

**DISPOSITIVO Y MATERIALES DE CAMBIO DE FASE COMPUESTOS PARA
EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA**

5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se relaciona con dispositivos para almacenamiento de energía. Particularmente, la presente divulgación se relaciona con dispositivos para almacenamiento de energía térmica, que usan materiales de cambio de fase para almacenar dicha energía
10 térmica.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

Los dispositivos de almacenamiento de energía térmica se utilizan para superar la
15 intermitencia de las fuentes de energía renovables y optimizar la utilización de la energía en diversas aplicaciones. En particular, los dispositivos de almacenamiento de energía térmica que usan materiales de cambio de fase ofrecen alta densidad de almacenamiento de energía y temperatura relativamente constante durante el cambio de fase.

20 Los materiales de cambio de fase pueden absorber y liberar gran cantidad de energía térmica durante el cambio de fase (sólido a líquido y viceversa) sin un cambio significativo de temperatura. Lo anterior presenta ventajas como almacenamiento de energía con alta densidad por unidad de volumen, rango de temperatura de operación variado, lo que permite usarlo en diferentes aplicaciones y comportamiento cuasi-isotérmico, es decir que durante el
25 cambio de fase, los materiales de cambio de fase mantienen una temperatura casi constante, proporcionando una fuente de calor o frío estable.

Por lo anterior, existe la necesidad de dispositivos de almacenamiento de energía térmica que utilicen materiales de cambio de fase.

30 Se identifican en el estado de la técnica divulgaciones como WO2021076741A1 y US6059016A, las cuales se relacionan con dispositivos para almacenamiento de energía térmica.

35 El documento WO2021076741A1 divulga un kit de gestión de energía térmica que comprende una o más celdas de almacenamiento térmico. Las celdas de almacenamiento térmico individuales están dispuestas en un contenedor. El contenedor puede estar formado a partir de un material térmicamente conductor y tiene un volumen interior. La celda de almacenamiento térmico incluye además un material de cambio de fase dispuesto dentro del
40 volumen interior de la celda.

En particular WO2021076741A1 divulga que los contenedores de celdas de almacenamiento térmico comprenden una superficie exterior que define un volumen interior. El contenedor puede tener cualquier forma o disposición. Por ejemplo, en algunas modalidades, el
5 contenedor tiene la forma de una placa, cuchilla, rejilla o panel.

WO2021076741A1 también divulga que los kits de gestión de energía térmica comprenden una o más celdas de almacenamiento térmico. Las celdas de almacenamiento térmico pueden configurarse en una matriz o grupo o pueden montarse o disponerse dentro de un entorno por
10 separado. Una batería de almacenamiento térmico puede comprender una única celda de almacenamiento térmico, aunque los kits de gestión de energía térmica pueden tener cualquier número de celdas de almacenamiento térmico. El número de celdas de almacenamiento térmico se puede seleccionar para la capacidad calorífica deseada de la batería de almacenamiento térmico, formada por el kit de gestión de energía térmica. El kit
15 de gestión de energía térmica puede ser modular, añadiendo o eliminando celdas de almacenamiento térmico en función de la capacidad de calentamiento o enfriamiento deseada de la batería de almacenamiento térmico. Las celdas de almacenamiento térmico comprenden un recipiente y un material de cambio de fase dispuesto dentro de un volumen interior del recipiente. Las celdas pueden tener la forma de una estructura alargada tal como
20 una barra, tubo u otra estructura prismática alargada que tiene un volumen interno que puede llenarse total o parcialmente con un material de cambio de fase.

El documento WO2021076741A1 así mismo divulga que el kit comprende además al menos un ventilador que dirige el flujo de aire desde un primer lado de las celdas de almacenamiento
25 térmico a un segundo lado de las celdas de almacenamiento térmico. Un ventilador de este tipo puede facilitar una transferencia eficiente de energía térmica por parte del material de cambio de fase, dispuesto dentro de los contenedores de las celdas de almacenamiento térmico. El documento WO2021076741A1 divulga además un kit que comprende una pluralidad de ventiladores. Por ejemplo, en algunos casos, un kit comprende un primer
30 ventilador que gira en el sentido de las agujas del reloj y un segundo ventilador que gira en el sentido contrario a las agujas del reloj.

WO2021076741A1 establece que el material de cambio de fase puede tener cualquier composición, que no sea incompatible con los objetivos de la divulgación. En algunas
35 modalidades, por ejemplo, un material de cambio de fase comprende una composición inorgánica. En otros casos, un material de cambio de fase comprende una composición orgánica. En algunos casos, un material de cambio de fase comprende un hidrato de sal. El material de cambio de fase también puede ser agua. En otras modalidades, el material de cambio de fase no es agua. Un material de cambio de fase puede almacenar o liberar energía

térmica en el proceso de sufrir una transición de fase (como entre un estado sólido y un estado líquido, o entre un estado sólido y un estado de gel).

WO2021076741A1 indica, además, que el material de cambio de fase puede modificarse mediante la inclusión de uno o más aditivos. El aditivo puede mezclarse con un material de cambio de fase para ser usado en el kit de gestión térmica. En algunas modalidades, el aditivo comprende un modulador de la conductividad térmica. Un modulador de conductividad térmica, aumenta la conductividad térmica del material de cambio de fase. Un modulador de conductividad térmica comprende carbono, incluido carbono grafitico.

Por su parte, el documento US6059016A se refiere a un sistema de almacenamiento de energía térmica, que comprende una carcasa que define una región interior. El material de cambio de fase se dispone en contenedores alargados sellados colocados en una disposición apilada en la región interior.

US6059016A particularmente divulga que la geometría de la carcasa puede variar. La carcasa puede ser construida a partir de una variedad de metales y plásticos livianos y duraderos comúnmente disponibles. La carcasa incluye una primera pared que está formada para incluir una entrada para recibir flujo de aire o flujo de otros fluidos de intercambio de calor. La ubicación de la entrada puede variar según las limitaciones de diseño. La entrada puede formarse en otras paredes de la carcasa, o puede formarse en una superficie inferior de esta.

US6059016A también divulga que la carcasa también incluye una segunda pared (típicamente la pared superior) que está formada para incluir al menos una salida de aire. La segunda pared puede ser removible para permitir el acceso a la región interior de la carcasa. La carcasa puede comprender al menos un ventilador adyacente a cada salida para inducir el flujo de aire desde la región interior de la carcasa a través de la salida. Dentro de la carcasa se disponen contenedores alargados y sellados llenos de material de cambio de fase colocados en una disposición apilada en la región interior de la carcasa. La carcasa puede comprender también rejillas o estantes superiores e inferiores para garantizar que el conjunto de contenedores se mantenga en una relación compacta. Los contenedores están dispuestos de manera que sus ejes largos sean perpendiculares a la dirección del flujo de aire a través de la región interior de la carcasa.

US6059016A divulga además que los contenedores dispuestos dentro de la carcasa son cilindros alargados y flexibles hechos de plástico que definen una cámara interna para contener material de cambio de fase. El tipo de plástico variará según los requisitos de temperatura. Es posible que se necesiten recipientes metálicos cuando las aplicaciones

requieran el uso de material de cambio de fase que tengan una temperatura de fusión particularmente alta. Las dimensiones de los contenedores variarán con la aplicación.

El documento US6059016A finalmente divulga que se puede utilizar una amplia variedad de materiales de cambio de fase. Los materiales de cambio de fase generalmente se eligen en función de sus características de calor latente y temperatura de fusión, pero también se pueden seleccionar por sus cualidades adicionales. Las clases típicas de material de cambio de fase utilizables incluyen ceras de parafina, soluciones de hidratos de sal y agua.

Sin embargo, no se evidencia en los documentos citados del estado de la técnica dispositivos para almacenamiento de energía térmica que reduzcan efectos indeseables, como el grado de superenfriamiento y la conductancia térmica limitada, mejorando la eficiencia energética del dispositivo y su efectividad para almacenamiento de energía térmica.

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente divulgación se refiere a un dispositivo para almacenamiento de energía térmica, el dispositivo comprende una primera placa y una segunda placa, las dos placas se disponen una enfrente de la otra y forman un espacio entre estas. En particular la segunda placa comprende una abertura central en donde se conecta un ventilador.

El dispositivo comprende además una pluralidad de contenedores dispuestos en el espacio entre la primera placa y la segunda placa y dispuestos alrededor del ventilador. Particularmente los contenedores están llenos de un material de cambio de fase. El material de cambio de fase está basado en una solución acuosa de sales inorgánicas, y comprende un agente nucleante y un agente espesante.

La composición del material de cambio de fase comprende entre 0,5% y 5% de una mezcla de grafito y cobre. La mezcla de grafito y cobre tiene una proporción de entre 90% y 95% en peso de grafito y de entre 5% y 10% en peso de cobre. El material de cambio de fase comprende además entre 1% y 5% de un agente espesante. En particular la composición del material de cambio de fase está basada en una solución acuosa de sales inorgánicas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 muestra una vista isométrica de una modalidad de un dispositivo para almacenamiento de energía térmica.

La FIG. 2 muestra una vista isométrica de una modalidad de la primera placa del dispositivo para almacenamiento de energía térmica.

La FIG. 3 muestra una vista isométrica de una modalidad de la segunda placa del dispositivo para almacenamiento de energía térmica.

5 La FIG. 4 muestra una vista isométrica de una modalidad de los contenedores que almacenan el material de cambio de fase.

La FIG. 5 muestra una modalidad del dispositivo para almacenamiento de energía térmica instalado en un refrigerador en diferentes posiciones.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las fuentes de energía renovables producen energía de forma intermitente. Por ejemplo, las turbinas eólicas requieren de viento para producir energía eléctrica o los paneles fotovoltaicos solo pueden producir energía eléctrica cuando existen niveles mínimos de radiación solar. Equipos que requieran energía las veinticuatro horas, por ejemplo, equipos de almacenamiento de alimentos perecederos, como refrigeradores o congeladores, requieren por lo tanto dispositivos que almacenen energía térmica fría y puedan entregarla cuando no haya disponibilidad de energía eléctrica proveniente de energía solar, para operar de manera completamente autónoma.

20

La presente divulgación se refiere a un dispositivo para almacenar energía térmica. El dispositivo comprende dos placas en medio de las cuales se disponen unos contenedores que se llenan de un material de cambio de fase. El dispositivo puede comprender además un ventilador dispuesto en una de las placas o entre estas, que hace circular aire alrededor de los contenedores para favorecer el intercambio de calor.

25

Para cargar, es decir almacenar energía térmica, y descargar, es decir liberar la energía térmica almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía térmica de la presente divulgación, se debe promover el intercambio de calor entre el material de cambio de fase y el aire que rodea los contenedores donde se encuentra el material de cambio de fase. En una aplicación de almacenamiento de energía térmica fría, durante la carga, el material de cambio de fase se solidifica al disipar calor hacia el aire, el cual debe encontrarse a una temperatura menor que la temperatura de solidificación del material de cambio de fase. Durante la descarga, el material de cambio de fase se funde y absorbe calor del aire, el cual se encuentra a una temperatura mayor que la temperatura de fusión del material de cambio de fase.

30

35

Por otro lado, y para el entendimiento de la presente divulgación, conductancia térmica promedio es el factor que determina la efectividad para la transferencia de calor del dispositivo para almacenamiento de energía térmica. La conductancia térmica es una medida

40

de la capacidad del dispositivo de almacenamiento de energía térmica para transferir calor entre el material de cambio de fase y el aire que fluye por el dispositivo. Se define como la razón de transferencia de calor hacia o desde el material de cambio de fase por unidad de diferencia temperatura, es decir, cuántos vatios (W) de calor se transfieren hacia o desde el material de cambio de fase por cada grado Kelvin (K) de diferencia entre el punto de fusión y la temperatura de entrada del fluido. La capacidad de almacenamiento se refiere a la energía que puede almacenar el dispositivo para almacenamiento de energía térmica.

Haciendo referencia a la FIGs. 1, 2 y 3, en una modalidad de la divulgación, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20), comprende:

- una primera placa (1) y una segunda placa (5) una enfrente de la otra y formando un espacio entre estas, la segunda placa (5) comprende una abertura central (6);
- un ventilador (9) conectado en la abertura central (6) de la segunda placa (5);
- una pluralidad de contenedores (11) dispuestos en el espacio entre la primera placa (1) y la segunda placa (5) y dispuestos alrededor del ventilador (9);

en donde la pluralidad de contenedores (11) están llenos de un material de cambio de fase (15);

en donde el material de cambio de fase (15) está basado en una solución acuosa de sales inorgánicas, y en donde dicho material de cambio de fase comprende un agente nucleante y un agente espesante.

Al inicio de la carga en una aplicación de enfriamiento, el material de cambio de fase (15) se encuentra en estado líquido y a una temperatura superior a la temperatura de fusión. Luego, un fluido, por ejemplo, aire con una temperatura inferior a la temperatura de fusión del material de cambio de fase (15) es impulsado por acción del ventilador (9) entre la primera placa (1) y la segunda placa (5), dicho fluido entra en contacto con las superficies externas de la pluralidad de contenedores (11). Cuando el fluido entra en contacto con la pluralidad de contenedores (11) absorbe calor del material de cambio de fase, el cual se enfría hasta alcanzar la temperatura de fusión y posteriormente comienza a solidificarse. Por lo tanto, cuando el fluido se desplaza por fuera de la primera placa (1) y la segunda placa (5), dicho fluido sale con una segunda temperatura mayor a la temperatura de entrada. Por otro lado, durante la descarga en una aplicación de enfriamiento, el material de cambio de fase se encuentra inicialmente en estado sólido y a una temperatura inferior a la temperatura de fusión. Un fluido, por ejemplo, aire, que pasa entre las placas disipa calor hacia el material de cambio de fase, el cual se calienta y posteriormente comienza a fundirse. En la descarga dicho fluido sale con una segunda temperatura inferior a la temperatura de entrada, obteniendo así un efecto de enfriamiento.

Por ejemplo, en lugares o situaciones donde la disponibilidad de energía eléctrica es variable, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) se puede introducir dentro de un

compartimiento refrigerado. Durante períodos con alta disponibilidad de energía eléctrica, el ciclo de refrigeración puede operar en conjunto con el ventilador (9) para solidificar y enfriar el material de cambio de fase dentro de la pluralidad de contenedores (11) al intercambiar calor con el aire del compartimiento refrigerado que alcanza una temperatura
5 levemente inferior a la temperatura de fusión del material de cambio de fase. El material de cambio de fase se solidifica a una temperatura acorde con la aplicación específica. En el caso de un compartimiento de conservación, el material de cambio de fase tiene una temperatura de fusión entre 0 y 4 grados Celsius y, en el caso de un compartimiento de congelamiento, la temperatura de fusión puede encontrarse entre -18 y -6 grados Celsius de acuerdo con la
10 clasificación del congelador. Al finalizar el proceso de carga, el ventilador (9) se apaga para detener el intercambio de calor entre el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (20) y el compartimiento refrigerado. En períodos con reducida disponibilidad de energía eléctrica, el ciclo de refrigeración deja de funcionar, el ventilador (9) se enciende impulsando el aire del compartimiento refrigerado entre la primera placa (1) y la segunda placa (5), donde
15 el aire entra en contacto con las superficies externas de la pluralidad de los contenedores (11). Cuando el fluido entra en contacto con la pluralidad de contenedores (11) disipa calor hacia el material de cambio de fase, el cual comienza a fundirse. La temperatura del aire se reduce a un valor cercano a la temperatura de fusión del material de cambio de fase (15). Por lo tanto, el aire se descarga de nuevo hacia el compartimiento refrigerado con una temperatura
20 inferior a la de la entrada, permitiendo mantener la temperatura dentro del compartimiento refrigerado en valores apropiados y garantizando la conservación de los productos dentro del compartimiento refrigerado por un mayor tiempo.

Haciendo referencia a la FIG. 2, particularmente, el dispositivo para almacenamiento de
25 energía térmica (20) comprende una primera placa (1) que puede ser una placa de forma cuadrada, rectangular, poligonal o circular. La forma de la placa además se puede adaptar a las condiciones particulares de la aplicación en la cual se vaya a utilizar el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (20). En una modalidad de la divulgación, la primera placa (1) es de forma cuadrada.

30 Por otro lado, la primera placa (1) puede comprender una zona central (2) en donde se puede conectar la base de un ventilador (9). La primera placa (1) puede comprender, además, unas primeras cavidades (3) dispuestas alrededor de la zona central (2) y sobre la superficie de la primera placa (1). En las primeras cavidades (3) se puede disponer un primer extremo (12)
35 de unos contenedores (11).

Haciendo referencia a la FIG. 3, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica comprende una segunda placa (5), la segunda placa (5) puede ser una placa de forma
40 cuadrada, rectangular, poligonal o circular. La segunda placa (5) también puede comprender una abertura central (6) en donde se puede conectar el ventilador (9). La segunda placa (5)

comprende unas segundas cavidades (7) en donde se puede conectar un segundo extremo (13) de los contenedores (4).

En una modalidad de la presente divulgación (no ilustrada), la primera placa (1) comprende
5 unas primeras cavidades dispuestas en toda su superficie. En esta modalidad el ventilador (9) se dispone en la abertura central (6) de la segunda placa (5) y se conecta a dicha segunda placa (5) de forma que sobresale sobre esta abertura. En dicha modalidad, la segunda placa (5) cuenta con una primera cara dispuesta de frente a la primera placa (1), y una segunda cara opuesta a la primera cara, en donde dicho ventilador (9) sobresale sobre la segunda cara.
10 De acuerdo con lo anterior, y debido a que el ventilador (9) se dispone sobre la abertura central (6) y sobresale sobre dicha abertura central (6), dicho ventilador no toca la primera placa (1), es decir en esta configuración existe un espacio entre el ventilador (9) y la primera placa (1) permitiendo que se dispongan contenedores (4) en toda la superficie de la primera placa (1), como se explicará más adelante.

15 Tanto la primera placa (1) como la segunda placa (5) pueden ser de un material metálico seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno,
20 acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso y combinaciones de los anteriores.

Además, la primera placa (1) y la segunda placa (5) también pueden ser de un material
25 polimérico seleccionado entre resina epóxica, poliamida (PA), polibutileno tereftalato (PBT), policarbonato (PC), polieteretercetona (PEEK), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), polimetilmetacrilato (PMMA), polipropileno (PP), poliestireno (PS), politetrafluoroetileno (PTFE), policloruro de vinilo (PVC), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), poliácido láctico (PLA), polioximetileno (POM), estireno acrilonitrilo (SAN) y
30 combinaciones de los anteriores, con o sin materia de carga como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida. En una modalidad de la divulgación la primera placa (1) y la segunda placa (5) son de polimetilmetacrilato. En un ejemplo particular de la divulgación la primera placa y la segunda placa son de policarbonato. El policarbonato permite dar a la primera placa (1) y la segunda placa (5) rigidez, durabilidad mecánica y resistencia química
35 adecuada contra sustancias corrosivas que pueden ser usadas como material de cambio de fase.

Las primeras cavidades (3) de la primera placa (1) y las segundas cavidades (7) de la segunda placa (5) permiten mantener a los contenedores (11) que están llenos del material de cambio
40 de fase (15) fijos sobre entre la primera placa (1) y la segunda placa (5).

Las primeras cavidades (3) de la primera placa (1) y las segundas cavidades (7) de la segunda placa (5) pueden ser agujeros hechos sobre la superficie de la primera placa (1) y de la segunda placa (5) respectivamente. En las primeras cavidades (3) de la primera placa (1) se inserta un primer extremo (12) de la pluralidad de contenedores (11) y en las segundas cavidades (7) de la segunda placa (5) se inserta un segundo extremo (13) de los contenedores (11).

En una modalidad de la presente divulgación, la primera placa (1) y la segunda placa (5) son cuadradas de igual área y se disponen una enfrente de la otra, configurando un espacio entre la primera placa (1) y la segunda placa (5). Lo anterior permite que un fluido que puede estar en estado gaseoso como por ejemplo aire circule por entre los contenedores (11) que se disponen entre la primera placa (1) y la segunda placa (5). La forma particular de esta modalidad permite que el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) se disponga en los entrepaños de un refrigerador o congelador casero y que el flujo de aire que circula por entre la primera placa (1) y la segunda placa (5) sea más uniforme.

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, en el espacio entre la primera placa (1) y la segunda placa (5) se puede disponer el ventilador (9).

En una modalidad de la divulgación el ventilador (9) es un ventilador centrífugo el cual succiona aire por la abertura frontal de dicho ventilador (9). En esta modalidad, el ventilador (9) se dispone en la abertura central (6) de la segunda placa (5) y hace circular el aire entre los contenedores (11) dispuestos entre la primera placa (1) y la segunda placa (5). Además, en dicha modalidad, el ventilador (9) cuenta con una base, en donde la base se dispone en una zona central (2) de la primera placa (1). Para el entendimiento de la presente divulgación se entenderá que la base del ventilador (9) es el marco o soporte que acopla el ventilador (9) a una superficie. En la modalidad en la que el ventilador (9) es un ventilador centrífugo, la base acopla el ventilador (9) a la primera placa (1).

Para el entendimiento de la presente divulgación, un ventilador centrífugo es un ventilador que genera un flujo de aire perpendicular al eje del ventilador. El efecto técnico de usar un ventilador (9) centrífugo es que permite que el ventilador se disponga entre las placas, lo cual permite un diseño más compacto del dispositivo para almacenamiento de energía (20). Además, el ventilador (9) centrífugo puede generar diferencia de presión que permite que el aire circule por entre los contenedores (11) aun si los contenedores (11) están dispuestos de forma más densa, es decir con menor espacio entre ellos.

En una modalidad de la divulgación el ventilador (9) es un ventilador axial, el ventilador axial se puede conectar en la abertura central (6) de la segunda placa (5) de forma que

sobresale sobre la segunda placa (5). En esta modalidad el ventilador (9) no se dispone entre la primera placa (1) y la segunda placa (5). En esta modalidad el ventilador axial recibe el aire por su parte trasera y lo descarga por la parte frontal de forma que hace circular aire por entre los contenedores (11) y sale por la abertura central (6) de la segunda placa (5). El ventilador axial (9) se implementa en aplicaciones del dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) en que se requiera caudal elevado y no se requiera una alta diferencia de presión, además debido a que el ventilador no ocupa espacio entre las placas, este espacio se ocupa con contenedores (11). Para el entendimiento de presente divulgación, un ventilador axial es un ventilador en el que el flujo de aire se produce paralelo al eje del ventilador.

10

El ventilador (9) del dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20), permite que el intercambio de calor se dé por convección forzada, ya que el ventilador (9) activa el movimiento del aire entre la primera placa (1) y la segunda placa (5) y alrededor de la pluralidad de contenedores (11). En el mecanismo de transferencia de calor por convección forzada, se pueden alcanzar coeficientes de convección significativamente más altos en comparación con la convección natural, por lo tanto, se reduce la demanda de área superficial de los contenedores (11) llenos de material de cambio de fase para la transferencia de calor y la carga completa de energía térmica requerida puede alcanzarse con un diseño más compacto.

20

Para el entendimiento de la presente divulgación, convección forzada es un proceso de transferencia de calor entre un fluido y una superficie sólida, en este caso el aire que fluye entre las placas y los contenedores con el material de cambio de fase, que se produce debido al movimiento inducido del fluido por una fuerza externa. En la presente invención la fuerza externa es un ventilador. Por su parte la convección natural o convección libre es un proceso de transferencia de calor que ocurre en un fluido debido a las diferencias de densidad y temperatura dentro del propio fluido sin la intervención de dispositivos externos para inducir movimiento en el fluido.

30

El dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) puede comprender además unos medios de unión (14) que unen la primera placa (1) y la segunda placa (5). Los medios de unión (14) se seleccionan del grupo que comprende: remaches, tornillos y pernos, pasadores, grapas, abrazaderas, clips, separadores, soldadura o fusión con aporte externo o del mismo material de las placas u otros medios de fijación conocidos por una persona medianamente versada en la materia. En una modalidad de la divulgación, los medios de unión (14) son unos separadores y unos tornillos que se unen a la primera placa (1) y a la segunda placa (5), los separadores mantienen la distancia entre la primera placa (1) y la segunda placa (5), mientras que los tornillos garantizan la unión mecánica de las partes. Los medios de unión (14) proporcionan rigidez estructural al dispositivo para almacenamiento de energía térmica

35

(20). En una modalidad de la divulgación cuando la primera placa (1) y la segunda placa (5) son cuadradas, los medios de unión (14) se disponen en las esquinas de las placas.

5 El dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) comprende además una pluralidad de contenedores (11) dispuestos en el espacio entre la primera placa (1) y la segunda placa (5). En la modalidad de la divulgación en la que el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) comprende un ventilador (9) centrífugo, la pluralidad de contenedores (11) se pueden disponer alrededor del ventilador (9).

10 En la modalidad de la divulgación en la que el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) comprende un ventilador (3) axial, la pluralidad de contenedores (11) puede ocupar toda la superficie entre la primera placa (1) y la segunda placa (5).

15 Los contenedores (11) pueden ser de sección transversal cuadrada, rectangular, poligonal o circular. En una modalidad de la divulgación los contenedores (11) son de sección transversal circular. Cada contenedor (11) puede tener además un volumen que permita almacenar entre 1 ml y 5 ml de material de cambio de fase (15) o entre 5 ml y 10 ml de material de cambio de fase o entre 10 y 100 ml de material de cambio de fase. Estos rangos permiten tener diferentes tipos de contenedores para almacenar mayor o menor cantidad de
20 material de cambio de fase (15) y usar el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) en diferentes aplicaciones.

En aplicaciones de almacenamiento de energía térmica en aparatos como refrigeradores caseros, dichos contenedores pueden tener volúmenes del orden de entre 1 a 5 ml. Un
25 volumen en este rango permite una buena transferencia de calor debido a la baja conductividad térmica del material de cambio de fase, en comparación con contenedores con volúmenes mayores en donde la transferencia de calor es menor. En otras aplicaciones en las que se requieran contenedores con volúmenes mayores a 5 ml, se prefieren contenedores con relación de aspecto alta, es decir cilindros altos con diámetros pequeños lo que permite
30 transferencia de calor adecuada.

Los contenedores (11) pueden ser de un material metálico seleccionado entre aluminio, bronce, cobre, latón, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-
35 molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso y combinaciones de los anteriores.

Los contenedores (11) también puede ser de un material polimérico seleccionado entre resina epóxica, poliamida (PA), polibutileno tereftalato (PBT), policarbonato (PC), polietereftercetona (PEEK), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), polimetilmetacrilato (PMMA), polipropileno (PP), poliestireno (PS),
5 politetrafluoroetileno (PTFE), policloruro de vinilo (PVC), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), poliácido láctico (PLA), polioximetileno (POM), estireno acrilonitrilo (SAN) y combinaciones de los anteriores, con o sin materia de carga como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida. En una modalidad de la divulgación los contenedores (11) son de polipropileno.

10

Haciendo referencia a la FIG. 4, los contenedores (11) cuentan con un primer extremo (12) y un segundo extremo (13) en donde, el primer extremo (12) de los contenedores (11) puede ser redondeado, de forma que el primer extremo (12) se inserta en las primeras cavidades (3) de la primera placa (1).

15

El segundo extremo (13) de los contenedores (11) puede comprender una abertura que se cierra mediante una tapa, en donde, dicha abertura permite que los contenedores se llenen de un material de cambio de fase (15). El segundo extremo (13) de los contenedores (11) se inserta en las segundas cavidades (7) de la segunda placa (5). Uno de los efectos técnicos de
20 que haya una tapa en el segundo extremo (13) de los contenedores (11), es que permite cambiar el material de cambio de fase, con lo cual el dispositivo para almacenamiento de energía térmica puede usarse en diferentes aplicaciones que requieran diferentes tipos de materiales de cambio de fase. Por ejemplo, en aplicaciones como transporte de medicinas vacunas o materiales biológicos se puede requerir un material de cambio de fase con calor
25 latente de fusión alto porque permite almacenar más energía y por tanto proporciona más tiempo de autonomía con el fin de mantener estos productos a la temperatura requerida por más tiempo. El material de cambio de fase usado en este caso puede ser diferente al material de cambio de fase usado en una aplicación de refrigeración casera. En esta aplicación se podrían usar materiales de cambio de fase que no son soluciones eutécticas, en particular si
30 se requieren temperaturas de fusión por encima de cero grados centígrados se pueden usar otros materiales de cambio de fase como parafinas, ácidos grasos o hidratos de sal.

En una modalidad de la presente divulgación, los contenedores (11) también pueden ser capsulas selladas con un medio de unión por ejemplo adhesivos, sellado por termofusión, o
35 medios de unión similares. El contenedor (11) se llena del material de cambio de fase y se sella. Esto facilita la producción en masa de los contenedores (11) llenos de material de cambio de fase.

Por otro lado, en una modalidad de la divulgación la pluralidad de contenedores (11) pueden
40 estar conectados entre sí mediante un conducto distribuidor o colector que permite la

circulación del material de cambio de fase entre los contenedores (11). En esta modalidad y al estar todos los contenedores (11) interconectados, un orificio de llenado permite llenar todos los contenedores de forma que cada contenedor (11) no comprende un orificio de llenado con una tapa individual. El efecto técnico es facilitar el llenado de los contenedores (11) pues no se requiere llenar cada contenedor (11) con el material de cambio de fase de forma individual.

Además, en una modalidad de la divulgación los contenedores con el material de cambio de fase pueden no comprender una tapa. En esta modalidad el material de cambio de fase se agrega a los contenedores (11) durante la fabricación del dispositivo de almacenamiento térmico (20). En esta modalidad de la divulgación el material de cambio de fase en el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (20) se puede modificar reemplazando los contenedores (11) por otros contenedores (11) que han sido llenados de un material de cambio diferente.

También, las cavidades (3, 7) de las placas (1, 5) pueden tener una forma que es solidaria tanto con el primer extremo (12) y el segundo extremo (13) de los contenedores (11). Por ejemplo, uno de los efectos técnicos de la forma redondeada del primer extremo (12) de los contenedores (11) es que permiten acoplarse a las segundas cavidades (7) de la segunda placa (5) sin usar pegantes ni medios de unión mecánicos.

Los contenedores (11) del dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) se llenan de un material de cambio de fase (15). Para el entendimiento de la presente divulgación, un material de cambio de fase (15) es una sustancia que tiene la capacidad de almacenar y liberar grandes cantidades de energía térmica cuando experimenta una transición de fase entre sólido y líquido. Durante el proceso de solidificación o fusión, el material libera o absorbe energía térmica sin experimentar un cambio significativo en su temperatura.

El material de cambio de fase (15) puede estar basado en una solución acuosa de sales inorgánicas. Para el entendimiento de la presente divulgación, una solución acuosa es una mezcla homogénea entre un soluto y agua, que actúa como solvente.

Por otra parte, la solución acuosa de sales inorgánicas en la que está basado el material de cambio de fase (15) de la presente divulgación puede ser una solución eutéctica. Para el entendimiento de la presente divulgación, una solución eutéctica es una mezcla de dos o más sustancias que se combinan para formar una solución líquida homogénea. Dicha solución líquida homogénea tiene un punto de fusión más bajo que el de cualquiera de los componentes individuales de la solución eutéctica por separado. Este punto de fusión más bajo se conoce como punto de fusión eutéctico, y a esa temperatura todos los componentes de la solución cambian de fase simultáneamente. Por otro lado, una solución eutéctica de

sales o sal eutéctica es una solución que comprende sales y agua, que puede cambiar de fase a temperaturas relativamente bajas y tiene una alta capacidad de almacenamiento de energía térmica latente.

- 5 El material de cambio de fase (15) está basado en una solución acuosa de sales inorgánicas seleccionadas del grupo conformado por: cloruro de amonio, cloruro de potasio, cloruro de bario, sulfato de zinc, cloruro de sodio, sulfato de amonio, bifosfato de sodio, sulfato de sodio, nitrato de potasio, hidróxido de sodio y carbonato de sodio.
- 10 Para el entendimiento de la presente divulgación, las sales inorgánicas son compuestos químicos que resultan de la combinación de un metal con un no metal mediante enlaces iónicos. Las sales inorgánicas se forman cuando los átomos de los elementos involucrados transfieren electrones entre sí, creando iones positivos (cationes) y negativos (aniones). Los cationes son generalmente metales, mientras que los aniones pueden ser no metales o
- 15 poliatómicos. El material de cambio de fase (15) comprende además un agente nucleante y un agente espesante.

Para el entendimiento de la presente divulgación, un agente nucleante es una sustancia utilizada para inducir o acelerar un proceso de nucleación. La nucleación por su parte es un

20 proceso mediante el cual los núcleos de una fase nueva se forman dentro de un medio que se encuentra en otra fase. El agente nucleante puede ser una partícula sólida, una impureza u otros defectos que actúan como puntos de inicio en donde se forman los núcleos cristalinos. Los puntos de inicio promueven la velocidad de cristalización y la formación de más cristales homogéneos y de mayor tamaño.

25 El material de cambio de fase (15) de la presente divulgación puede comprender como agente nucleante una mezcla de grafito y cobre. El agente nucleante del material de cambio de fase (15) de la presente divulgación puede ser una mezcla de grafito y cobre con una concentración de entre 0,5% y 5% en peso del total del material de cambio de fase (15). En

30 particular la mezcla de grafito y cobre del material de cambio de fase (15) de la presente divulgación puede tener una concentración de grafito de entre 90% y 95% y una concentración de cobre de entre 5% y 10% en peso.

El rango de agente nucleante es el rango mínimo encontrado en pruebas experimentales para

35 lograr el efecto de nucleación, con el fin de que los componentes que se agreguen al material de cambio de fase que no se solidifican/funden no disminuyan la capacidad de almacenamiento de energía térmica. De acuerdo a lo anterior las concentraciones menores al 5% de agente nucleante produjeron un efecto en la reducción del superenfriamiento. La concentración a utilizar depende de la sal usada en el material de cambio de fase.

40

Por otro lado, las concentraciones de cobre y grafito en el agente nucleante permitieron en pruebas experimentales obtener una reducción en el superenfriamiento, mejora en la eficiencia energética del dispositivo y mejora en la efectividad para almacenamiento de energía térmica. Para el entendimiento de la presente divulgación, se entenderá como

5 eficiencia energética a la capacidad de almacenar y transferir una mayor cantidad de energía térmica.

Por su parte un agente espesante es una sustancia que se agrega a un líquido o una mezcla para aumentar su viscosidad, es decir, para hacer que la mezcla sea más densa o más espesa.

10 Esto se logra alterando la estructura molecular del líquido, lo que hace que las partículas se agrupen o se dispersen de manera que aumente la resistencia al flujo. El agente espesante puede ser un agente espesante de origen natural seleccionado de goma guar, goma xantana, pectina, almidón u otros agentes espesantes de origen natural conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos. El agente espesante también

15 puede ser un agente espesante sintético seleccionado de polímeros acrílicos, carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, goma de celulosa, poliacrilamida, u otros agentes espesantes sintéticos conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos. En una modalidad de la divulgación el agente espesante es goma xantana.

20 El material de cambio de fase (15) de la presente divulgación comprende agente espesante en una concentración de entre 1% y 5% en peso.

El efecto técnico del agente espesante es mantener al agente nucleante en suspensión en el

25 material de cambio de fase. Mantener al agente nucleante en suspensión permite que el agente nucleante reduzca el superenfriamiento al tener distintos puntos de nucleación dispersos homogéneamente.

El material de cambio de fase (15) de la presente divulgación que comprende una mezcla de

30 grafito y cobre como agente nucleante, sales inorgánicas y agente espesante en los rangos de concentraciones divulgadas anteriormente reduce efectos indeseables que se presentan en los materiales de cambio de fase como es el superenfriamiento. Por otro lado, el material de cambio de fase (15) de la presente divulgación tiene efectos beneficiosos en un material de cambio de fase (15) como son el aumento en la conductividad térmica.

35 Para el entendimiento de la presente divulgación, el superenfriamiento es un fenómeno que ocurre cuando una sustancia se enfría por debajo de su punto de congelación sin que efectivamente se solidifique, es decir que la sustancia líquida se superenfía sin iniciar la transición al estado sólido y se mantiene en un estado líquido metaestable.

El superenfriamiento es un fenómeno indeseable en los materiales de cambio de fase pues reduce la efectividad energética del material de cambio de fase (15) ya que enfriar dicho material de cambio de fase por debajo de su punto de solidificación para iniciar el cambio de fase, requiere que el sistema de refrigeración opere a una temperatura más baja y con menor eficiencia, lo que se traduce en mayor consumo de energía eléctrica. Además, un grado de superenfriamiento alto implica que el rango de temperatura dentro del compartimiento refrigerado debe ampliarse, lo cual no es factible en algunas aplicaciones donde las bajas temperaturas pueden afectar los productos conservados.

Para el entendimiento de la presente divulgación, conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de un material para conducir el calor. Por ejemplo, un material con alta conductividad térmica, como el cobre o el aluminio, puede transferir calor a alta potencia requiriendo una diferencia de temperatura baja, mientras que un material con baja conductividad térmica, como el poliestireno o la madera, transfiere calor a baja potencia aún con una diferencia de temperatura alta en comparación con materiales como el cobre.

El tamaño de la primera placa (1), de la segunda placa (5), de los contenedores (11) así como el tamaño y potencia del ventilador (9) se seleccionan de acuerdo con la aplicación del dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20). Haciendo referencia a la FIG. 5, en una modalidad de la divulgación el dispositivo de almacenamiento de energía térmica (20) se usa para mantener la temperatura en un refrigerador. En esta modalidad, el dispositivo debe tener tamaño, peso y volumen que le permitan disponerse en uno de los entrepaños de por ejemplo, un refrigerador.

En una modalidad de la divulgación, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) puede comprender además unos sensores de temperatura (no ilustrados) configurados para detectar la temperatura alrededor del dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20). Los sensores de temperatura están conectados a una unidad de cómputo, y además envía unos datos de temperatura a la unidad de cómputo. Adicionalmente, dicha unidad de cómputo está conectada con el ventilador (9), lo que permite controlar la velocidad de rotación de dicho ventilador (9). La velocidad de rotación del ventilador (9) aumentará cuando la temperatura dentro del refrigerador aumenta con el fin de incrementar el flujo de aire alrededor de los contenedores (11).

La unidad de cómputo se puede seleccionar del grupo comprendido por: microcontroladores (v.gr PSOC 4BLE), micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés),

PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de cómputo, unidades de procesamiento o módulos de procesamiento conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas. En una modalidad de la divulgación, la unidad de cómputo es un microprocesador.

Por otro lado, la unidad de cómputo puede incluir un módulo de comunicaciones o circuito de comunicaciones con uno o más puertos de conexión configurados para acceder a una red de comunicaciones, por ejemplo, una red alámbrica y combinaciones de las mismas. Ejemplos de redes de comunicaciones pueden ser redes VPN, redes LAN, WAN, otras redes de comunicaciones equivalentes y similares conocidas por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de las mismas.

Ejemplos de módulos de comunicaciones inalámbricas que usan una tecnología de comunicación inalámbrica se selecciona del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RFID (por las siglas en inglés de Radio Frequency Identification), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide B-and), GPRS, Konnex o KNX, DMX (por sus siglas en inglés, Digital MultipleX), WiMax, IR (infrarrojo) y tecnologías de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

El módulo de comunicaciones inalámbricas permite controlar el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) de forma remota.

En una modalidad de la divulgación, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica puede comprender unas baterías que proporcionan energía eléctrica al ventilador (9), a la unidad de cómputo y a los sensores de temperatura.

Por otra parte, la presente divulgación hace referencia a una composición de un material de cambio de fase, que comprende entre 0,5% y 5% de una mezcla de grafito y cobre, en donde dicha mezcla tiene una proporción de entre 90% y 95% en peso de grafito y de entre 5% y 10% en peso de cobre; y de entre 1% y 5% de un agente espesante, en donde dicha composición está basada en una solución acuosa de sales inorgánicas.

La composición del material de cambio de fase puede estar basada en una solución acuosa de sales inorgánicas. Por otra parte, la solución acuosa de sales inorgánicas en la que está basada la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación puede ser una solución eutéctica.

La composición del material de cambio de fase está basada en una solución acuosa de sales inorgánicas seleccionadas del grupo conformado por: cloruro de amonio, cloruro de potasio, cloruro de bario, sulfato de zinc, cloruro de sodio, sulfato de amonio, bifosfato de sodio, sulfato de sodio, nitrato de potasio, hidróxido de sodio y carbonato de sodio.

5

La composición del material de cambio de fase de la presente divulgación puede comprender como agente nucleante una mezcla de grafito y cobre. El agente nucleante de la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación puede ser una mezcla de grafito y cobre con una concentración de entre 0,5% y 5% en peso del total del material de cambio de fase (15). En particular la mezcla de grafito y cobre de la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación puede tener una concentración de grafito de entre 90% y 95% y una concentración de cobre de entre 5% y 10% en peso.

El rango de agente nucleante en la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación es el rango mínimo encontrado en pruebas experimentales para lograr el efecto de nucleación, con el fin de que los componentes que se agreguen al material de cambio de fase que no se solidifican/funden no disminuyan la capacidad de almacenamiento de energía térmica. De acuerdo a lo anterior las concentraciones menores al 5% de agente nucleante produjeron un efecto en la reducción del superenfriamiento. La concentración a utilizar depende de la sal usada en la composición del material de cambio de fase.

Por otro lado las concentraciones de cobre y grafito en el agente nucleante de la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación permitieron en pruebas experimentales obtener una reducción en el superenfriamiento, mejora en la eficiencia energética del dispositivo de almacenamiento de energía térmica y efectividad para almacenamiento de energía térmica.

Por su parte un agente espesante es una sustancia que se agrega a un líquido o una mezcla para aumentar su viscosidad, es decir, para hacer que la mezcla sea más densa o más espesa. Esto se logra alterando la estructura molecular del líquido, lo que hace que las partículas se agrupen o se dispersen de manera que aumente la resistencia al flujo. El agente espesante puede ser un agente espesante de origen natural seleccionado de goma guar, goma xantana, pectina, almidón u otros agentes espesantes de origen natural conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos. El agente espesante también puede ser un agente espesante sintético seleccionado de polímeros acrílicos, carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, goma de celulosa, poliacrilamida, u otros agentes espesantes sintéticos conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos. En una modalidad de la divulgación el agente espesante en la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación es goma xantana. La

composición del material de cambio de fase de la presente divulgación comprende agente espesante en una concentración de entre 1% y 5% en peso.

El efecto técnico del agente espesante en la composición del material de cambio de fase de la presente divulgación es mantener al agente nucleante en suspensión en el material de cambio de fase. Mantener al agente nucleante en suspensión permite que el agente nucleante reduzca el superenfriamiento al tener distintos puntos de nucleación dispersos homogéneamente.

La composición del material de cambio de fase de la presente divulgación que comprende una mezcla de grafito y cobre como agente nucleante, sales inorgánicas y agente espesante en los rangos de concentraciones divulgadas anteriormente reduce efectos indeseables que se presentan en los materiales de cambio de fase como es el superenfriamiento. Por otro lado, la composición del material de cambio de fase (15) de la presente divulgación tiene efectos beneficiosos en un material de cambio de fase (15) como son el aumento en la conductividad térmica.

El superenfriamiento es un fenómeno indeseable en los materiales de cambio de fase pues reduce la efectividad energética de la composición del material de cambio de fase ya que enfriar la composición del material de cambio de fase por debajo de su punto de solidificación para iniciar el cambio de fase requiere que el sistema de refrigeración opere a una temperatura más baja y con menor eficiencia, lo que se traduce en mayor consumo de energía eléctrica.

Además, un grado de superenfriamiento alto implica que el rango de temperatura dentro del compartimiento refrigerado debe ampliarse, lo cual no es factible en algunas aplicaciones donde las bajas temperaturas pueden afectar los productos conservados.

Ejemplos

Ejemplo 1

Haciendo referencia a la FIG. 1 y a la FIG. 5, se diseñó un dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20), para ser usado en un refrigerador.

El dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) se configura para que su peso sea inferior a 4 kilogramos, y su volumen total sea menor a 6 litros. Esto permite que el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) sea dispuesto en los entrepaños de un refrigerador casero. Para lograr este tamaño y peso el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) se configura de la siguiente forma:

El dispositivo para almacenamiento de energía térmica comprende:

- una primera placa (1) y una segunda placa (5), la primera placa (1) y la segunda placa (5) son de forma cuadrada de 360 milímetros de lado.
 - El material del cual se fabrica la primera placa (1) y la segunda placa (5) debe ser un material de fácil limpieza y que evite riesgo de contaminación para alimentos. En este ejemplo la primera placa (1) y la segunda placa (5) son de policarbonato.
 - La primera placa (1) tiene 24 primeras cavidades (3) por cada lado de forma que en total tiene 484 primeras cavidades (3).
 - La segunda placa (5) tiene 24 segundas cavidades (7) de forma que en total tiene 484 segundas cavidades (7).
 - El dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) comprende 484 contenedores (11), cada contenedor (11) es un contenedor de sección transversal circular que almacena dos mililitros de material de cambio de fase (15).
 - En total el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) comprende cerca de un litro de material de cambio de fase (15). El primer extremo (12) de cada contenedor (11) se dispone en una primera cavidad (3) de la primera placa (1).
 - El segundo extremo (13) de cada contenedor (11) se dispone en una segunda cavidad (7) de la segunda placa (5).
 - Cada contenedor (11) se llena de un material de cambio de fase. El material de los contenedores (11) en los que se va a encapsular el material de cambio de fase (15) debe ser compatible tanto con sustancias inorgánicas como orgánicas. Además, para favorecer la transferencia de calor se prefieren contenedores pequeños que permiten incrementar el área superficial por unidad de volumen.
- Los contenedores (11) se fabrican de polipropileno. El polipropileno se selecciona por su buena estabilidad química y por su compatibilidad con el material de cambio de fase (15).
- El dispositivo para almacenamiento de energía térmica comprende además un ventilador (9). El ventilador (9) es un ventilador de 120 milímetros de lado tipo axial marca Delta, referencia AFC1212D-SP19. El material de cambio de fase (15) es una solución acuosa que comprende una sal inorgánica que es cloruro de potasio en una concentración de 19.5%. El material de cambio de fase (15) comprende un agente espesante que es una mezcla de 95% de grafito en peso y 5% de cobre en peso. Además, el material de cambio de fase (15) comprende un agente espesante que es goma xantana en una concentración de 1.5% en peso.
 - El ventilador (9) está conectado a una batería recargable y se activa manualmente. El ventilador (9) tiene con un consumo de energía eléctrica menor a 3.84 Vatios.

Cuando el refrigerador esta alimentado por energía eléctrica proveniente de una fuente solar fotovoltaica, el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) enfría y solidifica el material de cambio de fase (15) en los contenedores (11), almacenando energía térmica.

Cuando el refrigerador deja de ser alimentado por energía eléctrica el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) entrega la energía térmica almacenada en los contenedores (4) al fundir el material de cambio de fase, manteniendo la temperatura en el refrigerador. El flujo de aire forzado generado por el ventilador (9) ayuda a transferir la energía térmica desde/hacia los contenedores hacia/desde el aire del compartimiento refrigerado con una diferencia de temperatura pequeña.

Con esta configuración el dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20) logra una conductancia térmica promedio de 15 W/K y una capacidad de almacenamiento total de aproximadamente 80 Wh.

Se debe entender que la presente divulgación no se haya limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para almacenamiento de energía térmica (20), que comprende:
 - una primera placa (1) y una segunda placa (5) una enfrente de la otra y formando un espacio entre estas, la segunda placa (5) comprende una abertura central (6);
 - un ventilador (9) conectado en la abertura central (6) de la segunda placa (5);
 - una pluralidad de contenedores (11) dispuestos en el espacio entre la primera placa (1) y la segunda placa (5);en donde la pluralidad de contenedores (10) están llenos de un material de cambio de fase (15);
en donde el material de cambio de fase (15) está basado en una solución acuosa de sales inorgánicas, y en donde dicho material de cambio de fase comprende un agente nucleante y un agente espesante.
2. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde el ventilador (9) se dispone entre la primera placa (1) y la segunda placa (5) y los contenedores (11) se disponen alrededor del ventilador (9).
3. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde las sales inorgánicas se seleccionan del grupo conformado por: cloruro de amonio, cloruro de potasio, cloruro de bario, sulfato de zinc y cloruro de sodio.
4. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde el agente nucleante es una mezcla de grafito y cobre, y donde dicha mezcla tiene una concentración de entre 0,5% y 5% en peso del total del material de cambio de fase (15).
5. El dispositivo de la Reivindicación 4, en donde la mezcla de grafito y cobre tiene una concentración de grafito de entre 90% y 95% en peso y una concentración de cobre de entre 5% y 10% en peso.
6. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde los contenedores (11) están conectados entre sí mediante un conducto que permite la circulación del material de cambio de fase (15) entre los contenedores (11).
7. El dispositivo de la Reivindicación 4, en donde el agente espesante tiene una concentración de entre 1% y 5% en peso.
8. El dispositivo de la Reivindicación 1, en donde la solución acuosa de sales inorgánicas es una solución eutéctica.

9. Una composición de un material de cambio de fase, que comprende:
- 0,5% y 5% de una mezcla de grafito y cobre, en donde dicha mezcla tiene una proporción de entre 90% y 95% en peso de grafito y 5% y 10% en peso de cobre; y
 - 1% y 5% de un agente espesante;
- en donde dicha composición está basada en una solución acuosa de sales inorgánicas.
10. La composición de la Reivindicación 8, en donde las sales inorgánicas se seleccionan de: cloruro de amonio, cloruro de potasio, cloruro de bario, sulfato de zinc y cloruro de sodio.
11. La composición de la Reivindicación 9, en donde la solución acuosa de sales inorgánicas es una solución eutéctica.

RESUMEN

La presente divulgación se refiere a un dispositivo para almacenamiento de energía térmica. El dispositivo comprende unos contenedores dispuestos entre dos placas, los contenedores se llenan con un material de cambio de fase que almacenan energía térmica fría cuando el material de cambio de fase se solidifica. El dispositivo comprende un ventilador que produce transferencia de calor por convección forzada. El material de cambio de fase está basado en una solución acuosa de sales inorgánicas que comprende una mezcla de grafito y cobre como agente nucleante y un agente espesante para mantener el agente nucleante en suspensión.

10

FIGURAS

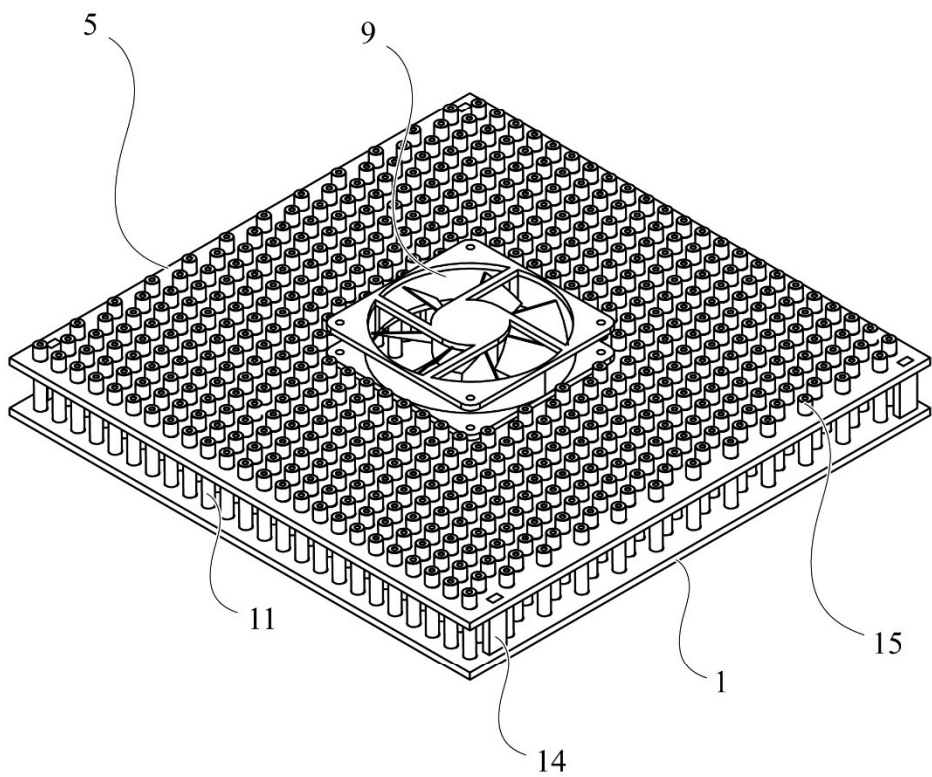


FIG. 1

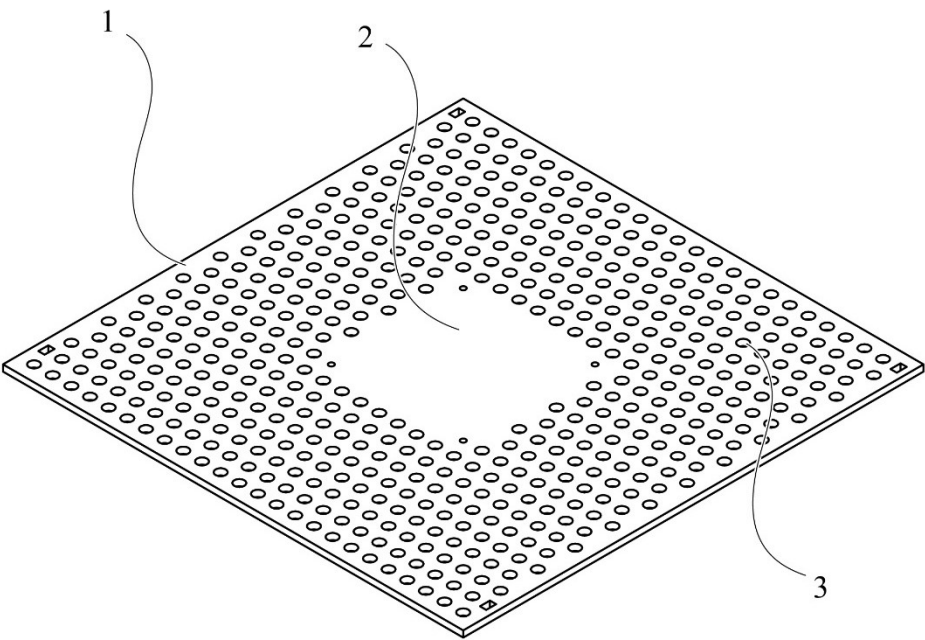


FIG. 2

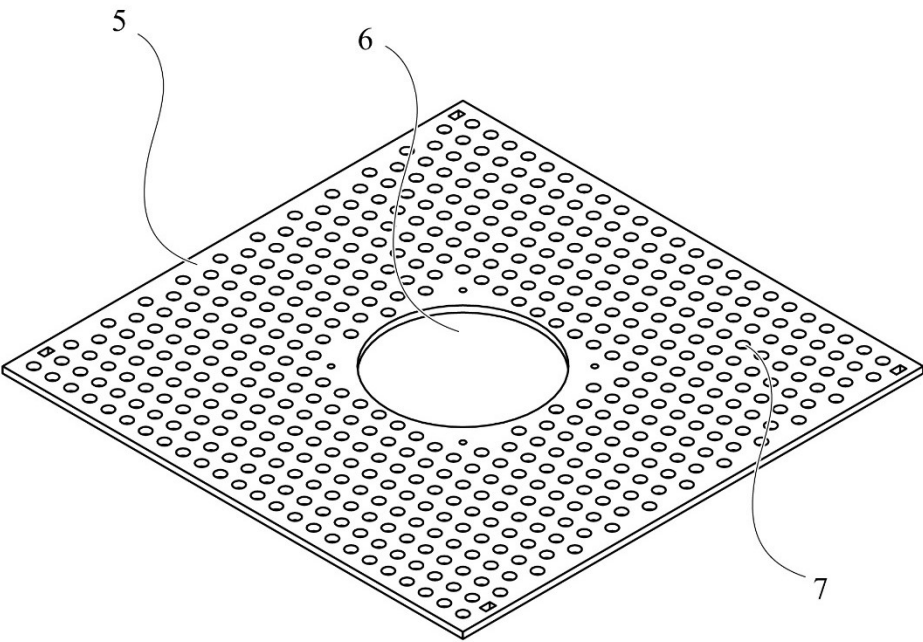


FIG. 3

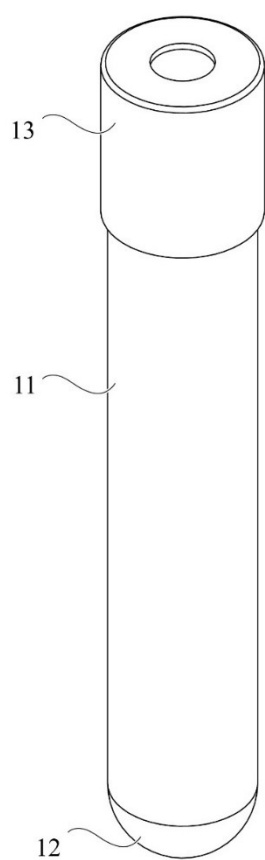


FIG. 4

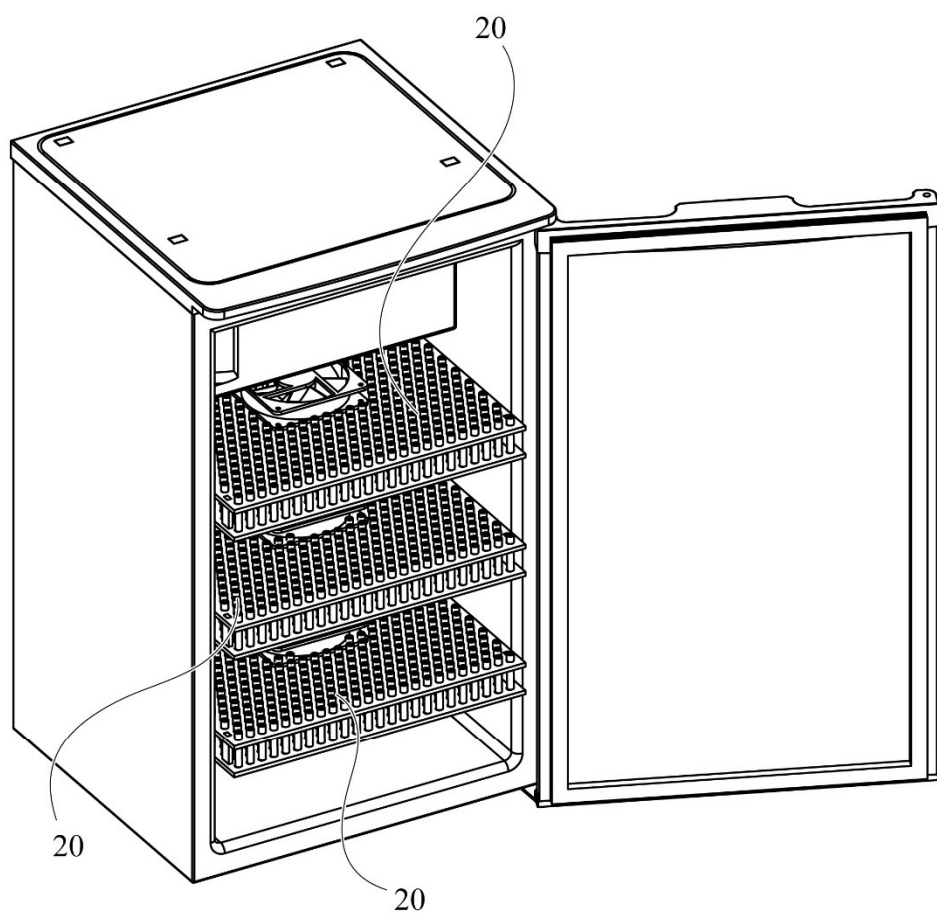


FIG. 5