temperatura de fusión adecuada y utilizarse posteriormente para fines tales como calentamiento de agua o calefacción o calor de proceso de temperatura media.

61. Un ejemplo de un Almacén térmico puede integrar preferentemente el almacenamiento eléctrico integrando celdas de batería directamente dentro de la estructura del intercambiador de calor PCM-HTF de uno o varios bancos.

Las baterías eléctricas dependen de diferentes químicos. Cada uno tiene un rango cómodo en el que funciona bien, a menudo alrededor de la temperatura ambiente. Por ejemplo:

- Con el aumento de la temperatura, el tiempo de vida de NiMH (hidruro metálico de níquel) (en ciclos) se degrada rápidamente: en comparación con una operación de alrededor de 20°C, el funcionamiento a 30°C reduce la vida útil del ciclo en un 20%; 40°C en un 40%; 45°C en un 50%.

- El ion de litio puede funcionar típicamente entre -20°C y 60°C, sin embargo, a medida que la temperatura disminuye, la velocidad de descarga que se puede soportar disminuye drásticamente.

- Se desaconseja la descarga de iones de litio en el extremo superior del rango de temperatura, ya que puede iniciarse el autocalentamiento, lo que puede causar una reducción en el rendimiento de las baterías; daño interno irreversible; y en algunos casos una falla catastrófica (debido a un incendio o un estallido de expansión térmica abre las celdas).

- La mayoría de las baterías deben estar por encima de 0°C para cargar.

- Las baterías de polímero de electrolito sólido de litio deben estar entre 60°C y 100°C para funcionar.

El ambiente puede dificultar el mantenimiento de las baterías dentro de estos límites, por ejemplo:

- Una batería de automóvil puede estar expuesta a temperaturas muy bajas en climas fríos. Los calentadores de batería a menudo se emplean para contrarrestar esto.

- Igualmente, en los climas cálidos, los vehículos eléctricos generalmente deben estar equipados con refrigeración por batería mediante bombas de calor para mantenerlos en el rango de funcionamiento.

- Baterías utilizadas en las proximidades de productos electrónicos, por ejemplo., Las baterías de los ordenadores portátiles pueden estar sujetas a calor residual a alta temperatura de los componentes electrónicos.

El funcionamiento de las baterías también tiende a calentar las baterías: las celdas de la batería no son 100% eficientes durante la carga para convertir la energía eléctrica aplicada en energía química almacenada (o al contrario durante la descarga al convertir la energía química almacenada en energía eléctrica); la ineficiencia se exhibe principalmente como calor residual.

Por lo tanto, mantener las baterías en su rango operativo óptimo es un desafío. Un ejemplo de un banco o bancos modificados de un Almacén térmico PCM puede lograr esto intercalando las celdas de la batería en la estructura de un banco con un punto de fusión PCM cercano a la temperatura operativa óptima de las celdas de la batería, de forma tal que las celdas de la batería y el PCM puedan intercambiar calor a velocidades suficientemente altas para que las

cargas máximas de calor en las celdas de la batería (por ejemplo, durante la descarga o la carga rápida) puedan disiparse en el cambio de fase del PCM.

En ejemplos específicos, por ejemplo:

- 5
- Se puede emplazar una hilera de celdas de ión litio cilíndricas en un intercambiador de calor PCM similar a un tubo de aletas en posiciones que de otro modo estarían ocupadas por tubos o tuberías de calor; el PCM puede seleccionarse a temperatura ambiente, por ejemplo, 24°C.
- 10
- Las celdas de polímero de litio electrolítico plano sólido se pueden introducir como capas intermedias en una estructura como: canal HTF- material compuesto PCM -polímero de litio- material compuesto PCM -canal de HTF (y repetición); el PCM se puede elegir alrededor de 80°C, representando un punto medio en el rango operativo de la batería de polímero de litio de electrolito sólido.
- 15
- Al estar muy cerca del material compuesto PCM (área de gran superficie entre la carcasa de la batería y el material compuesto PCM, con aleteo adecuado o potenciador de conductividad térmica en el material compuesto PCM para asegurar una buena transferencia de calor) significa que:
- 20
- (mientras que parte del PCM esté todavía fundido) el PCM puede ceder el calor para elevar la temperatura de las celdas de la batería si caen las temperaturas ambientales;
 - (siempre y cuando parte del PCM todavía esté congelado), el PCM puede aceptar calor para enfriar las celdas de la batería y así eliminar el calor residual operativo si aumenta la temperatura ambiental.
- 25
- Claramente, en este ejemplo, durante los ciclos operativos, el calor se acumulará si no se elimina. Aquí se hace evidente la ventaja de que esta disposición es uno o más bancos modificados de un Almacén térmico PCM:
- 30
- Un PCM de punto de fusión cuidadosamente seleccionado (por ejemplo, 24°C) mantiene la temperatura de la batería modulada, limitando el rango de temperatura operativa de las celdas de la batería para mantenerlas en un régimen operativo seguro y eficiente.
 - Eventualmente, la capacidad del PCM para almacenar más calor a temperatura constante se saturaría (con el PCM completamente fundido) y la temperatura del PCM y las celdas de la batería aumentarían.
- 35
- Sin embargo, en el contexto de un Almacén térmico puede haber demandas externas para el calor almacenado para otros usos, por ejemplo, de calentamiento de ACS; construcción de calefacción de espacios; cabina de calefacción en un vehículo. Estos extraen calor del PCM y lo vuelven a congelar, lo que permite que la temperatura de las celdas de la batería continúe estando condicionada. Por lo tanto, el calor residual de la operación de la batería sustituye al calor que de otro modo tendría que haberse originado de alguna otra manera.
- 40
- Incluso si no hay demandas externas de calor útil, el almacenamiento PCM permite retrasar el tiempo en que el calor se disipa hasta que uno o más de:
 - El ambiente externo se enfría por debajo de la temperatura del banco permitiendo el enfriamiento del PCM (por ejemplo, un almacén de energía eléctrica de red que funcionaba con temperaturas de 35°C durante el día experimenta condiciones de 15°C durante la noche, permitiendo que el HTF circule a través del banco de 24°C y transmita calor para disiparse a través de un intercambiador de calor con HTF-aire, congelando así el PCM)
 - El ambiente externo se vuelve frío (por ejemplo, -10°C) y el PCM vuelve a congelar la liberación de calor que protege las celdas de la batería contra las bajas temperaturas.
 - El ambiente externo permanece caliente (por ejemplo, 35°C en el día, seguido de 32°C en una noche tropical) que requieren bombeo de calor del banco para disipar el calor, sin embargo, ha sido posible retrasar ese bombeo de calor hasta un momento más adecuado (por ejemplo, cuando la electricidad es barata disponible por la noche, cuando las temperaturas son algo menores, reduciendo la elevación de bombeo de calor y mejorando el COP, cuando un vehículo eléctrico está estacionado y conectado a la red eléctrica, por lo que no era necesario utilizar energía eléctrica valiosa de la batería reduciendo el rango autónomo durante la operación).
- 55
- Por lo tanto, este ejemplo tiene múltiples beneficios:
- 60
- Utiliza PCM para mantener las celdas de batería en su régimen de temperatura operativa óptima o cerca de ellas, frente a las variaciones de temperaturas ambientales y cargas térmicas resultantes de la operación, lo que permite un mejor rendimiento eléctrico y un uso más seguro.
- 65
- Aprovecha el calor residual de la operación de la batería para entregar calor útil a otros servicios en otros momentos, reduciendo así el calor que tiene que ser específico para estos servicios.

- Cuando no es posible aprovechar el calor residual, ofrece la oportunidad de optimizar el tiempo (y, por ende, el costo energético o financiero) de la disipación del calor residual de la batería.

5 62. En un ejemplo en el que una fuente de calor a un Almacén térmico es una fuente de aire que utiliza una bobina de ventilador, un banco o bancos del Almacén térmico se pueden integrar directamente en la fuente de aire (Véase la figura 31). Por ejemplo, un intercambiador de calor de tubos de aletas puede tener un ventilador montado en frente de él para que el aire pueda pasar a través de las aletas a través de un volumen definido al proyectar hacia atrás el área barrida del ventilador. Fuera de esta área, la parte restante del intercambiador de calor con tubo de aletas puede llenarse con material compuesto de PCM (adecuadamente protegido por aislamiento). Los tubos forman una curva serpenteante continua que pasa alternativamente por el centro del intercambiador de calor (donde cada tubo ve un segmento de aleta incrustado en el material compuesto PCM, seguido de una parte del volumen de la vía de aire, seguido por algo más de material compuesto PCM) y el área del borde (donde ve completamente aletas incrustadas en el material compuesto PCM). De esta forma, cuando la temperatura del aire sea lo suficientemente alta (excediendo la temperatura de fusión del PCM), el funcionamiento del ventilador y una bomba para hacer circular HTF a través de los tubos transferirá calor desde el aire al fluido HTF y desde allí al PCM.

Al apilar varias capas de los ejemplos anteriores una detrás de la otra (reduciendo la temperatura PCM en cada banco en secuencia a lo largo de la dirección del flujo de aire) se puede extraer más calor del aire (véase la figura 32). Además, cuando la temperatura del aire está por debajo de la temperatura de algunos bancos, pero por encima de la temperatura de otros bancos, el ventilador puede operar, pero solo funcionarán las bombas de circulación del segundo conjunto de bancos. El uso de tres válvulas de puerto permite que los tubos en otros momentos se usen para extraer calor del PCM para enviar a otra parte de un Almacén térmico más grande o para ser utilizados por otro consumidor de calor o una bomba de calor.

En un ejemplo alternativo, los tubos y las bombas de circulación pueden reemplazarse por varios tubos de calor, conteniendo cada uno un diodo de calor entre el volumen de aire y el volumen de PCM. Los tubos de calor se extienden más allá del volumen de PCM a un conjunto de cabezales que forman intercambiadores de calor con un circuito separado de fluido de transferencia de calor para transportar calor (solo cuando fluye este HTF) a otra parte de un Almacén térmico mayor o para ser utilizado por otro consumidor de calor o una bomba de calor.

Ventajosamente, estos ejemplos permiten que el calor se recoja del aire a veces (por ejemplo, a la mitad del día) cuando está a una temperatura más alta, mientras se retrasa el tiempo en que el calor se mueve a otra parte del sistema (por ejemplo, una bomba de calor) hasta un momento en que la potencia para utilizar dicho calor es más barata o está más disponible.

63. Un tanque de agua caliente existente utilizado como un sistema de ACS solar térmica, combinado con una serie de bancos, puede formar un ejemplo de un almacén térmico. Normalmente, un tanque de agua caliente solar funciona con sus estratos más bajos a alrededor de 40°C, por lo que no se puede capturar el calor a menos de 40°C. En un ejemplo, el HTF solar, que ha pasado a través de la bobina solar en el tanque de agua caliente solar, se desvía a la primera pasada a través de, por ejemplo, el horno de agua caliente solar a 32°C y luego a un banco de 20°C antes de volver a los paneles solares térmicos, permitiendo así que se capture calor adicional. Cuando el HTF solar (en la salida de los paneles solares) es más frío que el estrato inferior del tanque de agua caliente, el controlador solar normalmente no haría funcionar la bomba de circulación ya que no se transferiría calor. En este ejemplo, un controlador solar adaptado ejecuta la bomba de circulación siempre que el HTF solar (en la salida de los paneles solares) está más caliente que 20°C, sin embargo, cuando cae entre 20°C y la temperatura en la parte inferior del tanque de agua caliente, válvulas de conmutación para derivar el tanque de agua caliente y comenzar directamente con el banco de 32°C o de 20°C. según corresponda.

El agua fría de red (siempre que sea más fría que 20°C) se calienta primero en el banco de 20°C, luego en el banco de 32°C, como etapa de precalentamiento, seguido de calentamiento por el tanque de agua caliente. De esta forma, se necesita menos calor del tanque de agua caliente y, en general, el sistema es más eficiente termodinámicamente.

64. Para cualquier ejemplo en el que un panel solar térmico (o PV+T) proporcione calor a un Almacén térmico local o remoto, la temperatura del HTF que fluye desde el panel solar puede utilizarse para seleccionar a qué banco transferir inicialmente el calor. El banco que se seleccionará será el banco con el punto de fusión de PCM más alto que esté por debajo de la temperatura de HTF más un margen definido para permitir una transferencia de calor eficiente, por ejemplo, si los bancos de PCM que tienen puntos de fusión 20°C, 32°C, 45°C, 58°C, y el margen se determina que es 5°C, entonces en o por encima de 25°C el banco de 20°C será el primero visitado; a una temperatura igual o superior a 37°C, el banco de 32°C será el primero visitado; en o por encima de 50°C, el banco de 45°C será el primero visitado; en o por encima de 63°C o más, el banco de 58°C será el primero visitado.

Debido a los bancos de temperatura más baja, la cantidad de calor que se puede recoger será mayor que la de un sistema basado en un tanque de agua donde típicamente la temperatura más baja a la que se puede capturar el calor solar es de alrededor de 40-45°C.

65. Los sistemas térmicos solares de la técnica anterior están equipados típicamente con una bomba de velocidad constante para circular HTF solar. Esta bomba está encendida cuando el HTF solar en la salida de los paneles solares está lo suficientemente caliente como para suministrar calor al tanque de agua caliente. La bomba de velocidad constante suministra un flujo constante de HTF solar. Por lo tanto, la temperatura del HTF solar variará continuamente con el aumento de la radiación solar.

Un panel solar es un equilibrio entre la ganancia de calor y la pérdida de calor. Con el aumento de la irradiancia, la ganancia de calor aumenta, también lo hace la temperatura, sin embargo, también aumenta la pérdida de calor. La reducción de la temperatura operativa de un panel solar reduce las pérdidas de calor. Para una irradiancia constante, se puede lograr una disminución de la temperatura aumentando el flujo de HTF a través del panel. Por lo tanto, al aumentar el índice de flujo a una irradiancia dada, podemos recolectar más calor, aunque a una temperatura más baja.

Cuando el calor solar térmico se almacena en un almacén térmico, podemos observar que los bancos están a temperaturas cuantificadas, por ejemplo, con puntos de fusión de PCM de 20°C, 32°C, 45°C, 58°C. Si se determina que un margen definido por encima de estas temperaturas, para permitir una transferencia de calor eficiente, es de 5°C, entonces se determina que es más eficiente para recoger calor solar térmico a precisamente 25°C (para el banco a 20°C), 37°C (para el banco a 32°C), 50°C (para el banco a 45°C) o 63°C (para el banco de 58°C), que recoger a cualquier otra temperatura. Para confirmar esto, imagina que recogimos a 43°C, para el banco de 32°C. A esta temperatura, agregaremos una cierta cantidad de calor al banco de 32°C. El calor solo puede extraerse nuevamente del banco a 32°C o menos. Si en cambio recogiéramos a 37°C, recolectaríamos más energía calorífica que a 43°C, que aún puede extraerse más tarde del banco en o por debajo de 32°C. Esta mejor situación se puede arreglar modificando (acelerando) la velocidad de flujo de HTF.

Por lo tanto, en una realización mejorada de un sistema con paneles térmicos solares y un Almacén térmico, en cualquier momento dado se puede medir la irradiancia y para esa irradiancia un modelo puede evaluar los diferentes flujos a los que se generarían temperaturas de HTF. Solamente los índices de flujo que coincidirían con las temperaturas reales del banco (+ margen) serían candidatos para ser elegidos. En igualdad de condiciones, se elige la temperatura más alta de la lista de candidatos. Otros factores (como predicciones del clima, predicciones de la demanda, estado de carga de la energía del banco, etc.) pueden sobrecargar esta opción para seleccionar una temperatura más baja, pero en todos los casos será una a una temperatura del banco (+ margen).

A partir del modelo, para la temperatura elegida, se puede buscar el flujo relacionado y, por lo tanto, la velocidad de la bomba, y luego ajustar la bomba a ese flujo, en lugar de un flujo estándar. En lugar de medir directamente la irradiancia, la temperatura actual del HTF en el punto de salida de los paneles solares, combinada con un conocimiento del flujo actual, puede utilizarse (mediante modelado inverso o un sistema de aprendizaje en el controlador mirando relaciones pasadas) para estimar la irradiancia, y así conducir el modelo de avance para predecir qué cambio a la velocidad de la bomba se debe hacer.

66. En un ejemplo adicional, la temperatura de retorno del HTF solar desde el Almacén térmico al panel térmico solar puede controlarse para mejorar la eficacia termodinámica del panel térmico solar. Cuanto menor es la temperatura de retorno, más eficiente es el panel solar (porque a temperaturas más bajas las pérdidas de calor son menores). Con un sistema termosolar basado en un tanque de agua, donde normalmente, después de la transferencia de calor con el estrato de temperatura más bajo, la temperatura de retorno estará alrededor o por encima de 40°C. Ventajosamente, donde los bancos, por ejemplo, 20°C y 32°C existen, se puede disponer un ejemplo de manera que HTF normalmente visite estos bancos más fríos antes de regresar del banco más frío al panel solar, aumentando así la eficiencia del panel solar. (Ver la figura 33).

Sin embargo, puede haber objetivos de control más grandes, tales como alcanzar una cantidad mínima de calor por encima de una temperatura determinada, que entren en conflicto con esto: si el HTF regresa más frío al panel solar, también fluiría desde el panel solar más frío. Por lo tanto, un controlador puede cambiar el último banco visitado a un banco de temperatura más alta que el más frío. Esto también se puede hacer porque el banco más frío está lleno. Dicha adaptación de control se puede combinar con la anterior en 65 para adaptar los bancos más calientes y más fríos visitados, y el índice de flujo HTF es más ventajoso para cumplir con los objetivos de control más altos.

Tenga en cuenta que 20°C no es una temperatura mínima. Bancos a, por ejemplo, 7°C, 0°C o incluso temperaturas bajo cero tales como -10°C se pueden utilizar de forma útil en almacenes térmicos, y se pueden visitar los últimos en secuencia para enviar HTF de vuelta al panel solar a, por ejemplo, 10°C, 3°C o -7°C. Siempre que el HTF esté protegido contra la congelación, y la temperatura de flujo del panel sea lo suficientemente alta como para ser útil, tales bajas temperaturas pueden generar incluso mayores eficiencias. El calor almacenado en bancos de PCM por debajo de la temperatura mínima en el tanque de agua caliente puede bombearse por calor, por ejemplo, durante la noche o en otros momentos cuando la electricidad es barata y abundante, y se introduce en el tanque de agua caliente a temperaturas más altas.

67. En un ejemplo adicional que mejora el punto 66 anterior (y que se puede aplicar a muchos ejemplos solares y PV+T anteriores), el propio panel solar puede dividirse en varios segmentos aislados térmicamente. (Véase la figura 34).

- Por ejemplo, considere un colector solar de placa plana que incluye una placa recolectora de cobre, unida a un tubo de meandro de cobre que transporta HTF: este se mueve de un lado a otro mientras asciende fila por fila en la placa de cobre. Normalmente, la placa de cobre y el tubo del meandro son continuos. El cobre es altamente conductor de la temperatura, por lo que, aunque el HTF devuelve agua fría al panel solar y se calienta progresivamente a medida que serpentea por el panel, el cobre más caliente en la parte superior del panel transferirá rápidamente calor por conducción al fondo del panel. Por lo tanto, toda la placa colectora de cobre estará más caliente en la parte inferior (debido a la transferencia de calor a través del cobre) que el agua fría que retorna, y por lo tanto perderá más calor.
- En el ejemplo actual, el aislamiento térmico se puede lograr dividiendo la placa de cobre en tiras horizontales (una por recorrido horizontal del tubo meandro), entre cada una de las cuales se interpone una tira delgada de aislamiento o alternativamente aire. Se puede conseguir un aislamiento térmico adicional introduciendo una sección de tubo de material aislante corto (por ejemplo, 20 mm de tubo de plástico) en cada curva del tubo de meandro que asciende al siguiente recorrido horizontal superior.
- El resultado de este aislamiento térmico es que la placa de cobre y la tubería cerca del fondo del panel, donde llega el HTF de retorno frío, estarán genuinamente fríos (porque no recibirán calor a altas temperaturas conducido por el cobre desde la parte superior del panel) y así irradiará menos calor. Este efecto se aplicará en todo el panel, lo que agudizará el rendimiento de cada tira horizontal, en comparación con el rendimiento más promediado sin el aislamiento térmico. En general, la eficiencia termodinámica del panel solar será mayor que la de un sistema sin aislamiento térmico.
- Este beneficio debería aplicarse también en el contexto de un panel solar térmico de esta construcción utilizado con cualquier tipo de almacén solar térmico, incluido un tanque de agua.
68. En muchos ejemplos, un conjunto de tubos (u otros canales, por ejemplo, tuberías, canales entre placas prensadas, árboles biomiméticos arteriales/capilares/vasculares) transporta calor por medio de cambios en la temperatura de un fluido de transferencia de calor, es decir, usando el calor específico del HTF (a diferencia de los conductos de calor o los sistemas que emplean líquidos bifásicos, en los que el calor es transportado en gran parte por el calor latente del cambio de fase líquido-vapor y vapor-líquido).
- En estos ejemplos, el HTF en el tubo en el punto en que entra en el intercambiador de calor PCM-HTF tendrá una magnitud absoluta mayor de ΔT entre la temperatura HTF y PCM que a la salida del intercambiador de calor.
- Para un caso donde la distribución de PCM (o PCM material compuesto) alrededor del tubo (o en una capa entre huecos, etc.) es constante a lo largo del tubo, trazando un gráfico del valor absoluto de la temperatura HTF versus longitud a lo largo del tubo (desde el punto de entrada) produce una curva que es, en general, una curva de decaimiento exponencial, es decir, comienza en alto, desciende bastante abruptamente y luego se vuelve más superficial. Si el tubo se hace muy largo, hay una cola muy larga de gradiente muy poco profundo a medida que la curva se vuelve asíntota hacia la temperatura del PCM.
- La explicación es simple (considerando aquí el caso en el que el HTF frío, saturado a 10°C, fluye a través del PCM con un punto de fusión más alto, digamos 24°C):
- a medida que el calor fluye desde el PCM al enfriador HTF, la temperatura del HTF aumenta;
 - ahora, un poco más adelante a lo largo del tubo, la (magnitud absoluta de) ΔT del HTF a PCM es más pequeño, de ahí la velocidad a la que el calor puede fluir desde el PCM al HTF (que depende de la ΔT) cae;
 - así que el calor fluye más lentamente del PCM al HTF en la siguiente sección, y la temperatura del HTF aumenta un poco más lento (sin embargo, el flujo de HTF no ha disminuido, es constante)
 - repitiendo esto para muchas secciones pequeñas en secuencia a lo largo la tubería ve que ΔT disminuye, con el cambio en ΔT de un segmento a otro disminuyendo con cada paso,
 - así la potencia (tasa de transferencia de calor) a lo largo del tubo y el ΔT disminuyen en sincronía, con la tasa de disminución cayendo bruscamente al principio y cada vez más gradualmente después (y en principio nunca llega a cero por largo que sea el tubo).
- El escenario anterior persiste siempre que ninguno de los PCM en la distribución alrededor del tubo esté completamente congelado (es decir, mientras el PCM a lo largo del tubo todavía tenga calor latente para ceder al HTF). En un caso real, en algún punto, el PCM que rodea el inicio del tubo estará completamente congelado, habiendo liberado todo su calor latente, y comenzará a enfriarse (renunciando a su calor específico). A medida que se extrae más calor, la zona de agotamiento se mueve a lo largo del tubo, y la tasa global de transferencia de calor (es decir, potencia) de PCM a HTF agregada a lo largo del tubo disminuye.

(El mismo análisis se puede revertir para el caso de un HTF más caliente que lleva calor a un PCM de punto de fusión más bajo - en algún punto, todo el PCM alrededor del inicio del tubo se fundirá y, a medida que esta zona se aleje, el agregado poder que el PCM puede disipar disminuirá)

5 Por lo tanto, en un ejemplo alternativo y preferido (para todos los ejemplos que usan la capacidad de calor específica de HTF para transportar calor) la distribución de PCM alrededor del tubo (o el grosor de la capa para placas, etc.) no se mantiene constante. Por el contrario, disminuye la asociación de una mayor cantidad de PCM con un tubo (o equivalente) cerca del inicio, a una cantidad asociada menor (por ejemplo, alrededor) hacia el extremo del tubo. El objetivo de esto es garantizar que, a lo largo del tubo, el tiempo en que se agote el calor específico del PCM sea, en términos generales, el mismo momento a lo largo del tubo.

15 El punto de partida para tal diseño es modelar o medir la tasa de agotamiento/adición de calor para flujo HTF estable (suponiendo que el PCM no está completamente fundido o congelado) en cada uno de los muchos puntos a lo largo del tubo, es decir, la potencia en cada punto. Al utilizar esto, diseñar la geometría del intercambiador de calor PCM-HTF para que la cantidad de PCM asociada con cada sección pequeña a lo largo del tubo se escale por la potencia relacionada con esa sección, por ejemplo, si la potencia de estado estacionario es 20W en una sección de 10 mm de longitud cerca del inicio y 10W en otra sección de 10 mm de longitud cerca del extremo de un tubo de intercambio de calor, entonces la sección cercana al inicio debería tener el doble de PCM asociado con ella que la sección cerca del final, esto podría hacerse, para el caso de un tubo, asegurando que un anillo de PCM activo asociado con la sección inicial de PCM tiene el doble del área (de ahí el radio $\sqrt{2}$).

La nueva geometría se puede simular completamente o construir y medir, y realizar enmiendas adicionales para tener en cuenta:

25 • Los segmentos donde se asocia más PCM son físicamente más grandes, por lo tanto, tienen trayectorias de transferencia de calor más largas a través de las aletas o material compuesto PCM que rodea el tubo (o similar). Por lo tanto, la potencia no depende solo de ΔT con el HTF sino también de la distancia a través del material compuesto PCM o aletas que debe recorrer el calor (y esta distancia variará con el tiempo, como un anillo alrededor de un tubo o subcapa dentro de una capa se funde/congela durante una corrida de HTF a través del intercambiador de calor).

30 • Teniendo en cuenta el calor específico de las aletas, el potenciador de la conductividad térmica o PCM (una vez congelado o fundido), así como el calor latente.

35 • Las interacciones a través del cuerpo del PCM/material compuesto entre segmentos de tubo a cada lado de un cuerpo de PCM (por ejemplo, cuando un tubo serpentea hacia arriba y hacia abajo a través del intercambiador de calor)

40 Los diseños se pueden repetir hasta que la geometría, que ahora tiene una cantidad adaptada y profundidad de PCM/material compuesto asociada con cada punto en la superficie de intercambio de calor, produce un agotamiento completo del calor (cuando se extrae calor) o la adición total de calor (cuando se agrega calor) aproximadamente simultáneamente a lo largo del intercambiador de calor.

Los ejemplos reales de este enfoque incluyen, pero no se limitan a:

45 • Ejemplos de tipo tubo de aleta (incluyendo aquellas sin aletas sino puramente tubos y material compuesto de PCM) que tienen un solo tubo que corre de un lado a otro a través de las aletas, estando los tubos colocados de manera que, visto en sección transversal, los tubos forman una trayectoria en espiral, saliendo en espiral desde un tubo central (cada tubo alternativo corriendo en direcciones opuestas), con el espaciado entre los tubos en la espiral aumentando a lo largo de la trayectoria espiral de forma logarítmica. El HTF siempre comienza (ya sea cargando o descargando calor) desde el tubo más externo (más espaciado) y termina en el tubo central.

50 • Simplificaciones de lo anterior donde hay varias filas de tubos: yendo de abajo hacia arriba, con un espaciado vertical creciente entre filas sucesivas; y con cada fila sucesiva que contiene menos tubos, más ampliamente espaciados. Nuevamente, cada tubo alternativo corre en direcciones opuestas. HTF comienza en un extremo de la fila más alta (más espaciada) y termina en la fila inferior (más espaciada).

55 • Ejemplos donde múltiples capas están separadas por canales de flujo de ancho lateral (de espesor constante para asegurar flujo constante, unidas en los extremos para que el HTF fluya en un sentido a través de un canal y de vuelta al siguiente), pero con capas de PCM/material compuesto de espesor variable, que van desde capas delgadas (por lo tanto, canales poco espaciados) en el fondo a capas progresivamente más gruesas en las capas intermedias a gruesas (con canales ampliamente espaciados) en la parte superior, con HTF comenzando en este último extremo y fluyendo hacia el primero (ver Figura 19).

65 • Un tanque de agua lleno de esferas metálicas o plásticas que encapsulan PCM, dispuestas en capas con esferas más grandes en el fondo del tanque, y que progresivamente reducen el tamaño en capas sucesivas en el tanque. El agua fluye en el fondo del tanque y sale en la parte superior.

- 5 • Redes arteriales/capilares/venosas biomiméticas, con diseños desarrollados por programas de computadora que obedece a restricciones que incluyen aquellas que aseguran que la distancia promedio de la superficie de intercambio de calor al PCM/material compuesto circundante es mayor en el extremo arterial y progresivamente se reduce hacia el extremo venoso (con las reglas inicialmente se basan en alguna función de caída exponencial simple, pero luego permiten la simulación y refinamiento en ciclos múltiples con recocido simulado o algoritmos genéticos para refinar hacia un ideal que equilibra todos los objetivos de transferencia de calor y asegura que todo el calor se agota de manera aproximada isocrónicamente).
- 10 Este tipo de ejemplo tiene la ventaja de que conduce a un comportamiento de alta potencia siempre que haya energía térmica almacenada en el PCM, seguida de una caída brusca de potencia una vez que se agota la energía (o, por el contrario, alta aceptación de calor, hasta que PCM está todo derretido, en ese momento la capacidad de disipar el calor disminuye rápidamente) en lugar de disminuir la degradación de la potencia a medida que avanza el almacenamiento/recuperación de calor. La degradación lenta significa que el PCM puede estar lejos de fundirse por completo (o congelarse, de acuerdo sea el caso) antes de que la potencia (velocidad de entrada/salida de la transferencia de calor) sea demasiado baja para ser significativa, por ejemplo:
- 15 Para suministrar ACS para la ducha, se requiere una potencia de ~10kW. Si un Almacén térmico tiene 5kWh, en principio puede suministrar 30 minutos de tiempo de ducha. Si puede entregar 18kW inicialmente, 10kW después de 10 minutos, 6kW después de 20 minutos y 3kW después de 30 minutos, entonces en realidad solo puede suministrar alrededor de 10 minutos a 10kW o mejor, es decir, su potencia cae demasiado baja después de agotar solo 1/3 de la energía almacenada. Por lo tanto, su densidad de energía utilizable efectiva sería solo 1/3 de su densidad de energía real.
- 20 Por el contrario, un Almacén térmico rediseñado con mucho más PCM asociado con cada tubo de transferencia de calor cerca del inicio del intercambiador de calor PCM-HTF, y mucho menos cerca del final, podría entregar una potencia mucho más constante de cerca de 10kW para los 30 minutos completos, momento en el que se agota todo el calor latente (y a partir de entonces la velocidad descenderá casi a cero muy rápidamente).
- 25 69. Muchos ejemplos incluyen todas o algunas de las bombas, compresores, dispositivos termoeléctricos, válvulas motorizadas, electrónica de control y electrónica de potencia (u otros componentes motorizados que disipan el calor residual en su funcionamiento). Todos o la mayoría de estos componentes requieren refrigeración para evitar fallas o un rendimiento degradado.
- 30 En ejemplos preferidos, dirigir el calor residual de estos componentes a uno o más bancos de punto de fusión adecuados de PCM suministra dicho enfriamiento, aprovechando así (para uso posterior) en lugar de desperdiciar el "calor residual".
- 35 En general, dichos componentes son refrigerados por aire. En una realización preferida, todos los componentes a refrigerar por aire están situados en un vacío estampado, por ejemplo, una cámara de 100 mm de adelante hacia atrás, tan ancha y alta como el Almacén térmico, montada en el lado frontal del Almacén térmico detrás de una puerta sellada (capaz de abrirse para dar servicio, pero normalmente forma un sello hermético). Dentro de esta cámara, un radiador de aire a agua está montado cerca de la parte superior de la cámara, confiando en la convección y/o flujo de aire asistido por ventilador para extraer el aire calentado por los componentes a través del radiador. (Se suministra una ruta de retorno para que el aire refrigerado regrese al fondo de la cámara).
- 40 El HTF que fluye en el lado del agua del radiador se elige para que fluya a un banco o bancos (en sucesión) que tiene PCM con temperaturas de punto de fusión (por ejemplo, 24°C) lo suficientemente baja como para enfriar el aire de la cámara a una temperatura adecuada para, a su vez, enfriar los componentes y mantenerlos a temperaturas operativas aceptables.
- 45 Además de capturar como calor útil el calor residual del funcionamiento de estos componentes, también reduce o elimina una serie de efectos secundarios no deseados de los enfoques estándar de circuito abierto para el enfriamiento del aire:
- 50 • No hay ruido de los ventiladores que extraen aire a través de los respiraderos externos. (Con el flujo de aire asistido por el ventilador seguirá habiendo ese ruido, pero es interno a la cámara refrigerada, que puede aislarse con facilidad mediante un sonido).
- 55 • No hay polvo o pelusas en el camino de enfriamiento que obstruye y degrada el rendimiento de los ventiladores y los intercambiadores de calor. (El ambiente interno está sellado herméticamente, por lo que no puede entrar polvo o pelusas).
- 60 • No hay carga térmica no deseada proveniente del calor residual que se vierte en el ambiente circundante (por ejemplo, el desperdicio de aire caliente de la electrónica).
- 65

Para los componentes que requieren refrigeración líquida, esto puede ser entregado convenientemente integrando los puertos de enfriamiento líquido para el componente en el circuito HTF.

5 Algunos componentes también pueden enfriarse por contacto térmico conductivo directo con un banco, por ejemplo, un conjunto electrónico puede integrarse directamente dentro del material compuesto PCM de un banco.

10 En un ejemplo alternativo, un conjunto de aletas de radiador en el flujo de aire puede unirse a tubos de calor, que se extienden dentro del banco de PCM (con una realización similar a un tubo de aleta interno). Una parte de los tubos de calor puede ser aplanada, incrustada en cobre o aluminio (opcionalmente equipada con difusor de calor de tubo de calor plano) para formar un disipador de calor. Esta parte del disipador de calor se puede unir a los componentes (como los electrónicos) que se pueden enfriar de manera conductiva.

15 70. En un ejemplo adicional, la electrónica u otros componentes no requeridos para el funcionamiento del Almacén térmico, pero requeridos para otros fines, también pueden enfriarse mediante los mecanismos en 69 anteriores. Los ejemplos incluyen, pero no están limitados a:

- Ordenadores, por ejemplo, servidores o servidores de medios.
- Electrónica de potencia, por ejemplo, inversores.
- Motores eléctricos

También se describe un procedimiento para calentar y/o enfriar un ambiente, comprendiendo dicho procedimiento:

25 suministrar una fuente de calor; y

suministrar una serie de bancos que contienen material de almacenamiento de calor;

30 en donde el material de almacenamiento de calor en la serie de bancos es capaz de almacenar y/o liberar energía a diferentes temperaturas.

También se describe un método para calentar y/o refrigerar un entorno, dicho método que comprende

35 suministrar un almacén de energía térmica capaz de aceptar y/o almacenar y/o liberar energía térmica en un intervalo de una o más temperaturas hacia/desde al menos una fuente y/o disipador de energía térmica, comprendiendo dicho almacén de energía térmica:

40 suministrar una configuración de uno o más bancos de almacenamiento de energía térmica, teniendo cada uno de dichos bancos de almacenamiento de energía térmica un intervalo de temperatura operativa habitual;

suministrar al menos uno o más de los bancos de almacenamiento de energía térmica que pueden contener una cantidad apropiada y tipo de material de almacenamiento de energía térmica que comprende un único material o una mezcla de materiales;

45 donde dicho material de almacenamiento de energía térmica en al menos un banco contiene al menos algunos de uno o más tipos de material de almacenamiento de energía térmica que experimenta al menos una transición de fase de absorción y/o liberación de energía a una o más temperaturas o uno o más subintervalos de temperaturas dentro del rango de temperatura operativa habitual de cada banco; y

50 en donde cada transición de fase está asociada con un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de dicho material de almacenamiento de energía térmica.

Breve descripción de las figuras

55 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora, a modo de ejemplo solamente, con referencia al dibujo adjunto en el que:

60 La Figura 1 es una representación esquemática de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con una primera realización de la presente invención

La Figura 2 es una representación esquemática de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con una realización adicional de la presente invención que comprende un almacén de calor de material de cambio de fase multibanco anidado;

La Figura 3 es una representación esquemática de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con una realización adicional de la presente invención de un almacén de calor de material de cambio de fase multibanco anidado utilizado para calefacción bajo el suelo, así como también calentamiento de agua;

5 La Figura 4 se relaciona con una única bomba de calor conectada directamente entre dos almacenes PCM, una destinada a almacenar y suministrar calor para calefacción y agua caliente y una destinada a almacenar y suministrar refrigeración para enfriamiento de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

10 La Figura 5 es un almacén reconfigurado que tiene dos centros (uno frío, uno caliente) y un banco más externo a la temperatura ambiente o cercana a ella;

La Figura 6 se relaciona con una única bomba de calor compartida en el tiempo con conectividad de muchos a muchos (es decir, múltiple);

15 La Figura 7 se relaciona con una bomba de calor que realiza trabajo doble y dos buses de transferencia de calor;

La Figura 8 se relaciona con extraer calor de una fuente ambiental usando una bomba de calor y bombas de calor de menor capacidad interpuestas entre cada banco;

20 La Figura 9 se relaciona con un almacén de calor y frío PCM multibanco para calefacción doméstica, agua caliente y aire acondicionado de fuentes de calor ambiental usando una bomba de calor compartida;

Las Figuras 10 y 11 se relacionan con un sistema de calefacción central basado en un radiador;

25 La Figura 12 es una representación de un colector solar integrado que combina un panel solar térmico con un almacenamiento de calor integrado en el panel;

La Figura 13 es una representación de donde en secuencia a lo largo de cada tubería de calor hay varios bancos de PCM, cada uno con diferentes temperaturas de punto de fusión;

30 La Figura 14 es una representación de donde la temperatura en un tubo de calor es más baja que la temperatura del banco, se podría tomar una decisión para gastar energía eléctrica en el TED para que el calor pueda ser bombeado al banco y el TED también puede dejarse en una condición donde esencialmente no fluye calor;

35 La Figura 15 es una representación de un radiador y un panel de techo que comprende dos bancos aislados de PCM (uno que funde a 18°C y otro a 24°C), con aletas internas adecuadas o material que mejora la conductividad para permitir el calentamiento a fluir hacia/desde un tubo de calor plano; la tubería de calor plana está dispuesta de modo que en otro punto forme la superficie inferior de la placa del techo, poniéndola en contacto radioactivo con una habitación;

40 La Figura 16 es una representación de una realización específica que tiene un solo banco aislado de PCM (por ejemplo, 24°C), más un dispositivo termoeléctrico ("TED") que conecta ese banco a un esparcidor de calor (quizás un tubo de calor plano);

45 Las Figuras 17a-c son representaciones en donde los sistemas de ventilación de recuperación de calor están equipados con una variedad de configuraciones de bancos de PCM y bombas de calor;

La Figura 18 es una representación de una sección transversal a través de una parte de un banco PCM o una batería de calor;

50 La Figura 19a es una representación de patrones de nervaduras ejemplares, hoyuelos superficiales formados en un canal de superficie;

La Figura 20 es una representación de una disposición de HTF;

55 La Figura 21 es una representación de donde varios colectores sirven a múltiples HTF a través de diferentes conjuntos de canales, se adopta una geometría y sellado adecuados para asegurar que no se mezclen fluidos y de cada vacío un agujero adicional (o agujeros) de diámetro adecuado para satisfacer el flujo de diseño agregado a través de todos los canales, conduce a/desde conectores de tubería externos que suministran/eliminan el HTF a otra parte en el Almacén térmico;

60

La Figura 22 es una representación que representa otro procedimiento de construcción de un colector;

65 La Figura 23 es una representación donde solamente se muestra la estructura del canal y PCM/material compuesto omitido para claridad en los canales de flujo;

La Figura 24 es una representación de un intercambiador de calor PCM a HTF anidado;

La Figura 25 es una representación de un sistema de energía adicional;

5 La Figura 26 es una representación de un sistema de energía adicional donde hay solo un circuito de intercambio de calor por tanque multiplexado entre el calor de carga de una bomba de calor;

10 La Figura 27 es una representación de donde el HTF puede dirigirse al banco de temperatura de fusión más alto más frío que el HTF, y posteriormente dirigido a través de una secuencia de bancos de temperatura cada vez más baja, antes de ser bombeado de vuelta a la unidad de recuperación de calor de aguas residuales;

15 La Figura 28 es una representación de donde algunos o todos los tubos o tuberías de calor pasan a través de aletas con PCM o material compuesto PCM entre las aletas, o atraviesan el material compuesto de PCM sin aletas ("realizaciones similares a tubo de aleta"), la dirección a lo largo del tubo se puede dividir en varios segmentos que contienen diferentes PCM con diferentes temperaturas de fusión;

La Figura 29 es una representación que muestra el bombeo de calor convirtiéndose en un elemento integrado de la estructura del banco de intercambiadores de calor PCM-HTF;

20 La Figura 30 es una representación del banco o bancos de un Almacén térmico que se usa para preenfriar el agua de red que llega a un edificio;

25 La Figura 31 es una representación de donde una fuente de calor a un Almacén térmico es una fuente de aire que utiliza una bobina de ventilador y un banco o bancos del Almacén térmico se pueden integrar directamente en la fuente de aire;

30 La Figura 32 es una representación de apilar varias capas de lo descrito anteriormente una detrás de otra (con una reducción de temperatura PCM en cada banco en secuencia a lo largo de la dirección del flujo de aire) donde se puede extraer más calor del aire;

La Figura 33 es una representación de la temperatura de retorno del HTF solar desde un Almacén térmico a un panel térmico solar que se puede controlar para mejorar la eficacia termodinámica del panel térmico solar;

35 La Figura 34 es una representación de un panel solar que se rompe en varios segmentos aislados térmicamente;

La Figura 35 es una representación de un sistema de energía adicional de acuerdo con la presente invención; y

La Figura 36 es una representación de un sistema de energía adicional de acuerdo con la presente invención.

40 Descripción detallada

45 La Figura 1 es una representación de un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la presente invención generalmente designada 100. El sistema de calefacción/refrigeración comprende una serie y/o una colección de bancos 102a, 102b, 102c, 102d, 102e, 102f, 102g y 102h que se utilizan para recoger y almacenar energía térmica de, por ejemplo, un panel solar térmico (no mostrado) y, por ejemplo, luego entregan energía térmica para calentar agua fría. Aunque la Figura 1 muestra ocho bancos, la invención está destinada a cubrir cualquier cantidad adecuada de bancos. Cada uno de los bancos 102a, 102b, 102c,

50 102d, 102e, 102f, 102g, 102h contiene un material de cambio de fase diferente que, por lo tanto, tiene un punto de fusión diferente para almacenar calor. Como se muestra en la Figura 1, hay un aislamiento 104 alrededor de los bancos 102a, 102b, 102c, 102d, 102e, 102f, 102g, 102h. El banco 102a está a una temperatura de aproximadamente 15°C en virtud de que contiene un material de cambio de fase adecuado con una temperatura de transición de fase de 15°C. De manera similar, el banco 102b está a una temperatura de aproximadamente 20°C, el banco 102c está a una temperatura de aproximadamente 25°C, el banco 102d está a una temperatura de aproximadamente 30°C, el banco 55 102e está a una temperatura de aproximadamente 35°C, el banco 102f está a una temperatura de aproximadamente 40°C, el banco 102g está a una temperatura de aproximadamente 45°C, el banco 102h está a una temperatura de aproximadamente 50°C. Aunque la Figura 1 muestra temperaturas específicas, la presente invención está destinada a cubrir cualquier selección de temperaturas. Como se muestra en la Figura 1 cada uno de los bancos en el sistema de almacenamiento de energía 100 contiene intercambiadores de calor 109a, 109b, 109c, 109d, 109e, 109f, 109g, 60 109h. Se inserta agua fría desde una entrada 106 en el intercambiador de calor 109a y pasa a través de intercambiadores de calor 109b, 109c, 109d, 109e, 109f, 109g y 109h. El agua caliente puede salir de la salida 108 a aproximadamente 45°C. El calor de, por ejemplo, un panel térmico solar (no mostrado) y/o del ambiente u otras fuentes de calor puede alimentarse desde cualquiera de los puntos de alimentación 110 usando medios de intercambio de calor (no mostrad).

65

En la Figura 1, el medio de almacenamiento de calor en cada uno de los bancos 102a, 102b, 102c, 102d, 102e, 102f, 102g, 102h podría ser agua (o algún otro medio de almacenamiento de calor), pero preferiblemente el medio de almacenamiento de calor es un material de cambio de fase adecuado (PCM). Un PCM se usa por varias razones:

- 5 • La densidad de energía del almacén de calor del PCM (kWh almacenado por litro) será mucho mayor que para el agua;
- Grandes cantidades de energía se pueden almacenar (fundir) o extraer (congelar el PCM) dentro de límites de temperatura muy estrechos alrededor del punto de fusión, por lo que cada banco puede representar genuinamente una temperatura específica en una escalera de calentamiento;
- 10 • No hay razón para adherirse a las formas cilíndricas típicas de los depósitos de agua: el almacén puede ser un cuboide o cualquier forma conveniente para la aplicación, lo que significa más ventajas de densidad.

15 Mientras que durante todo el ciclo de almacenamiento los diferentes bancos del almacén de calor PCM multibanco se mantengan en equilibrio (es decir, cuando se agrega mucho calor a un banco dado que se extrae del mismo banco mediante calentamiento de agua y pérdidas incidentales) puede en cualquier momento dado, aceptar calor de cualquier fuente de calor ambiental a cualquier temperatura desde más de 15°C hasta más de 50°C (por ejemplo, en la figura 1) y diríjalo al banco apropiado. Por ejemplo, cuando un panel solar se está calentando por la mañana y alcanza los 20°C, ya puede comenzar a cargar calor en el banco de 15°C de material PCM. A mediodía con luz solar brillante cuando la temperatura de estancamiento del panel solar podría superar los 100°C, el sistema de control del almacén térmico puede elegir un flujo de fluido de transferencia de calor apropiado y un banco en el que cargar calor, por ejemplo:

- 25 • Un flujo bajo para tomar calor del panel solar a 60°C para cargarlo en el banco de 50°C; o
- Un flujo mayor para calentar a 40°C para cargar en el banco de 35°C.

30 También se debe notar que el fluido de transferencia de calor que comenzó en el panel solar a, por ejemplo, 60°C es, después de que sale del intercambiador de calor en el banco de 50°C, todavía a 50°C o más. Esto puede enrutarse ahora para cargar calor al banco de 45°C, y así sucesivamente hasta el banco más frío. De este modo, el fluido de transferencia de calor se puede hacer volver al panel solar a aproximadamente 15°C en este ejemplo para calentarlo nuevamente. Así que casi todo el calor útil recolectado por el panel solar se puede extraer y almacenar. Además, el panel solar térmico en sí mismo funcionará de manera más eficiente, con menores pérdidas térmicas, en virtud de la baja temperatura del fluido de transferencia de calor que entra en él.

35 Una realización preferida adicional es anidar los bancos de PCM uno dentro del otro como muñecas rusas. Tal sistema de almacenamiento de energía 200 se muestra en la Figura 2 que tiene bancos anidados 202a, 202b, 202c, 202d, 202e, 202f, 202g, 202h. El banco 202a está a una temperatura de aproximadamente 15°C, el banco 202b está a una temperatura de aproximadamente 20°C, el banco 202c está a una temperatura de aproximadamente 25°C, el banco 202d está a una temperatura de aproximadamente 30°C, el banco 202e está a una temperatura de aproximadamente 35°C, el banco 202f está a una temperatura de aproximadamente 40°C, el banco 202g está a una temperatura de aproximadamente 45°C, el banco 202h está a una temperatura de aproximadamente 50°C (para mayor claridad, el aislamiento ha sido omitido de la figura 2).

45 El banco más interno 202h sería el más caliente, con el banco más externo 202a el más frío. Por supuesto, todavía se mantendría algo de aislamiento entre cada capa. En este caso, la pérdida de calor de cada banco sería proporcional al ΔT mucho más pequeño entre cada banco y su vecino exterior.

Banco (°C)	ΔT (°C)	Derivado por (°C)
55	5	55-50
50	5	50-45
45	5	45-40
40	5	40-35
35	5	35-30
30	5	30-25
25	5	25-20
20	5	20-15
15	-5	15-20

50 Por el contrario, la realización de la Figura 1 aísla por separado a cada banco del ambiente local. Si el aislamiento es del mismo tipo y grosor en cada banco, los bancos de mayor temperatura perderán más calor en su ambiente que los de menor temperatura, ya que la pérdida de calor es proporcional al ΔT entre el banco y su ambiente.

55 Para un almacén PCM multibanco dentro de una casa, con una temperatura ambiente de 20°C:

Banco (°C)	ΔT (°C)	Derivado por (°C)
55	35	55-20
50	30	50-20
45	25	45-20
40	20	40-20
35	15	35-20
30	10	30-20
25	5	25-20
20	0	20-20
15	-5	15-20

La realización de la Figura 1, o un tanque de agua caliente regular, con el tiempo pierde energía en el ambiente local. El almacén de calor PCM multibanco anidado de la Figura 2 pueden, por elección adecuada de la temperatura del banco más externo para ser igual o inferior a la temperatura ambiente local, hacerse virtualmente neutral. Por ejemplo, en la Figura 2, si el ambiente local está a 20°C, la capa más externa de 15°C del almacenamiento térmico absorberá lentamente el calor del ambiente local.

Esto significa que el sistema 200 de almacenamiento de energía almacenará el calor mucho mejor que el sistema 100 de almacenamiento de energía (aunque con el tiempo el grado de calor que contenga se reducirá a medida que el calor fluye desde el núcleo de alta temperatura hacia los bancos de temperatura más bajos alrededor de este). También será genial al tacto, lo que permite integrarlo en lugares en los que no se quiere poner un tanque de agua caliente.

Cabe señalar que todo lo descrito hasta ahora también puede aplicarse en sentido inverso para aplicaciones frías, con una capa más fría como el banco más interno, muy por debajo de la temperatura ambiental y capas cada vez más cálidas que la rodean, con la capa más externa más caliente cercana a la temperatura ambiental.

Ahora nos referimos a la Figura 3 que se relaciona a un sistema de almacenamiento de energía 300. Hay bancos 302a, 302b, 302c, 302d, 302e, 302f. El banco 302c es preferiblemente el banco más grande ya que está conectado a un sistema 310 de calefacción por suelo radiante que tiene un aislamiento 312 alrededor de sus tuberías donde pasan a través de otros bancos 302a y 302b en el sistema 300 de almacenamiento de energía. El sistema de almacenamiento de energía 300 contiene una entrada 304 para agua fría de red e intercambiadores de calor 306 en cada uno de los bancos 302a, 302b, 302c, 302d, 302e, 302f. También hay una salida 308 para agua caliente que también se beneficia del aislamiento 312 cuando pasa a través de los bancos 302e, 302d, 302c, 302b y 302a.

Ahora nos referimos a la Figura 4 que es un sistema adicional de almacenamiento de energía 400 de acuerdo con la presente invención. Hay un almacén de calor de materiales de cambio de fase (MBPCM) de varios bancos generalmente designados 410. Hay una serie de bancos 402a, 402b, 402c, 402d, 402e, 402f conectados con intercambiadores de calor 404. También hay una entrada de agua fría 406 y una salida de agua caliente 408. El sistema de almacenamiento de energía 400 también tiene un circuito de calentamiento 410 y un circuito de calentamiento/enfriamiento 412. También hay un almacén de material de cambio de fase de múltiples bancos (MBPCM) generalmente designado 420 que contiene los bancos 422a, 422b, 422c, 422d. Se puede utilizar una bomba de calor 424 para extraer calor de bancos seleccionados (cualquiera de 422a, 422b, 422c, 422d) del almacén frío 420 y cargarlo a temperaturas más altas en bancos seleccionados (cualquiera de 402a, 402b, 402c, 402d, 402e, 402f) del almacén de calor 410 (para fines de claridad, se han omitido los intercambiadores de calor hacia y desde la bomba de calor 424). Saliendo del almacén de frío 420 hay un bucle de refrigeración 426 que está conectado a una bobina de ventilador 428 que puede soplar aire frío y/o puede estar conectado en momentos en que no se requiere calentamiento al bucle de suelo inferior 412 para suministrar refrigeración de comodidad.

Para generar frío para el aire acondicionado, se puede eliminar el calor de un banco del almacén de frío PCM usando una bomba de calor y concentrarlo a una temperatura más alta adecuada. Este calor a mayor temperatura podría liberarse en el medio ambiente; sin embargo, una alternativa es agregarlo a un banco de un almacén de calor PCM que necesita calor adicional.

El camino resaltado en la Figura 4 muestra el calor que se elimina de 10°C del banco 422b del almacén frío 420 a través de la bomba de calor 424 y que entra en el almacén de calor a 35°C en el banco 402c. El beneficio es alto ya que este solo uso de una bomba de calor agrega calor al almacén de calor 410 para su uso posterior (por ejemplo, para agua caliente, calefacción del espacio) y al mismo tiempo (y con la misma energía para impulsar la bomba de calor) eliminando el calor del almacén frío 420, lo que le agrega frío para su uso posterior (por ejemplo, para aire acondicionado).

No está claro que realmente deba haber dos almacenes distintos (uno para el calor y otro para el frío) a medida que se superponen los rangos de temperatura útil. La Figura 5 muestra un sistema adicional de almacenamiento de energía 500 con un almacén de frío 510 y un almacén de calor 512 unidos, que tienen dos centros, uno caliente y uno frío y

un banco exterior a la temperatura ambiente o próximo a ella (suponiendo que se alojará dentro de una envoltura térmica dentro del edificio).

5 En la Figura 6, se muestra un almacén compartido de calor y frío 600 similar que tiene una única bomba de calor de tiempo compartido con conectividad de muchos a muchos, conectada en su lado de entrada a todos excepto al banco más caliente (la conexión es multiplexada, es decir, se puede hacer una elección de la cual la fuente fría se extrae) y en su lado de salida conectados por una conexión multiplexada a todos excepto al banco más frío.

10 La mayoría de las implementaciones prácticas del calor PCM Multibanca/almacenes de frío necesitarán volver a equilibrar la cantidad de calor almacenado entre los bancos. Algunas veces esto será posible simplemente controlando el flujo de calor de las fuentes ambientales a cada banco; sin embargo, es probable que esto no siempre sea posible.

15 Además, a menudo se requieren algunos bancos de PCM, por ejemplo, para el aire acondicionado, a temperatura por debajo del ambiente o por debajo de la temperatura ambiente. Una fuente ambiental convenientemente fría puede no estar disponible.

20 Un almacén de calor PCM multibanca podría configurarse con una o más bombas de calor. Estos podrían conectarse mediante intercambiadores de calor, válvulas, etc. de tal manera que la(s) bomba(s) de calor puedan bombear calor desde cualquier banco a cualquier banco más cálido.

Muchas implementaciones prácticas de los sistemas de calefacción y refrigeración que utilizan almacenes de calor de cambio de fase de múltiples bancos probablemente incluirán una o más bombas de calor para suministrar una forma garantizada de elevar el calor de un refrigerador a un calentador.

25 Una bomba de calor puede ser multiplexada en el tiempo para realizar tareas dobles como bomba de calor de banco a banco y también como bomba de calor externa, ya que, en la práctica, habrá ocasiones en que tenga sentido transferir calor directamente de bancos más fríos a más calientes de un almacén térmico, y otros cuando tiene sentido eliminar el calor o extraer el calor del ambiente circundante. Con una configuración adecuada de tuberías y válvulas, es posible tener en cuenta todas estas posibilidades. En ese caso, los algoritmos de control pueden agregar esta transferencia directa a su repertorio y optimizarlo también, y así elegirlo dinámicamente cuando sea apropiado. Esto se muestra en la figura 7 donde el sistema de almacenamiento de energía 700 tiene una bomba de calor 706 que realiza esta tarea doble. Hay una fuente de calor ambiental 708. (Para mayor claridad, se ha omitido el aislamiento y algunas de las válvulas).

35 En lugar de compartir el tiempo o multiplexar una bomba de calor, una alternativa es interponer una bomba de calor de menor capacidad entre cada banco. Esto se ilustra en el sistema de almacenamiento de energía 800 mostrado en la Figura 8 que tiene una serie de bancos 802a, 802b, 802c, 802d, 802e, 802f, 802g, 802h, 802i, 802j entre los cuales están interpuestas las bombas de calor 804. (Para las tuberías de claridad, se omiten los intercambiadores de calor que conectan las bombas de calor 804 a los bancos y el aislamiento). También hay una bomba de calor externa 806 que permite extraer calor de una fuente ambiental.

40 En la figura 9 se muestra una aplicación de un almacén de calor y frío para calefacción doméstica, agua caliente y aire acondicionado de fuentes de calor ambientales usando una bomba de calor compartida. Un sistema de almacenamiento de energía 900 comprende una serie de bancos donde el agua calentada u otros fluidos de transferencia de calor pueden utilizarse para una variedad de propósitos. La entrada 902 se usa como retorno de calentamiento; la salida 904 se usa para calefacción bajo suelo; la salida 906 se usa para el flujo del radiador de bobina de ventilador; la salida 908 se usa para el flujo del radiador; la entrada 912 se usa para la red eléctrica en frío; la salida 910 se usa para agua caliente; la entrada 916 se usa para el retorno del aire acondicionado y la salida 914 se usa para el flujo del aire acondicionado. La entrada 918 es una fuente de calor ambiental. La bomba de calor 920 se puede utilizar como una bomba de calor o derivada si el agua ambiental o solar calentada desde un panel solar 922 está a una temperatura suficientemente alta. (El aislamiento se ha omitido por claridad y las válvulas de multiplexión se han omitido para mayor claridad). En el lado izquierdo de la Figura 9 se muestran solo flujos y los retornos se omiten por claridad. Además, las rutas para el enfriamiento a través de la radiación nocturna del panel solar se omiten para mayor claridad).

55 Considere el caso donde el calor ambiental se carga en un almacén de Calor/Frío MBCPM usando una Bomba de Calor Externa para elevar la temperatura a la que se transfiere el calor desde la fuente ambiental al Almacén de Calor a más de la temperatura del banco más frío del almacén de Calor.

60 En lugar de utilizar una bomba de calor para mover directamente el calor desde una fuente ambiental de menor temperatura, un almacén térmico podría configurarse con uno o más bancos adicionales (más fríos) de PCM que tengan temperaturas más bajas que la fuente ambiental. El calor de la fuente ambiental puede fluir a estos bancos más fríos sin bombeo de calor inicial.

65 Las bombas de calor interpuestas entre cada banco del almacén térmico se pueden utilizar para bombear el calor así adquirido a los bancos más calientes; haciendo así que el calor sea útil y manteniendo los bancos más fríos a una

temperatura lo suficientemente baja como para que puedan continuar capturando el calor ambiental, eliminando así la necesidad de cualquier bomba de calor externa.

5 Podemos considerar el ejemplo de un sistema MBCPM utilizado para impulsar un sistema de calefacción central basado en radiadores, donde la fuente primaria de calor es un circuito de tierra que recupera el calor de bajo grado de la tierra a 5°C.

10 Nos referimos a las Figuras 10 y 11 que representan sistemas de almacenamiento de energía 1000, 1100, respectivamente.

15 En un caso como se muestra en la Figura 10, hay una bomba de calor externa 1004 que eleva el calor del agua subterránea 1020 a 35°C-50°C+ para que pueda cargarse en los bancos de PCM 1002a, 1002b, 1002c, 1002d en 35, 40, 45, 50°C, respectivamente. El agua calentada se alimenta al radiador 1006. En la Figura 11, hay bancos de PCM 1102a, 1102b, 1102c, 1102d que tienen bombas de calor 1104 interpuestas entre cada banco. El agua calentada se alimenta al radiador 1106.

20 Se introduce el banco 1102a, configurado especialmente con PCM con punto de fusión 0°C. Se capta calor del agua subterránea 1120 haciendo pasar este fluido a 5°C a través del intercambio de calor con el banco 1102a a 0°C. Más tarde o simultáneamente, este calor se bombea a los bancos más cálidos utilizando bombas de calor 1104.

25 La Figura 12 es una representación de corte de una realización de un colector solar que integra el almacenamiento de material de cambio de fase (PCM) con el colector solar. En esta realización específica (véase la descripción, sección 10 para otras realizaciones de ejemplo), una camisa externa de plástico flexible delgada 1201 contiene un PCM 1203 (que puede ser agua u otro PCM o un material compuesto PCM). Las tuberías 1204, 1205, 1206 que llevan glicol, salmuera u otro fluido de transferencia de calor (HTF) pasan por el colector solar, conectadas en serie 1204, 1205, 1206, o en paralelo o en serie en paralelo.

30 Las paredes delgadas y flexibles del colector se adaptan a la expansión o contracción al congelar/descongelar el PCM. Preferentemente, las paredes del colector pueden estar apoyadas, combinadas con nervaduras internas, a modo de colchón inflable (cama de aire) para mantener una sección delgada ampliamente plana, al tiempo que permiten la expansión/contracción.

35 Las paredes pueden ser negras o de color (para promover la absorción de la radiación solar incidente) o transparentes para permitir que la radiación solar penetre en el PCM. El PCM puede mezclarse con un tinte negro o un absorbente selectivo tal como TiNOx para promover la absorción de la luz al calor. El PCM forma un gran depósito térmico en el punto de recogida de la energía solar, y puede formar un banco (o si se utilizan varios colectores con diferentes PCM de temperatura, varios bancos) de un almacén de calor de la presente invención.

40 Alternativamente, diferentes bolsillos del mismo colector (por ejemplo, ilustrado en la figura 12 como tres bolsillos 1210, 1211, 1212, pero sin limitarse a tres bolsillos) pueden contener diferentes PCM con diferentes puntos de fusión. En cuyo caso, las nervaduras internas que separan los bolsillos (colocados como se ilustra en 1220, 1221) sirven adicionalmente para separar los diferentes materiales de PCM, y pueden aislarse preferentemente, y pueden incorporar un dispositivo termoeléctrico u otros medios de bombeo de calor.

45 Preferentemente en dicha realización, el HTF fluye en secuencia a través de los tubos 1204, 1205, 1206 conectados en serie que entran en el tubo 1204 a una temperatura más fría y salen del tubo 1206 a una temperatura más alta; también preferentemente, los diferentes PCM están dispuestos de manera que el bolsillo 1210 contiene el PCM de punto de fusión más bajo y el bolsillo 1212 contiene el PCM de punto de fusión más alto.

50 La Figura 12 es meramente ilustrativa de una realización específica de un colector solar integrado de acuerdo con la presente invención. Los expertos en la materia podrán adaptar otras formas de realización, por ejemplo:

- 55 • adición de cubierta de cristal (para reducir la reradiación del calor capturado);
- adición de aislamiento lateral y trasero;
- mejora del aislamiento entre bolsillos;
- 60 • reemplazo de los bolsillos plásticos flexibles por recintos metálicos o plásticos rígidos que contienen PCM o material compuesto de PCM;
- revestimientos absorbentes selectivos que incluyen, pero no se limitan a TiNOx
- 65 • reemplazo de los bolsillos plásticos flexibles con bloques de material compuesto de PCM estabilizados en forma cubiertos en una película delgada para resistir el paso de aire y agua

La Figura 13 ilustra un colector solar térmico de tubo de vacío con almacenamiento PCM multibanco integrado de acuerdo con la presente invención.

- 5 El tubo de vidrio 1301 contiene una placa colectora de metal 1302 equipada con un tubo de calor 1303 en vacío (parcial) 1304 de acuerdo con la técnica anterior. En la realización ilustrada de la presente invención, el tubo de calor 1303 se extiende dentro y a través de los bancos de PCM 1310, 1311 y 1312, conteniendo cada uno una temperatura diferente de PCM o material compuesto de PCM (por ejemplo, el PCM en 1310 puede fundirse a 32°C; en 1311 a 45°C y en 1312 a 58°C). El número de dichos bancos PCM es tres solo para fines ilustrativos y puede variar.
- 10 El aislamiento 1330 y 1331 se asienta entre (y no ilustrado para mayor claridad, alrededor) de los bancos PCM. En el punto marcado 1340 y en cada punto donde la tubería de calor penetra el aislamiento interbanco 1330 y 1331, está equipado con un diodo de calor o un medio conmutable para asegurar que el PCM no gotee en el banco a través del tubo de calor hacia el colector solar.
- 15 También no ilustrado, medios de bombeo de calor, por ejemplo, dispositivos termoelectricos, pueden integrarse en cavidades que se extienden a través del aislamiento 1330 de manera que puedan extraer calor del banco PCM 1310 y entregarlo al banco PCM 1311 (y de manera similar a través de cavidades en 1331 desde 1311 a 1312).
- 20 Internamente, los bancos PCM 1310, 1311, 1312 están equipados con aletas u otros medios para promover la transferencia de calor desde la tubería de calor al PCM. Dichas aletas u otros medios también promueven la transferencia de calor a los tubos 1320, 1321, 1322 que contienen fluido de transferencia de calor, que penetran respectivamente en los bancos PCM 1310, 1311, 1312. Dichos tubos pueden estar conectados a través de un número del colector solar térmico de tubo de vacío con realizaciones de almacenamiento de PCM de múltiples bancos integrados en la Figura 13 en paralelo para suministrar tres (o un número) de circuitos HTF que pueden extraer calor a diferentes temperaturas. Alternativamente, a través de una disposición de serie paralela evidente para un experto en la técnica, en cada colector solar térmico de tubo de vacío con almacenamiento PCM multibanco integrado, los bancos PCM 1320, 1321, 1322 se pueden visitar en secuencia para elevar la temperatura de un solo HTF en un rango de temperatura mayor.
- 25
- 30 Figura 14 es una representación en la que un tubo de calor 1401 está conectado a un banco de PCM 1421 solo por un dispositivo termoelectrico (TED) 1411 (el aislamiento rodea el banco de PCM, un tubo que contiene fluido de transferencia de calor puede atravesarlo y puede contener aletas o material compuesto, pero estos se omiten para mayor claridad).
- 35 Se ilustran secciones específicas del tubo de calor 1402, 1403, unidas a través de los TED 1412, 1413 a los bancos de PCM 1422, 1423, respectivamente. En ambos casos, el tubo de calor se ilustra a 20°C y el banco de PCM a 32°C.
- Una batería 1432 (o alternativamente cualquier otra fuente de energía eléctrica) está conectada en circuito (conmutada mediante un aparato de conmutación no ilustrado) con TED 1412 de modo que el TED 1412 bombea calor desde el segmento de tubería de calor 1402 al banco PCM 1422.
- 40
- Una carga resistiva 1433 (ilustrativa de la clase más amplia de todas las cargas eléctricas) está conectada en circuito (conmutada mediante un aparato de conmutación no ilustrado) con TED 1413. El calor fluye desde el banco PCM 1423 a través del TED 1413 al tubo de calor más frío 1403. Esto hace que el TED 1413 haga un flujo de corriente en el circuito.
- 45
- No ilustrado, puede haber otros bancos de PCM en otros puntos de fusión, y estos pueden entre ellos estar equipados con TED.
- 50 El calor se puede agregar a los bancos de PCM a través de varios mecanismos:
- Irradiancia solar que resulta en la temperatura de la tubería de calor que excede la temperatura del banco PCM
 - Menor irradiancia solar, lo que resulta en una temperatura del tubo de calor inferior a la temperatura del banco PCM, con energía eléctrica adicional que hace que el TED bombee calor del tubo de calor al banco PCM
- 55
- Cargando calor desde HTF a una temperatura más alta que la temperatura del banco PCM a través de un tubo (no ilustrado) que pasa a través de un intercambiador de calor dentro del banco.
- 60 La energía se puede extraer del banco a través de un usuario o la elección automática entre dos mecanismos:
- Extracción de calor de la temperatura del banco PCM a través de un tubo (no ilustrado) que pasa a través de un intercambiador de calor dentro del banco que lleva HTF a una temperatura más baja que el banco PCM.
- 65
- Cuando el tubo de calor está a una temperatura más baja que el banco de PCM (por ejemplo, de noche), permite que el calor fluya de vuelta al tubo de calor a través del TED para generar una corriente eléctrica.

La Figura 15 es una representación de una realización específica de un radiador y un panel de techo 1500 que comprende dos bancos aislados de PCM 1501 (que tiene una temperatura de punto de fusión ilustrativa de 18°C), 1502 (que tiene una temperatura de punto de fusión ilustrativa de 24°C), cada banco de PCM tiene aletas internas, o material de mejora de la conductividad compuesto con el PCM, para permitir que el calor fluya hacia/desde un tubo de calor plano 1520, dispuesto de manera que en otro punto forme la superficie inferior 1523 de la baldosa del techo en contacto radiactivo con una habitación. Hay en los puntos 1521 y 1522 medios de conmutación de bomba de calor (no ilustrados) para permitir que un sistema de control decida en cualquier momento si permite que fluya calor entre cualquiera/ambos de los bancos PCM 1501, 1502 y la superficie inferior 1523.

Un TED 1510 está en contacto con los dos bancos PCM 1501 y 1502 de modo que al aplicar energía eléctrica puede bombear calor desde 1501 a 1502 (o en otro momento puede generar energía eléctrica permitiendo que el calor fluya de 1502 a 1501).

La Figura 16 es una representación de una realización específica de una baldosa de cielo raso 1600 (o un radiador similar) que tiene un solo banco de PCM 1610 (a una temperatura, por ejemplo, 24°C) más un dispositivo termoeléctrico ("TED") 1620 que conecta el banco PCM 1610 a un difusor de calor 1630 en contacto radiactivo (y hasta cierto punto convectiva) con una habitación. El aislamiento 1640 rodea al banco PCM 1610. El banco PCM 1610 está provisto de una placa distribuidora de calor interna 1611 y aletas 1612 de pie perpendicular a 1611 (o alternativamente está equipada con un material compuesto de PCM que contiene un potenciador de la conductividad térmica). Las placas difusoras de calor 1611 y 1630 en realizaciones preferidas consisten en placas de metal o tubos de calor planos.

Las Figuras 17a, b y c son representaciones de una variedad de realizaciones en las que los sistemas de ventilación de recuperación de calor están equipados con una variedad de configuraciones de bancos de PCM y bombas de calor.

La Figura 17a muestra un conducto de aire entrante 1710a, con aire exterior frío que entra en 1711a y sale a un ambiente calentado en 1712a; un conducto de aire saliente 1760a, con aire caliente interior a temperatura entrando en 1761a y saliendo al ambiente exterior en 1762a.

Los bancos PCM, 1741a, 1742a, 1743a, 1744a, 1745a con temperaturas de fusión de 15°C, 11°C, 8°C, 5°C, 3°C respectivamente (todas las temperaturas son de ejemplo más bien que prescriptivas, y el número cinco de bancos de PCM que también son ejemplos solamente), están conectados térmicamente con 1760 mediante intercambiadores de calor 1751a, 1752a, 1753a, 1754a, 1755a (que pueden formarse preferentemente de aletas de metal y/o tubos de calor). El aire saliente que comienza en 1761a a ~21°C se puede enfriar para salir a ~6°C mientras se almacena calor en los bancos 1741a, 1742a, 1743a, 1744a, 1745a.

El aire en el conducto 1710a entra desde el frío exterior en 1711a, encontrándose en secuencia intercambiadores de calor 1725a, 1724a, 1723a, 1722a, 1721a. Cuando un sistema de control decide que se necesita agregar calor al aire entrante, las bombas de calor (que pueden ser preferentemente dispositivos termoeléctricos) 1735a, 1734a, 1733a, 1732a, 1731a (que se interponen entre los intercambiadores de calor 1725a, 1724a, 1723a, 1722a, 1721a y los bancos PCM 1745a, 1744a, 1743a, 1742a, 1741a) se activan para extraer calor de los bancos de PCM y entregarlo al aire en el conducto entrante 1710a. El uso de las bombas de calor suministra el aire a una temperatura más alta que la que tendría un sistema de ventilación de recuperación de calor pasivo, y la temperatura puede controlarse con precisión. Ventajosamente, el calentamiento del aire entrante puede controlarse para ser entregado solo en momentos seleccionados.

La Figura 17b muestra una realización alternativa, en la que los ítems etiquetados 17xxb tienen los mismos significados que tenían cuando se marcaron 17xxa en la Figura 17a. Se interponen bancos de PCM adicionales 1771b..., 1775b entre los dispositivos termoeléctricos 1731b..., 1735b y los intercambiadores de calor de conducto de aire entrante 1721b..., 1725b. Las temperaturas del punto de fusión de PCM en los bancos 1771b..., 1775b se pueden elegir, por ejemplo, como 25°C..., 13°C, solo suficiente para conducir el calor hacia el aire entrante a través de intercambiadores de calor 1721b..., 1725b para entregarlo a una temperatura interior confortable, por ejemplo, 21°C en 1712a. Esta realización permite que los bancos PCM 1741b..., 1745b y 1771b..., 1775b actúen como un regulador de velocidad que permita la captura continua de calor del aire saliente en el conducto 1760b y el suministro continuo de calor al aire entrante en el conducto 1710b, mientras permite el bombeo de calor por los dispositivos 1731b..., 1735b a ser intermitente de acuerdo con las reglas o condiciones relacionadas con la disponibilidad de electricidad para activar las bombas de calor.

La Figura 17c muestra una realización alternativa, en la que los ítems etiquetados 17xxc tienen los mismos significados que tenían cuando se marcaron 17xxa en la Figura 17a. Las bombas de calor se reposicionan entre los bancos (1731c entre 1741c y 1742c, 1732c entre 1742c y 1743c, y así sucesivamente). Intercambiadores de calor 1721c..., 1725c están equipados cada uno con un interruptor o válvula o (en una realización preferida, tubo de calor conmutable) 1781c, ..., 1785c para controlar si el calor puede fluir entre el intercambiador de calor y el banco de PCM, o no. Intercambiadores de calor 1751c..., 1755c están equipados cada uno con un interruptor o válvula o (en una realización preferida, tubo de calor conmutable) 1791c..., 1795c para controlar si el calor puede fluir entre el intercambiador de calor y el banco de PCM, o no.

Esta realización requiere la mitad del número de bancos de PCM, menos de la mitad del número de bombas de calor, de 17b, pero tiene las mismas capacidades de amortiguación de velocidad, lo que permite la captura continua de calor del aire saliente en el conducto 1760c y la entrega continua de calor al aire entrante en el conducto 1710c, mientras que permite el bombeo de calor por los dispositivos 1731c,..., 1735c es intermitente de acuerdo con las reglas o condiciones relacionadas con la disponibilidad de electricidad para activar las bombas de calor. Utilizar los medios de interruptor/válvula significa 1781c,..., 1785c, suministrar calor al aire entrante también se puede controlar en tiempo y extensión. Utilizar el interruptor/válvula significa 1791c,..., 1795c, La recuperación de calor del aire saliente se puede derivar para todos o solo para algunos bancos PCM. El banco 1741c puede estar equipado con PCM que funde a 25°C, 1742c a 20°C, 1743c a 15°C, 1744c a 10°C, 1745c a 5°C. Los intercambiadores de calor 1751c y/o 1752c pueden ser omitidos ya que los bancos PCM 1741c y/o 1742c pueden estar siempre por encima o cerca de la temperatura del aire introducido en 1761c al conducto de aire saliente 1760c. Variantes similares serán evidentes para los expertos en la técnica.

Las Figuras 17a, b y c representan casos en los que un ambiente interior con calefacción está intercambiando aire con un ambiente exterior frío. Las adaptaciones para cubrir ambientes interiores refrigerados que intercambian aire con un ambiente exterior caliente serán evidentes para los expertos en la técnica.

La Figura 18 es una representación de una sección transversal a través de una realización de una parte de un banco de PCM o batería de calor en la que una placa de metal 1800 está unida cara a cara con una placa de imagen especular (no ilustrada). Debajo de la placa 1800 hay un cuerpo de PCM 1830 (y de manera similar sobre la placa de espejo). Las ranuras 1801, 1802, 1803, 1804 se forman en la placa 1800. Estos pueden hacerse usando un sello fijo en una prensa, o mediante golpes repetidos 1841 o 1842 de un dado 1840. La ranura 1801 (y su espejo) forman una tubería para transportar el fluido de transferencia de calor 1810. La ranura 1803 forma una tubería más pequeña para transportar el refrigerante 1820. Para garantizar que no se produzcan fugas de gas refrigerante, se forman ranuras superficiales adicionales 1802, 1804, y se rellenan con sellos flexibles troquelados 1822, 1824.

La realización mostrada en la Figura 19 tiene las siguientes ventajas:

1. Reducir el grosor de la capa de principio a fin del fluido de transferencia de calor imagen especular HTF de la curva de agotamiento para una capa de grosor fijo, de manera que todo el PCM se aplica con calor al mismo tiempo.
2. El patrón de canales HTF se puede extraer, moldear o gravar (por ejemplo, mediante CNC para prototipos rápidos) en metal (para ser presentado con PCM/material compuesto) o directamente en material compuesto PCM (para luego metalizarse en otro revestimiento de superficie).
3. Se pueden elegir patrones superpuestos de ondulaciones y rugosidad superficial (por ejemplo, hoyuelos) para maximizar la transferencia de calor y minimizar el ensuciamiento.
4. El patrón de Grove se puede gravar en 30 sinusoides para maximizar la longitud del juramento de HTF y maximizar el área de la superficie.

La Figura 19 es una representación de una sección transversal a través de una realización de un banco de PCM que incluye varias capas (1910, 1911, 1912, 1913 se ilustran aquí) de PCM o material compuesto PCM (que pueden incluir potenciadores de conductividad térmica y/u otros medios para mejorar la conductividad térmica, como aletas finas, no ilustradas). Se forma un conjunto de canales 1921, 1922, 1923 usando ranuras de imagen especular 1931/1941, 1932/1942, 1933/1943. Dichas ranuras pueden ser estampadas, moldeadas, talladas o maquinadas en la superficie de las capas (después de lo cual puede aplicarse un recubrimiento metalizado o de polímero u otro). Alternativamente, cada una de 1931, 1932, 1933, 1941, 1942, 1943 pueden ser capas metálicas delgadas, hechas con moldeado, estampado, etc., entre las que se introduce PCM/material compuesto para formar las capas.

Fluido de transferencia de calor (HTF) o flujo de refrigerante en los canales 1921, 1922, 1923. Un fluido diferente o el mismo puede fluir en cada canal. (No se ilustra una caja de contención externa o paredes laterales para evitar la fuga de fluido o entre canales, y una disposición de colectores en los extremos cercano y lejano que dan acceso a los canales).

Pueden formarse surcos más profundos, sin espejo ejemplificados por 1951, 1952 en los canales para permitir que el HTF o el refrigerante fluyan más cerca del PCM y con un área de superficie mayor. A cualquier superficie de canal ejemplificada por 1931, 1941, 1951, 1952 se le puede dar un desplazamiento periódico (por ejemplo, una senoide 3D) para maximizar el área de superficie y la longitud del camino de flujo HTF.

Se puede formar un patrón de ondulaciones superpuestas o rugosidad superficial tales como hoyuelos en las superficies 1931, 1941, 1951, 1952, etc., donde los patrones se eligen a partir de patrones conocidos en la técnica para potenciar la transferencia de calor y/o minimizar el ensuciamiento.

La capa 1910 tiene un canal adyacente en una sola superficie (la parte inferior). Mientras que 1911, 1912 tienen canales adyacentes en dos superficies (superior e inferior). La capa 1912 de doble cara se muestra con un espesor vertical reducido en comparación con la capa 1911, que puede ser ventajoso para compensar la diferencia de temperatura decreciente a medida que el HTF fluye primero en el canal 1921, luego en 1922, 1923 y así sucesivamente en secuencia. Otras variaciones del grosor de capa pueden ser ventajosas, por ejemplo, debido al uso de diferentes HTF en diferentes canales con diferentes propiedades termofísicas que mueven el calor desde/a capas con diferente efectividad.

La Figura 19a representa con más detalle elementos de la Figura 19, que incluye patrones de nervadura de ejemplo 1920a, 1921a y hoyuelos de superficie 1910a, 1911a, formados en la superficie del canal 1935a. Estos detalles se representan sin mostrar el PCM/material compuesto, por lo que los detalles de 1910a, 1911a, 1920a, 1921a se ven desde el lado PCM/material compuesto de la pared del canal 1935a.

El canal 1935a se representa con dos ranuras 1936a, 1937a que se extienden hacia arriba y hacia abajo respectivamente, todas siguiendo una curva sinusoidal tridimensional.

Ejes X 1930a, 1940a, 1950a; Ejes Y 1931a, 1951a; ejes Z 1932a, 1942a, 1952a están todos en el mismo marco de referencia.

1946a representa en vista en planta la curvatura sinusoidal del canal 1936a.

1956a representa en vista de corte transversal la forma gruesa (excluyendo hoyuelos de superficie, ondulaciones) del canal 1936a, y 1955a representa la forma de 1935a, señalando que 1955a tiene un ángulo mayor de 90 grados a 1958a para aumentar el área de superficie. Se representa un canal 1959a que es el espejo alrededor del eje Y de 1955a. Un punto en la sección transversal 1958a se extruye en una senoide tridimensional 1953a. Todos los demás puntos se extruyen para mantener el mismo desplazamiento desde el punto 1958a en el plano X-Y 1951a -1950a en cada plano posterior paralelo a dicho plano.

La Figura 20 es una representación de una realización de la estructura de un intercambiador de calor PCM a HTF 2000 que forma la totalidad o parte de un banco de PCM o una batería de calor. Capas de PCM 2020,..., 2060 son cuboides con una dimensión (grosor) sustancialmente más pequeñas que las otras, formadas de PCM o material compuesto PCM (opcionalmente con aletas internas que mejoran la conductividad térmica o el material compuesto que contiene aditivo potenciador de la conductividad térmica) encerradas en una carcasa metálica o una película delgada (metalizado, polímero u otro).

Se ilustra un conjunto de estructuras de soporte que comprende láminas de metal o plástico, 2090,..., 2095, cada una conformada o cortada en una disposición repetida en forma de peine en forma de S, con cortes que se extienden horizontalmente, cortados alternativamente desde los extremos cercano y lejano. Cada corte está dimensionado para el grosor de la capa PCM, y en cada corte se inserta una capa PCM (2020, ..., 2060).

Se representan las dichas hojas de soporte de pie verticalmente y separadas para crear canales cuyos puntos de entrada 2010,..., 2014 y puntos de salida 2015,..., 2019 se describen. Los canales corren cerca de a muy por encima de la capa PCM superior, con canales adicionales debajo de esta capa PCM, y cada capa PCM descendente posterior, de las cuales se representan las capas 2015,..., 2019 se describen. El punto de entrada 2010 se conecta en un canal continuo en forma de S para salir 2015, corriendo primero cerca de la parte superior de la capa PCM 2020, luego hacia el final de 2020, luego hacia atrás en 2020 y simultáneamente sobre la capa PCM 2030, y alrededor del final de 2030, y así sucesivamente, descendiendo capa por capa. Un conjunto similar de canales conecta 2011 a 2016, 2012 a 2017, 2013 a 2018 y 2014 a 2019.

La Figura 21 representa un detalle de una realización del intercambiador de calor PCM a HTF de la Figura 20, que muestra una placa extrema 2130 que cubre el punto de entrada de los canales 2110,..., 2114 (idéntico a los canales 2010,..., 2014 en la figura 20). La placa extrema 2130 está unida a las secciones de tubo 2120,..., 2124 proporcionando, respectivamente, una conexión de tubería en los canales 2110,..., 2114. Una disposición similar permitiría la salida de los puntos de salida del canal.

La Figura 22 representa en sección transversal una realización alternativa de la estructura de un PCM a un intercambiador de calor de HTF 2200 en el que una redistribución de la forma de las hojas de soporte 2220,..., 2260 suministra un par de huecos 2281 y 2282 que actúan como espacios de colector dentro del volumen del intercambiador de calor que da acceso a los canales (la entrada 2210 y la salida 2215 de un canal se ilustran en sección transversal). Las tuberías 2280 y 2283 se ilustran permitiendo que el fluido de transferencia de calor fluya hacia 2281 y hacia fuera de 2282, respectivamente.

La Figura 23 representa un intercambiador de calor PCM a HTF 2300, que muestra una vista en planta de un intercambiador de calor HTF de tubo de fin de tubo, con solo algunas aletas ilustradas 2320, 2321, 2322, 2328 y tubos 2330, 2331, 2332, 2337, encerrados en una caja aislada 2310. Los espacios de gas entre las aletas y los tubos se llenan con material de cambio de fase en todas las ubicaciones, ejemplificado por 2340, 2341. Los tubos forman

extremos de retorno doblados ejemplificados por 2390, 2391, 2392 donde no hay aletas, por lo que estos se llenan con material compuesto de material de cambio de fase que contiene un potenciador de conductividad térmica en ubicaciones ejemplificadas por 2350, 2351. El intercambiador de calor 2370 intercambia calor entre un servicio externo (no ilustrado) y un fluido de transferencia de calor secundario bombeado alrededor del bucle de tubo por la bomba 2360. El intercambiador de calor 2380 intercambia calor con una bomba de calor (no ilustrada) que aporta calor desde un banco de punto de fusión más frío (con 2380 formando el condensador de la bomba de calor, si se trata de una bomba de calor de compresión de vapor). El intercambiador de calor 2381 intercambia calor con una bomba de calor (no ilustrada) llevando calor a un banco de punto de fusión más alto (con 2381 formando el evaporador de la bomba de calor, si se trata de una bomba de calor de compresión de vapor). 2360, 2370, 2380, 2381 pueden estar en una cavidad o incrustados en material compuesto de cambio de fase.

La Figura 24 representa un intercambiador de calor PCM a HTF anidado 2499, con un elemento de núcleo 2400 (con elementos internos idénticos a 23xx en la figura 23), anidado dentro de un intercambiador de calor exterior mostrado en vista en planta que comprende un intercambiador de calor de gas HTF de tubo de aleta, envolviéndose alrededor 2400, con solo algunas aletas 2420, 2421, 2422, 2428 ilustradas, y tubos 2430, 2431, encerrados en una caja aislada 2410. Los espacios de gas entre aletas y tubos se llenan con material de cambio de fase en todas las ubicaciones, ejemplificado por 2440, 2441. Los tubos forman el extremo de retorno 2490 en donde no hay aletas, por lo que este espacio se llena con material compuesto de material de cambio de fase que contiene un potenciador de conductividad térmica en la ubicación 2450. El intercambiador de calor 2470 intercambia calor entre un servicio externo (no ilustrado) y un fluido de transferencia de calor secundario bombeado alrededor del bucle de tubo por la bomba 2460. El intercambiador de calor 2480 intercambia calor con una bomba de calor (no ilustrada) que aporta calor desde un banco de punto de fusión más frío (con 2480 formando el condensador de la bomba de calor, si se trata de una bomba de calor de compresión de vapor). El intercambiador de calor 2481 intercambia calor con una bomba de calor (no ilustrada) que lleva calor al banco de puntos de fusión superior anidado 2400 (con 2481 formando el evaporador de la bomba de calor, si es una bomba de calor de compresión de vapor) conectando así a 2482 (equivalente a 2380 de la figura 23). 2360, 2370, 2380, 2381 pueden estar en una cavidad o incrustados en material compuesto de cambio de fase.

La Figura 25 muestra en representación isométrica parcial de un intercambiador de calor PCM-HTF 2500 con un circuito bombeado de fluido de transferencia de calor secundario 2510 que pasa en múltiples bucles de tubo a través del intercambiador de calor PCM 2515 (detalles omitidos). La bomba 2520 impulsa el HTF alrededor del circuito, y a través del intercambiador de placas 2530, donde intercambia calor con el servicio externo que ingresa desde el tubo 2540, impartiendo calor al agua u otro fluido del servicio externo (o alternativamente extrayendo calor del mismo) por el punto donde sale a la tubería 2541.

El recuadro 2590 representa desde una vista de extremo una disposición alternativa de la bomba 2521 y tres intercambiadores de calor de placa 2531, 2532, 2533 que permiten que tres servicios externos diferentes carguen o eliminen el calor.

La posición 2550 en el otro extremo del intercambiador de calor ofrece una ubicación adicional para montar más intercambiadores de calor.

La Figura 26 es una representación esquemática de una memoria térmica PCM multibanco, en la que solo se comparte un circuito de intercambio de calor directo por banco para realizar tareas dobles, a la vez cargando calor de una bomba de calor de CO₂ y calentando otra vez agua fría para hacer agua caliente. El banco 2610 contiene PCM con un punto de fusión de 10°C, el banco 2670 contiene PCM con un punto de fusión de 70°C y 2680 contiene PCM con un punto de fusión de 80°C. Los intercambiadores de calor 2611, 2671 y 2681 se ilustran esquemáticamente en los bancos 2610, 2670 y 2680, respectivamente.

Cuando se carga energía de calor en los bancos, la bomba 2604 hace que el agua circule a través de la bomba de calor de CO₂ 2605, donde se calienta por encima de 80°C; la válvula 2606 está configurada para conmutar el flujo de agua a los intercambiadores de calor 2681, 2671, ..., 2611 en secuencia; la válvula 2603 se conmuta para completar el circuito de regreso a la bomba 2604.

Cuando se exige agua caliente, la bomba 2604 y la bomba de calor 2605 se desconectan. El agua fría entra a 2601; la válvula 2603 se conmuta para que el agua fluya a los intercambiadores de calor 2611, ..., 2671, 2681 en secuencia; la válvula 2606 se conmuta para que el agua ahora caliente fluya a la válvula de punto de ajuste 2607, donde se mezcla con agua fría y se entrega a la temperatura de punto de ajuste en caliente en la salida 2608.

La Figura 27 es una representación esquemática de una realización compleja de la presente invención que comprende un almacén térmico PCM multibanco con bombeo de calor interbanco que suministra servicio de agua caliente del calor recogido de un panel solar térmico y recuperación de calor de aguas residuales.

El fluido de transferencia de calor solar se hace circular por la bomba 2703 a través del panel solar 2770 cada vez que hay suficiente luz solar y no hay recuperación de calor del agua residual concurrente. El HTF solar pasa por el circuito de tubería 2771 a las válvulas 2780 y 2781 que siempre se ponen en oposición (alternativamente se podría utilizar una sola válvula de tres vías) para seleccionar entre pasar el HTF solar a través del banco 2758 (que contiene 58°C

punto de fusión PCM) o derivando dicho banco, dependiendo de la lógica de decisión. De forma similar, las válvulas 2782, 2783 pasan o derivan el banco 2745; 2784, 2785 para el banco 2732; 2786, 2787 para 2720; 2788, 2789 por 2707. Cuando fluye hacia el lado solar del circuito, ambas válvulas 2790 y 2791 están cerradas, sin pasar por el banco 2700.

5 Cuando el flujo de agua residual es detectado por sensores (no ilustrados) en 2763, la bomba 2703 se desconecta; la válvula 2765 está conmutada para evitar el flujo en el lado solar del circuito y para permitir el flujo en el lado de recuperación de aguas residuales; la bomba 2702 se enciende, y el HTF solar ahora fluye a través de la tubería 2761 al intercambiador de calor de recuperación de calor de aguas residuales 2760 donde contracorriente con las aguas
10 residuales, saliendo en 2762 donde se detecta la temperatura de HTF. El HTF fluye a través de la válvula conmutada 2765. Las válvulas 2784 y 2785 que siempre se ponen en oposición (alternativamente se podría utilizar una única válvula de tres vías) seleccionan entre pasar HTF a través del banco 2732 (que contiene PCM con punto de fusión 32°C) o derivar dicho banco, dependiendo de la lógica de decisión. De manera similar, las válvulas 2786, 2787 pasan o derivan el banco 2720; 2788, 2789 por 2707; 2790, 2791 para 2700. 2700 puede algunas veces ser derivado aun si
15 hay calor para capturar, para asegurar que la temperatura de HTF que entra 2760 en 2761 no es tan baja como para hacer que el agua residual que sale en 2764 sea tan fría que lo haría congelar en tubos de desecho aguas abajo en invierno.

20 La bomba de calor 2705 bajo el control de la lógica de control puede extraer calor del banco 2700 y entregarlo a una temperatura más alta al banco 2707; así mismo la bomba de calor 2715 de 2707 a 2720; 2725 desde 2720 hasta 2732; 2735 desde 2732 hasta 2745; 2755 de 2745 a 2758.

25 El agua fría de la red entra al 2701; las válvulas 2705, 2718, 2730 controlan si el agua fluye entonces a través de las tuberías 2706, 2719 o 2730, respectivamente, primero en intercambiadores de calor (no ilustrados) en los bancos 2707, 2720 o 2732. Si primero fluyó 2707 el agua fluye hacia adelante al intercambiador de calor en 2720 y luego en 2732. Si primero fluyó a 2720, entonces 2707 es derivado completamente y el agua fluye hacia adelante a 2732. Si primero fluyó a 2732, entonces 2707 y 2720 son completamente derivados. Después del banco 2732, el agua siempre fluye a través de 2745. Una válvula de mezcla termostática, 2704, controla cuánta agua fluye a través de 2758 y cuánto la sobrepasa. La salida de 2704 fluye al suministro de agua caliente de la red en 2702.

30 La Figura 28 es una vista en planta de un intercambiador de calor de tubo de aleta 2800 dividido en cuatro compartimentos 2840, 2842, 2842, 2843, conteniendo cada uno un material de cambio de fase diferente con una temperatura de punto de fusión diferente, que son monótonamente ascendentes (o caídas monótonamente descendentes) desde 2840 hasta 2843. El fluido de transferencia de calor entra en 2801 y a través del colector 2802
35 entra en tubos paralelos 2810, 2811, 2812, pasando primero al compartimiento 2840, en donde pasa a través de las aletas de intercambio de calor 2820, 2821, 2822. A continuación, el HTF pasa a través del aislamiento 2830 en el compartimiento 2841 (donde el tubo pasa a través del aislamiento, se puede utilizar un tubo de plástico en lugar de un tubo metálico conductor del calor en otro lugar); luego a través del aislamiento 2831 en el compartimiento 2842; a través de 2832 en 2843; y a continuación a través del colector múltiple 2803 a la salida 2804.

40 La Figura 29 es una ilustración esquemática de una realización parcial en la que un fluido de transferencia de calor también es en algún otro momento un refrigerante. Los bancos PCM 2910, 2920 contienen PCM en donde 2910 tiene una temperatura de fusión más baja y 2920 una más alta. El fluido de transferencia de calor en 2911 puede pasar a través de un intercambiador de calor (no mostrado) en 2910. En funcionamiento normal, la válvula 2912 se conmutaría de modo que el HTF entre en la bomba 2914 que bombea HTF en un circuito cerrado a través de los intercambiadores de calor 2915 y 2916 y la válvula 2913 vuelve a 2911. En esta disposición, el calor puede extraerse del banco 2910 a través del intercambiador de calor 2915 al servicio externo 2950 y/o cargarse desde el servicio 2961 a través del intercambiador de calor 2916 al banco 2910.

45 El fluido de transferencia de calor en 2921 puede pasar a través de un intercambiador de calor (no mostrado) en 2920. En funcionamiento normal, la válvula 2928 se conmutaría de modo que el HTF entre en la bomba 2924 que bombea HTF en un circuito cerrado a través de intercambiadores de calor 2925 y 2926 y la válvula 2927 vuelve a 2921. En esta disposición, el calor puede extraerse del banco 2920 a través del intercambiador de calor 2925 al servicio externo 2951 y/o cargarse desde el servicio 2960 a través del intercambiador de calor 2926 al banco 2920.

50 En la operación de bombeo de calor entre los bancos 2910 y 2920, las bombas 2914 y 2924 están apagadas y las válvulas 2912, 2927, 2928 y 2913 están conmutadas para que el HTF (que ahora actúa como refrigerante) pasa primero a través del intercambiador de calor en 2910, actuando como un evaporador, luego el compresor 2940, luego el intercambiador de calor en 2920, que actúa como un condensador, luego la válvula de expansión 2941 y de vuelta a 2911.

55 La figura 30 es una representación esquemática de una realización compleja de la presente invención que comprende un almacenamiento térmico PCM multibanco con bombeo de calor interbanco que suministra servicio de agua caliente a partir del calor recogido de la recuperación de calor de aguas residuales y calor bombeado de bancos fríos utilizados para suministrar servicio de agua fría en países donde el agua de red puede llegar bastante caliente desde las redes.

60

5 Cuando se detecta flujo de aguas residuales mediante sensores (no ilustrados) en 2763, dependiendo de su temperatura, se enciende un conjunto seleccionado de bombas 2791, 2708, 2717, 2721, 2733, permitiendo así que el HTF fluya a los intercambiadores de calor de recuperación de calor de aguas residuales 2792, 2709, 2718, 2722, 2734 respectivamente, capturando así calor a un conjunto seleccionado de los bancos 2700, 2707, 2715, 2720, 2732, respectivamente.

10 A veces, la bomba 2791 puede suprimirse, incluso si hay calor que capturar, para garantizar que la temperatura del HTF que ingresa al 2792 no es tan baja como para hacer que el agua residual que sale en 2764 sea tan fría que se congele en los tubos de desagüe corriente abajo en invierno.

15 La bomba de calor 2705 bajo el comando de la lógica de control puede extraer calor del banco 2700 y entregarlo a una temperatura más alta al banco 2707; así mismo la bomba de calor 2714 de 2707 a 2715; 2716 desde 2715 hasta 2720; 2725 desde 2720 hasta 2732; 2735 desde 2732 hasta 2745; 2755 de 2745 a 2758.

20 El agua fría de la red entra al 2701; pasa a través de la columna de intercambio de iones opcional 2797; Dependiendo de la temperatura del agua de red, la apertura de una de las válvulas 2790, 2791, 2792, 2793 controla si el agua luego fluye primero a los bancos 2715, 2720, 2732 o 2745. Cualquiera que sea el primer flujo de agua del banco, fluye a través de todos los bancos más cálidos que el primer banco hasta que sale del banco 2745. Una válvula de mezcla termostática, 2704, controla cuánta agua fluye a través de 2758 y cuánto es derivada. La salida de 2704 fluye al suministro de agua caliente de la red en 2702.

25 El agua también puede fluir de las redes a bancos más fríos que la temperatura de la red, por ejemplo, si la temperatura de la red es de 25°C y la válvula 2792 está abierta, el agua no solo fluye hacia los bancos a 2732, 2745, 2758 sino también a bancos 2720, 2715, 2707, 2700. Una válvula de mezcla termostática 2798 en las salidas de los bancos 2707 y 2700 permite un control de temperatura establecido en la salida de agua fría 2799.

30 La Figura 31 es una representación de un aparato intercambiador de calor PCM-HTF en el que un intercambiador de calor PCM-HTF 3110 rodea un intercambiador de calor de tubo de aleta de aire -HTF 3120 con un ventilador 3130 montado delante de él.

Los tubos 3111, 3112 pasan a través de las aletas que incluyen las aletas 3140, 3141, 3142, que se extienden a través de la región llena PCM 3110, en cuya región PCM 3150 llena los espacios entre las aletas, y también la región llena de aire 3120.

35 La Figura 32 es una representación de una disposición de tres del aparato representado en la Figura 31 apilados uno frente al otro. Los tres intercambiadores de calor 3210, 3220, 3230 tienen temperaturas de punto de fusión de PCM crecientes monótonamente. Delante de 3210 se coloca el ventilador 3240. Representados en 3210 están las aletas de ejemplo 3211, 3212. Entre los bancos 3210 y 3220 se coloca el aislamiento 3250 (también con un orificio en el centro para permitir que el aire fluya entre los bancos); así mismo entre los bancos 3220 y 3230, se coloca el aislamiento 3251.

45 La Figura 33 representa una realización de la presente invención, que comprende un tanque de agua caliente termosolar de diseño convencional, un conjunto de bancos PCM y bombas de calor, configurado para ser una opción de adaptación a los diseños existentes de sistemas solares térmicos que extraen más calor del retorno solar HTF antes de que fluya de regreso al panel solar; utilizando dicho calor almacenado tanto para el agua de la red de precalentamiento antes del tanque térmico solar como para el bombeo de calor retardado, por ejemplo, durante la noche.

50 Las cajas 3320 y 3325 muestran dónde se introduce el nuevo aparato en un sistema de la técnica anterior.

55 Un tanque 3310 se llena con HTF térmico solar, que se estratifica con una temperatura típicamente de 40°C a 3314 y 70°C a 3317. El HTF solar fluye cerca de 3314 a través de la bomba 3315 al panel solar 3316, volviendo a través de la lanza estratificadora 3313 dentro del tanque. Las bobinas internas de agua potable 3311 y 3312 calientan el agua de la red eléctrica introducida en 3362 y entregan agua caliente en 3319.

60 En la presente invención, la tubería entre 3321 y 3322 (caja 3320) se sustituye por 3331 a 3332. A partir de 3331, el HTF solar fluye a través de la válvula 3333, que se conmuta en la operación normal de captación solar para fluir a través de los intercambiadores de calor 3334, 3335 en los bancos 3351, 3350 respectivamente. Los bancos 3350, 3351 contienen material de cambio de fase que funde a 20°C, 32°C respectivamente. Se podría utilizar una mayor cantidad de bancos y diferentes temperaturas. Por lo tanto, en 3332 el HTF fluye hacia el panel solar a una temperatura mucho más baja, por ejemplo, 25°C que el por ejemplo, 40°C en 3314 en el tanque 3310, habiendo extraído así energía adicional, y mejorando el rendimiento del panel solar 3316 al reducir su temperatura operativa y, por lo tanto, sus pérdidas térmicas.

Agua de red fría en, por ejemplo, a 10°C introducido en 3359 en los intercambiadores de calor 3360 y en la secuencia 3361 en los bancos 3350, 3351, respectivamente, se precalienta a, por ejemplo, 25°C antes de ingresar al tanque de agua 3310 en 3362.

- 5 En la presente invención, el tubo de 3326 a 3328 (caja 3325) se sustituye por las conexiones 3346 y 3348 que pasan a través de la válvula de tres vías 3370, que también tiene una conexión 3347.

10 Durante la noche o en otras ocasiones, si no hay suficiente calor en el HTF en el tanque 3310, las válvulas 3370 y 3333 pueden intercambiarse para que el agua cerca del 3314 fluya fuera del tanque 3310, vía 3331 y la válvula 3333 a la bomba de calor 3346, donde se agrega calor, elevando la temperatura de HTF, y luego volver a través de 3347, la válvula 3370 y la lanza estratificadora 3313 de vuelta al tanque 3310. La bomba de calor 3346 extrae el calor de los bancos 3351 y 3350 por medio del flujo de refrigerante a través de 3343 a través del intercambiador de calor 3340 y en la secuencia 3341 y de vuelta a través de 3342.

- 15 La Figura 34 representa una vista esquemática (superior) y plana (inferior) de un panel solar dividido en secciones aisladas térmicamente combinadas con un almacén térmico PCM multibanco (que puede tener bombeo de calor, no representado).

20 Un panel térmico solar 3400 está dividido en secciones aisladas térmicamente 3410, 3411, ..., 3417. El HTF solar de retorno en frío fluye de 3409 a por ejemplo, 9-10°C en la sección 3410 y luego en secuencia a través de 3411, ..., 3417 ganando calor y aumentando la temperatura en cada sección, hasta que sale en 3471. El beneficio de una temperatura de retorno controlada baja es que un panel solar funciona a una temperatura más baja y, por lo tanto, se pierde menos energía solar térmica capturada por la reradiación, la convección y la conducción. Sin embargo, un panel solar convencional hecho de metal tendrá sustancialmente la misma temperatura promedio en toda su superficie. El
25 aislamiento térmico de las secciones evita el promediado de la temperatura y reduce ventajosamente las pérdidas térmicas del panel solar.

30 Sensores, lógica de control y válvulas (no ilustradas), basadas en la temperatura de HTF en 3471, elige una de las tuberías 3472, ..., 3476 como el punto de partida para fluir a intercambiadores de calor en los bancos 3458, 3445, 3432, 3420, 3407, que respectivamente contienen material de cambio de fase con temperaturas de punto de fusión de 58°C, 45°C, 32°C, 20°C, 7°C. En la realización ilustrada, una vez que HTF ingresa a un primer banco seleccionado, también pasará a través de todos los bancos con puntos de fusión más bajos en la secuencia descendente de bancos.

35 3480 es una vista en planta de una realización física de un panel solar térmicamente segmentado. Las secciones de tubos metálicos 3481, 3482, 3483, 3484 están unidas a secciones de placas metálicas 3491, 3492, 3493, 3494. La sección de tubo de plástico 3485 se une a los tubos de metal 3481 a 3482; la tubería de plástico 3486 se une a 3482 a 3483; 3487 se une a 3483 a 3484. La sección de placa aislada 3495 se une a las placas de metal 3491 a 3492; la placa aislada 3496 se une a 3492 a 3493; 3497 se une a 3493 a 3494. El HTF solar ingresa por 3481 y sale por 3484.

- 40 La figura 35 representa, en una vista en sección semiesquemática, cuatro realizaciones alternativas (en las subfiguras 35a, 35b, 35c, 35d) de la integración del bombeo de calor con un intercambiador de calor PCM-HTF de tubo de aletas.

45 En todas las subfiguras, 3510x es una representación de todos los tubos que transportan HTF o refrigerante a través del intercambiador de calor; 3511x, 3512x, 3513x representan tres aletas representativas; PCM/material compuesto está presente entre todas las aletas, por ejemplo, en las ubicaciones 3514x, 3515x. Donde está presente, 3520x, 3521x representan el aislamiento alrededor de intercambiadores de calor y entre bancos. (En todos los casos, el aislamiento en los extremos está presente pero no se representa)

50 La subfigura 35a representa adicionalmente placas metálicas 3535a, 3533a unidas o empujadas contra (para hacer contacto térmico con) respectivamente las superficies inferior y superior de la matriz de aletas. También se representa otra placa de metal 3534a que representa la placa de metal inferior del siguiente banco de PCM superior (no mostrado). Unida térmicamente a la parte superior de la placa 3533a está un bloque de metal 3531a, que luego se une o empuja contra (para hacer contacto térmico con) con la parte inferior del dispositivo termoelectrico 3530a. Unida térmicamente al fondo de la placa 3534a está un bloque de metal 3532a, que luego se une o se empuja (para hacer contacto térmico con) la parte superior del dispositivo termoelectrico 3530a. La placa de metal 3533a, el bloque de metal 3531a, combinado con las aletas 3511a, 3512a, 3513a y otras aletas metálicas, proporcionan una trayectoria térmica conductora para extraer el calor del PCM al dispositivo termoelectrico 3530a. De forma similar, el bloque de metal 3532a, la placa de metal 3534a y las aletas (no representadas) del siguiente banco superior proporcionan una trayectoria térmica conductora para que el calor sea empujado desde el dispositivo termoelectrico al PCM del siguiente
55 banco superior. El aislamiento está presente en 3521a, 3522a entre los bancos y alrededor de los bloques de metal y el dispositivo termoelectrico. Una disposición similar de aislamiento, bloques de metal y dispositivos termoelectricos puede estar presente en 3520a pero no se representa.

60 La figura 35b muestra una variación en la que no hay placas o bloques de metal, y el aislamiento 3520b, 3521b es continuo por encima y por debajo. El tubo 3510b forma un circuito cerrado accionado por una bomba (no ilustrada) que transporta calor hacia/desde un intercambiador de calor de placa fría 3540b, al que está unido o empujado (para

hacer contacto térmico) un dispositivo termoelectrico 3530b, que a su vez está unido o empujado contra (para hacer contacto térmico) una placa fría adicional 3541b para conectarse a un circuito 3555b para llevar calor al siguiente banco superior.

5 La figura 35d muestra una variación en 35b en la que 3540d es un intercambiador de calor de placas que se conecta al circuito 3531d que lleva refrigerante a/desde una bomba de calor 3550d, desde la cual un circuito de refrigerante 3555d lleva calor al siguiente banco superior.

10 La figura 35c muestra una variación en 35d en la que un tubo secundario 3531c lleva refrigerante a/desde una bomba de calor (no representada) y 3531c pasa a través de las aletas del intercambiador de calor.

15 La Figura 36 representa un esquema de una bomba de calor de fuente de tierra de diseño convencional conectada a un conjunto de bancos de PCM y recuperación de calor de aguas residuales, en la que la configuración aumenta en aproximadamente 10°C la temperatura a la que fluye la salmuera del circuito de tierra a la bomba de calor, aumentando así su eficiencia global. La energía térmica adicional se obtiene de la recuperación de calor de las aguas residuales y se almacena en PCM hasta que comience el bombeo de calor.

20 La tubería de aguas residuales 3642 está equipada en tres ubicaciones con bobinas de recuperación de calor 3624, 3614, 3606, conectadas a los bancos de PCM 3625, 3615, 3607 respectivamente (que contienen PCM con temperaturas de fusión de 25°C, 15°C, 7°C respectivamente) Los sensores de temperatura y flujo en el flujo de aguas residuales, lógica de control y bombas (todos no ilustrados) funcionan con fluido de transferencia de calor a través de 3624, 3614, 3606 según sea adecuado siempre y cuando el agua residual fluya desde 3642 a temperatura más alta que los bancos 3625, 3615, 3607.

25 El agua fría de la red ingresa a 3620 y se calienta en los bancos 3615, 3625, 3635, 3645 en secuencia antes de salir en 3621, beneficiándose del calor del agua residual almacenada en los bancos 3615 y 3625.

30 El calor almacenado en el banco 3615 es a veces demasiado frío para agregar calor significativo al agua de red, y el calor en el banco 3607 es demasiado frío. Una bomba de calor 3610 hace fluir fluido de transferencia de calor por debajo de 0°C a través del tubo 3610 al circuito de tierra 3612, desde el cual retorna por el tubo 3613 a una temperatura de retorno típica de 0 a 5°C. El HTF pasa a través de intercambiadores de calor en los bancos 3607 y 3615 recogiendo calor y aumentando la temperatura antes de que entre en la bomba de calor 3610 a través de la tubería 3619, en cuyo punto su temperatura puede ser de 10-15°C.

35 La salida de la bomba de calor 3629 se conmuta por intercambiadores de calor y válvulas (no ilustrados) en 3630 y se dirige al circuito de calentamiento 3631 o por 3626 al banco 3625, por 3636 al banco 3635 o por 3646 al banco 3645.

40 En realizaciones alternativas, la bomba de calor de fuente de tierra podría ser una bomba de calor de fuente de aire, y la bomba de calor podría ser una serie de pequeñas bombas de calor entre bancos en lugar de una bomba de calor monolítica.

45 Será evidente para los expertos en la técnica que la realización descrita anteriormente de la presente invención es meramente ejemplar y que se pueden realizar diversas modificaciones y mejoras sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, se puede utilizar cualquier tipo adecuado de material de cambio de fase que pueda utilizarse para almacenar energía.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para utilizar un almacén de energía térmica capaz de aceptar, almacenar y liberar energía térmica en un rango de más de una temperatura a/desde al menos una fuente de energía térmica y/o disipador, dicho almacén de energía térmica comprende:
- 5 una configuración de tres o más bancos (102a - 102h) de almacenamiento de energía térmica, cada uno de dichos bancos de almacenamiento de energía térmica tienen un rango de temperatura operativa;
- 10 al menos uno o más de los bancos de almacenamiento de energía térmica contienen material de almacenamiento de energía térmica que comprende un material único a una mezcla de materiales;
- 15 en donde dicho material de almacenamiento de energía térmica en al menos un banco contiene al menos uno o más de los tipos de material de almacenamiento de energía térmica que experimenta al menos una transición de fase de absorber y/o liberar energía a una o más temperaturas o uno o más subrangos de temperaturas dentro de los rangos de temperatura operativos de cada banco;
- 20 en donde cada transición de fase está asociada con un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de dicho material de almacenamiento de energía térmica; y
- 25 dos o más conexiones de transferencia de energía térmica controladas independientemente, en donde cada conexión comprende uno o más dispositivos para transferir calor desde un cuerpo de temperatura inferior a un cuerpo de temperatura superior, cada conexión enlaza dos o más bancos;
- 30 en donde uno o más almacenamientos térmicos de material de cambio de fase multibanco incluyen un sistema de control que regula la cantidad y la fuente de electricidad extraída por el sistema o los elementos eléctricos de almacenamiento de energía térmica del sistema debido a una bomba y/o una bomba de calor y/o un dispositivo termoeléctrico que extrae y utiliza electricidad con base en uno o más de los siguientes criterios:
- 35 • Estabilidad de la red de eléctrica;
 - Disponibilidad de la electricidad;
 - Costes de la electricidad;
 - Intensidad de carbono de la electricidad;
 - Señales de un operador de la red eléctrica;
 - 40 • La criticidad de la operación de los elementos del sistema,
- en donde la fuente de electricidad es una fuente de energía local que cogenera calor y energía eléctrica combinada, también conocida como generador CHP local; y
- 45 en donde existen elementos electrónicos de control y elementos electrónicos de energía requeridos para seleccionar la fuente de generación eléctrica local, que regula la cantidad y la fuente de electricidad extraída.
2. Un procedimiento para utilizar almacén de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fuente de energía local que cogenera energía calórica y eléctrica combinada es la red de electricidad las celdas de combustible, el generador diésel, los colectores fotovoltaico - térmico híbrido en donde el PV está sobrepuesto sobre un recolector térmico solar de placa plana convencional o generadores eléctricos térmicos solares.
3. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el almacenamiento de energía térmica está integrado en una red inteligente y actúa como una o más cargas despachables virtuales de la red de electricidad para efectuar la reducción de la demanda.
- 55 4. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los elementos eléctricos de almacenamiento de energía térmica pueden ser independientemente controlados, cambiando la fuente de electricidad para uno o más elementos eléctricos o apagar uno o más elementos eléctricos por completo en donde las decisiones se toman con relación a la acción a tomar para cada elemento eléctrico con base en los siguientes criterios:
- 60 • Elementos eléctricos dedicados a bombear calor son priorizados para ser apagados primero; y/o

- Los elementos eléctricos dedicados a transferir calor desde fuentes de calor externas, por ejemplo, pero no limitados a paneles solares y a sistemas de recuperación de calor con desperdicio de agua, son solamente apagados durante períodos limitados o son apagados durante períodos mayores si no se necesita capturar calor.
- 5
- Los elementos eléctricos que suministran servicios locales, por ejemplo, pero no limitados a calefacción y refrigeración de espacio, son solo apagados durante períodos limitados con el fin de mantener un nivel predeterminado de desempeño de los servicios locales; y/o
- 10
- Los elementos eléctricos para servicios críticos de tiempo, por ejemplo, pero no limitados a agua caliente, se mantendrán.
- 15
5. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el almacenamiento de energía térmica se combina con al menos una batería recargable, siendo la batería cargada por una o más fuentes de electricidad seleccionada de: energía fotovoltaica, generadores diésel, electricidad de la red eléctrica.
- 20
6. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la al menos una batería recargable es lo suficientemente grande como para suministrar la electricidad requerida para operar un almacenamiento de energía térmico y construcción asociada o la sección de la construcción.
- 25
7. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde las bombas de calor en el almacenamiento de energía térmica son energizadas por corriente directa.
- 30
8. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el almacenamiento de energía térmica está equipado con un inversor para generar corriente alterna, que puede ser un inversor atado a una red.
- 35
9. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el almacenamiento de energía térmica con el inversor incluye un interruptor para desconectar la red.
- 40
10. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con las reivindicaciones 7 y 8, en donde los servicios de soporte de red suministrados son monitorizados y reportados a cualquier combinación del propietario de almacenamiento de energía térmica, el usuario del almacenamiento de energía térmica, el operador de la red y/o compañía de suministro de electricidad.
- 45
11. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con las reivindicaciones 7 a 10, en donde las electrónicas de control para la generación de electricidad local se integran en un almacenamiento de energía térmica.
- 50
12. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con las reivindicaciones anteriores aparte de la 5 a 6, en donde el almacenamiento de energía térmico no incluye una batería eléctrica, sino está equipada con el circuito para controlar la generación de energía eléctrica local y un inversor atado a la red para suministrar electricidad directamente a la red.
- 55
13. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo a cualquier reivindicación precedente, en donde el almacén de energía térmica acepta tanto energía eléctrica como térmica de una fuente de energía de calor y eléctrica combinadas locales, que incluye, pero no están limitadas a: una o más celdas de combustible, generadores diésel, recolectores fotovoltaicos y térmicos híbridos, y generadores de electricidad térmica solar.
- 60
14. Un procedimiento para utilizar un almacenamiento de energía térmica de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la salida de calor y electricidad de los generadores de energía calórica y eléctrica combinados locales están modulados con base en al menos uno de los siguientes:
- Demanda local por calor;
 - Demanda local por electricidad;
 - Nivel de almacenamiento del almacén de energía térmica;
 - Las demandas de electricidad del almacenamiento de energía térmica;
 - El nivel de carga de las baterías eléctricas que pueden estar contenidas en el sistema.
- 65

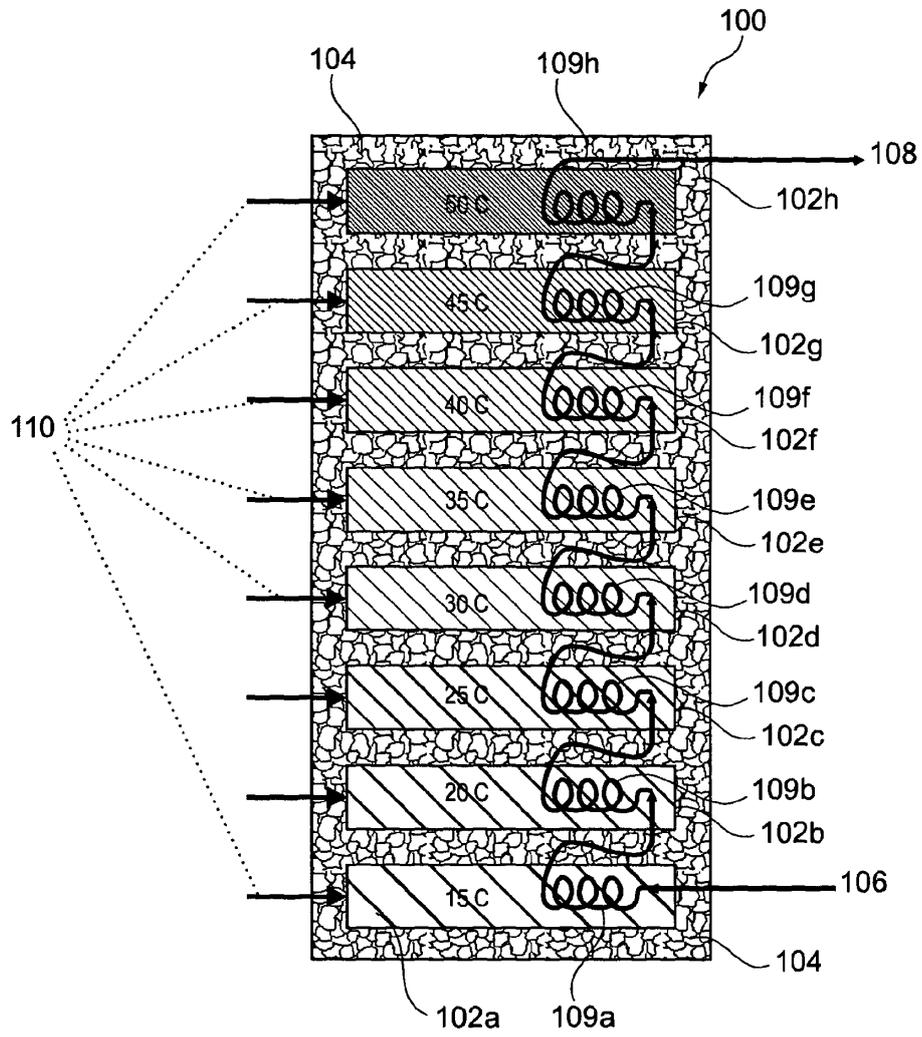


Fig. 1

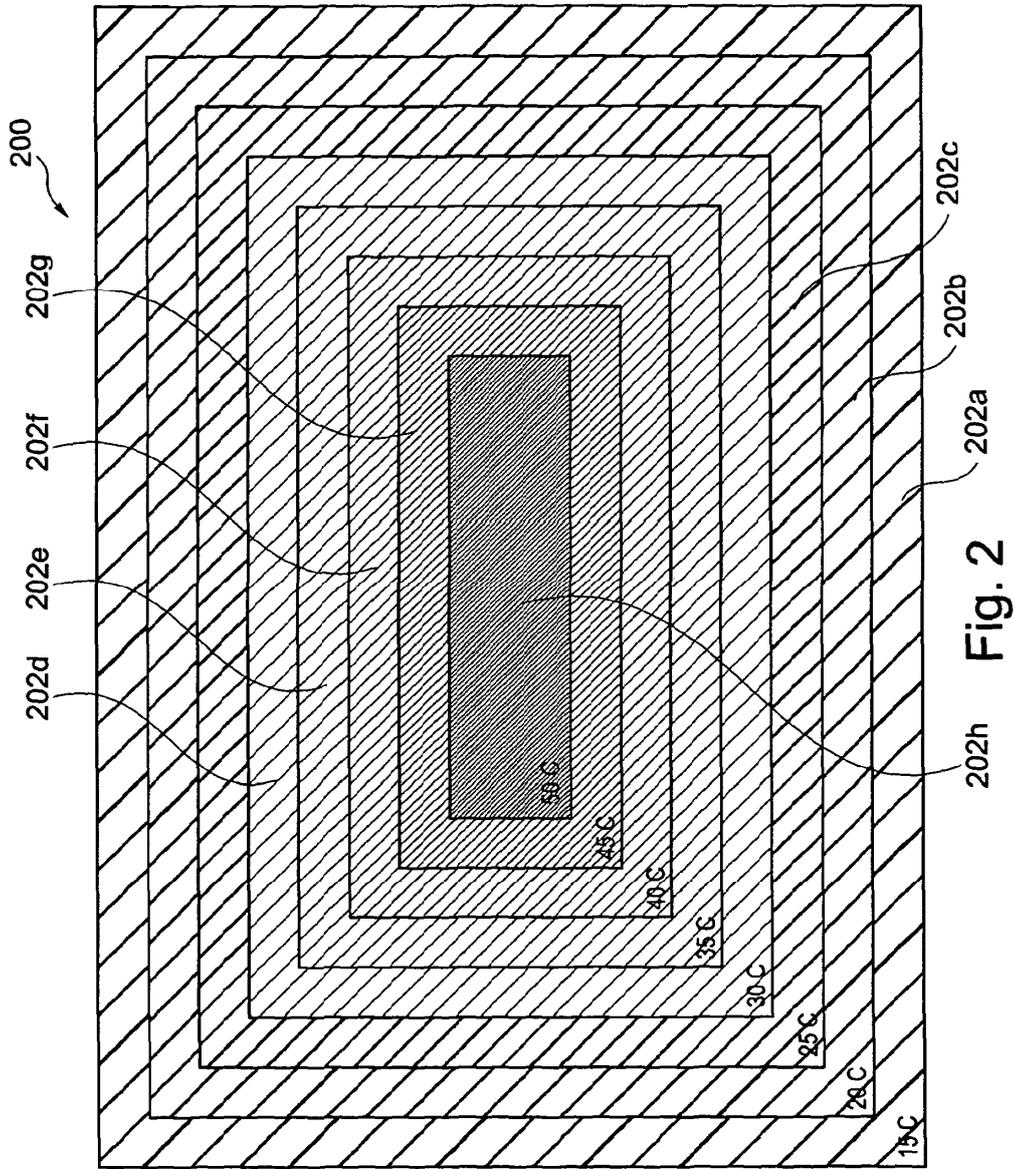


Fig. 2

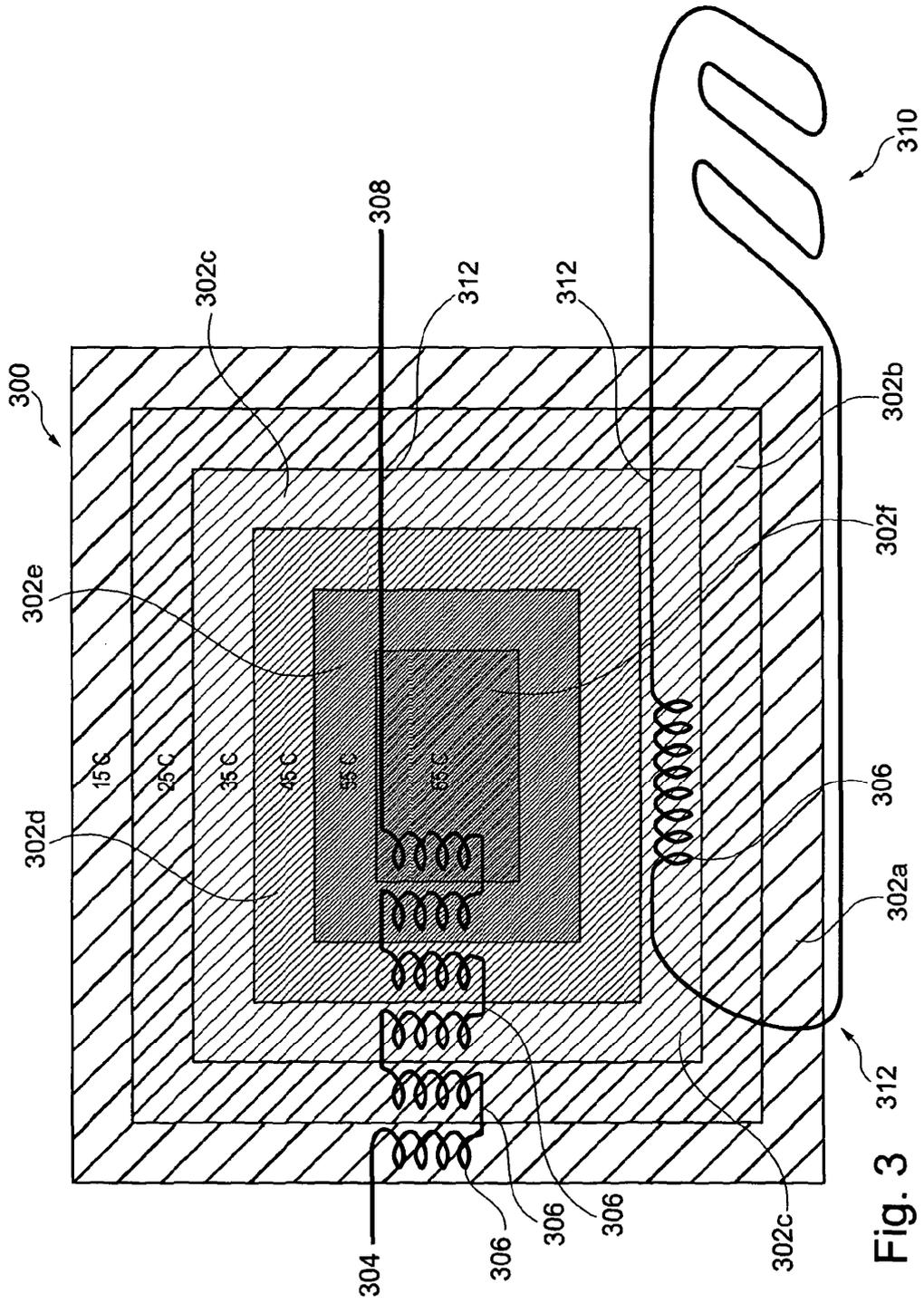


Fig. 3

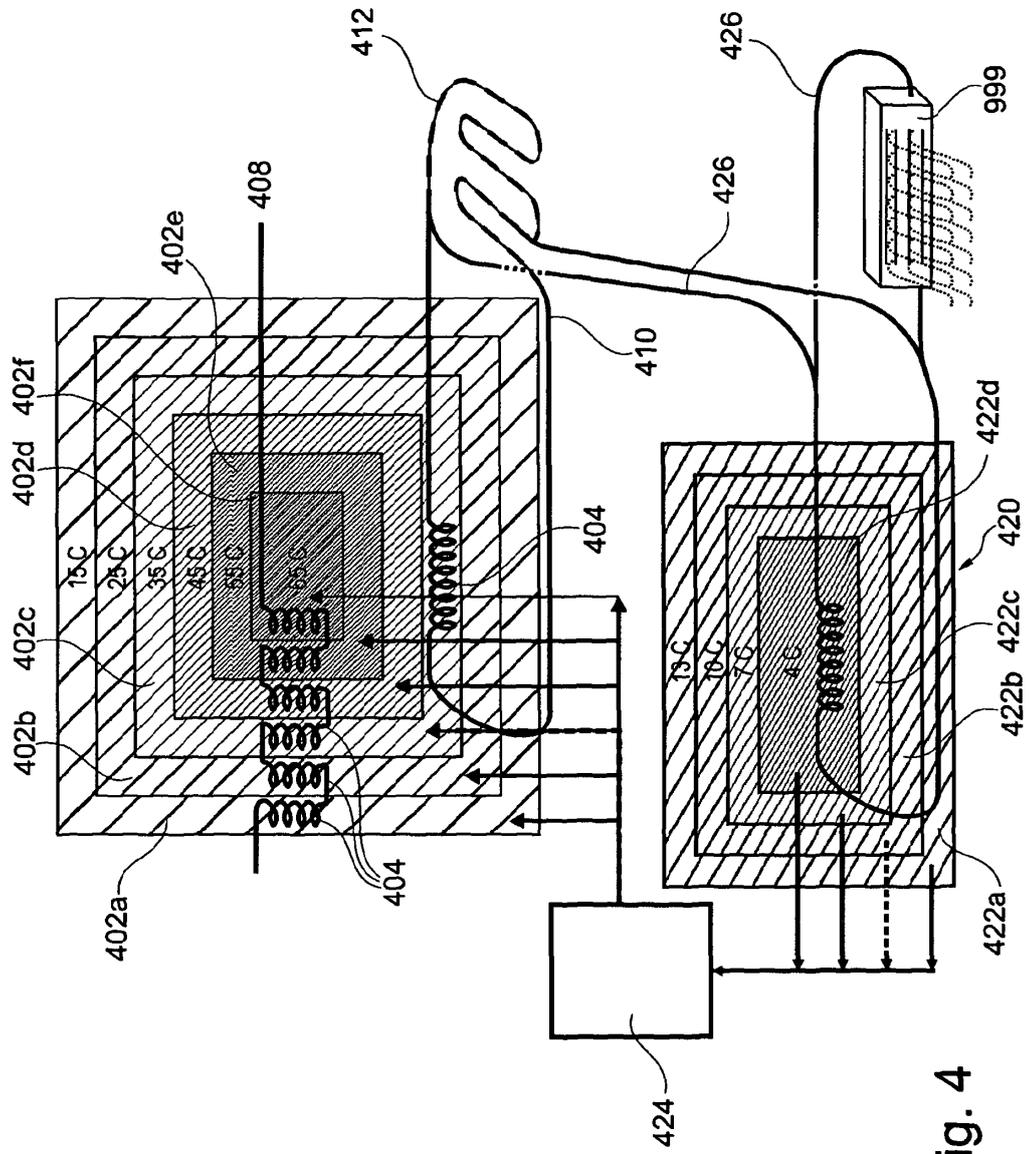


Fig. 4

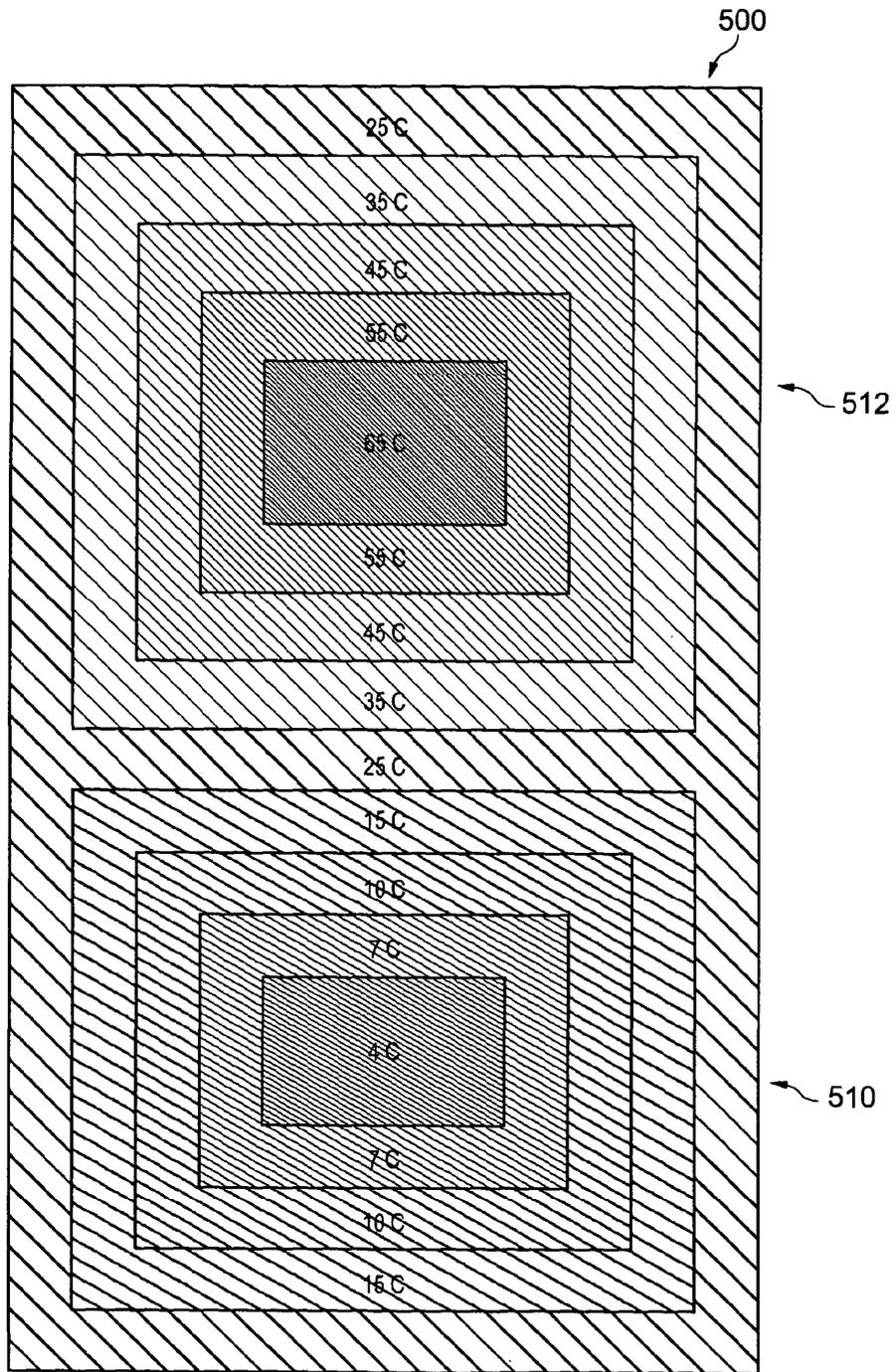


Fig. 5

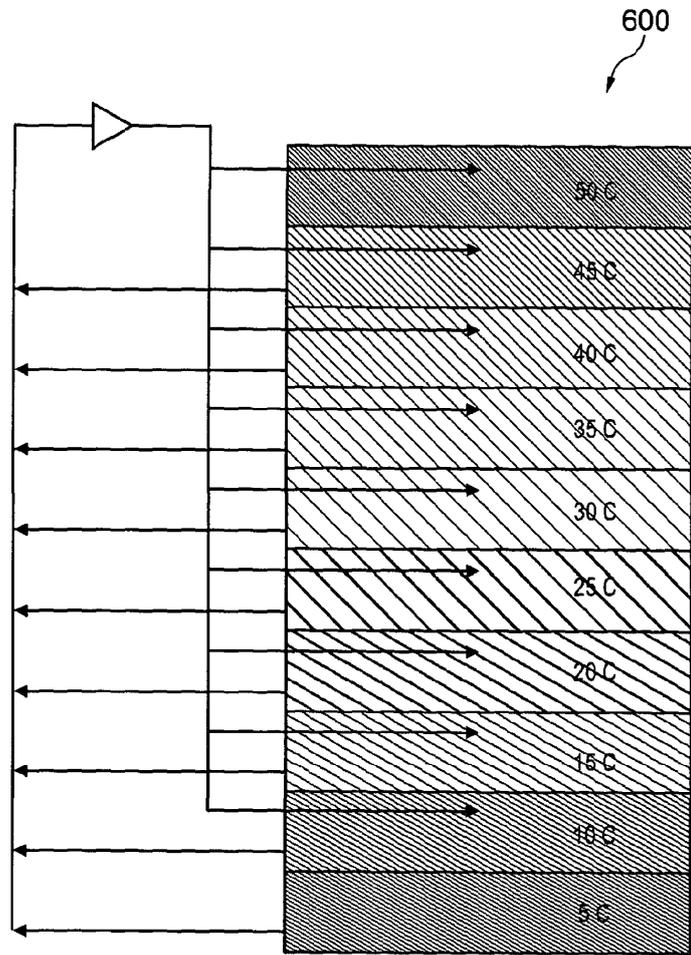


Fig. 6

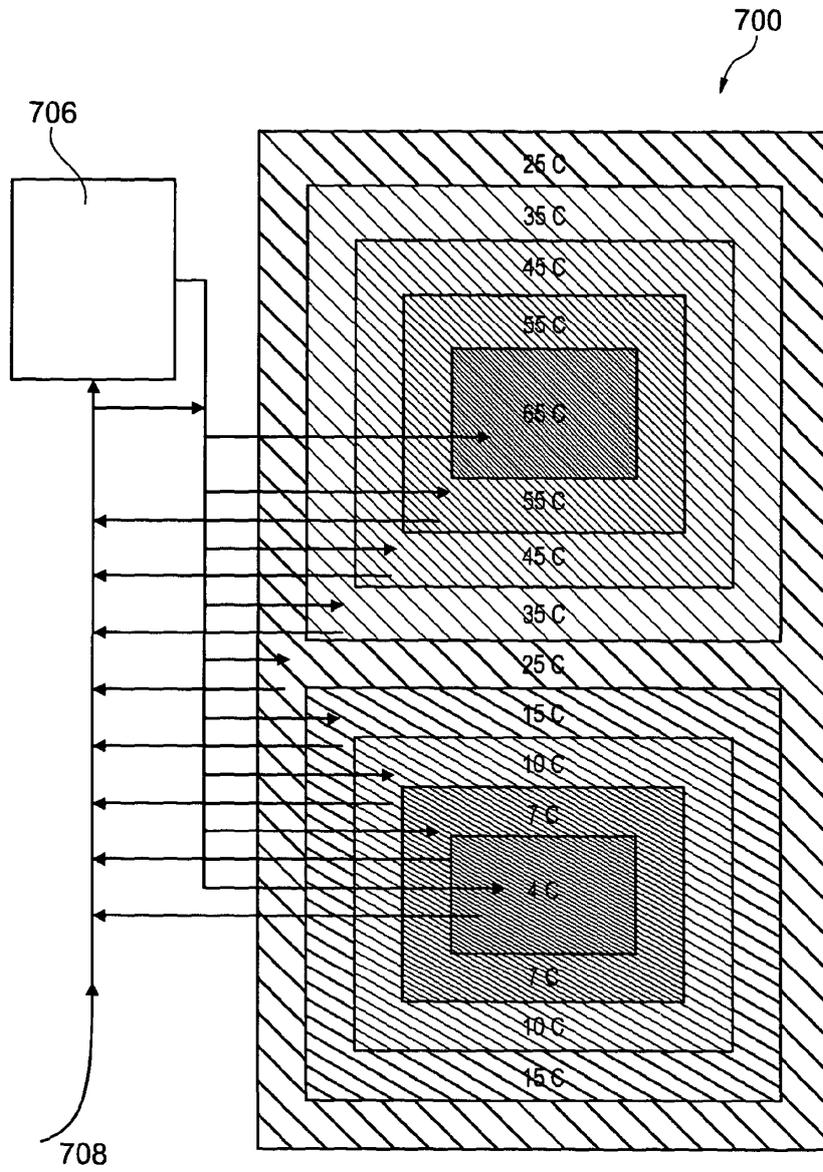


Fig. 7

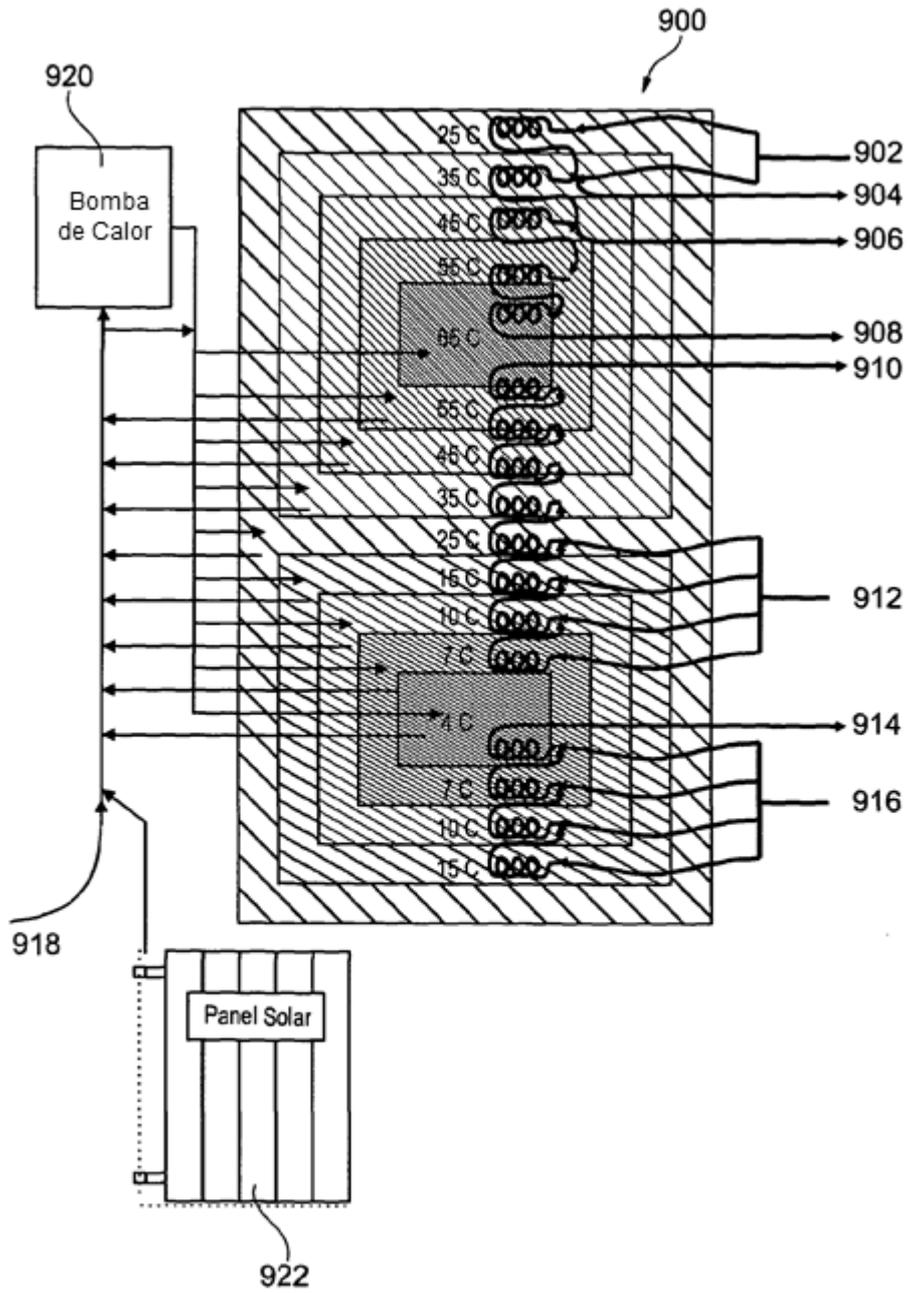


Fig. 9

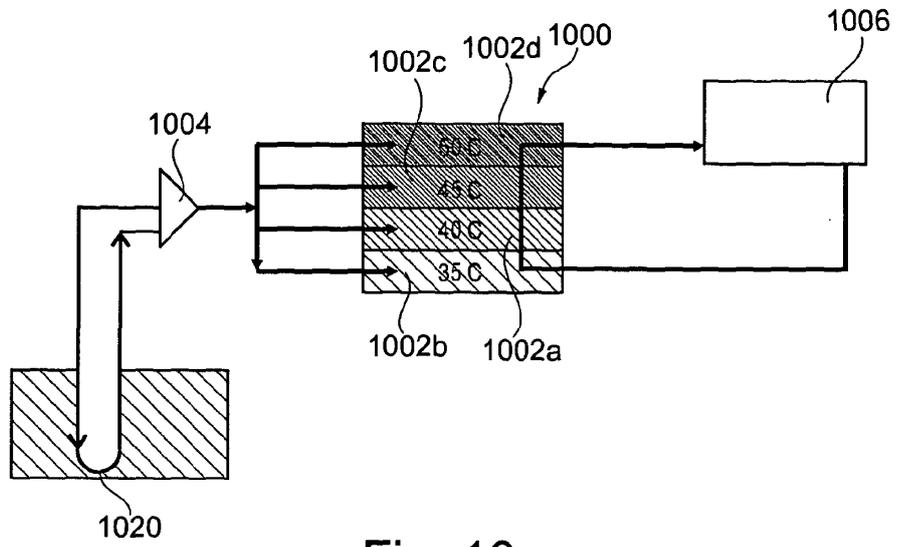


Fig. 10

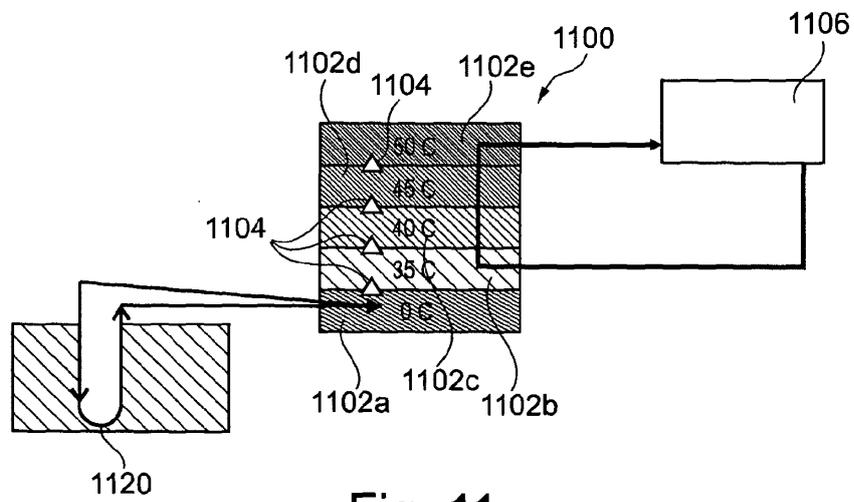


Fig. 11

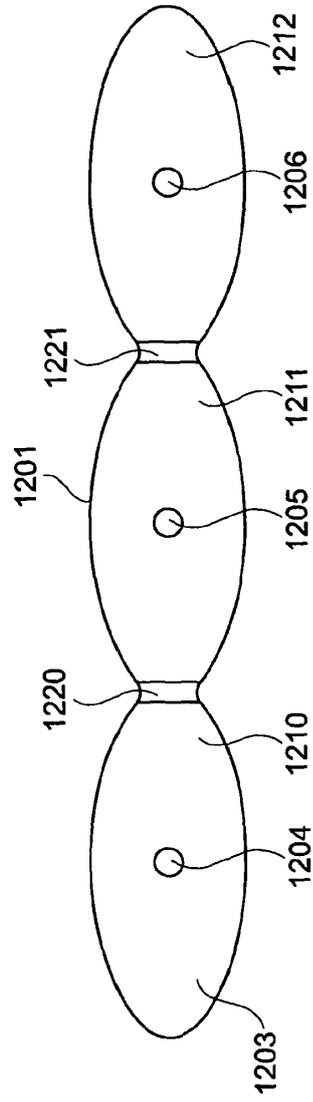


Fig. 12

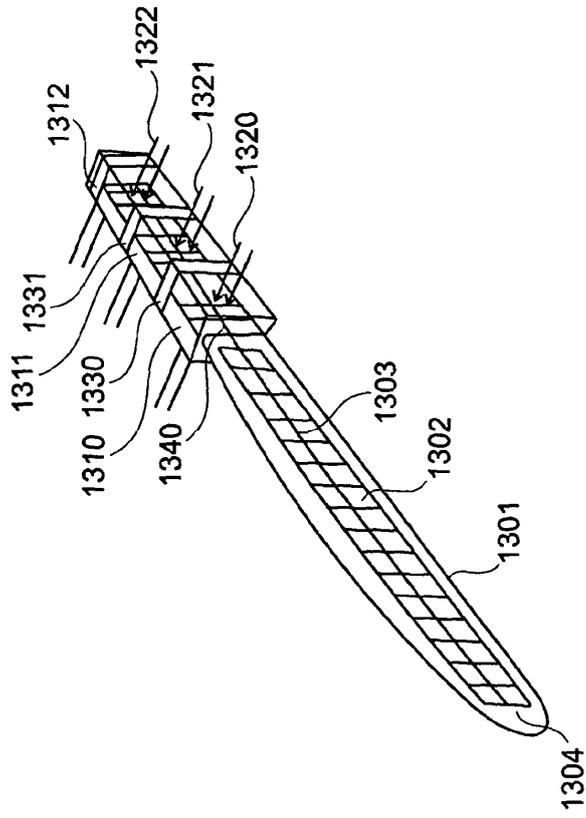


Fig. 13

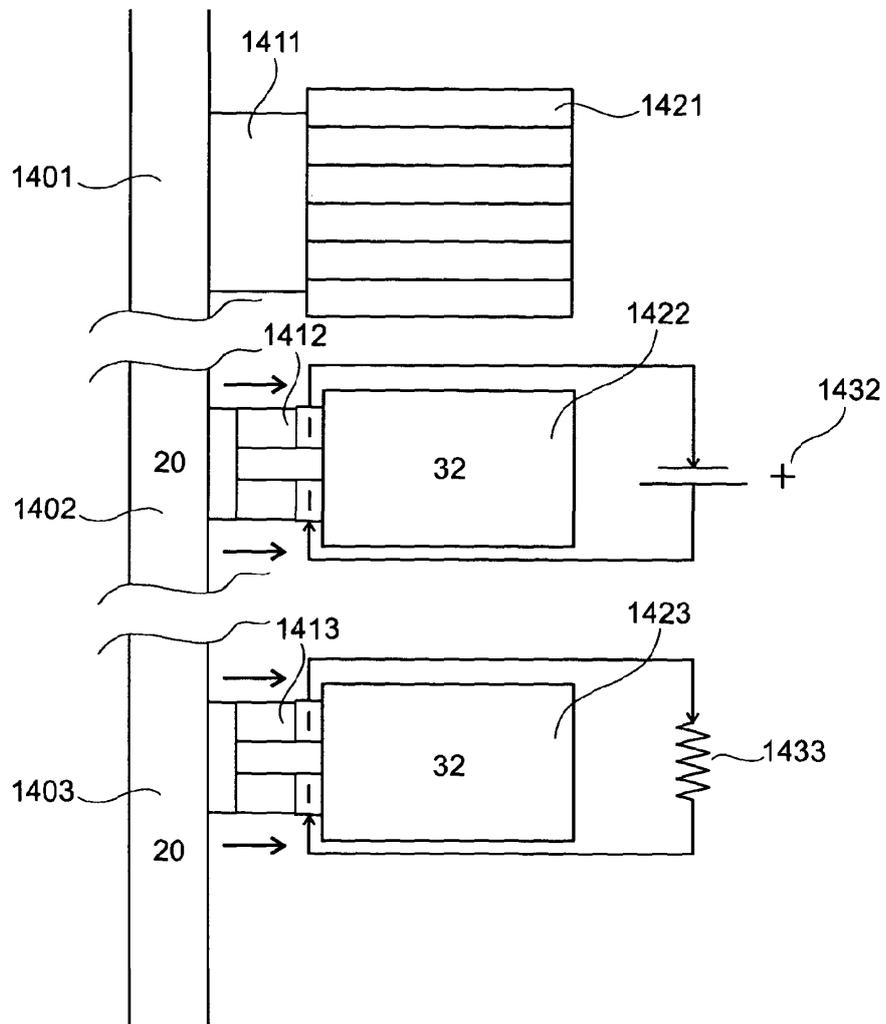


Fig. 14

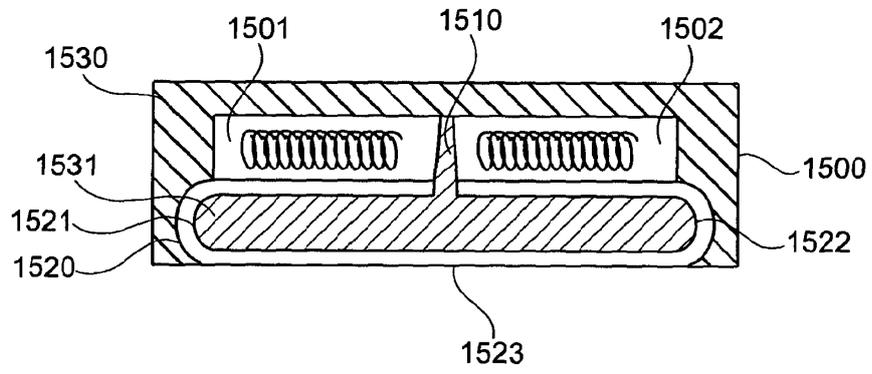


Fig. 15

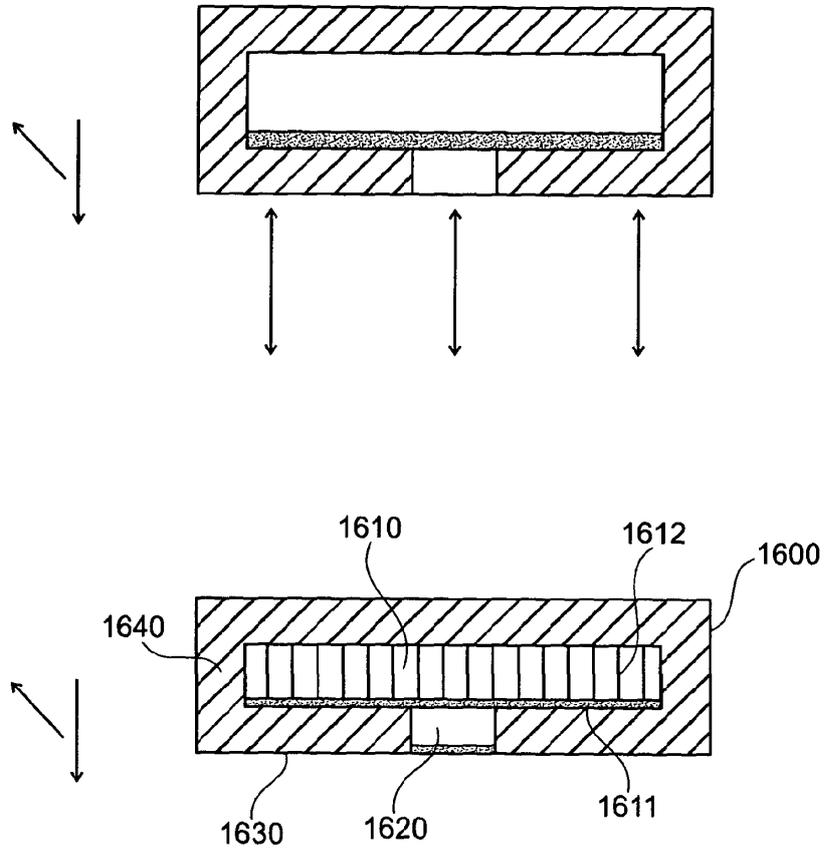


Fig. 16

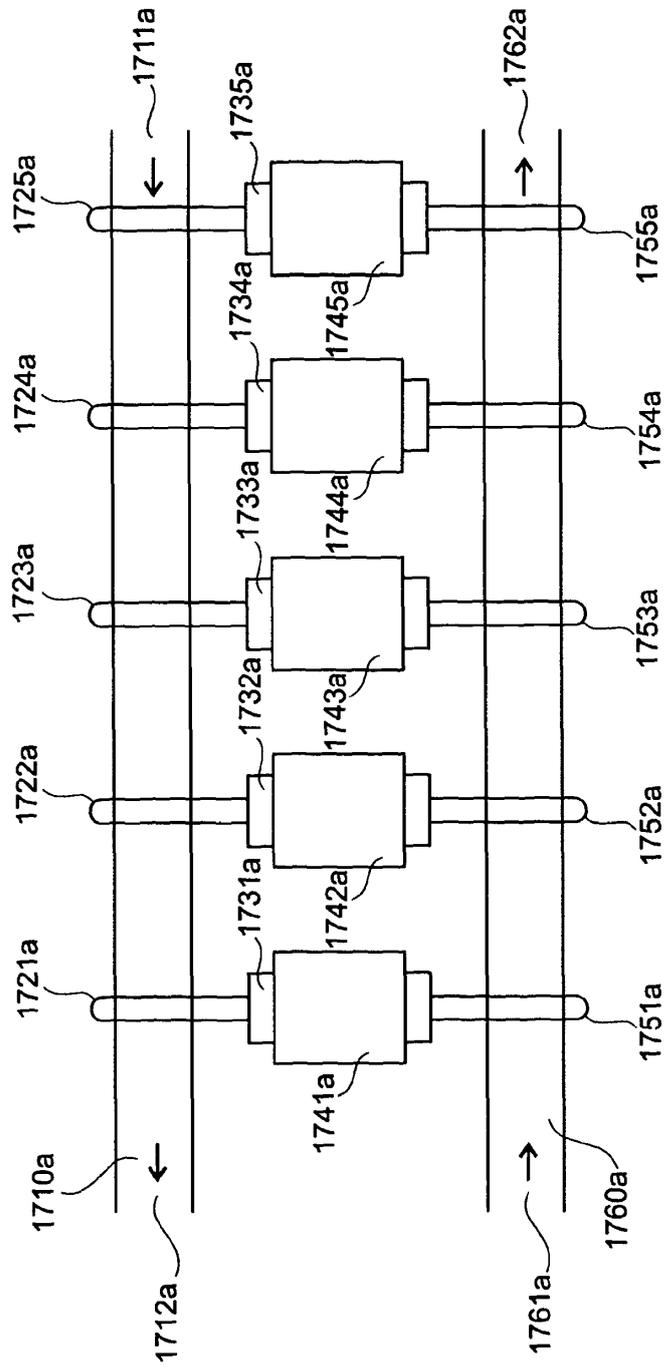


Fig. 17a

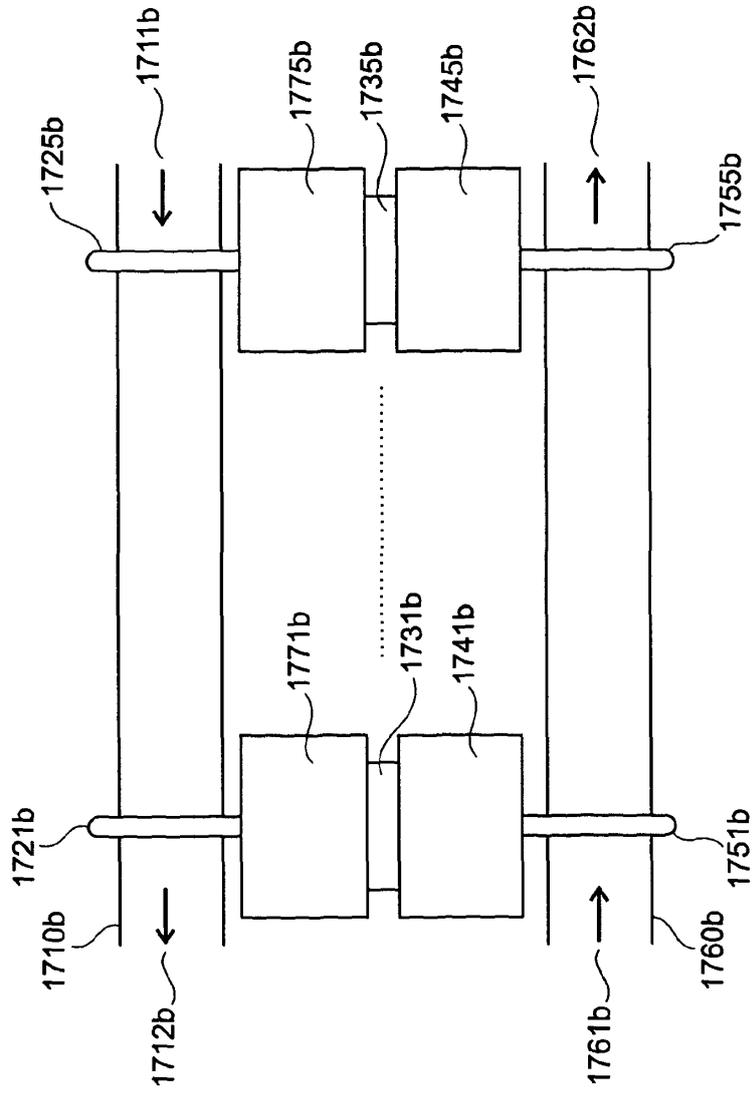


Fig. 17b

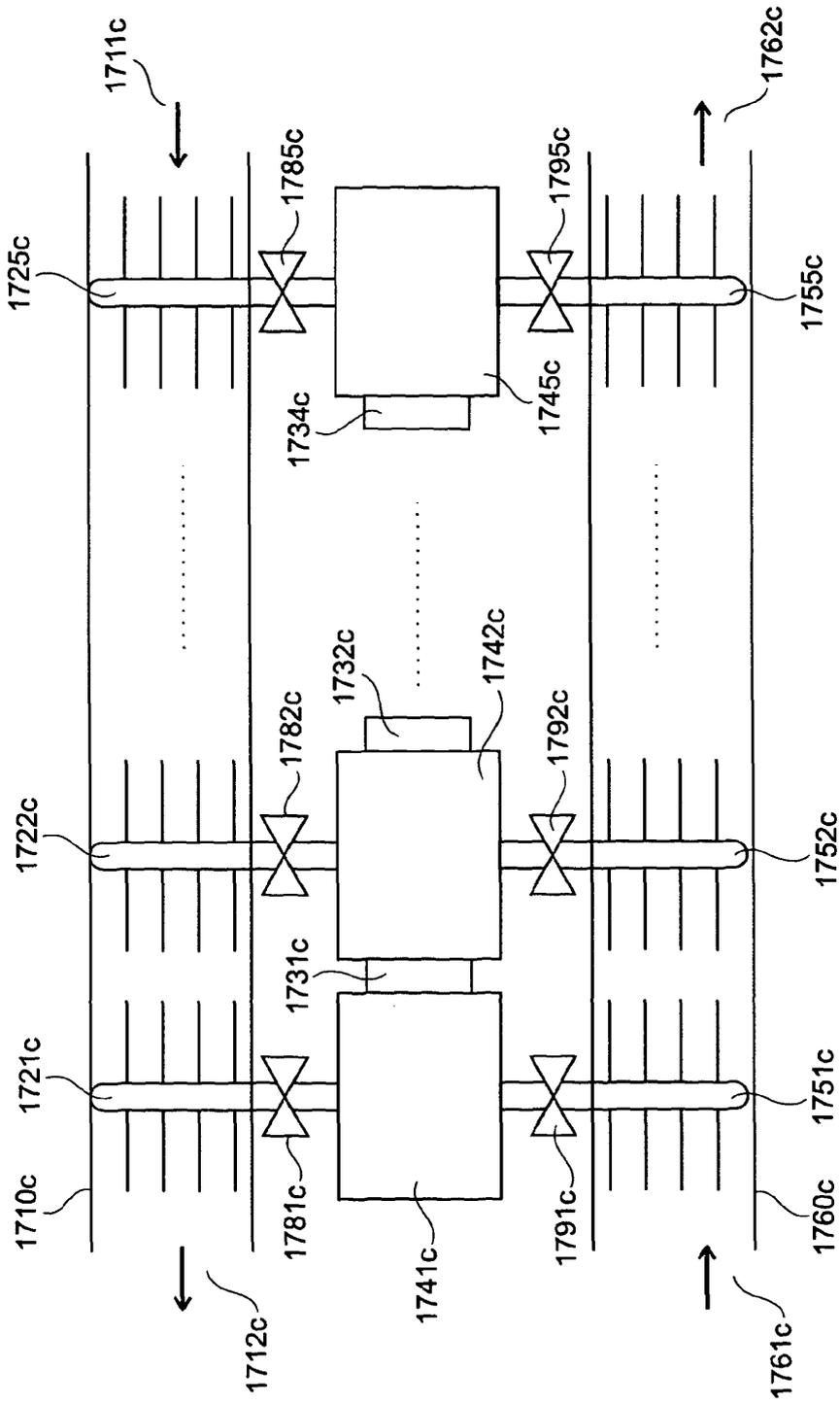


Fig. 17c

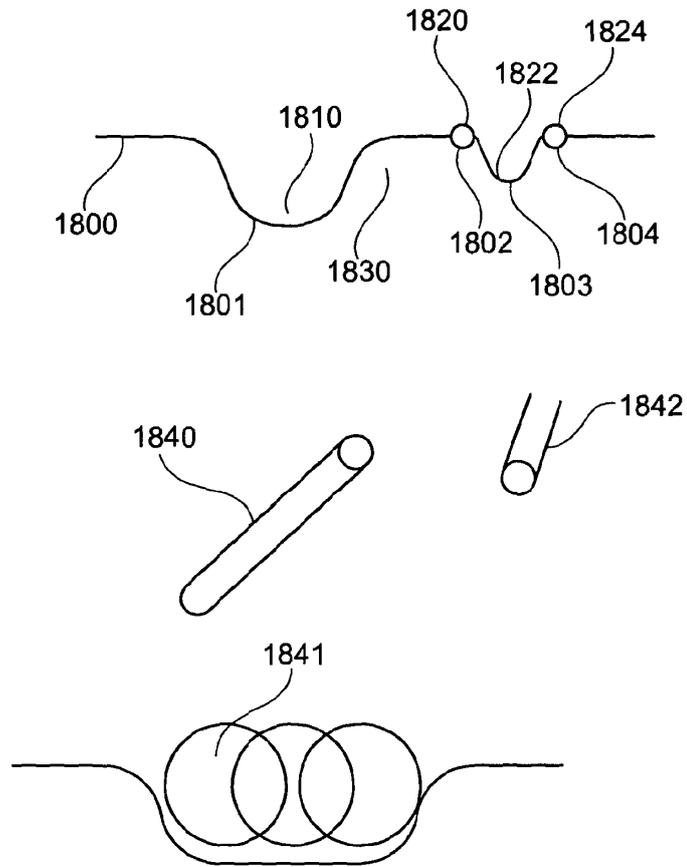


Fig. 18

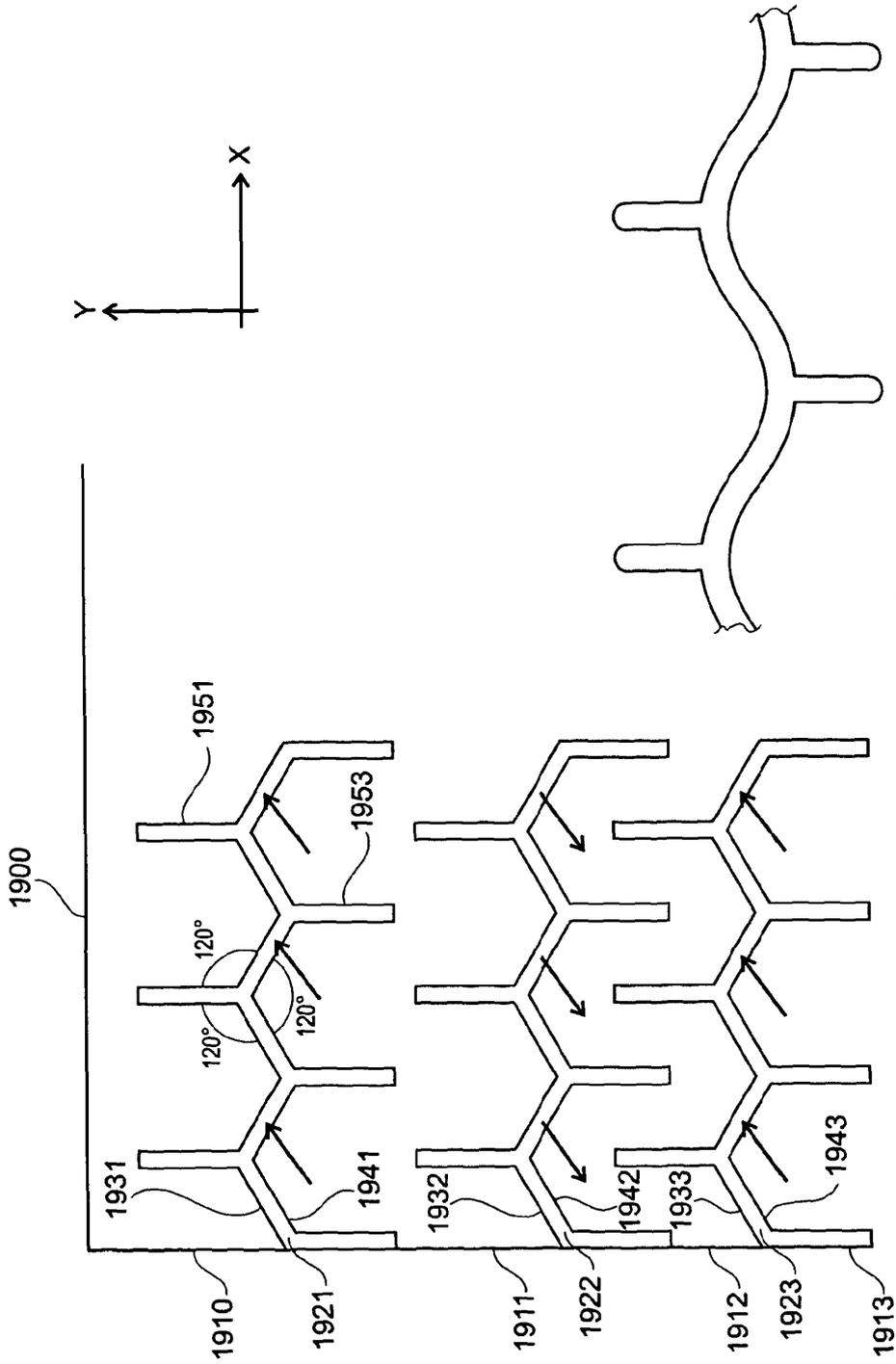


Fig. 19

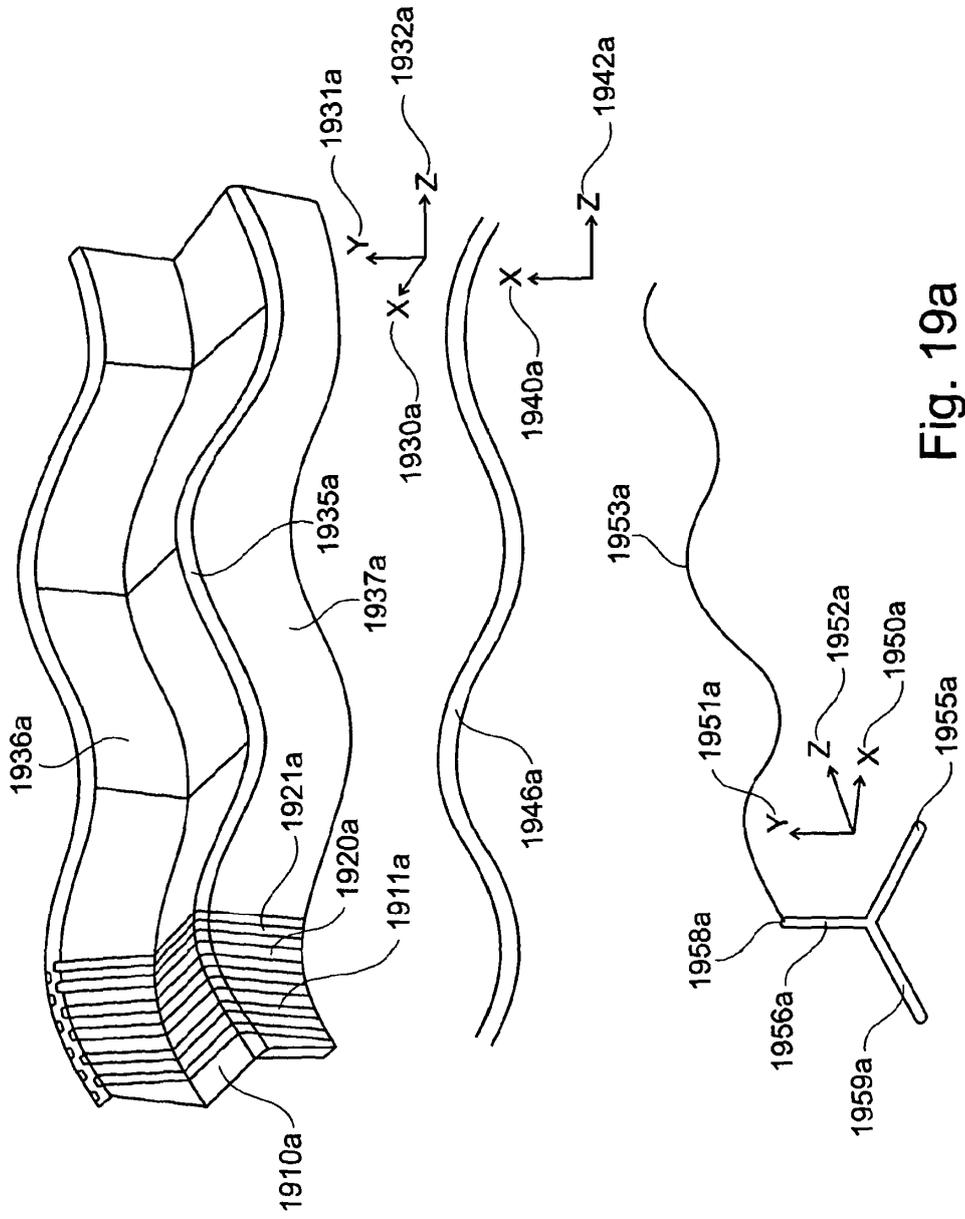


Fig. 19a

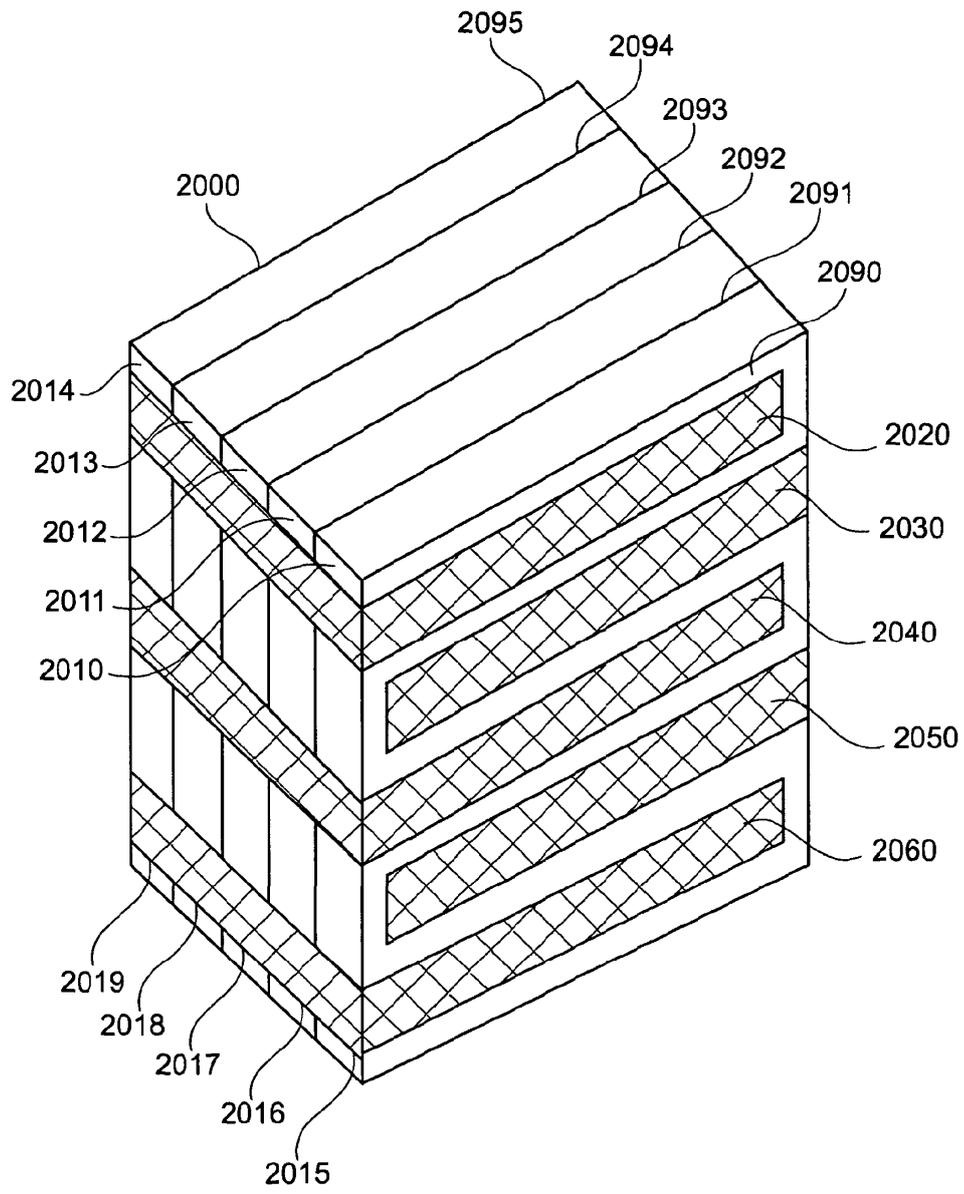


Fig. 20

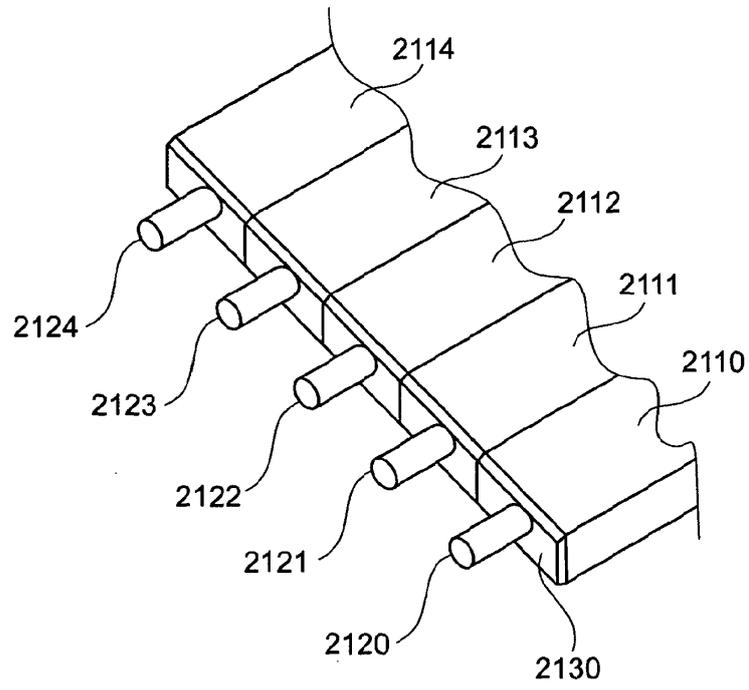


Fig. 21

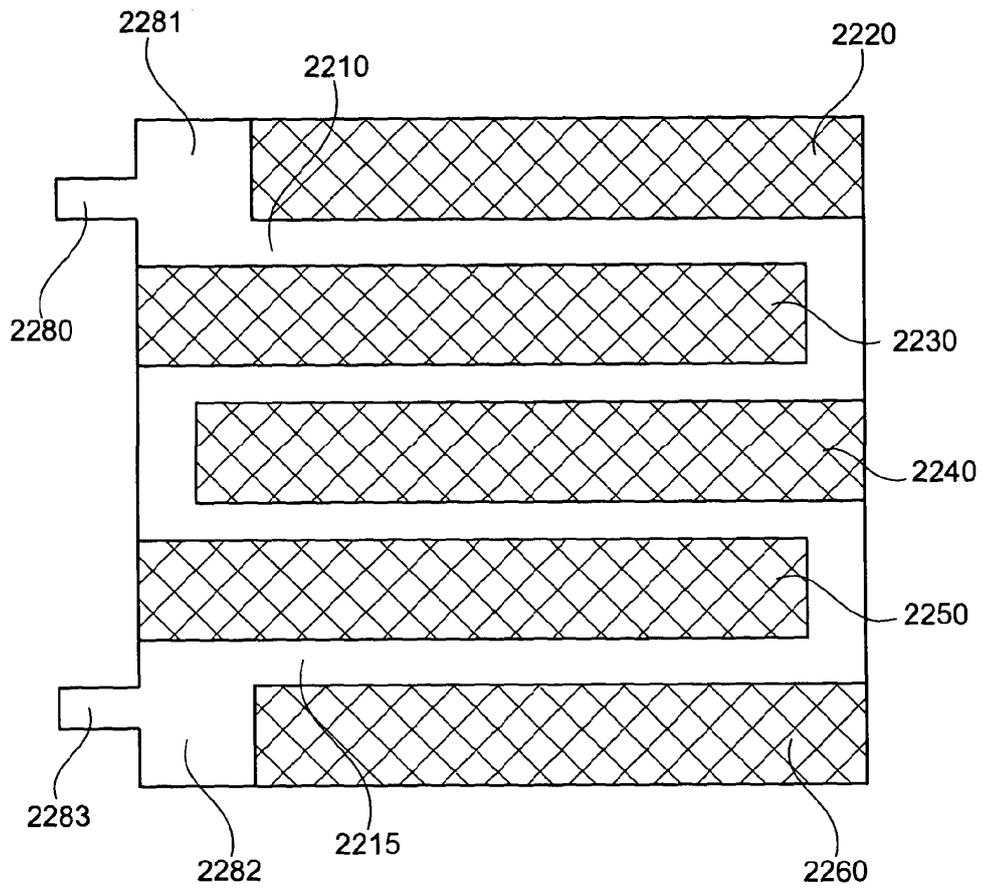


Fig. 22

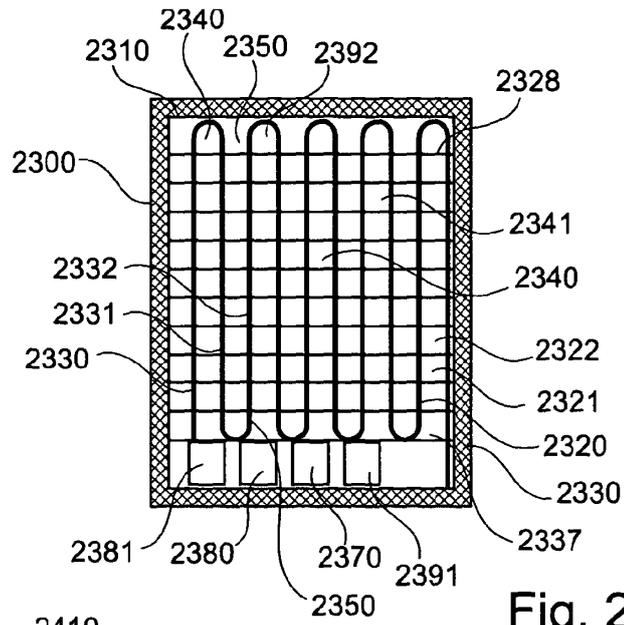


Fig. 23

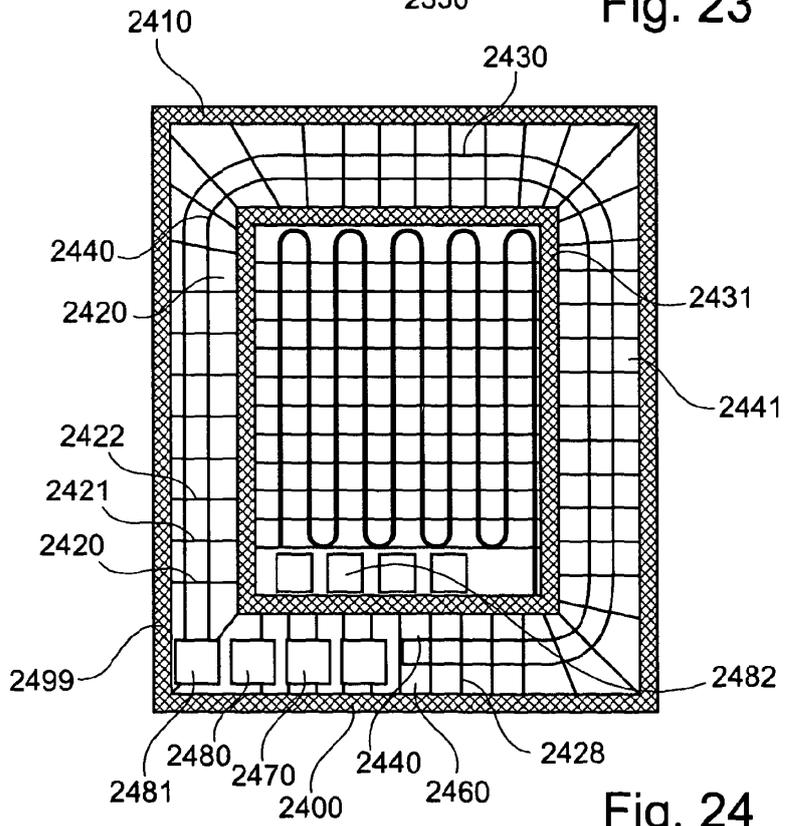


Fig. 24

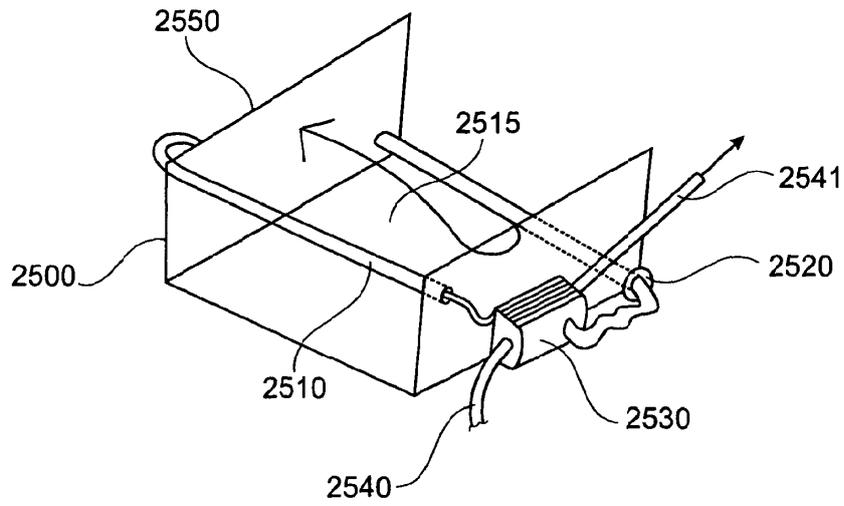


Fig. 25

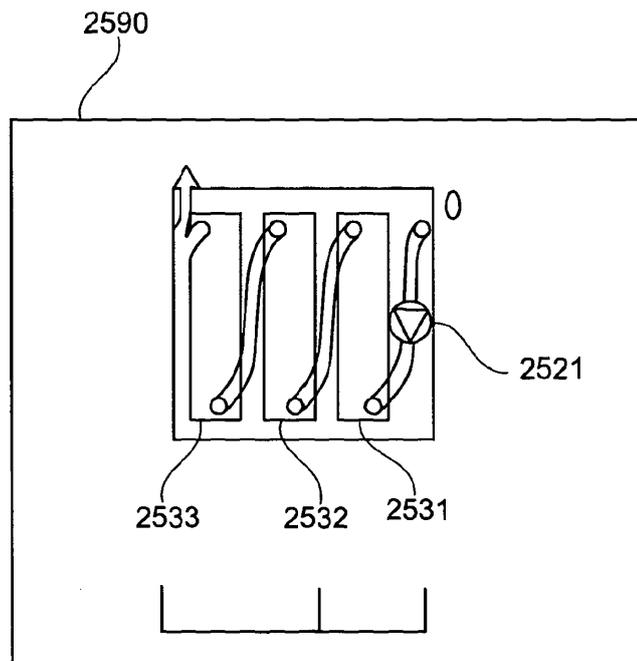


Fig. 26

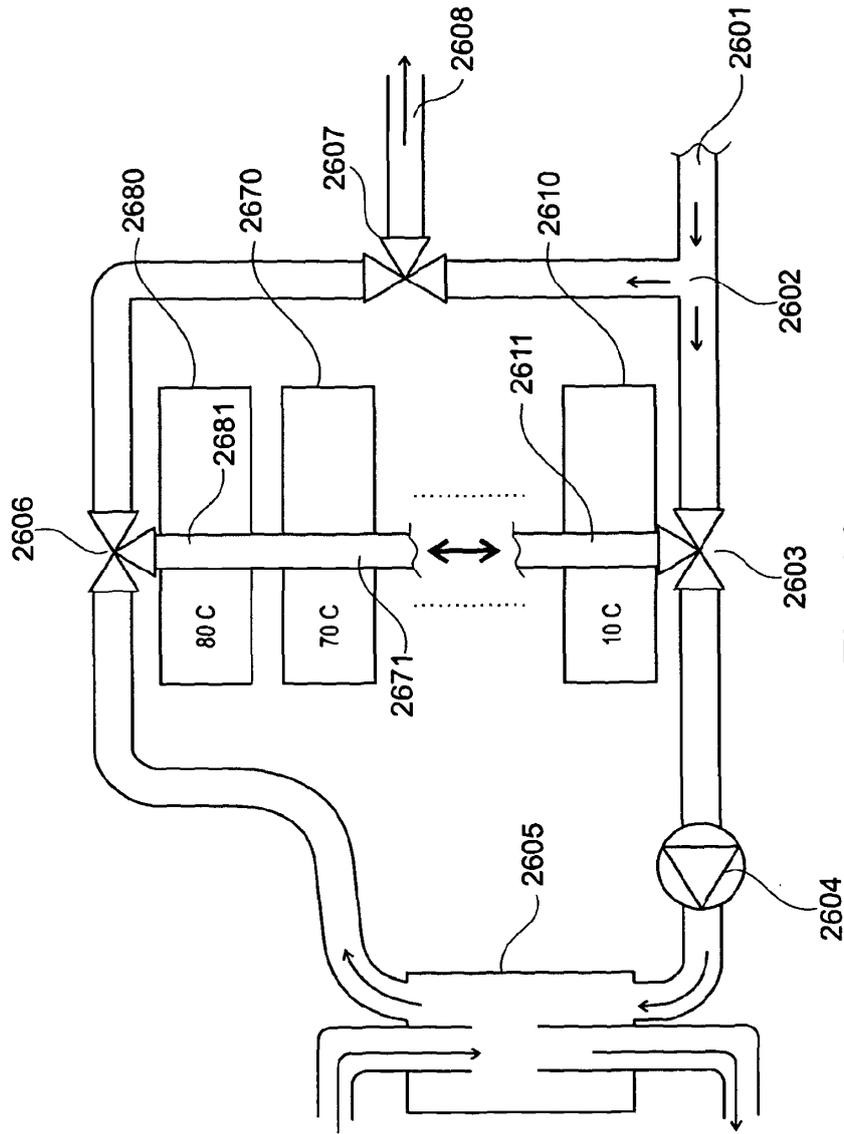


Fig. 26

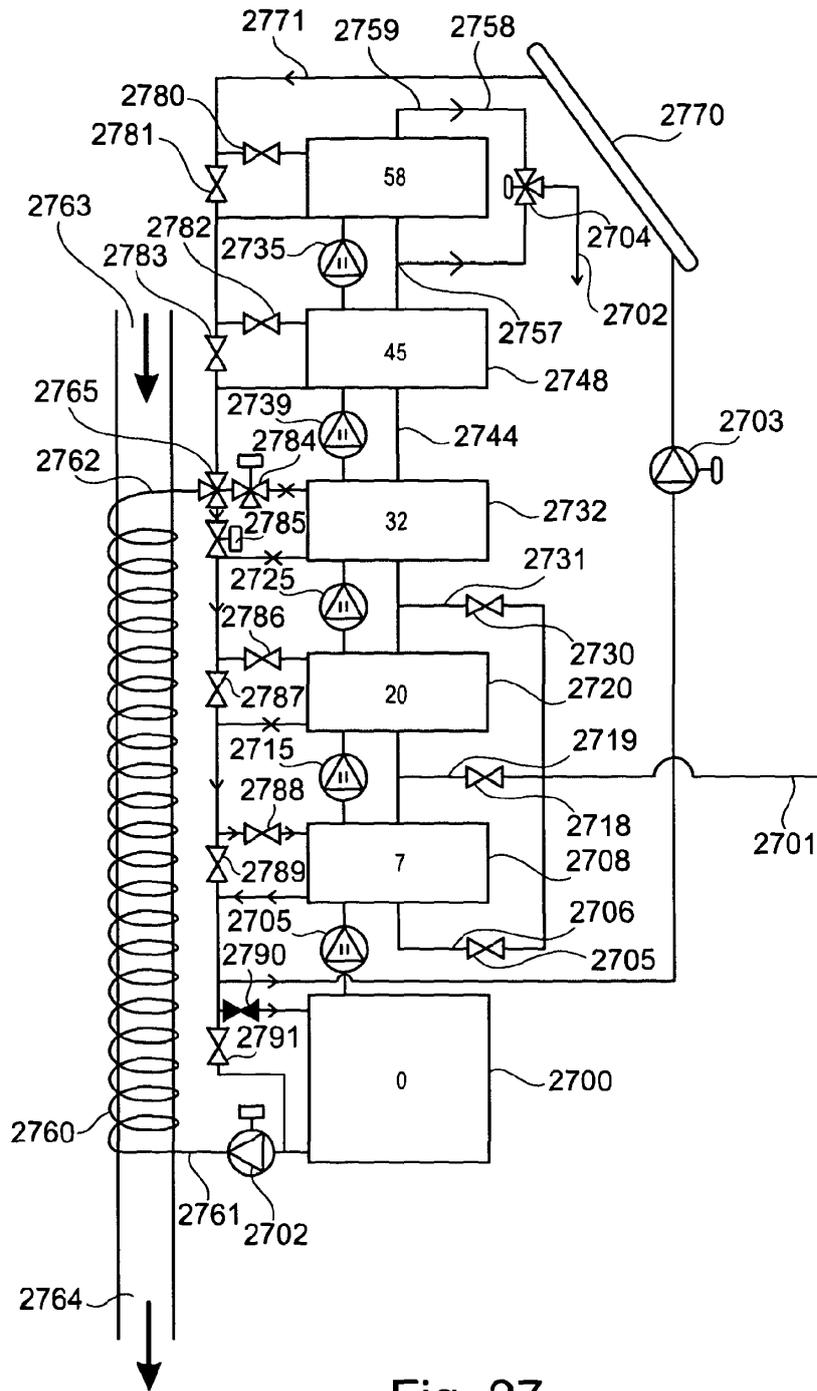


Fig. 27

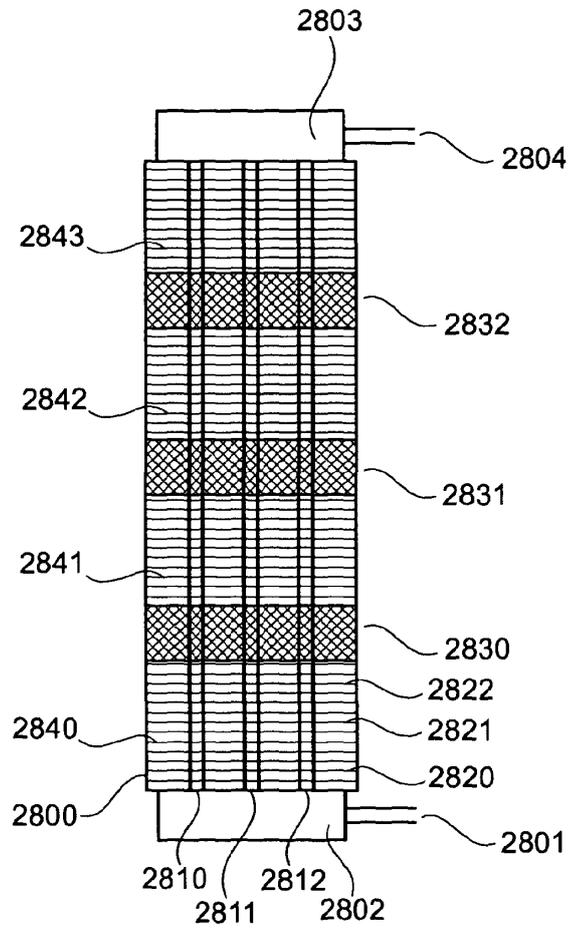


Fig. 28

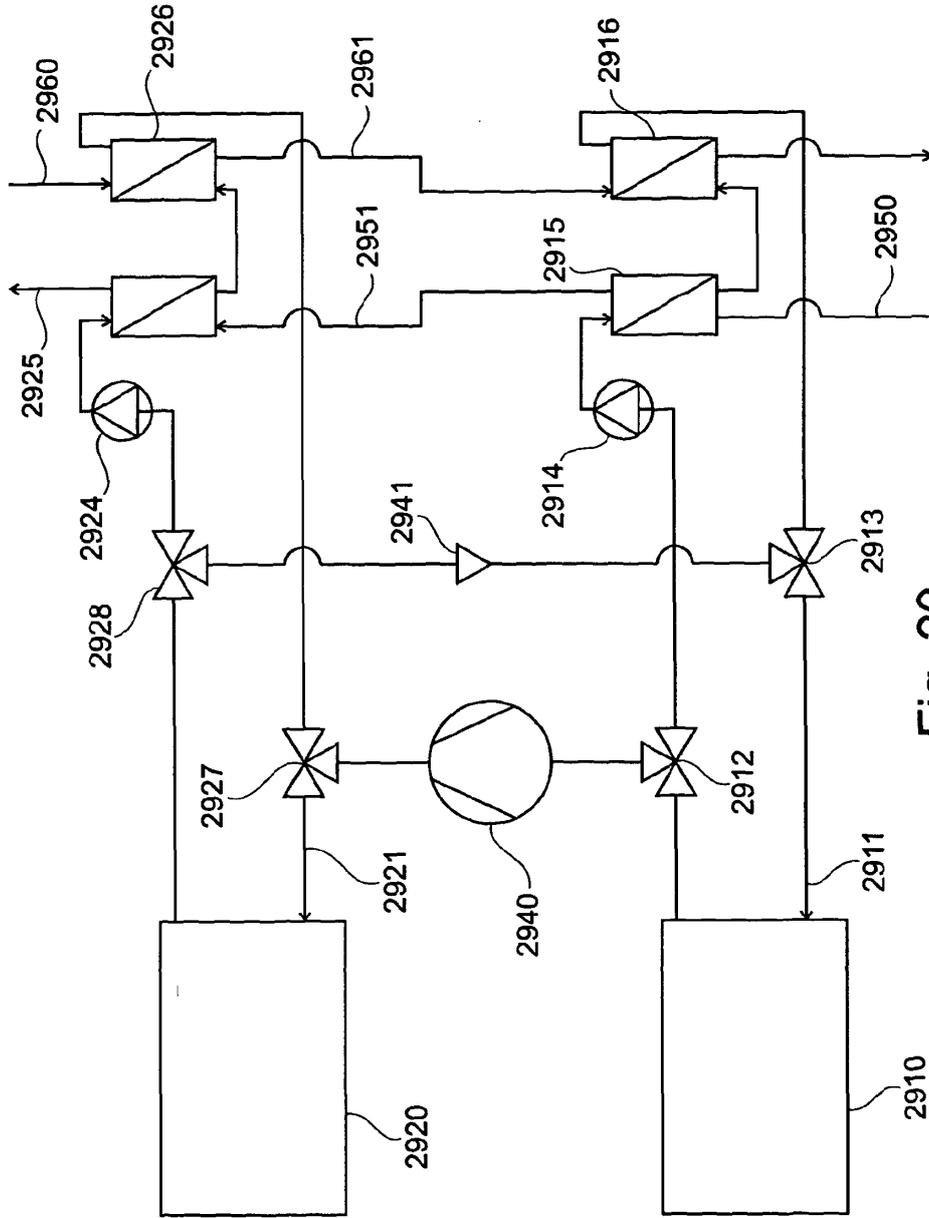


Fig. 29

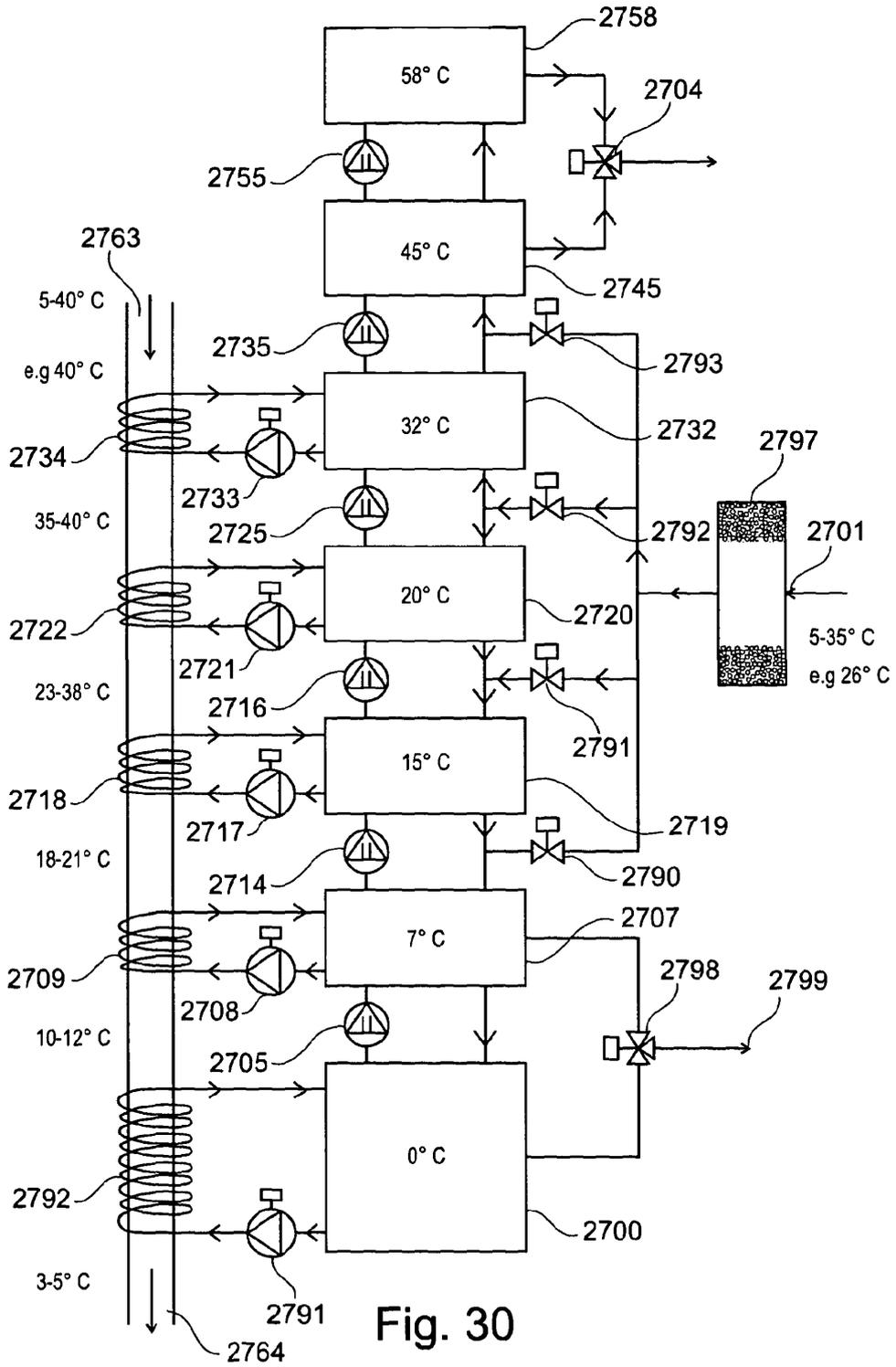


Fig. 30

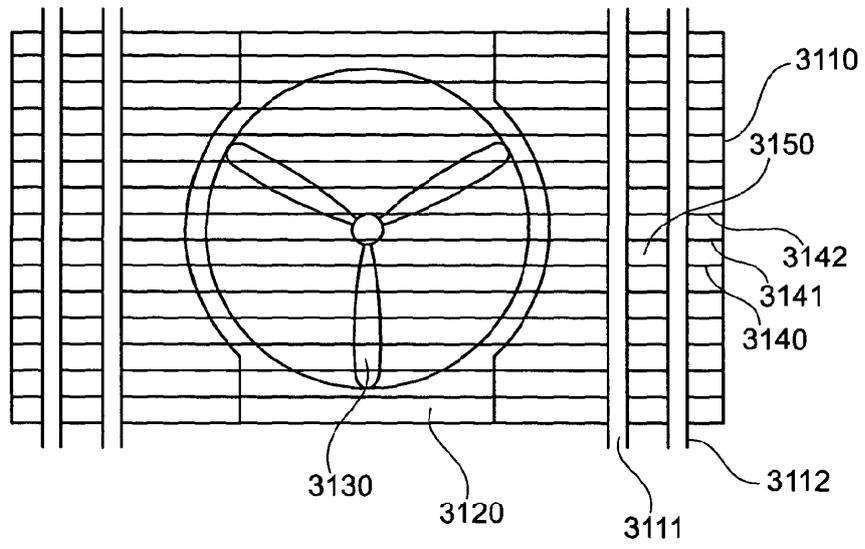


Fig. 31

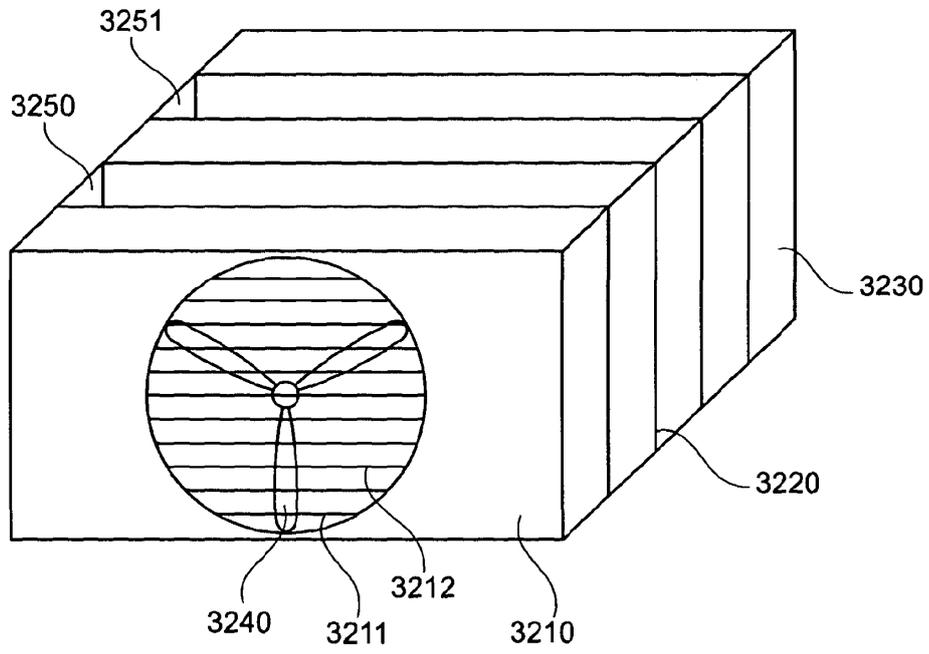


Fig. 32

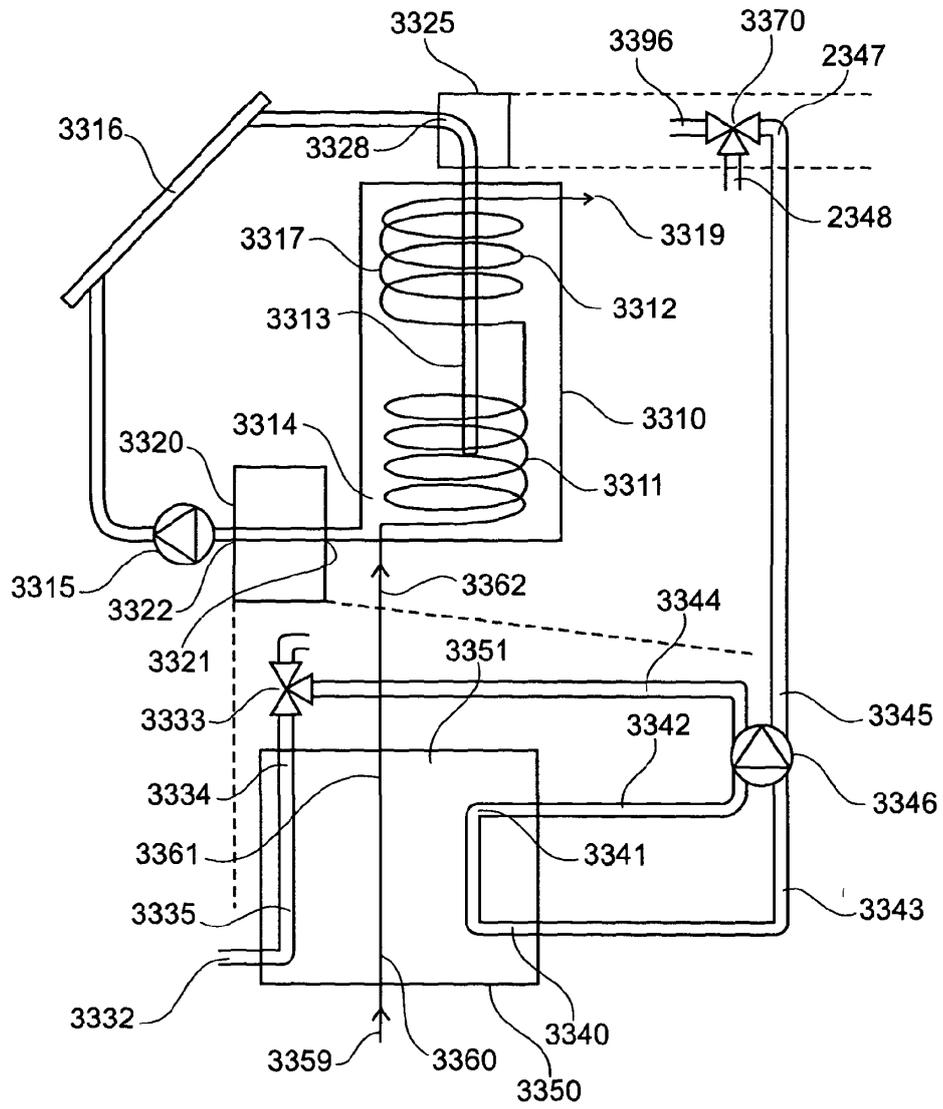


Fig. 33

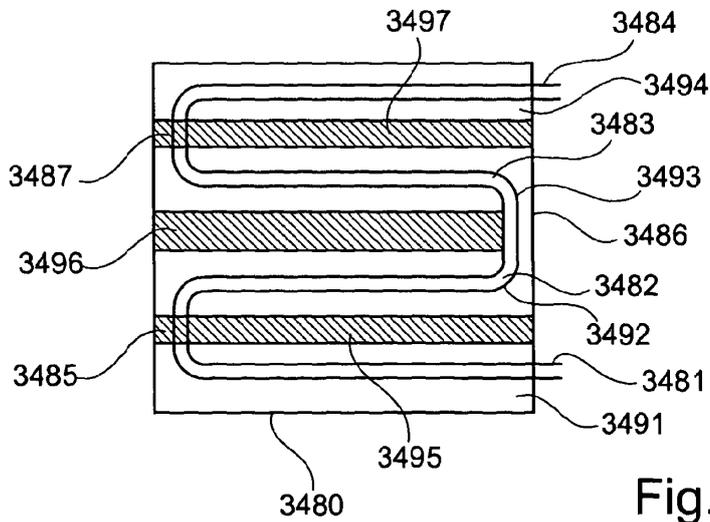
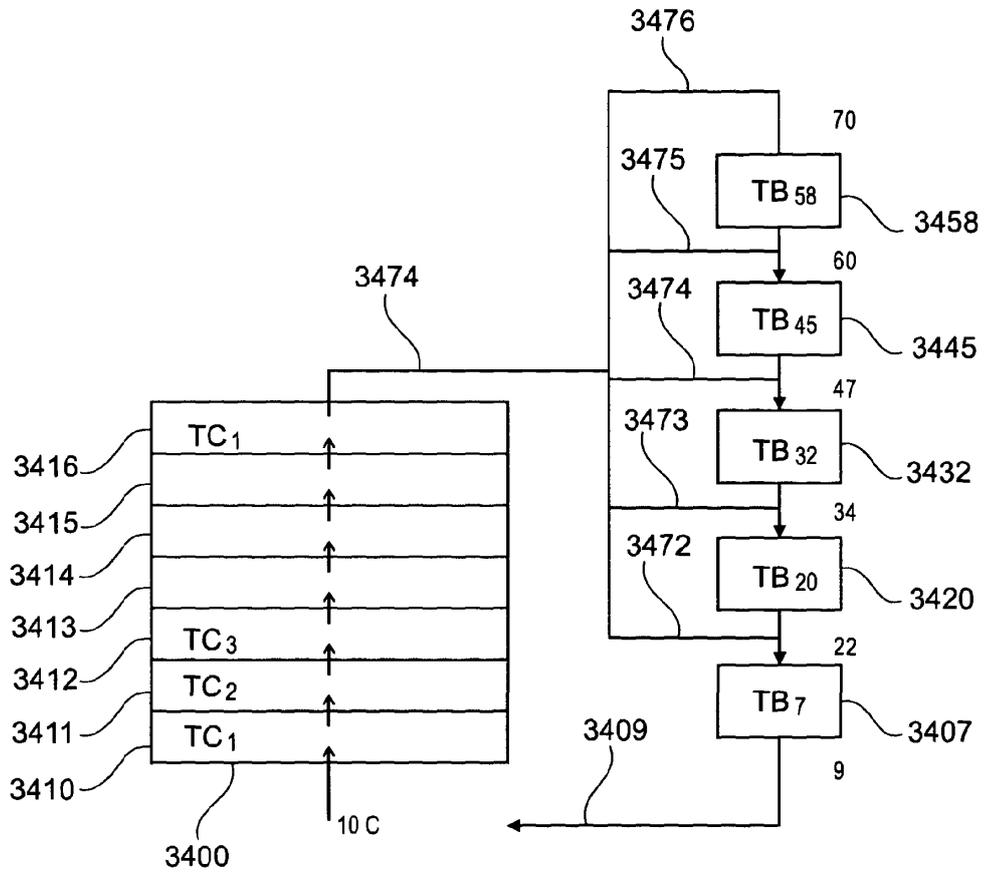


Fig. 34

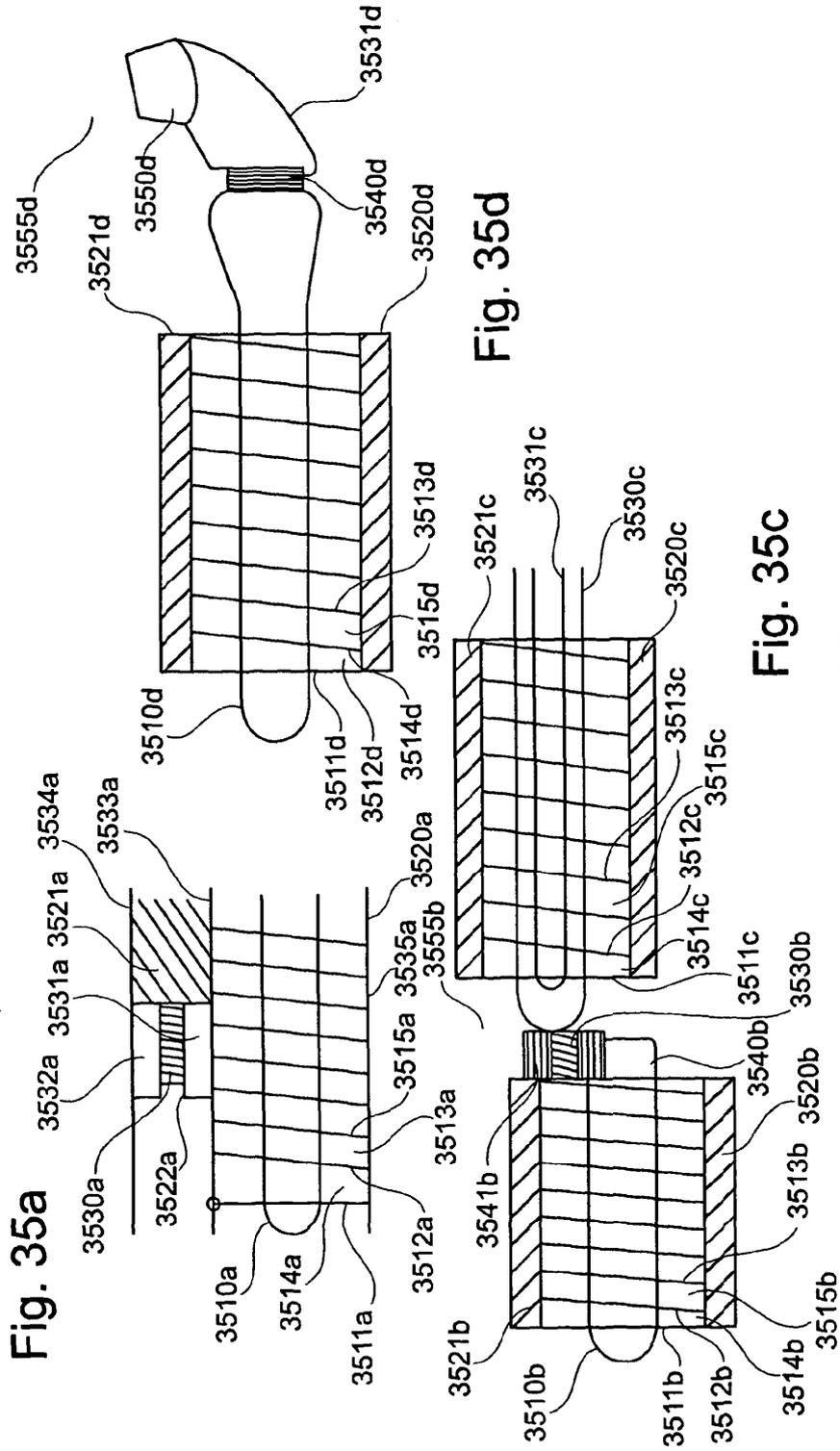


Fig. 35a

Fig. 35d

Fig. 35c

Fig. 35

Fig. 35b

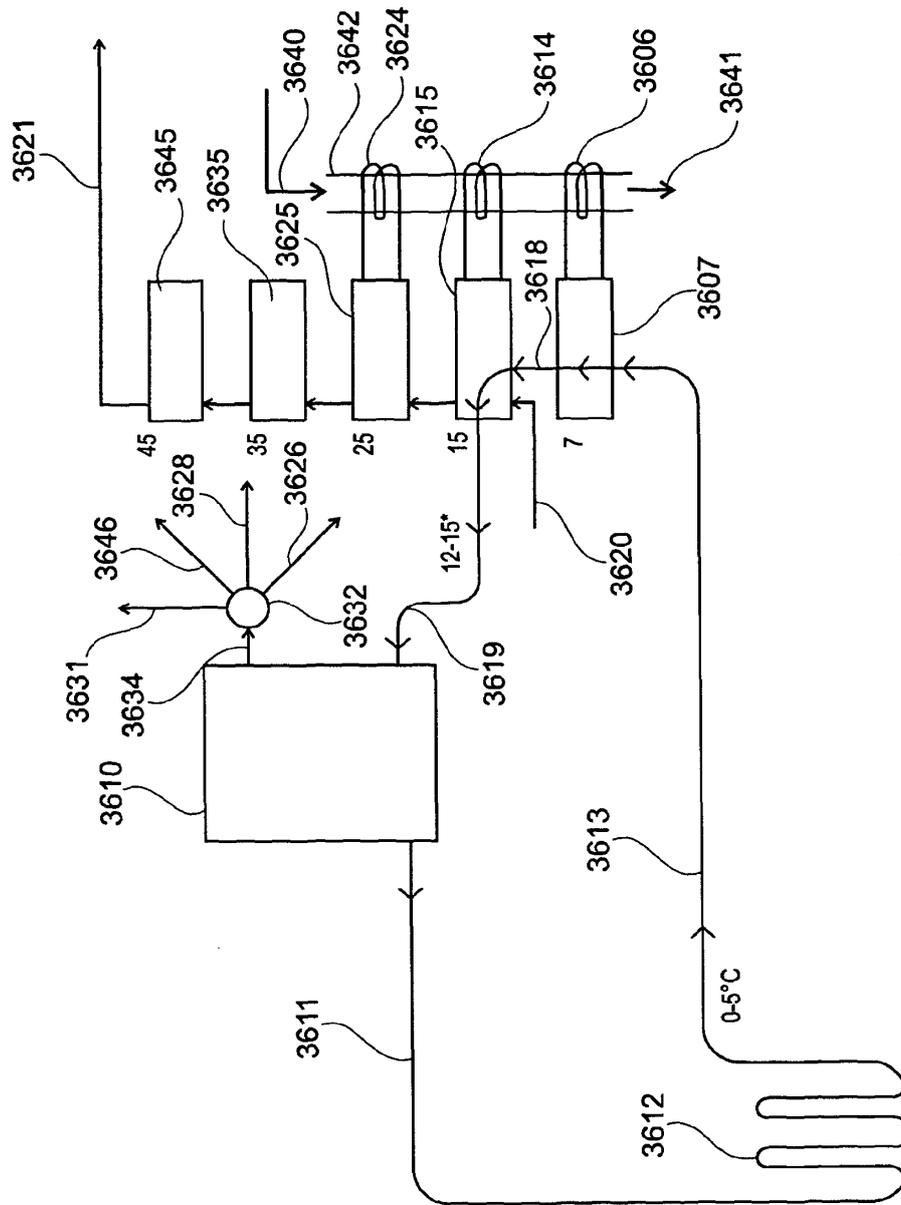


Fig. 36