(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 985 879**

(51) Int. Cl.:

F24D 17/00 (2012.01)
F24H 7/04 (2006.01)
F28D 20/02 (2006.01)
F28F 13/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2019 PCT/GB2019/052119**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2020 WO20021288**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2019 E 19748929 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 3830489**

(54) Título: **Baterías térmicas con material de cambio de fase calentadas internamente**

(30) Prioridad:

27.07.2018 GB 201812303

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2024

(73) Titular/es:

SUNAMP LIMITED (100.0%)
1 Satellite Park, MacMerry
Edinburgh, Lothian EH33 1RY, GB

(72) Inventor/es:

BISSELL, ANDREW;
GATAORA, SANTOKH;
NICHOLSON, JONATHAN y
DOAK, KIERAN

(74) Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

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

Baterías térmicas con material de cambio de fase calentadas internamente

Campo de la invención

La presente invención se relaciona con diseños de baterías con material de cambio de fase (PCM) que se calientan internamente. Más particularmente, la presente invención se relaciona con dispositivos de calentamiento ubicados integralmente y/o internamente (por ejemplo dispositivos de calentamiento eléctricos) en un rango de baterías térmicas que contienen PCM.

Antecedentes de la invención

Son bien conocidas las baterías térmicas que contienen PCM usadas para transferir y/o almacenar calor. Sin embargo, hay muchos problemas con la tecnología de batería con PCM actual.

En las baterías térmicas estándar, que contienen PCM hay problemas en eficiencia y para conectar múltiples fuentes de calor de carga. Además, también hay problemas en situaciones donde una batería térmica con PCM tiene que cargarse con una fuente de calor primaria ubicada externamente.

Se encuentran problemas adicionales en los dispositivos de la técnica anterior cuando se usa un dispositivo de calentamiento interno para cargar el PCM de una manera controlada ya que esto requiere circuitos hidrónicos muy complejos. Se ha encontrado que los circuitos hidrónicos complejos son extremadamente poco fiables y también funcionan mal habitualmente. Los complejos circuitos hidrónicos también son costosos y difíciles de mantener.

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

Un objeto aún adicional de la presente invención es proporcionar una batería térmica mejorada que contiene PCM que proporciona eficiencias técnicas y beneficios que incluyen flexibilidad para conectarse a múltiples fuentes de calor de carga.

Un objeto aún adicional de la presente invención es proporcionar una batería térmica mejorada que contiene PCM que incluye la capacidad de cargarse con una fuente de calor primaria ubicada externamente y/o mediante unos dispositivos de calentamiento interno de una manera controlada sin la necesidad de circuitos hidrónicos complejos.

Los documentos US 2011/083459, US 2001/028791, US 2009/194257, CN 105823214, US 2012/319410, US 2012152511 y CN 106643251 son técnica anterior relacionada. Ninguno de estos documentos divulga una batería térmica con material de cambio de fase como se establece en la presente solicitud y en particular la pluralidad de sensores ubicados en diferentes ubicaciones verticales y dispositivos de calentamiento ubicados en el PCM junto con conductores térmicos insertados verticalmente en una caja de batería térmica junto con un sistema de control electrónico.

Resumen de la invención

Se define en este documento una batería térmica con PCM con al menos uno, dos o más o una pluralidad de unos dispositivos de calentamiento integrales y/o ubicados internamente por ejemplo un dispositivo de calentamiento eléctrico.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona una batería térmica con PCM que comprende:

un recinto de PCM capaz de contener PCM;

PCM ubicado en el recinto de PCM;

un intercambiador de calor ubicado internamente dentro de la batería térmica con PCM y ubicado dentro del recinto de PCM y PCM;

un sistema de control electrónico para controlar la batería térmica con PCM;

al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados en la batería térmica con PCM;

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento son capaces de calentar y/o cargar el PCM;

una pluralidad de sensores ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el recinto de PCM de la batería térmica con PCM capaces de monitorizar las características físicas y/o temperatura del PCM y otras partes de la batería térmica;

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento están ubicados dentro del recinto de PCM y por lo tanto en contacto directo y sumergidos en el PCM;

al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos insertados sustancialmente de manera vertical en la batería térmica y que están sumergidos o parcialmente sumergidos en el PCM;

el al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos se insertan sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor y se extienden en el PCM; y

en donde el sistema de control electrónico controla las características físicas y/o temperatura del PCM aplicando calor directamente al PCM a través del al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento.

La presente invención se relaciona con diseños mejorados de baterías térmicas en donde las baterías térmicas son baterías térmicas con PCM con, por ejemplo, al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden estar ubicados integralmente y/o internamente dentro de la batería con PCM.

La batería térmica con PCM tiene la ventaja de superar el requisito de circuitos hidrónicos complejos y cualquier componente asociado y costes asociados en la disposición de batería térmica.

La batería térmica con PCM de la presente invención proporciona una disposición y diseño de batería térmica mejorados que proporcionan eficiencias técnicas mejoradas, beneficios y especialmente flexibilidad para conectarse a múltiples fuentes de calor de carga.

Típicamente, el dispositivo de calentamiento puede estar ubicado dentro del recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento por lo tanto está en contacto directo y sumergido en el PCM.

La batería térmica con PCM puede comprender al menos uno, dos, tres, cuatro, cinco o seis dispositivos de calentamiento.

Alternativamente, la batería térmica con PCM puede comprender al menos dos más, tres o más, cuatro o más, cinco o más o seis o más dispositivos de calentamiento.

La batería térmica con PCM puede comprender una pluralidad de dispositivos de calentamiento.

Los dispositivos de calentamiento pueden describirse como ubicados integralmente y/o internamente dentro del recinto de PCM y por lo tanto dentro de la batería térmica con PCM.

Los dispositivos de calentamiento están ubicados en diferentes niveles (es decir profundidades o alturas) dentro del recinto de PCM. Los dispositivos de calentamiento están por lo tanto ubicados en diferentes posiciones verticales dentro del recinto de PCM.

La batería térmica con PCM se puede cargar con una fuente de calor primaria externa, lo que elimina el requisito de tener circuitos hidrónicos complejos. La batería térmica con PCM por lo tanto se puede cargar tanto mediante una fuente de calor primaria externa como también mediante el dispositivo de calentamiento ubicado en el recinto de PCM. Los dispositivos de calentamiento de la presente invención por lo tanto pueden verse como una fuente de calor secundaria para la batería térmica con PCM. Tal disposición permite que se controle de manera muy precisa la carga y/o temperatura del PCM.

La batería térmica con PCM puede comprender una carcasa exterior para la totalidad de la batería térmica con PCM.

Ubicada dentro de la carcasa exterior de la batería térmica con PCM puede haber una capa de aislamiento. La capa de aislamiento puede aumentar la eficiencia térmica de la batería térmica con PCM y retener calor dentro del recinto de PCM.

El recinto de PCM puede ser un recipiente receptáculo ubicado dentro de la carcasa exterior y la capa de aislamiento. El recinto de PCM puede contener el PCM.

La capa de aislamiento por lo tanto puede formar una cubierta y capa aislante alrededor del recinto de PCM.

El PCM usado en la presente invención se puede adaptar y variar para la aplicación específica y la energía requerida. Cualquier tipo adecuado de PCM puede por lo tanto usarse para un rango de aplicaciones tales como proporcionar agua caliente tanto en aplicaciones domésticas e industriales, almacenar energía y luego desplazar esa energía.

El sistema de control electrónico puede controlar las características físicas y/o temperatura del PCM aplicando energía tal como calor a través de los dispositivos de calentamiento.

Los dispositivos de calentamiento pueden ser cualquier elemento adecuado capaz de proporcionar energía y/o calor al PCM. Por ejemplo, los dispositivos de calentamiento pueden ser elementos de calentamiento eléctricos que pueden usarse para aplicar energía térmica al PCM y de esa manera aumentar la temperatura del PCM.

Los dispositivos de calentamiento en la presente invención por lo tanto pueden ser dispositivos de calentamiento eléctricos ubicados integralmente y/o internamente. Por lo tanto en algunas realizaciones los dispositivos de calentamiento pueden estar en contacto directo con el material PCM.

Por lo tanto en algunas realizaciones el PCM puede calentarse directamente lo que significa que la circulación de fluidos en los circuitos en la batería no es esencial para la fase de carga y solo está presente para la descarga de la batería térmica. La presente invención también supera la necesidad de circuitos hidrónicos complejos.

En realizaciones particulares, la batería térmica con PCM puede ser una batería térmica de doble puerto.

La batería térmica con PCM también puede comprender un intercambiador de calor que puede ser, por ejemplo un intercambiador de calor con un núcleo con aletas. El intercambiador de calor puede estar ubicado dentro del recinto de PCM.

El sistema de control electrónico de la presente invención puede comprender un circuito de baja potencia (LPC) y un circuito de alta potencia (HPC) que se usan para proporcionar una conexión eléctrica para la batería térmica con PCM.

El sistema de control electrónico también puede comprender una entrada de HPC y una salida de HPC. También puede haber una entrada de LPC y salida de LPC. Las entradas y salidas pueden estar ubicadas en una superficie superior es decir parte superior de la batería térmica con PCM.

También puede haber un controlador de batería. También puede haber una señal de estado de carga de batería y una señal de control de carga de batería.

La batería con PCM puede alimentarse desde una fuente de alimentación de red.

La batería térmica con PCM comprende al menos uno o una pluralidad de sensores capaces de monitorizar las características físicas y/o temperatura del PCM y otras partes de la batería térmica. Por ejemplo, puede haber un termostato de corte de seguridad por sobrecalentamiento S0. Además, puede haber sensores de temperatura por ejemplo sensores de temperatura S1, S2 y S3. Los sensores por ejemplo sensores de temperatura se pueden distribuir a lo largo de la batería térmica para obtener una temperatura a través de todo el medio de trabajo.

Los sensores pueden estar ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el PCM. Esto permite que se monitoricen las características físicas y temperatura del PCM a lo largo de todo el recinto de PCM. Por ejemplo, puede haber unos sensores ubicados en la mitad superior, y/o aproximadamente en el medio y/o aproximadamente hacia el extremo inferior del recinto de PCM.

Cualquier realización particular, la batería térmica con PCM puede ser, por ejemplo, de un diseño de puerto doble siendo el dispositivo de calentamiento de la presente invención en la forma de un elemento calentador de respaldo por ejemplo un elemento calentador eléctrico. Puede haber al menos uno o una pluralidad de elementos calentadores de respaldo.

El diseño de puerto doble de la presente invención proporciona la ventaja técnica de ser capaz de cargar la batería térmica con agua no potable. Además, la batería se puede cargar con componentes sencillos y baratos, no certificados. El calor puede luego extraerse con agua potable. La batería térmica de la presente invención por lo tanto es mucho mejor sobre los sistemas hidrónicos complejos previos.

En realizaciones particulares, la batería térmica puede comprender un único o una pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden ser, por ejemplo, un calentador eléctrico de repuesto que se ubica en el PCM. El dispositivo de calentamiento puede ser cualquier forma de dispositivo de calentamiento eléctrico que pueda estar ubicado en el PCM. El dispositivo de calentamiento por lo tanto puede describirse como un dispositivo de calentamiento eléctrico ubicado integralmente y/o internamente que está sumergido en el PCM. Se debe anotar que la presente invención puede tener al menos uno, dos o una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados en el PCM.

Se ha encontrado que la ubicación del dispositivo de calentamiento en el recinto de PCM y por lo tanto se ha encontrado que el PCM son importantes. En realizaciones particulares el dispositivo de calentamiento por ejemplo calentador eléctrico puede estar ubicado en la mitad superior del recinto de PCM. Por mitad superior se refiere en la mitad superior vertical del recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento puede sumergirse en el PCM.

El sistema de control electrónico puede ser o comprender un controlador de batería. Los dispositivos de calentamiento pueden conectarse al controlador de batería. Los dispositivos de calentamiento por lo tanto se pueden controlar por completo y/o encender y/o apagar cuando sea requerido. Además, la cantidad de potencia y/o calentamiento que se suministra por el dispositivo de calentamiento también puede modificarse es decir adaptarse y cambiarse. La cantidad de calor y carga que se suministra por lo tanto puede ser dependiente de la medición de los sensores y/o de la potencia requerida para una cierta aplicación tal como suministro de agua caliente.

En realizaciones particulares, el dispositivo de calentamiento puede estar ubicado en la mitad superior, un tercio o cuarto superior del recinto de PCM. La ubicación del dispositivo de calentamiento puede ser preferiblemente en la sección superior del recinto de PCM de tal manera que el dispositivo de calentamiento pueda usarse para cargar la sección superior y PCM correspondiente en la sección superior del recinto de PCM. Aunque esto solo calienta el PCM en la sección superior del recinto de PCM y por tanto solo proporciona una capacidad reducida, todavía proporcionaría calor adecuado para que un usuario acceda a una salida utilizable. El dispositivo de calentamiento de la presente invención por lo tanto puede funcionar como un sistema de calentamiento de respaldo totalmente adaptable.

Una ventaja adicional de la batería con PCM de la presente invención es que se ha encontrado que es posible introducir calor eléctrico a través del dispositivo de calentamiento y luego extraer el calor inmediatamente a través de un intercambiador de calor. La ventaja de esto es que no es necesario que se almacene la energía térmica eléctrica a diferencia de lo que se encuentra en los sistemas de técnica anterior tales como sistemas de calentadores de agua instantáneos.

En realizaciones, la batería térmica con PCM puede comprender varios dispositivos de calentamiento eléctrico ubicados a diferentes alturas dentro del recinto de PCM. La ventaja de hacer esto es que se puede elegir cuánto material PCM se calienta y por lo tanto cuánta energía se almacena y/o libera. Al colocar el dispositivo de calentamiento eléctrico a diferentes alturas permite que se calienten diferentes cantidades (es decir volúmenes) del PCM. La función de elemento calentador eléctrico de respaldo de la presente invención por lo tanto es altamente adaptable en un amplio rango de aplicaciones tales como, por ejemplo, sistemas de doble puerto.

En ciertas realizaciones, la batería térmica con PCM puede comprender un dispositivo de calentamiento ubicado en la mitad superior del recinto de PCM y un dispositivo de calentamiento ubicado en la mitad inferior del recinto de PCM. La batería térmica con PCM por lo tanto puede comprender dos dispositivos de calentamiento en diferentes ubicaciones verticales. El dispositivo de calentamiento ubicado en parte superior puede funcionar como un calentador de respaldo. El dispositivo de calentamiento por lo tanto puede activarse si falla la fuente de calor primaria.

Alternativamente, puede haber un dispositivo de calentamiento ubicado aproximadamente tres cuartos arriba en el recinto de PCM y un dispositivo de calentamiento ubicado en parte inferior justo encima de la parte inferior del recinto de PCM. Como se mencionó anteriormente, la ubicación de los dispositivos de calentamiento se puede adaptar para permitir que se calienten diferentes cantidades del PCM. Como se describió previamente, los dispositivos de calentamiento pueden ser cualquier forma adecuada de calentadores/elementos eléctricos.

Un dispositivo de calentamiento ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM puede permitir que sustancialmente todo el material PCM en la batería se cargue rápidamente.

La ventaja de tener un segundo dispositivo de calentamiento ubicado dentro del recinto de PCM es que esto permite que el PCM en la batería térmica se cargue más rápidamente. El dispositivo de calentamiento ubicado en la parte inferior del recinto de PCM puede funcionar como la fuente de calor primaria para la batería térmica.

La presente invención por lo tanto puede tener una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados integralmente y/o internamente tales como dispositivos de calentamiento eléctricos a diferentes alturas en la batería para proporcionar diferentes cantidades de energía. Al calentar diferentes cantidades y volúmenes del PCM se proporcionan diferentes cantidades de energía que luego pueden almacenarse y/o distribuirse.

En realizaciones adicionales, puede haber al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden ser integrales y/o internos a la batería térmica con PCM y que pueden estar sumergidos en un PCM debajo de, por ejemplo, un intercambiador de calor. Ubicado hacia el extremo inferior de la batería térmica el recinto de PCM puede, por ejemplo, también comprender características escalonadas por ejemplo dos características escalonadas que se extienden hacia arriba desde la parte inferior del recinto de PCM.

Las características escalonadas pueden proporcionar un alojamiento eficiente para, por ejemplo, terminales de elementos calentadores y características de corte de seguridad. Las características escalonadas también pueden permitir que se usen paneles de aislamiento al vacío para aislar la batería térmica con PCM.

Estas características escalonadas 503a también ayudan al posicionamiento del intercambiador de calor 504 por encima del dispositivo de calentamiento 511 y del volumen de PCM 505 debajo del intercambiador de calor 504.

Los dispositivos de calentamiento pueden ser un dispositivo de calentamiento eléctrico ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento puede, por ejemplo, ser tubular en forma y puede ser integral a la batería térmica. Los dispositivos de calentamiento pueden estar ubicados debajo del intercambiador de calor. Los dispositivos de calentamiento por lo tanto se pueden usar para proporcionar calentamiento instantáneo al PCM.

El dispositivo de calentamiento (por ejemplo un calentador eléctrico tubular) puede penetrar en la caja de batería térmica a través de, por ejemplo, una conexión de mamparo. Tal disposición proporciona la ventaja de ser capaz de transferir calor al PCM a través de una gran área de superficie desde el dispositivo de calentamiento alargado tubular.

El dispositivo de calentamiento puede sumergirse y sumergirse completamente en el PCM. El dispositivo de calentamiento está en contacto directo con el PCM.

También puede haber un intercambiador de calor ubicado dentro de la batería térmica con PCM y ubicado dentro del recinto de PCM y PCM. Típicamente, el intercambiador de calor puede tener un núcleo con aletas para mejorar la eficiencia térmica. El intercambiador de calor puede tener circuitos de control.

Las corrientes de conducción y convección en el PCM pueden transferir calor al intercambiador de calor por ejemplo un intercambiador de calor con un núcleo con aletas. Se ha encontrado que esto es un sistema altamente eficiente energéticamente.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos tales como, por ejemplo, varillas de metal que pueden insertarse sustancialmente de manera vertical en la caja de batería térmica. Los conductores térmicos pueden ser, por ejemplo, varillas conductoras o tubos de calor. Los conductores térmicos pueden estar ubicados sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor y extenderse hacia parte del PCM tal como, por ejemplo, el área de extremo superior del PCM. Los conductores térmicos pueden usarse para disipar y/o distribuir calor a lo largo del intercambiador de calor y/o PCM.

Los conductores térmicos por lo tanto pueden sumergirse o al menos sumergirse parcialmente en el PCM. Los conductores térmicos también pueden extenderse o al menos extenderse parcialmente dentro de un intercambiador de calor por ejemplo un núcleo de intercambiador de calor que puede ser con aletas.

Al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento pueden estar ubicados hacia el extremo inferior de un intercambiador de calor. Los dispositivos de calentamiento pueden estar ubicados sustancialmente de manera horizontal hacia y a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender placas térmicas (por ejemplo placas térmicas conductoras tales como placas de metal) que pueden estar integradas en el diseño de batería térmica con PCM. Las placas térmicas pueden extenderse en o al menos parcialmente en el núcleo de intercambiador de calor (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Las placas térmicas pueden extenderse hacia una zona calentada de la batería térmica debajo o sustancialmente debajo del intercambiador de calor.

Por ejemplo, puede haber dos, tres, cuatro o una pluralidad de placas térmicas. Las placas térmicas pueden estar ubicadas sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor y opcionalmente extenderse hacia el área de extremo inferior del PCM 705 y a través del dispositivo de calentamiento. Puede haber cualquier número adecuado de placas térmicas que pueden orientarse en cualquier orientación adecuada a través del intercambiador de calor. Se ha encontrado que es preferible que las placas térmicas puedan introducirse sustancialmente de manera vertical para ayudar a la transferencia de calor hacia arriba y enfriamiento hacia abajo a lo largo de las placas.

Las placas térmicas pueden estar formadas a partir de un material térmico conductor tal como cualquier metal y/o aleación adecuado. Las placas pueden ser relativamente gruesas para facilitar la transferencia de calor. Las placas térmicas pueden ser sustancialmente planas y orientadas sustancialmente de manera vertical en la batería térmica con PCM.

Las placas térmicas pueden ser relativamente gruesas tal como aproximadamente 0.1 - 5 cm de espesor, aproximadamente 0.1 - 2 cm de espesor o aproximadamente 0.1 - 0.5 cm de espesor.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender dispositivos de calentamiento no planos tales como, por ejemplo, al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento eléctricos sustancialmente en forma de L embebidos en el intercambiador de calor por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor.

Los dispositivos de calentamiento no planos (por ejemplo dispositivos de calentamiento sustancialmente en forma de L) pueden comprender una porción ubicada sustancialmente vertical que se extiende hacia abajo a

través del PCM. Extendiéndose tangencialmente desde la porción sustancialmente vertical 811a puede haber una o una pluralidad (por ejemplo tres) porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal. Puede haber cualquier número tal como una única o una pluralidad de porciones ubicadas sustancialmente de manera vertical y porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal.

Una porción ubicada sustancialmente de manera horizontal puede extenderse en el cuarto inferior del núcleo de intercambiador de calor, la segunda porción ubicada horizontalmente puede extenderse sustancialmente a través de la porción media del núcleo de intercambiador de calor y la tercera porción ubicada horizontalmente puede extenderse a través del cuarto superior del intercambiador de calor. Las porciones ubicadas horizontalmente pueden ubicarse en cualquier área adecuada del núcleo de intercambiador de calor.

Las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal pueden estar embebidas o al menos parcialmente embebidas en el núcleo del intercambiador de calor (por ejemplo el núcleo con aletas de un intercambiador de calor de tubo de aleta). El intercambiador de calor puede estar preferiblemente total o al menos parcialmente sumergido en el PCM.

Las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal del dispositivo de calentamiento se pueden colocar a alturas específicas dentro del núcleo de intercambiador de calor (por ejemplo un núcleo con aletas) dependiendo de la huella de baterías térmicas y relación de aspecto para dar un mejor rendimiento con respecto a, carga uniforme, tiempo de carga, extracciones parciales y características de expansión.

Se ha encontrado que el posicionamiento de las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal del dispositivo de calentamiento reduce los siguientes problemas:

a) Presión local excesiva que pueda dañar la caja de celda de batería;

b) Sobrecalentamiento rápido del PCM por encima de sus límites de trabajo seguros

c) Sobrecalentamiento del dispositivo de calentamiento que da como resultado vida útil reducida o falla.

Se ha encontrado que en la batería térmica con PCM es preferible tener un ajuste por interferencia entre el elemento de calentamiento y partes del núcleo de intercambiador de calor tales como las aletas de intercambiador de calor. Sorprendentemente se ha encontrado que esto proporciona una superficie de transferencia de calor aumentada con tiempos de carga mejorados.

También se ha encontrado que los dispositivos de calentamiento en forma de 'L' con porciones sustancialmente horizontales proporcionan un número de ventajas tales como:

1) Alivio para cualquier expansión del PCM durante su cambio de fase (fusión y congelación); y

2) Una terminación simple de los cables requeridos para la operación de la batería térmica en la parte superior de la batería térmica con PCM.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento (por ejemplo calentadores tubulares calentados eléctricamente) que pueden estar embebidos en un núcleo de intercambiador de calor que opcionalmente puede comprender elementos conductores de metal por ejemplo tubos conductores tales como tubos de cobre.

El al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento pueden ser dispositivos de calentamiento eléctricos. En particular, los dispositivos de calentamiento pueden comprender una porción del dispositivo de calentamiento eléctrico que puede estar ubicado en una porción superior de la batería térmica entre el recinto de PCM y el núcleo de intercambiador de calor. En particular, el al menos uno de una pluralidad de dispositivos de calentamiento eléctrico puede estar embebido en un colector de la batería térmica con PCM.

El dispositivo de calentamiento también puede estar embebido en un circuito por ejemplo una fila de circuito omitido. El circuito puede extenderse sustancialmente de manera horizontal a través del núcleo de intercambiador de calor.

Puede haber cualquier número de filas de circuitos omitidos que se extiendan a través del núcleo de intercambiador de calor. Por ejemplo, puede haber una segunda fila de circuito omitido que se extienda sustancialmente de manera horizontal a través del núcleo de intercambiador de calor.

Las filas de circuitos omitidos por lo tanto se pueden embeber en el intercambiador de calor. También puede haber un pasaje que puede ser, por ejemplo, un tubo para el intercambio de calor. El pasaje puede extenderse alrededor del circuito que puede ser, por ejemplo, una fila de circuito omitido. Extendiéndose alrededor de la fila de circuito omitido puede haber un dispositivo de calentamiento. El calentador eléctrico por lo tanto puede estar embebido en un intercambiador de calor y, en particular, en pasajes (es decir tubos que pueden estar hechos a partir de cobre o cualquier otro material conductor adecuado) que se extienden a través del núcleo de intercambiador de calor. Los dispositivos de calentamiento pueden estar embebidos en el núcleo de

intercambiador de calor y de manera preferente y opcional no directamente en el PCM. Hay un número de diferentes opciones en las cuales embeber los dispositivos de calentamiento.

Los dispositivos de calentamiento por lo tanto pueden estar en contacto directo con el intercambiador de calor de este modo se logra una transferencia de calor mejorada y uniforme. Adicionalmente, los dispositivos de calentamiento (por ejemplo elementos de calentamiento) opcionalmente nunca pueden estar en esta realización en contacto directo con el PCM y de este modo no necesitan ser compatibles con el PCM. Esto lleva a más opciones de calentadores con costes reducidos y fiabilidad y robustez aumentadas. Los elementos de calentador serán accesibles para servicio y mantenimiento sin exposición del personal de servicio al PCM. Se pueden usar elementos de mayor potencia y las condiciones de operación de PCM no son un problema debido a la mayor carga de superficie de potencia del calentador.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden estar embebidos y/o ubicados en un alojamiento que contiene material que es capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera eficiente. El material por lo tanto permite una mejor transferencia de calor desde el dispositivo de calentamiento al núcleo de intercambiador de calor y/o al material de cambio de fase.

En esta realización, el dispositivo de calentamiento (por ejemplo un dispositivo de calentamiento eléctrico) puede estar ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM y debajo del núcleo de intercambiador de calor (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Puede haber un primer circuito intercambiador de calor (circuito intercambiador de calor 1) y un segundo circuito intercambiador de calor (circuito intercambiador de calor 2).

El dispositivo de calentamiento también puede ubicarse opcionalmente entre dos características escalonadas y típicamente extenderse entre estas dos características escalonadas. Las características escalonadas pueden ser parte del recinto de PCM.

El dispositivo de calentamiento puede estar contenido dentro de un alojamiento que puede llenarse con un material/fluido capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera uniforme. El material/fluido puede ser, por ejemplo, cualquier forma de aceite adecuado y/o pasta térmica.

Típicamente, el dispositivo de calentamiento puede ser, por ejemplo, un dispositivo de calentamiento eléctrico tubular que puede estar ubicado dentro del alojamiento y rodeado por el material que es capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera eficiente. Por lo tanto, el alojamiento puede llenarse con aceite y/o pasta térmica.

En algunas realizaciones el alojamiento puede ser con aletas para mejorar la transferencia de calor y en otras realizaciones puede ser sin aletas dependiendo de los requisitos particulares de calor y energía.

El dispositivo de calentamiento por lo tanto puede estar embebido en un alojamiento que puede llenarse de material térmico capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera uniforme. El alojamiento puede ser preferiblemente integral al recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento típicamente no se interconecta con el PCM.

El alojamiento puede ser ya sea liso u opcionalmente con aletas para aumentar el área de superficie y la transferencia de calor desde el calentador al material térmico al alojamiento y luego al PCM pero de manera importante reduce la carga de superficie del dispositivo de calentamiento lo que lleva a un diseño robusto con intervalos de servicio reducidos. Esto se ha encontrado que es una ventaja técnica significativa y que aumenta la vida útil de la batería térmica con PCM.

Utilizar un baño de aceite en el alojamiento significa que el dispositivo de calentamiento no necesita tener un ajuste de alta tolerancia dentro del alojamiento como se requiere por los calentadores de cartucho. A menudo tanto el dispositivo de calentamiento como alojamiento se pueden mecanizar/especificar de manera adecuada para proporcionar la transferencia de calor (a través de un ajuste por interferencia) y ahusarse para permitir que el dispositivo de calentamiento se retire fácilmente. Esta de nuevo es una ventaja adicional del diseño actual.

El diseño del dispositivo de calentamiento y alojamiento significa que el dispositivo de calentamiento puede ser fácilmente removible y accesible por el personal de servicio sin exposición al PCM. El pequeño volumen de material térmico tal como el aceite se reemplaza durante el intervalo de servicio a través de una boquilla de aceite en el alojamiento. La batería térmica por lo tanto se puede reparar de manera muy fácil lo cual es una ventaja técnica adicional.

Las aletas en el alojamiento pueden ser simplemente placas alargadas extendidas que funcionan como áreas de disipación de calor para aumentar el área de superficie y por tanto transferir y/o distribuir energía térmica.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden ubicarse externamente al recinto de PCM. Además, puede haber,

por ejemplo, un bloque conductor dentro del cual se puede inducir una corriente a través de un calentador de inducción externo.

El dispositivo de calentamiento puede estar ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM y típicamente debajo (es decir sustancialmente debajo) del núcleo de intercambiador de calor (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Preferiblemente, el dispositivo de calentamiento puede estar ubicado externamente fuera del recinto de PCM y en o hacia la parte inferior del recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento por lo tanto puede ubicarse en medio de la parte inferior del recinto de PCM y la parte inferior de la caja de batería. En realizaciones particulares, el dispositivo de calentamiento puede ser un calentador de inducción.

El dispositivo de calentamiento por lo tanto puede describirse como ubicado externamente del núcleo de intercambiador de calor y del PCM. El dispositivo de calentamiento todavía es interno de la batería térmica con PCM.

Ubicado encima o sustancialmente encima del dispositivo de calentamiento y dentro del recinto de PCM puede haber una capa de material conductor que puede extenderse a lo largo de la parte inferior o sustancialmente a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM. La función del material conductor puede ser transferir calor inductivamente desde el dispositivo de calentamiento que puede ser un calentador inductivo. El material conductor por lo tanto puede ser en la forma de un bloque de metal y/o aleación conductor de calor dentro del cual se puede inducir una corriente para producir y/o transferir calor.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento de cartucho removibles que comprenden un bloque conductor sumergido internamente.

El bloque conductor puede estar hecho a partir de cualquier material conductor adecuado y puede extenderse a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM y opcionalmente puede ubicarse debajo (es decir por debajo) del núcleo de intercambiador de calor y el PCM.

El bloque conductor puede extenderse completa o sustancialmente o al menos parcialmente a lo largo desde un lado del recinto de PCM hasta el otro lado. El bloque conductor puede estar compuesto de material conductor tal como cualquier metal y/o aleación adecuado. El bloque conductor por lo tanto está destinado a transferir calor de manera eficiente desde dentro de la parte inferior del recinto de PCM donde pueden ubicarse los dispositivos de calentamiento.

Internamente embebido dentro del bloque conductor puede haber al menos uno o una serie de dispositivos de calentamiento de cartucho que pueden ser removibles. Los dispositivos de calentamiento de cartucho pueden extenderse sustancialmente de manera horizontal a lo largo y preferiblemente dentro del bloque.

Los dispositivos de calentamiento de cartucho por lo tanto pueden ubicarse internamente dentro del recinto de PCM. Los dispositivos de calentamiento de cartucho por lo tanto pueden comprender un bloque de metal y/o aleación conductor de calor que sea capaz de transferir calor de manera eficiente.

El bloque conductor por lo tanto puede funcionar como una fuente de calor embebida en la parte inferior de y dentro del recinto de PCM. El bloque conductor típicamente tiene una gran área de superficie en comparación con los dispositivos de calentamiento de cartucho embebidos.

Una ventaja técnica de los dispositivos de calentamiento de cartucho es que estos son accesibles externamente y de este modo fácilmente removibles ya que no están en contacto con el PCM.

Preferiblemente, el bloque conductor puede ser en la forma de un bloque calentador embebido en la parte inferior del recinto de PCM.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender adicionalmente un agitador impulsor que mezcla el PCM y ayuda a la transferencia de calor a través de convección forzada. La adición del agitador impulsor por lo tanto proporciona las siguientes ventajas técnicas:

- Ayudar a la transferencia de calor a través de convección forzada
- Agitar y mezclar el PCM y sus componentes constituyentes

Además, la batería térmica con PCM por lo tanto puede comprender un mezclador que puede ser cualquier forma de dispositivo de agitación tal como un agitador giratorio. El mezclador puede, por ejemplo, estar ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM y puede usarse para mezclar el PCM para mejorar la eficiencia de la batería térmica y transferencia de calor.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender dispositivos de calentamiento que se extienden sustancialmente de manera vertical dentro del recinto de PCM. Los dispositivos de calentamiento pueden ser en la forma de redes de elementos calentadores.

Los dispositivos de calentamiento en la forma de redes de elementos calentadores pueden ser en la forma de un patrón similar a rejilla. Por lo tanto puede haber secciones de rejilla dentro de las cuales puede haber secciones tubulares que proporcionen una transferencia de calor eficiente. Las secciones tubulares pueden ser, por ejemplo, tubos metálicos por ejemplo tubos de cobre.

Los dispositivos de calentamiento también pueden comprender miembros de distensión (por ejemplo aletas) que pueden reemplazar las aletas habituales que se encuentran en los intercambiadores de calor. En realizaciones particulares, se pueden usar calentadores de coeficiente de temperatura positivo (PTC) que pueden deslizarse sobre tubos de transferencia de calor tales como tubos de cobre que reemplazan las aletas estándar que se encuentran en los intercambiadores de calor.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender dispositivos de calentamiento en la forma de calentadores verticales de baja potencia orientados sustancialmente de manera vertical en la forma de, por ejemplo, tubos de calor o varillas de conducción para ayudar a la circulación de PCM. Se ha encontrado que esto crea una acción de bombeo para el material PCM dentro de la batería térmica.

Se ha encontrado que esta disposición tiene un número de ventajas técnicas tales como:

1) Aumentar la transferencia de calor desde la base de la batería térmica hasta el núcleo optimizando los tiempos de carga; y

2) Crear trayectorias para que el PCM derretido recorra, aliviando cualquier acumulación de presión causada por el cambio de fase y expandiendo PCM.

El dispositivo de calentamiento puede estar ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM. El dispositivo de calentamiento puede extenderse sustancialmente a través de la parte inferior del intercambiador de calor.

Típicamente, puede haber una pluralidad de calentadores verticales de baja potencia orientados sustancialmente de manera vertical. Los calentadores orientados sustancialmente de manera vertical pueden ser en la forma de dispositivos de calentamiento de baja potencia o alternativamente tubos de calor. Puede haber cualquier número adecuado de calentadores orientados sustancialmente de manera vertical.

Los calentadores orientados sustancialmente de manera vertical pueden extenderse desde la superficie superior del recinto de PCM a través del PCM y en el intercambiador de calor.

En una realización adicional, la batería térmica con PCM puede comprender aletas con rejillas. Las aletas con rejillas pueden comprender una serie de tubos (por ejemplo tubos de cobre) que pueden usarse para transferir calor. Dentro y alrededor de los tubos puede fluir material PCM. El flujo de material PCM se puede dirigir usando las rejillas en las aletas. Las aletas por lo tanto pueden comprender una rejilla que puede en efecto abrirse completamente de tal manera que sea completamente plana o conmutarse a una forma angular de tal manera que pueda usarse para dirigir el flujo de material PCM. El diseño de aletas con rejilla se puede incorporar en cualquiera de las realizaciones y baterías térmicas descritas anteriormente.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un método de aplicación de energía térmica a una batería térmica con PCM que comprende:

proporcionar un recinto de PCM capaz de contener PCM;

proporcionando PCM ubicado en el recinto;

proporcionar un intercambiador de calor ubicado internamente dentro de la batería térmica con PCM y ubicado dentro del recinto de PCM y PCM;

proporcionar un sistema de control electrónico para controlar la batería térmica con PCM;

proporcionar al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados en el recinto de PCM y sumergidos en el PCM;

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento son capaces de calentar y/o cargar el PCM;

proporcionar una pluralidad de sensores ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el recinto de PCM de la batería térmica con PCM capaces de monitorizar las características físicas y/o temperatura del PCM y otras partes de la batería térmica;

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento están ubicados dentro del recinto de PCM y por lo tanto en contacto directo y sumergidos en el PCM;

al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos insertados sustancialmente de manera vertical en la batería térmica y que están sumergidos o parcialmente sumergidos en el PCM;

el al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos están insertados sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor y se extienden en el PCM; y

en donde el sistema de control electrónico controla las características físicas y/o la temperatura del PCM aplicando calor a través del al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento.

El método puede usar cualquiera de las características descritas en el primer y segundo aspecto.

Descripción de las figuras

Ahora se describirán realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes Figuras en las cuales:

La Figura 1 es una representación esquemática de un diseño de batería térmica de doble puerto de acuerdo con la técnica anterior;

La Figura 2 representa una batería térmica de doble puerto de acuerdo con una realización de la presente invención con un circuito hidrónico para cargar la batería térmica mediante un calentador eléctrico de acuerdo con la presente invención;

La Figura 3 representa una batería térmica de acuerdo con una realización de la presente invención donde hay un puerto doble con un elemento calentador eléctrico de respaldo;

La Figura 4 representa una batería térmica de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay un puerto doble con una batería térmica calentada eléctricamente con dos dispositivos de calentamiento;

La Figura 5 representa una batería térmica de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay un calentador eléctrico integral a la batería térmica sumergido en un PCM debajo de un intercambiador de calor;

La Figura 6a representa una batería térmica de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde un número de conductores térmicos tales como varillas conductoras de calor o tubos de calor se insertan sustancialmente de manera vertical en una caja de batería térmica;

La Figura 6b representa una vista en sección transversal ampliada del conductor térmico mostrado en la Figura 6a;

La Figura 7 representa una batería térmica de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde las placas conductoras están integradas en un núcleo de intercambiador de calor y las placas conductoras se extienden hacia una zona calentada de la batería térmica debajo de un intercambiador de calor;

La Figura 8 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde la batería térmica comprende un dispositivo de calentamiento eléctrico sustancialmente en forma de L embebido en un intercambiador de calor;

La Figura 9 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde los dispositivos de calentamiento (por ejemplo calentadores tubulares calentados eléctricamente) están embebidos en un núcleo de intercambiador de calor que puede comprender elementos conductores por ejemplo tubos metálicos tales como tubos de cobre;

La Figura 10 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención que muestra una configuración para embeber una fila omitida en un intercambiador de calor;

La Figura 11a representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay un dispositivo de calentamiento embebido y/o ubicado en un alojamiento que contiene material que es capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera eficiente;

La Figura 11b representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay un dispositivo de calentamiento embebido y/o ubicado en un alojamiento que contiene material que es capaz de transferir y/o difundir calor de manera eficiente y donde hay fondos que se extienden hacia abajo en la longitud del alojamiento;

La Figura 12 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay un dispositivo de calentamiento ubicado externamente a un recinto de PCM y el calentamiento es proporcionado por un calentador de inducción ubicado externamente;

La Figura 13 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento de cartucho removibles ubicados dentro de un bloque conductor;

La Figura 14 representa una batería térmica adicional de acuerdo con una realización adicional de la presente invención donde hay al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento de cartucho removibles ubicados dentro de un bloque conductor y donde también hay un mezclador/agitador para mezclar PCM;

Las Figuras 15a y 15b representan una realización adicional de la presente invención donde se muestra una batería térmica donde hay dispositivos de calentamiento en la forma de redes de dispositivos de calentamiento que se extienden sustancialmente de manera vertical dentro del recinto de PCM;

Las Figuras 16a y 16b representan una realización adicional de la presente invención donde se muestra una batería térmica donde hay dispositivos de calentamiento en la forma de calentadores verticales de baja potencia orientados sustancialmente de manera vertical en la forma de, por ejemplo, tubos de calor o varillas de conducción para ayudar a la circulación de PCM; y

La Figura 17 representa una realización adicional de la presente invención y muestra una sección transversal de un diseño de aleta con rejilla que puede usarse en una batería térmica de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

Hablando en general, la presente invención se relaciona con diseños mejorados de baterías térmicas en donde las baterías térmicas son baterías térmicas con PCM con, por ejemplo, al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento que pueden estar ubicados internamente.

Los dispositivos de calentamiento de la presente invención pueden ser dispositivos de calentamiento eléctricos ubicados integralmente y/o internamente. Por lo tanto en algunas realizaciones los dispositivos de calentamiento pueden estar en contacto directo con el material PCM.

En la presente invención, por lo tanto en algunas realizaciones el PCM puede ser calentado directamente lo que significa que la circulación de fluidos en circuitos en la batería no es esencial para la fase de carga y solo está presente para la descarga de la batería térmica. La presente invención también supera la necesidad de circuitos hidrónicos complejos.

La Figura 1 muestra un diseño de batería térmica de técnica anterior generalmente designado 100. La batería térmica 100 que se muestra es una batería térmica de doble puerto.

Como se muestra en la Figura 1 hay una caja de batería térmica 101. Ubicada dentro de la caja de batería térmica 101 hay un material de aislamiento 102. Ubicado dentro del material de aislamiento 102 hay un recinto de PCM 103 que se usa para contener el PCM de la batería térmica 100. El material de aislamiento 102 forma una cubierta y capa aislante alrededor del recinto de PCM 103.

También mostrado en la Figura 1 hay un circuito de baja potencia (LPC) 104 y un circuito de alta potencia (HPC) 105 que se usan para proporcionar una conexión eléctrica para la batería térmica 100.

En la parte superior de la batería térmica 100 también se muestra una entrada de HPC 106 y una salida de HPC 107. También se muestra una entrada de LPC 108 y salida de LPC 109.

La Figura 1 también muestra que hay un controlador de batería 110, una fuente de alimentación de red (CC) 111, una señal de estado de carga de batería 112 y una señal de control de carga de batería 113.

En la batería térmica 100 hay además un termostato de corte de seguridad por sobrecalentamiento S0 y sensores de temperatura S1, S2 y S3.

Cuando hay una necesidad de 'calentar/cargar' la batería térmica 100, se hace circular un fluido de trabajo (agua) a través de tubos de un intercambiador de calor que transfiere la energía térmica del fluido de trabajo al PCM que se ubica dentro del recinto de PCM 103. Esto requiere un ensamblaje/circuito hidrónico complementario con bomba, sensores de temperatura y flujo, etc. Esta es la solución técnica usada en la técnica anterior y conlleva muchas desventajas. La presente invención aborda estos problemas y supera la necesidad de tal hidrónica compleja.

Por lo tanto hay una necesidad en el campo de proporcionar una disposición y diseño de batería térmica mejorados que proporcionen eficiencias técnicas mejoradas, beneficios y especialmente flexibilidad para conectar múltiples fuentes de calor de carga. Esto incluye la capacidad de seguir cargándose con una fuente

de calor primaria externa y/o mediante dispositivos de calentamiento internos de una manera controlada sin la necesidad de circuitos hidrónicos complejos. En la Figura 2 se muestra esquemáticamente un diseño de técnica anterior con circuitos hidrónicos complejos.

La Figura 2 es un diseño de batería térmica adicional 200. Similar, a la batería térmica 100 que se muestra en la Figura 1, hay una caja de batería térmica 201, aislamiento 202, un recinto de PCM 203, un circuito de baja potencia (LPC) 204, un circuito de alta potencia (HPC) 205, una entrada de HPC 206, una salida de HPC 207, una entrada de LPC 208, y una salida de LPC 209, un controlador de batería 210, una fuente de alimentación de red (CC) 211, una señal de estado de carga de batería 212 y una señal de control de carga de batería 213.

La batería 200 que se muestra en la Figura 2 también comprende un calentador eléctrico 214 ubicado en la parte superior de la batería 200. También hay una bomba 215, una válvula de liberación de expansión (ERV) 216, un recipiente de expansión 217 y una disposición de llenado de sistema 218. La batería térmica 200 comprende por lo tanto un bucle hidrónico 250.

Por lo tanto la batería 200 que se muestra en la Figura 2 es una disposición de calentamiento eléctrico hidrónico con batería térmica de doble puerto.

Los circuitos hidrónicos independientes a los que se hace referencia anteriormente y que se muestran en la Figura 2, son adecuados para baterías con circuitos hidrónicos individuales o múltiples (dobles). Bajo condiciones donde el circuito de carga de batería térmica está diseñado para agua potable, entonces, este circuito hidrónico y los componentes en este circuito deben estar certificados con las regulaciones de agua lo que aumenta los costes y complejidad.

Para omitir estos tipos de circuitos hidrónicos y cualquier componente asociado y costes de capex/opex asociados, en la presente invención se establece una disposición mediante la cual hay dispositivos de calentamiento ubicados integralmente y/o internamente (por ejemplo dispositivos de calentamiento eléctricos) para un rango de baterías térmicas que contienen PCM.

De este modo, calentar directamente el PCM significa que los fluidos en circulación en cualquiera de los circuitos hidrónicos no son esenciales para la fase de carga y por lo tanto solo son requeridos para la descarga de la batería térmica. Al calentar directamente el PCM se proporciona un número de ventajas técnicas y se supera un número de problemas conocidos con los sistemas hidrónicos:

1. Problemas de escalamiento - se ha encontrado que ampliar los elementos calentadores en las baterías térmicas de técnica anterior puede llevar a falla térmica.

2. En diseños de técnica anterior del control del calentador se ha encontrado problemático mientras que en la presente invención el calentador está expuesto a un PCM que se puede controlar y fabricar en cualquier forma a medida para un rango de requisitos específicos.

3. En diseños de técnica anterior en donde, el calentador está en el flujo del fluido de trabajo esto se ha encontrado que esto aumenta las caídas de presión de sistema. También puede afectar las tasas de flujo de carga y dificultarlas.

4. La presente invención usa PCMs que tienen una temperatura de ebullición más alta que el agua que se usa en los diseños de técnica anterior.

La batería térmica 200 que se muestra en la Figura 2 es una etapa adelante de la batería térmica 100 que se muestra en la Figura 1. La batería térmica 200 por lo tanto es una etapa adelante del antiguo diseño de puerto único debido a la capacidad de cargarse y/o descargarse en circuitos diferentes. Esto da una solución muy flexible.

Un diseño de batería térmica de doble puerto proporciona la capacidad de cargar la batería térmica con agua no potable (usando, componentes sencillos baratos, no certificados) y luego extraer el calor con agua potable, sin componentes adicionales.

Cada uno de los puertos en una 'batería térmica de doble puerto' se puede dimensionar adecuadamente. Por ejemplo, la batería térmica se puede dividir 50% - 50% o 70% - 30% de tal manera que pueda asignar una proporción mayor para descarga que para carga.

Esto permite cargar lentamente durante períodos de tiempo más largos pero descargar con alta potencia y tasas de flujo más altas.

La presente invención proporciona una mejora adicional sobre las baterías térmicas mostradas en las Figuras 1 y 2.

La Figura 3 representa una batería térmica 300 de acuerdo con la presente invención. La batería térmica 300 es de un diseño de puerto doble con un elemento calentador de respaldo por ejemplo un elemento calentador

eléctrico. Puede haber al menos uno o una pluralidad de elementos calentadores de respaldo. Esto se describe con más detalle a continuación.

El diseño de puerto doble de la presente invención proporciona la ventaja técnica de ser capaz de cargar la batería térmica con agua no potable. Además, la batería se puede cargar con componentes sencillos y baratos, no certificados. El calor puede luego extraerse con agua potable. La batería térmica de la presente invención por lo tanto es mucho mejor que los sistemas hidrónicos complejos previos.

La batería térmica 300 comprende una caja de batería térmica 301 que actúa como un recinto para todos los componentes de batería térmica 300. Ubicado dentro de la caja de batería térmica 301 hay una capa de aislamiento 302. La capa de aislamiento 302 actúa como un aislante térmico para mejorar la eficiencia de la batería térmica 300. La capa de aislamiento 302 forma una cubierta de aislamiento. La capa aislante 302 puede estar hecha de cualquier material aislante adecuado.

Ubicado dentro de la capa de aislamiento 302 hay un recinto de PCM 303. Dentro del recinto de PCM 303 hay un PCM. El PCM específico usado se puede adaptar y fabricar a medida para el propósito específico requerido. La batería térmica 300 de la presente invención por lo tanto es altamente adaptable y puede modificarse para un amplio rango de aplicaciones.

La Figura 3 también muestra que la batería térmica 300 comprende un circuito de baja potencia (LPC) 304 y un circuito de alta potencia (HPC) 305.

En la superficie superior de la batería térmica 300 y como se muestra en la Figura 3 hay una entrada de HPC 306 y una salida de LPC 307.

En la superficie superior de la batería térmica 300 también hay una entrada de LPC 308 y una salida de LPC 309.

La Figura 3 también muestra que hay un controlador de batería 310 que está conectado a una fuente de alimentación de red (CC) 311. También hay una señal de estado de carga de batería 312 y una señal de control de carga de batería 313.

También se muestra un termostato de corte de seguridad por sobrecalentamiento S0 y sensores de temperatura S1, S2, S3. Puede haber al menos un sensor de temperatura o una pluralidad de sensores de temperatura. Los sensores de temperatura pueden distribuirse a lo largo de la batería térmica para obtener una temperatura a través de todo el medio de trabajo.

La batería térmica 300 también comprende un dispositivo de calentamiento 314 que puede, por ejemplo, ser un calentador eléctrico de repuesto que se ubica en el PCM como se muestra en la Figura 3. Esta característica está dirigida a una diferencia significativa con la batería térmica que se muestra en las Figuras 1 y 2. El dispositivo de calentamiento 314 puede ser cualquier forma de dispositivo de calentamiento eléctrico que pueda estar ubicado en el PCM. El dispositivo de calentamiento 314 por lo tanto puede describirse como un dispositivo de calentamiento eléctrico ubicado integralmente y/o internamente que está sumergido en el PCM. Debe anotarse que la presente invención puede tener al menos uno, dos o una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados en el PCM.

Se ha encontrado que la ubicación del dispositivo de calentamiento 314 en el recinto de PCM 303 y por lo tanto se ha encontrado que el PCM son importantes.

La batería térmica 300 también comprende una fuente de alimentación 315 para el dispositivo de calentamiento 314.

Como se muestra en la Figura 3, el calentador eléctrico 314 está ubicado en la mitad superior del recinto de PCM 303. Por mitad superior se refiere a la mitad superior vertical del recinto de PCM 303. El calentador eléctrico 314 también se sumergirá en el material PCM.

El dispositivo de calentamiento 314 está conectado al controlador de batería 310. El dispositivo de calentamiento 314 por lo tanto se puede controlar completamente y/o encender y/o apagar cuando sea requerido. Además, la cantidad de potencia y/o calentamiento que se suministra por el dispositivo de calentamiento 314 también puede alterarse y cambiarse.

En realizaciones preferidas, el dispositivo de calentamiento 314 está ubicado en la mitad superior, un tercio o cuarto superior del recinto de PCM 303. La ubicación del dispositivo de calentamiento 314 está preferiblemente en la sección superior del recinto de PCM 313 de tal manera que el dispositivo de calentamiento 314 pueda usarse para cargar la sección superior y el PCM correspondiente en la sección superior del recinto de PCM 303. Aunque esto solo calienta el PCM en la sección superior del recinto de PCM 303 y por tanto solo proporciona una capacidad reducida, esto aún proporcionaría calor adecuado para que un usuario acceda a

una salida utilizable. El dispositivo de calentamiento 314 de la presente invención por lo tanto puede funcionar como un sistema de calentamiento de respaldo totalmente adaptable.

Una ventaja adicional del sistema mostrado en la batería térmica 300 es que se ha encontrado que es posible introducir calor eléctrico a través del dispositivo de calentamiento 314 y luego extraer el calor inmediatamente a través de un intercambiador de calor. La ventaja de esto es que no es necesario que se almacene la energía térmica eléctrica a diferencia de lo que se encuentra en los sistemas de la técnica anterior tales como sistemas de calentadores de agua instantáneos.

Aunque no se muestra en la Figura 3, la batería térmica 300 puede comprender varios dispositivos de calentamiento eléctrico ubicados a diferentes alturas dentro del recinto de PCM 303. La ventaja de hacer esto es que se puede elegir cuánto del material PCM se calienta y por lo tanto cuánta energía va a ser almacenada y/o liberada. Al colocar el dispositivo de calentamiento eléctrico a diferentes alturas permite que se calienten diferentes cantidades (es decir volúmenes) del PCM. La función de elemento calentador eléctrico de respaldo de la presente invención por lo tanto es altamente adaptable en un amplio rango de aplicaciones tales como, por ejemplo, sistemas de doble puerto.

La batería térmica 400 que se muestra en la Figura 4 es muy similar a la batería térmica 300 que se muestra en la Figura 3. La diferencia es que la batería térmica 400 en la Figura 4 tiene dos dispositivos de calentamiento: dispositivo de calentamiento 414 y dispositivo de calentamiento 416.

La batería térmica 400 comprende: una caja de batería térmica 401; una capa de aislamiento 402; un recinto de PCM 403; un circuito de baja potencia (LPC) 404; un circuito de alta potencia (HPC) 405; una entrada de HPC 406; una salida de HPC 407; una salida de LPC 408; una entrada de LPC 409; un controlador de batería 410; una fuente de alimentación de red (CC) 411; una señal de estado de carga de batería 412; una señal de control de carga de batería 413; un calentador eléctrico ubicado en parte superior 414; una fuente de alimentación 415 para los calentadores eléctricos y un calentador eléctrico ubicado en parte inferior 416.

También se muestra un termostato de corte de seguridad por sobrecalentamiento S0 y sensores de temperatura S1, S2, S3.

La batería 400 por lo tanto comprende un primer dispositivo de calentamiento 414 ubicado en la mitad superior del recinto de PCM 403 y un segundo dispositivo de calentamiento 416 ubicado en la mitad inferior del recinto de PCM 403.

Como se muestra en la Figura 4, el dispositivo de calentamiento 414 está ubicado aproximadamente tres cuartos hacia arriba en el recinto de PCM 414 y el dispositivo de calentamiento ubicado en parte inferior 416 está ubicado justo encima de la parte inferior del recinto de PCM 403. Como se mencionó anteriormente, la ubicación de los dispositivos de calentamiento se puede adaptar para permitir que se calienten diferentes cantidades del PCM. Como se describió previamente, los dispositivos de calentamiento pueden ser cualquier forma adecuada de calentadores/elementos eléctricos.

El dispositivo de calentamiento ubicado en parte superior 414 puede funcionar como un calentador de respaldo como se describe en la Figura 3. El dispositivo de calentamiento 414 por lo tanto puede activarse si falla la fuente de calor primaria.

El dispositivo de calentamiento ubicado en parte inferior 416 se puede usar junto con un sistema de calentamiento primario. Como el dispositivo de calentamiento 416 está ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM 403 esto permite que sustancialmente todo el material PCM en la batería 400 se cargue rápidamente.

La ventaja de tener el segundo dispositivo de calentamiento 416 es que esto permite que el PCM en la batería térmica 400 se cargue más rápidamente. El dispositivo de calentamiento 416 ubicado en la parte inferior del recinto de PCM 403 puede funcionar como la fuente de calor primaria para la batería térmica 400.

Además de la realización mostrada en la Figura 4, la presente invención puede por lo tanto tener una pluralidad de dispositivos de calentamiento ubicados integralmente y/o internamente tales como dispositivos de calentamiento eléctricos a diferentes alturas en la batería para proporcionar diferentes cantidades de energía. Al calentar diferentes cantidades y volúmenes del PCM se proporcionan diferentes cantidades de energía que luego pueden almacenarse y/o distribuirse.

Con las realizaciones mostradas en las Figuras 3 y 4 se ha encontrado que esto proporciona un número de beneficios técnicos, incluyendo la capacidad de que la batería térmica aún se cargue con una fuente de calor primaria externa, eliminando el requisito de tener circuitos hidrónicos complejos. Esto también proporciona la capacidad de que la batería térmica se cargue mediante fuentes externas y al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento internos de una manera controlada. El al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento internos pueden estar ubicados en una variedad de ubicaciones verticales lo cual proporciona la capacidad de calentar diferentes cantidades del PCM y por tanto almacenar y/o descargar diferentes cantidades de energía.

El presente solicitante por lo tanto ha desarrollado un diseño de batería térmica mediante el cual un dispositivo de calentamiento integral y/o ubicado internamente tal como un dispositivo de calentamiento eléctrico o una pluralidad de dispositivos de calentamiento eléctricos ofrece un número de ventajas técnicas distintivas.

La batería térmica de la presente invención con un dispositivo de calentamiento eléctrico integrado y/o ubicado internamente o una pluralidad de dispositivos de calentamiento integrados proporciona ventajas tales como:

a) La batería térmica aún puede cargarse mediante una fuente de calor primaria externa (por ejemplo una caldera) y en esta invención, el calentador eléctrico actúa como una fuente de respaldo (secundaria) de calor si falla la fuente primaria.

b) En segundo lugar como se muestra en la Figura 4, el calentador eléctrico integrado actúa como la fuente de calor principal/primaria y calienta la batería directamente, omitiendo de este modo el requisito de circuitos hidrónicos complejos.

c) La batería térmica también puede cargarse tanto mediante fuentes de calor externas como mediante el dispositivo de calentamiento interno de una manera controlada. Por ejemplo, mediante PV solar a través de un elemento eléctrico ab y calentamiento de recarga mediante caldera a través de un circuito hidrónico.

d) El dispositivo de calentamiento está rodeado por PCM es decir un entorno con parámetros constantes y conocidos. En los cilindros de agua caliente, los dispositivos de calentamiento están rodeados por agua potable y por lo tanto la cal se acumula en el elemento de calentamiento dando como resultado puntos calientes y eventualmente falla del dispositivo de calentamiento. Cuando el dispositivo de calentamiento está ubicado en el PCM, como en la presente invención, estos problemas no surgen y por lo tanto el dispositivo de calentamiento tendrá una larga vida útil.

e) A diferencia de un cilindro de agua, la batería térmica de la presente invención con un dispositivo de calentamiento ubicado en la parte inferior puede cargarse a diferentes niveles. Por ejemplo, un dispositivo de calentamiento solo puede encenderse hasta que se haya derretido 50% del PCM y así sucesivamente. Por lo tanto, el estado de carga se puede controlar sin usar múltiples elementos a diferentes alturas.

Se han diseñado y evaluado varias variaciones/iteraciones como se detalla a continuación y se muestra esquemáticamente en las Figuras 5 a 15. Cada una de las Figuras tiene configuraciones ligeramente diferentes para los componentes del aparato lo que lleva a una variedad de beneficios técnicos. Esto se discute a continuación.

La Figura 5 representa una batería térmica 500 de acuerdo con la presente invención en donde hay un dispositivo de calentamiento tal como un calentador eléctrico integral y/o interno a la batería térmica sumergido en un PCM debajo de, por ejemplo, un intercambiador de calor.

Como se muestra en la Figura 5, hay una caja de batería térmica 501 con una capa de aislamiento 502 ubicada dentro de la caja de batería térmica 501. Ubicado dentro de la capa de aislamiento 502 hay un recinto de PCM 503. La capa de aislamiento 502 forma una cubierta alrededor del recinto de PCM 503 que contiene el PCM 505.

También hay un intercambiador de calor 504 y un núcleo de intercambiador de calor 520.

Como se muestra en la Figura 5, ubicado hacia el extremo inferior de la batería térmica 500 el recinto de PCM 503 tiene dos características escalonadas 503a que se extienden hacia arriba desde la parte inferior del recinto de PCM 503.

La Figura 5 también muestra que hay un intercambiador de calor 504 que puede tener un núcleo con aletas para mejorar la eficiencia térmica. También se muestra un circuito intercambiador de calor 504a y un circuito intercambiador de calor 504b.

Ubicado dentro del recinto de PCM 503 hay un PCM 505.

Ubicado en el lado superior del recinto de PCM 503 hay una entrada 506 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 507 (por ejemplo circuito 1), una entrada 508 (por ejemplo circuito 2) y una salida 509 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 510. Como se muestra en la Figura 5 preferiblemente hay tres sensores 510. Un primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 503, un segundo sensor está ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 503 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 503. Por lo tanto puede haber una pluralidad de diferentes sensores 510 ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el recinto de PCM 503. Esto permite que se midan y/o registren los parámetros físicos tales como la temperatura del PCM a diferentes alturas y a lo largo de todo el cuerpo del material PCM.

de manera importante, la Figura 5 también muestra que hay un dispositivo de calentamiento 511 tal como un dispositivo de calentamiento eléctrico ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 503. El dispositivo de calentamiento 511 puede ser tubular en forma y puede ser integral a la batería térmica 500.

El dispositivo de calentamiento 511 está ubicado debajo del intercambiador de calor 504.

También hay un circuito intercambiador de calor 504a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 504b (circuito intercambiador de calor 2).

El dispositivo de calentamiento 511 por lo tanto se puede usar para proporcionar calentamiento instantáneo al PCM 505.

Como se muestra en la Figura 5, el dispositivo de calentamiento 511 (por ejemplo un calentador eléctrico tubular) puede penetrar la caja de batería térmica 501 a través de, por ejemplo, una conexión de mamparo.

Además, el dispositivo de calentamiento 511 está sumergido y completamente sumergido en el PCM 505. El dispositivo de calentamiento 511 está por lo tanto en contacto directo con PCM 505.

La Figura 5 proporciona la ventaja técnica de que el calor se transfiere al PCM 505 a través de una gran área de superficie desde el dispositivo de calentamiento 511. Las corrientes de conducción y convección en el PCM 505 transfieren el calor al intercambiador de calor 504 por ejemplo un intercambiador de calor con un núcleo con aletas. Se ha encontrado que esto es un sistema altamente eficiente energéticamente.

La característica escalonada 503a es parte del recinto de PCM 503 y está presente, por ejemplo, en ambos lados del recinto de PCM 503. Por lo tanto puede haber dos características escalonadas 503a o cualquier número adecuado.

Las características escalonadas 503a proporcionan un alojamiento eficiente para, por ejemplo, terminales de elementos calentadores y funciones de corte de seguridad. Las características escalonadas 503a también pueden permitir que se usen paneles de aislamiento al vacío para aislar la batería térmica 500.

Estas características escalonadas 503a también ayudan al posicionamiento del intercambiador de calor 504 por encima del dispositivo de calentamiento 511 y del volumen de PCM 505 debajo del intercambiador de calor 504.

Los presentes inventores también han encontrado los siguientes aspectos de acuerdo con la presente invención. Se ha encontrado que cuando una batería térmica está fría (es decir en un modo descargado), el PCM está en estado sólido y tiene baja conductividad térmica. En esta condición, si se enciende un dispositivo de calentamiento, entonces, derretirá el PCM que lo rodea (es decir esto formará una reserva de líquido en expansión rodeado por PCM sólido) creando:

a) Presión local excesiva que pueda dañar la caja de celda de batería;

b) Sobrecalentamiento rápido de PCM por encima de sus límites de operación seguros; y

c) Sobrecalentamiento del dispositivo de calentamiento que dé como resultado una vida útil reducida o falla.

Para superar estos problemas fueron investigados y desplegados dos métodos principales:

a) Reducir la entrada de potencia es decir ralentizar el proceso de transferencia de calor para que coincida con las características de transporte de calor del núcleo de PCM/intercambiador de calor. Esta opción no fue seguida debido a que además los tiempos de carga de batería no eran aceptables;

b) Un número de varillas metálicas, insertadas verticalmente como se muestra en la Figura 5a a continuación, crearon una trayectoria para que el volumen de PCM en expansión escapara hacia un espacio de expansión superior y de este modo evitar la acumulación de presión localizada y también aumentar la transferencia de calor por convección entre un dispositivo de calentamiento y un núcleo de intercambiador de calor/PCM. Esta metodología fue optimizada permitiendo la transferencia de calor a plena potencia;

c) En lugar de usar varillas metálicas como anteriormente - Integrar placas delgadas dentro de un núcleo con aletas de un diseño de intercambiador de calor, que se extienden hacia la zona calentada de la batería térmica debajo del intercambiador de calor como se muestra en la Figura 5b; y

d) Usar aletas con rejillas para permitir la transferencia de PCM entre aletas que ayuda a la transferencia de calor a través de la convección y que permite más canales para la expansión de PCM.

La Figura 6a representa una batería térmica 600 donde un número de conductores térmicos tales como, por ejemplo, varillas metálicas se insertan sustancialmente de manera vertical en la caja de batería térmica. Esto se describe a continuación.

Como se muestra en la Figura 6a, hay una batería térmica 600 con una caja de batería térmica 601 y una capa de aislamiento 602 ubicada dentro de la caja de batería térmica 601. También hay un recinto de PCM 603.

La Figura 6a también muestra que hay un intercambiador de calor 604 que puede ser, por ejemplo, un núcleo con aletas de intercambiador de calor. El intercambiador de calor tiene un núcleo 620. La Figura 6a también muestra que hay un circuito intercambiador de calor 604a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 604b (circuito intercambiador de calor 2).

Ubicado dentro del recinto de PCM 603 hay un PCM 605.

Ubicado en el lado superior del recinto de PCM 603 hay una entrada 606 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 607 (por ejemplo circuito 1), una entrada 608 (por ejemplo circuito 2) y una salida 609 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 610. Como se muestra en la Figura 6a preferiblemente hay tres sensores 610. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 603, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 603 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 603.

La Figura 6a también muestra que hay un dispositivo de calentamiento 611 ubicado hacia el extremo inferior del intercambiador de calor 604. El dispositivo de calentamiento 611 puede estar ubicado sustancialmente de manera horizontal hacia y a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM 603.

La Figura 6a muestra además que hay cuatro conductores de calentamiento 612 tales como, por ejemplo, varillas conductoras o tubos de calor. Los conductores de calentamiento 612 están ubicados sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor 604 y se extienden hacia el área de extremo superior del PCM 605 desde el núcleo de intercambiador de calor 620.

La Figura 6b es una sección transversal de una varilla conductora de calentamiento o tubo de calor 612 como se muestra en la Figura 6a. La Figura 6b muestra que el calor recorre hacia arriba por el camino de la varilla conductora de calor o tubo de calor y el enfriamiento recorre hacia abajo por la varilla conductora de calor o tubo de calor.

La Figura 7 se relaciona con una batería térmica 700 donde en lugar de usar varillas de metal como anteriormente en las Figuras 6a y 6b - esta realización se relaciona con integrar placas térmicas (por ejemplo placas térmicas conductoras tales como placas de metal) dentro de un núcleo de intercambiador de calor (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Las placas se extienden hacia la zona calentada de la batería térmica debajo del intercambiador de calor.

En la batería térmica 700 que se muestra en la Figura 7 hay una caja de batería térmica 701, una capa de aislamiento 702 y un recinto de PCM 703. Como se muestra en la Figura 7 también hay un intercambiador de calor 704 y núcleo de intercambiador de calor 720 que preferiblemente puede ser un núcleo con aletas de intercambiador de calor.

La Figura 7 también muestra que hay un circuito intercambiador de calor 704a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 704b (circuito intercambiador de calor 2).

Ubicado dentro del recinto de PCM 703 hay un PCM 705. Ubicado en la superficie superior de la caja de batería térmica 701 hay una entrada 706 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 707 (por ejemplo circuito 1), una entrada 708 (por ejemplo circuito 2) y una salida 709 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 710. Como se muestra en la Figura 7 preferiblemente hay tres sensores 710. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 703, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 703 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 703.

La Figura 7 también muestra que hay un dispositivo de calentamiento 711 ubicado debajo del extremo inferior del intercambiador de calor 704. El dispositivo de calentamiento 711 por lo tanto está completamente sumergido en el PCM 705.

La Figura 7 muestra además que hay, por ejemplo, cuatro placas 712. Las placas están ubicadas sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor 704 y opcionalmente se extienden hacia el área de extremo inferior del PCM 705 y a través del dispositivo de calentamiento 711. Puede haber cualquier número adecuado de placas que pueden orientarse en cualquier orientación adecuada a través del intercambiador de calor 704. Se ha encontrado que es preferible que las placas 712 se introduzcan sustancialmente de manera vertical para ayudar a la transferencia de calor hacia arriba y al enfriamiento hacia abajo a lo largo de las placas 712.

Las placas 712 pueden estar formadas a partir de un material térmico conductor tal como cualquier metal y/o aleación adecuado. Las placas 712 pueden ser relativamente gruesas para ayudar a la transferencia de calor. Las placas 712 pueden ser sustancialmente planas y orientadas sustancialmente de manera vertical en la batería térmica 700.

Las placas 712 pueden ser relativamente gruesas tal como aproximadamente 0.1 - 5 cm de espesor, aproximadamente 0.1 - 2 cm de espesor o aproximadamente 0.1 - 0.5 cm de espesor.

La Figura 8 se relaciona con una batería térmica adicional 800 de acuerdo con la presente invención. La batería térmica 800 comprende un dispositivo de calentamiento eléctrico sustancialmente en forma de L embebido en el intercambiador de calor por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor. Esto se describe a continuación.

En la Figura 8 hay una batería térmica 800 que comprende una caja exterior de batería térmica 801, una capa de aislamiento 802 y un recinto de PCM 803. También hay un intercambiador de calor 804 y un núcleo de intercambiador de calor 820 (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Hay un circuito intercambiador de calor 804a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 804b (circuito intercambiador de calor 2).

La Figura 8 también muestra que hay un PCM 805 ubicado dentro del recinto de PCM 803.

Ubicado en el lado superior del recinto de PCM 803 hay una entrada 806 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 807 (por ejemplo circuito 1), una entrada 808 (por ejemplo circuito 2) y una salida 809 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 810. Como se muestra en la Figura 8 preferiblemente hay tres sensores 810. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 803, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 803 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 803 y PCM 805.

Como se muestra en la Figura 8, el dispositivo de calentamiento eléctrico en forma de L 811 comprende una porción ubicada sustancialmente vertical 811a que se extiende hacia abajo a través del PCM 805. Extendiéndose tangencialmente desde la porción sustancialmente vertical 811a hay tres porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal 811b, 811c, y 811d. Puede haber cualquier número tal como una única o una pluralidad de porciones ubicadas sustancialmente de manera vertical y porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal.

Una porción ubicada sustancialmente de manera horizontal 811b puede extenderse en el cuarto inferior del núcleo de intercambiador de calor 820, la porción ubicada horizontalmente 811c puede extenderse sustancialmente a través de la porción media del núcleo de intercambiador de calor 820 y la tercera porción ubicada horizontalmente 811d puede extenderse a través del cuarto superior del intercambiador de calor 804. Las porciones ubicadas horizontalmente pueden ubicarse en cualquier área adecuada del núcleo de intercambiador de calor 820.

Como se muestra en la Figura 8, en la batería térmica 800 el dispositivo de calentamiento 811 y, en particular, las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal 811b, 811c, 811d están embebidas en el núcleo del intercambiador de calor 814 (por ejemplo el núcleo con aletas de un intercambiador de calor de tubo de aletas). El dispositivo de calentamiento 811 está preferiblemente al menos parcialmente sumergido en el PCM 805.

Se ha encontrado que en la batería térmica 800 es preferible tener un ajuste por interferencia entre el elemento de calentamiento 811 y partes del núcleo de intercambiador de calor 820 tales como las aletas de intercambiador de calor. Sorprendentemente se ha encontrado que esto proporciona una superficie de transferencia de calor aumentada con tiempos de carga mejorados.

También se ha encontrado que los dispositivos de calentamiento en forma de 'L' con las porciones sustancialmente horizontales proporcionan un número de ventajas tales como:

1) Alivio para cualquier expansión del PCM 805 durante su cambio de fase (fusión y congelación); y

2) Una terminación simple de los cables requeridos para la operación de la batería térmica en la parte superior de la batería térmica.

Como se muestra en la Figura 8, las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal 811b, 811c, 811d del dispositivo de calentamiento 811 se colocan a alturas específicas dentro del núcleo de intercambiador de calor 804 (por ejemplo un núcleo con aletas) dependiendo de la huella de baterías térmicas y relación de aspecto para dar un mejor rendimiento con respecto a, carga uniforme, tiempo de carga, extracciones parciales y características de expansión.

Se ha encontrado que el posicionamiento de las porciones ubicadas sustancialmente de manera horizontal 811b, 811c, 811d del dispositivo de calentamiento 811 reduce los siguientes problemas:

d) Presión local excesiva que pueda dañar la caja de celda de batería;

e) Sobrecalentamiento rápido de PCM por encima de sus límites de operación seguros

f) Sobrecalentamiento de dispositivo de calentamiento que da como resultado vida útil reducida o falla.

Se ha encontrado que la batería térmica 800 que se muestra en la Figura 8 es una realización ideal para un calentador de agua híbrido que usa tanto el calor almacenado así como potencia que proporciona el dispositivo de calentamiento para calentar instantáneamente un suministro de agua caliente doméstica.

La Figura 9 representa una batería térmica 900 donde los dispositivos de calentamiento (por ejemplo calentadores tubulares calentados eléctricamente) están embebidos en un núcleo de intercambiador de calor que puede comprender elementos conductores de metal por ejemplo tubos conductores tales como tubos de cobre.

En la batería térmica 900 que se muestra en la Figura 9 hay una caja de batería térmica 901, una capa de aislamiento 902 y un recinto de PCM 903 que contiene PCM 905. También hay un intercambiador de calor 904 y un núcleo de intercambiador de calor 920.

Ubicado en el lado superior del recinto de PCM 903 hay una entrada 906 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 907 (por ejemplo circuito 1), una entrada 908 (por ejemplo circuito 2) y una salida 909 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 910. Como se muestra en la Figura 9 preferiblemente hay tres sensores 910. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 903, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 903 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 903.

En la Figura 9, la batería térmica 900 comprende dispositivos de calentamiento 911 tales como dispositivos de calentamiento eléctricos. En particular, los dispositivos de calentamiento 911 comprenden un dispositivo de calentamiento eléctrico 911a que está ubicado en la porción superior de la batería térmica 900 entre el recinto de PCM 903 y el núcleo de intercambiador de calor 920. En particular, el dispositivo de calentamiento eléctrico 911a puede estar embebido en un colector de la batería térmica 900.

La Figura 9 también muestra que hay dispositivos de calentamiento eléctrico 911b, 911c que están embebidos en un pasaje 915 en el núcleo de intercambiador de calor 920. El pasaje 915 puede extenderse sustancialmente de manera horizontal a través del núcleo de intercambiador de calor 920 y girar en una curva en 'U'.

La Figura 9 también muestra que hay un segundo dispositivo de calentamiento 911c que se extiende sustancialmente de manera horizontal a través del núcleo de intercambiador de calor 920.

La Figura 10 es una vista que muestra el dispositivo de calentamiento 911b ubicado en el pasaje 915. En la Figura 10, se muestra el recinto de PCM 903 y el PCM 905. Ubicado dentro del recinto de PCM 903 y del PCM 905 está el intercambiador de calor 904. El intercambiador de calor 904 puede ser un intercambiador de calor de núcleo con aletas.

La Figura 10 muestra que hay un pasaje 922 que es, por ejemplo, un tubo para el intercambiador de calor 904. Como se muestra en la Figura 10, el pasaje 922 puede extenderse alrededor del pasaje 915 - proporcionando una disposición 'omitida'.

La Figura 10 por lo tanto se relaciona con una realización donde hay un calentador eléctrico embebido en un intercambiador de calor y, en particular, en pasajes (es decir tubos que pueden estar hechos a partir de cobre o cualquier otro material conductor adecuado) que se extienden a través del núcleo de intercambiador de calor.

En la realización mostrada en las Figuras 9 y 10, los dispositivos de calentamiento 911b, 911c están embebidos en el núcleo de intercambiador de calor 904 y de manera preferente y opcional no directamente en el PCM 905. Hay un número de diferentes opciones en las cuales embeber los dispositivos de calentamiento 911b, 911c. Los dispositivos de calentamiento 911b, 911c pueden estar embebidos en un número de formas tales como:

• Como se muestra en la realización en la Figura 9, los dispositivos de calentamiento 911b, 911c y el pasaje 922 pueden proporcionar una entrada que se extiende desde el fluido de trabajo es decir el PCM 905. Los dispositivos de calentamiento 911b, 911c pueden estar embebidos en los colectores de mayor diámetro en las entradas a las cuales que se conectan los capilares más pequeños que alimentan a través del núcleo con aletas de intercambiador de calor. Esto significa que los dispositivos de calentamiento 911b, 911c están dentro del fluido de trabajo y de este modo la carga es uniforme a lo largo de la batería. La operación de los dispositivos

de calentamiento 911b, 911c está vinculada al equipo auxiliar de planta y está gestionado por un controlador de batería térmica.

• La Figura 10 muestra dónde están embebidos un circuito 915 (por ejemplo un tubo de fila omitida) y una porción de un intercambiador de calor tal como un núcleo con aletas de intercambiador de calor (Figura 10). Al omitir filas en el núcleo con aletas de intercambiador de calor, los 'tubos omitidos' pueden ser poblados por varios calentadores en diversas posiciones a lo largo del bloque con aletas. Las ventajas de esto son que las filas omitidas se expanden en el bloque con aletas dando una transferencia de calor superior desde los tubos a las aletas.

En ambas variaciones mostradas en las Figuras 9 y 10 los dispositivos de calentamiento están en contacto directamente con el intercambiador de calor y de este modo se logra una transferencia de calor mejorada y consistente. Adicionalmente, los elementos nunca están en contacto directo con el PCM y de este modo no necesitan ser compatibles con el PCM. Esto lleva a más opciones de calentadores con costes reducidos y fiabilidad y robustez aumentadas. Los elementos de calentador serán accesibles para servicio y mantenimiento sin exposición del personal de servicio al PCM. Se pueden usar elementos de mayor potencia y las condiciones de operación de PCM no son de preocupación debido a la mayor carga de superficie de potencia del calentador.

Las Figuras 11a y 11b representan una batería térmica adicional de acuerdo con la presente invención. En la batería térmica hay un dispositivo de calentamiento que está embebido y/o ubicado en un alojamiento que contiene material que es capaz de transferir y/o difundir el calor de manera eficiente. Por lo tanto el material permite una mejor transferencia de calor desde el dispositivo de calentamiento al núcleo de intercambiador de calor y/o al material de cambio de fase. Esto se explica con más detalle a continuación.

Como se muestra en la Figura 11a, hay una batería térmica 1000 con una caja de batería térmica 1001 y una capa de aislamiento 1002 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1001. También hay un recinto de PCM 1003 y PCM 1005. También hay un intercambiador de calor 1004 y un núcleo de intercambiador de calor 1020.

En la Figura 11a se ubica en el lado superior del recinto de PCM 1003 una entrada 1006 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1007 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1008 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1009 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1010. Como se muestra en la Figura 11a preferiblemente hay tres sensores 810. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1003, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1003 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1003.

Como se muestra en la Figura 11a hay un dispositivo de calentamiento 1011 (por ejemplo un dispositivo de calentamiento eléctrico) ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1003 y debajo del núcleo de intercambiador de calor 1020 (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). Hay un circuito intercambiador de calor 1004a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 1004b (circuito intercambiador de calor 2).

El dispositivo de calentamiento 1011 está ubicado entre dos características escalonadas 1003a, 1003b y se extiende entre estas dos características escalonadas 1003a, 1003b. Las características escalonadas 1003a, 1003b son parte del recinto de PCM 1003.

El dispositivo de calentamiento está contenido dentro de un alojamiento 1030 que puede llenarse con un material/fluido capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera uniforme. El material/fluido puede ser, por ejemplo, cualquier forma de aceite adecuado y/o pasta térmica.

En la Figura 11a, el dispositivo de calentamiento 1011 puede ser, por ejemplo, un dispositivo de calentamiento eléctrico tubular que puede estar ubicado dentro del alojamiento 1030 y rodeado por el material que es capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera eficiente. El alojamiento 1030 por lo tanto puede llenarse con aceite y/o pasta térmica. En comparación con la realización que se encuentra en la Figura 11b, el alojamiento 1030 es sin aletas.

En la disposición mostrada en la Figura 11a, el dispositivo de calentamiento 1011 está por lo tanto embebido en un alojamiento 1030 que está llenado con material térmico capaz de transferir y/o distribuir el calor de manera uniforme. El alojamiento 1030 es preferiblemente integral con el recinto de PCM 1003. El dispositivo de calentamiento 1011 no se interconecta con el PCM 1005.

El alojamiento 1030 puede ya sea ser liso u opcionalmente con aletas para aumentar el área de superficie y la transferencia de calor desde el calentador al material térmico al alojamiento y luego al PCM 1005 pero reduce de manera importante la carga de superficie del dispositivo de calentamiento 1011 llevando a un diseño robusto con intervalos de servicio reducidos. Se ha encontrado que esto es una ventaja técnica significativa y que aumenta la vida útil de la batería térmica 1000.

Utilizar un baño de aceite en el alojamiento 1030 significa que el dispositivo de calentamiento 1011 no necesita tener un ajuste de alta tolerancia dentro del alojamiento 1030 como se requiere por los calentadores de cartucho. A menudo tanto el dispositivo de calentamiento 1011 como alojamiento 1030 pueden preferiblemente mecanizarse/especificarse de manera apropiada para proporcionar la transferencia de calor (a través de un ajuste por interferencia) y pueden ahusarse para permitir que el dispositivo de calentamiento 1011 se retire fácilmente. Esta es de nuevo una ventaja adicional del diseño actual.

El diseño del dispositivo de calentamiento 1011 y alojamiento 1030 que se encuentra en la Figura 11a significa que el dispositivo de calentamiento 1011 es fácilmente removible y accesible por el personal de servicio sin exposición al PCM 1005. El pequeño volumen de material térmico tal como el aceite se reemplaza durante el intervalo de servicio a través de una boquilla de aceite en el alojamiento. La batería térmica 1000 por lo tanto es muy fácil de reparar lo cual es una ventaja técnica adicional.

La Figura 11b representa una realización alternativa donde el alojamiento 1050, es similar al que se encuentra en la Figura 11a, pero en esta realización hay un rango de aletas 1052 que se extienden hacia abajo en la longitud del alojamiento 1050. Las aletas 1052 son simplemente placas alargadas extendidas que funcionan como áreas de disipación de calor para aumentar el área de superficie y por tanto transferir y/o distribuir energía térmica. Hay un dispositivo de calentamiento 1054 que se extiende en y a lo largo de al menos parte o sustancialmente toda la longitud interna del alojamiento 1050.

La Figura 12 representa una batería térmica adicional 1100 de acuerdo con la presente invención. En esta variante el dispositivo de calentamiento está ubicado externamente al recinto de PCM. Internamente hay un bloque conductor y se induce una corriente a través de un calentador de inducción externo. Esto se discute con más detalle a continuación.

La Figura 12 muestra que hay una batería térmica 1100 que comprende una caja de batería térmica 1101 y una capa de aislamiento 1102 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1101. También hay un recinto de PCM 1103 y PCM 1105. También hay un intercambiador de calor 1104 y un núcleo de intercambiador de calor 1120.

En la Figura 12, ubicada en el lado superior del recinto de PCM 1103 hay una entrada 1106 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1107 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1108 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1109 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1110. Como se muestra en la Figura 12 preferiblemente hay tres sensores 1110. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1103, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1103 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1103.

Hay un circuito intercambiador de calor 1104a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 1104b (circuito intercambiador de calor 2).

Como se muestra en la Figura 12 hay un dispositivo de calentamiento 1111 ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1003 y debajo del núcleo de intercambiador de calor 1104 (por ejemplo un núcleo con aletas de intercambiador de calor). En particular, en la batería térmica 1100 mostrada en la Figura 12 el dispositivo de calentamiento 1111 está ubicado externamente fuera del recinto de PCM 1103 y en la parte inferior del recinto de PCM 1103. El dispositivo de calentamiento 1111 por lo tanto está ubicado en medio de la parte inferior del recinto de PCM 1103 y la parte inferior de la caja de batería 1101. En realizaciones particulares, el dispositivo de calentamiento 1111 es un calentador de inducción.

El dispositivo de calentamiento 1111 por lo tanto puede describirse como ubicado externamente del núcleo de intercambiador de calor 1104 y del PCM 1105.

Como se muestra en la Figura 12, ubicada encima o sustancialmente encima del dispositivo de calentamiento 1111 y dentro del recinto de PCM 1103 hay una capa de material conductor 1112 que se extiende a lo largo de la parte inferior o sustancialmente a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM 1103. La función del material conductor 1112 es transferir calor inductivamente desde el dispositivo de calentamiento 1111 que puede ser un calentador inductivo. El material conductor 1112 por lo tanto puede ser en la forma de un bloque de metal y/o aleación conductor de calor dentro del cual se puede inducir una corriente para producir y/o transferir calor.

La Figura 13 representa una batería térmica adicional 1200 de acuerdo con la presente invención. En esta realización, en la batería térmica 1200 hay al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento de cartucho removibles que comprenden un bloque conductor sumergido internamente. Esto se describe con más detalle a continuación.

En la batería térmica 1200 hay una caja de batería térmica 1201 y una capa de aislamiento 1202 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1201. También hay un recinto de PCM 1203 y PCM 1205. También hay un intercambiador de calor 1204 y un núcleo de intercambiador de calor 1220.

En la Figura 13, ubicada en el lado superior del recinto de PCM 1203 hay una entrada 1206 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1207 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1208 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1209 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1210. Como se muestra en la Figura 13 preferiblemente hay tres sensores 1210. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1203, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1203 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1203.

Hay un circuito intercambiador de calor 1204a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 1204b (circuito intercambiador de calor 2).

Como se muestra en la Figura 13 hay un bloque 1212 de material que se extiende a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM 1203 y se ubica debajo del núcleo de intercambiador de calor 1220 y el PCM 1205. El bloque 1212 puede extenderse completa o sustancialmente o al menos parcialmente a lo largo desde un lado del recinto de PCM 1203 hasta el otro lado. El bloque 1212 está compuesto de material conductor tal como cualquier metal y/o aleación adecuado. El bloque 1212 por lo tanto está destinado a transferir calor de manera eficiente desde dentro de la parte inferior del recinto de PCM 1203 donde se ubican los dispositivos de calentamiento.

Internamente embebido dentro del bloque 1212 hay al menos uno o una serie de dispositivos de calentamiento de cartucho 1211 que pueden ser removibles. En la Figura 13, se muestran tres dispositivos de calentamiento de cartucho 1211 pero puede haber cualquier número adecuado. Los dispositivos de calentamiento de cartucho 1211 se extienden sustancialmente de manera horizontal a lo largo del bloque 1212.

Los dispositivos de calentamiento de cartucho 1211 por lo tanto están ubicados internamente dentro del recinto de PCM 1203. Los dispositivos de calentamiento de cartucho 1213 por lo tanto pueden comprender un bloque de metal y/o aleación conductor de calor que es capaz de transferir calor de manera eficiente.

En la realización mostrada en la Figura 13, hay por lo tanto un bloque 1212 que funciona como una fuente de calor embebida en la parte inferior de y dentro del recinto de PCM 1213. El bloque 1212 tiene una gran área de superficie en comparación con los dispositivos de calentamiento de cartucho embebidos 1213.

Una ventaja técnica de los dispositivos de calentamiento de cartucho 1211 es que estos son accesibles externamente y de este modo fácilmente removibles ya que no están en contacto con el PCM 1205. La realización mostrada en la Figura 13 y la batería térmica 1200 por lo tanto se pueden reparar muy fácilmente.

Esta variante usa un bloque calentador embebido en la parte inferior del recinto de PCM. Este bloque tiene una gran área de superficie en comparación con los calentadores de cartucho embebidos. Los calentadores son accesibles externamente y de este modo removibles y no están en contacto con el PCM.

La Figura 14 representa una batería térmica adicional 1300 de acuerdo con la presente invención. En esta realización, en la batería térmica 1300 hay al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento de cartucho removibles que comprenden un bloque conductor sumergido internamente y también un agitador impulsor que mezcla el PCM 1315 y ayuda a la transferencia de calor a través de convección forzada. La adición del agitador impulsor por lo tanto proporciona las siguientes ventajas técnicas:

- Ayudar a la transferencia de calor a través de convección forzada
- Agitar y mezclar el PCM 1305 y sus componentes constituyentes

La batería 1300 que se muestra en la Figura 14 se describe con más detalle a continuación.

La batería 1300 comprende una caja de batería térmica 1301 y una capa de aislamiento 1302 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1301. También hay un recinto de PCM 1303 y PCM 1305. También hay un intercambiador de calor 1304 y un núcleo de intercambiador de calor 1320.

En la Figura 14, ubicada en el lado superior del recinto de PCM 1303 hay una entrada 1306 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1307 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1308 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1309 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1310. Como se muestra en la Figura 14 preferiblemente hay tres sensores 1310. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1303, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1303 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1303.

Hay un circuito intercambiador de calor 1304a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 1304b (circuito intercambiador de calor 2).

Como se muestra en la Figura 14 hay un bloque 1312 de material que se extiende a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM 1303 y se ubica debajo del núcleo de intercambiador de calor 1320 y el PCM 1305. El bloque 1312 puede extenderse completa o sustancialmente o al menos parcialmente a lo largo desde un lado del recinto de PCM 1303 hasta el otro lado. El bloque 1312 está compuesto de material conductor tal como cualquier metal y/o aleación adecuado. El bloque 1312 por lo tanto está destinado a transferir calor de manera eficiente desde dentro de la parte inferior del recinto de PCM 1303.

Internamente embebido dentro del bloque 1312 hay al menos uno o una serie de dispositivos de calentamiento de cartucho 1311 que pueden ser removibles. En la Figura 14, se muestran tres dispositivos de calentamiento de cartucho 1311 pero puede haber cualquier número adecuado.

Los dispositivos de calentamiento de cartucho 1311 por lo tanto están ubicados internamente dentro del recinto de PCM 1303. Los dispositivos de calentamiento de cartucho 1311 por lo tanto pueden comprender un bloque de metal y/o aleación conductor de calor que es capaz de transferir calor de manera eficiente.

En la realización mostrada en la Figura 14, hay por lo tanto un bloque 1312 que funciona como una fuente de calor embebida en la parte inferior y dentro del recinto de PCM 1303. El bloque 1312 tiene una gran área de superficie en comparación con los dispositivos de calentamiento de cartucho embebidos 1311.

Además, la batería térmica 1300 comprende un mezclador 1315 que puede ser cualquier forma de dispositivo de agitación tal como un agitador giratorio. El mezclador 1315 puede, por ejemplo, estar ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM 1303 y puede usarse para mezclar el PCM 1305 para mejorar la eficiencia de la batería térmica 1300 y transferencia de calor.

La Figura 15a representa una realización adicional de la presente invención donde se muestra una batería térmica 1400. En la batería térmica 1400 hay dispositivos de calentamiento que se extienden sustancialmente de manera vertical dentro del recinto de PCM. Los dispositivos de calentamiento pueden ser en la forma de redes de elementos calentadores. Esto se describe con más detalle a continuación.

La batería 1400 comprende una caja de batería térmica 1401 y una capa de aislamiento 1402 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1401. También hay un recinto de PCM 1403 y PCM 1405. También hay un intercambiador de calor 1404 y un núcleo de intercambiador de calor 1420.

En la Figura 15a, ubicada en el lado superior del recinto de PCM 1403 hay una entrada 1406 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1407 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1408 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1409 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1410. Como se muestra en la Figura 15a preferiblemente hay tres sensores 1410. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1403, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1403 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1403.

Como se muestra en la Figura 15a hay una serie de dispositivos de calentamiento 1411 que se extienden sustancialmente de manera vertical dentro del recinto de PCM 1403. Puede haber cualquier número de dispositivos de calentamiento 1411 tales como un único dispositivo de calentamiento o una pluralidad de dispositivos de calentamiento. La realización mostrada en la Figura 15a que es solo un ejemplo particular muestra seis dispositivos de calentamiento 1411 ubicados sustancialmente de manera vertical dentro del recinto de PCM 1403.

La Figura 15b es una vista en sección transversal ampliada del dispositivo de calentamiento 1411. La Figura 15b muestra que el dispositivo de calentamiento 1411 comprende una red de dispositivo de calentamiento 1420 en un patrón similar a rejilla. Dentro de las secciones de rejilla hay secciones tubulares 1422 que proporcionan una transferencia de calor eficiente.

Las secciones tubulares 1422 pueden ser tubos de cobre. El dispositivo de calentamiento 1411 es en la forma de una aleta 1430.

En la disposición mostrada en las Figuras 15a y 15b y durante la fabricación del intercambiador de calor 1404 las aletas normales se reemplazan con una 'aleta calentada' es decir el dispositivo de calentamiento 1411. Las posiciones de los dispositivos de calentamiento 1411 están, por ejemplo, determinadas por la relación de aspecto y altura de la batería térmica 1400 y el dispositivo de calentamiento 1411 usado se puede elegir para dar la entrada de potencia deseada dependiendo de qué energía térmica se requiera. Las aletas calentadas en la forma de los dispositivos de calentamiento 1411 son, en realizaciones particulares, una parte integral del intercambiador de calor 1404 y de este modo no serían removibles. Sin embargo, hay la posibilidad de colocar un número de aletas calentadas extra es decir dispositivos de calentamiento 1411 más de los requeridos para la redundancia para garantizar la robustez de la batería térmica.

Debido a la alta área de superficie calentada de este diseño la densidad de potencia de cada aleta calentada (es decir dispositivos de calentamiento 1411) sería muy baja y mejoraría la robustez y longevidad del sistema.

La densidad de la red de elementos calentadores tal como se muestra en la Figura 15b de arriba a abajo de una aleta calentada también se puede variar para optimizar las capacidades de carga y descarga para adaptarse a la aplicación.

En la batería térmica 1400 mostrada en las Figuras 15a y 15b, los dispositivos de calentamiento 1411 pueden usarse por lo tanto para reemplazar las aletas habituales que se encuentran en los intercambiadores de calor. En realizaciones particulares, se pueden usar calentadores de coeficiente de temperatura positivo (PTC) que pueden deslizarse sobre tubos de transferencia de calor tales como tubos de cobre que reemplazan las aletas estándar que se encuentran en los intercambiadores de calor.

La Figura 16a representa una realización adicional de la presente invención donde se muestra una batería térmica 1500. En la realización mostrada en la batería térmica 1500 hay dispositivos de calentamiento en la forma de calentadores verticales de baja potencia orientados sustancialmente de manera vertical en la forma de, por ejemplo, tubos de calor o varillas de conducción para ayudar a la circulación de PCM. Se ha encontrado que esto crea una acción de bombeo para el material PCM dentro de la batería térmica.

Se ha encontrado que la disposición mostrada en la Figura 15a tiene un número de ventajas técnicas tales como:

1) Aumentar la transferencia de calor desde la base de la batería térmica hasta el núcleo optimizando los tiempos de carga; y

2) Crear trayectorias para que el PCM derretido recorra, aliviando cualquier acumulación de presión causada por el cambio de fase y expandiendo PCM.

En la batería térmica 1500 hay una caja de batería térmica 1501 y una capa de aislamiento 1502 ubicada dentro de la caja de batería térmica 1501. También hay un recinto de PCM 1503 y PCM 1505. También hay un intercambiador de calor 1504 y un núcleo de intercambiador de calor 1520.

En la Figura 16a ubicada en el lado superior del recinto de PCM 1503 hay una entrada 1506 (por ejemplo circuito de entrada 1), una salida 1507 (por ejemplo circuito 1), una entrada 1508 (por ejemplo circuito 2) y una salida 1509 (por ejemplo circuito 2).

También hay sensores 1510. Como se muestra en la Figura 16a preferiblemente hay tres sensores 1510. El primer sensor está ubicado hacia el extremo superior del recinto de PCM 1503, un sensor adicional ubicado aproximadamente en el medio del recinto de PCM 1503 y un sensor adicional está ubicado hacia el extremo inferior del recinto de PCM 1503.

Hay un circuito intercambiador de calor 1504a (circuito intercambiador de calor 1) y un circuito intercambiador de calor 1504b (circuito intercambiador de calor 2).

Como se muestra en la Figura 16a hay un dispositivo de calentamiento 1511 ubicado hacia la parte inferior del recinto de PCM 1503. El dispositivo de calentamiento 1511 se extiende sustancialmente a través de la parte inferior del intercambiador de calor 1504.

La Figura 16a también muestra que hay una pluralidad de calentadores verticales de baja potencia orientados sustancialmente de manera vertical 1512. Los calentadores verticales 1512 pueden ser en la forma de dispositivos de calentamiento de baja potencia o alternativamente tubos de calor. Puede haber cualquier número adecuado de calentadores verticales 1512.

En la realización mostrada en la batería térmica 1500 hay cuatro calentadores sustanciales orientados verticalmente 1512 que se extienden desde la superficie superior del recinto de PCM 1503 a través del PCM 1505 y en el intercambiador de calor 1504.

La Figura 16b muestra una vista ampliada en sección transversal de diferentes tipos de calentadores verticales que se pueden usar. En el lado izquierdo de la Figura 16b está un dispositivo de calentamiento de baja potencia 1530. En el lado derecho de la Figura 16b se muestra un tubo de calor 1540. La Figura 16b muestra que el calor recorre hacia arriba por el calentador vertical y el enfriamiento fluye hacia abajo a través del calentador vertical.

La Figura 17 representa una sección transversal de un diseño de aletas con rejilla generalmente designado 1600 de acuerdo con la presente invención. El diseño de aletas con rejilla 1600 comprende una serie de tubos 1601 (por ejemplo tubos de cobre) que pueden usarse para transferir calor. Dentro y alrededor de los tubos 1601 fluye material PCM. El flujo de material PCM se muestra mediante el número de referencia 1603. Como se muestra en la Figura 17, el flujo del material PCM se puede dirigir usando las rejillas 1602a en las aletas 1602. Las aletas 1602 comprenden por lo tanto una rejilla que puede en efecto abrirse completamente de tal

manera que esté completamente plana o conmutarse a una forma angular de tal manera que pueda usarse para dirigir el flujo de material PCM. El diseño de aleta con rejilla 600 se puede incorporar en cualquiera de las realizaciones y baterías térmicas descritas anteriormente.

Aunque se han descrito anteriormente realizaciones específicas de la invención, se apreciará que las desviaciones de las realizaciones descritas aún pueden caer dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, se puede usar cualquier tipo adecuado de recinto de PCM para la batería térmica. Además, se puede usar cualquier forma de material PCM y mecanismo de control electrónico adecuado. Además, los dispositivos de calentamiento pueden ser cualquier forma adecuada tales como calentados eléctricamente o cualquier otra forma de sistemas de calentamiento como se prevé dentro del alcance de la presente invención. Además, se puede usar cualquier forma de intercambiador de calor en las baterías térmicas descritas en la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) que comprende:

un recinto de PCM (603) capaz de contener PCM;

PCM ubicado en el recinto de PCM (603);

un intercambiador de calor (604) ubicado internamente dentro de la batería térmica con PCM (600) y ubicado dentro del recinto de PCM (603) y PCM;

un sistema de control electrónico para controlar la batería térmica con PCM (600);

al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) ubicados en la batería térmica con PCM (600);

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) son capaces de calentar y/o cargar el PCM;

una pluralidad de sensores (610) ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el recinto de PCM de la batería térmica con PCM (600) capaces de monitorizar las características físicas y/o temperatura del PCM y otras partes de la batería térmica (600);

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) están ubicados dentro del recinto de PCM (603) y por lo tanto en contacto directo y sumergidos en el PCM;

al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos insertados sustancialmente de manera vertical en la batería térmica y que están sumergidos o parcialmente sumergidos en el PCM;

el al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos están insertados sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor (604) y se extienden en el PCM; y

en donde el sistema de control electrónico controla las características físicas y/o temperatura del PCM aplicando calor directamente al PCM a través del al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento (611).

2. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay dispositivos de calentamiento (611) ubicados en diferentes niveles verticales dentro del recinto de PCM (603).

3. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay una carcasa exterior (601) para la totalidad de la batería térmica con PCM (600) y una capa de aislamiento (602) que se extiende alrededor del recinto de PCM (603).

4. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la batería térmica con PCM (600) es una batería térmica de doble puerto.

5. Una batería térmica (600) con material de cambio de fase (PCM) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el intercambiador de calor (604) comprende aletas.

6. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el sistema de control electrónico comprende un circuito de baja potencia (LPC) y un circuito de alta potencia (HPC) que se usan para proporcionar una conexión eléctrica para la batería térmica con PCM (600).

7. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el sistema de control electrónico comprende una entrada de HPC (608) y una salida de HPC (609).

8. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay un controlador de batería junto con una señal de estado de carga de batería y una señal de control de carga de batería.

9. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay un termostato de corte de seguridad por sobrecalentamiento S0 y un rango de sensores de temperatura (610) distribuidos a lo largo de diferentes ubicaciones verticales de la batería térmica (600) para obtener una temperatura a través de todo el medio de trabajo y el PCM y/o intercambiador de calor (604).

10. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el dispositivo de calentamiento (611) está ubicado en la mitad superior del recinto de PCM (603) y sumergido en el PCM.

11. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el sistema de control electrónico comprende un controlador de batería que permite que se controle y/o encienda y/o apague completamente el dispositivo de calentamiento (611) cuando se requiera y en donde la cantidad de potencia y/o calentamiento que se suministra por el dispositivo de calentamiento (611) también se controla dependiendo de la medición de sensores (610) ubicados en el recinto de PCM (603) y PCM.

12. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay una pluralidad de dispositivos de calentamiento eléctrico (611) ubicados a diferentes alturas dentro del recinto de PCM (603) y/o PCM.

13. Una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde hay al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) ubicados hacia el extremo inferior de un intercambiador de calor (604) y los dispositivos de calentamiento (611) están ubicados sustancialmente de manera horizontal hacia y a lo largo de la parte inferior del recinto de PCM (603).

14. Un método para aplicar energía térmica a una batería térmica con material de cambio de fase (PCM) (600) que comprende:

proporcionar un recinto de PCM (603) capaz de contener PCM;

proporcionando PCM ubicado en el recinto (603);

proporcionar un intercambiador de calor (604) ubicado internamente dentro de la batería térmica con PCM (600) y ubicado dentro del recinto de PCM (603) y PCM;

proporcionar un sistema de control electrónico para controlar la batería térmica con PCM (600);

proporcionar al menos uno o una pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) ubicados en el recinto de PCM (603) y sumergidos en el PCM;

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) son capaces de calentar y/o cargar el PCM;

proporcionar una pluralidad de sensores (610) ubicados en diferentes ubicaciones verticales en el recinto de PCM de la batería térmica con PCM (600) capaces de monitorizar las características físicas y/o temperatura del PCM y otras partes de la batería térmica (600);

en donde el al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento (611) están ubicados dentro del recinto de PCM (603) y por lo tanto en contacto directo y sumergidos en el PCM;

al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos insertados sustancialmente de manera vertical en la batería térmica y que están sumergidos o parcialmente sumergidos en el PCM;

el al menos uno o una pluralidad de conductores térmicos están insertados sustancialmente de manera vertical en el intercambiador de calor (604) y se extienden en el PCM; y

en donde el sistema de control electrónico controla las características físicas y/o temperatura del PCM aplicando calor a través del al menos uno o pluralidad de dispositivos de calentamiento.

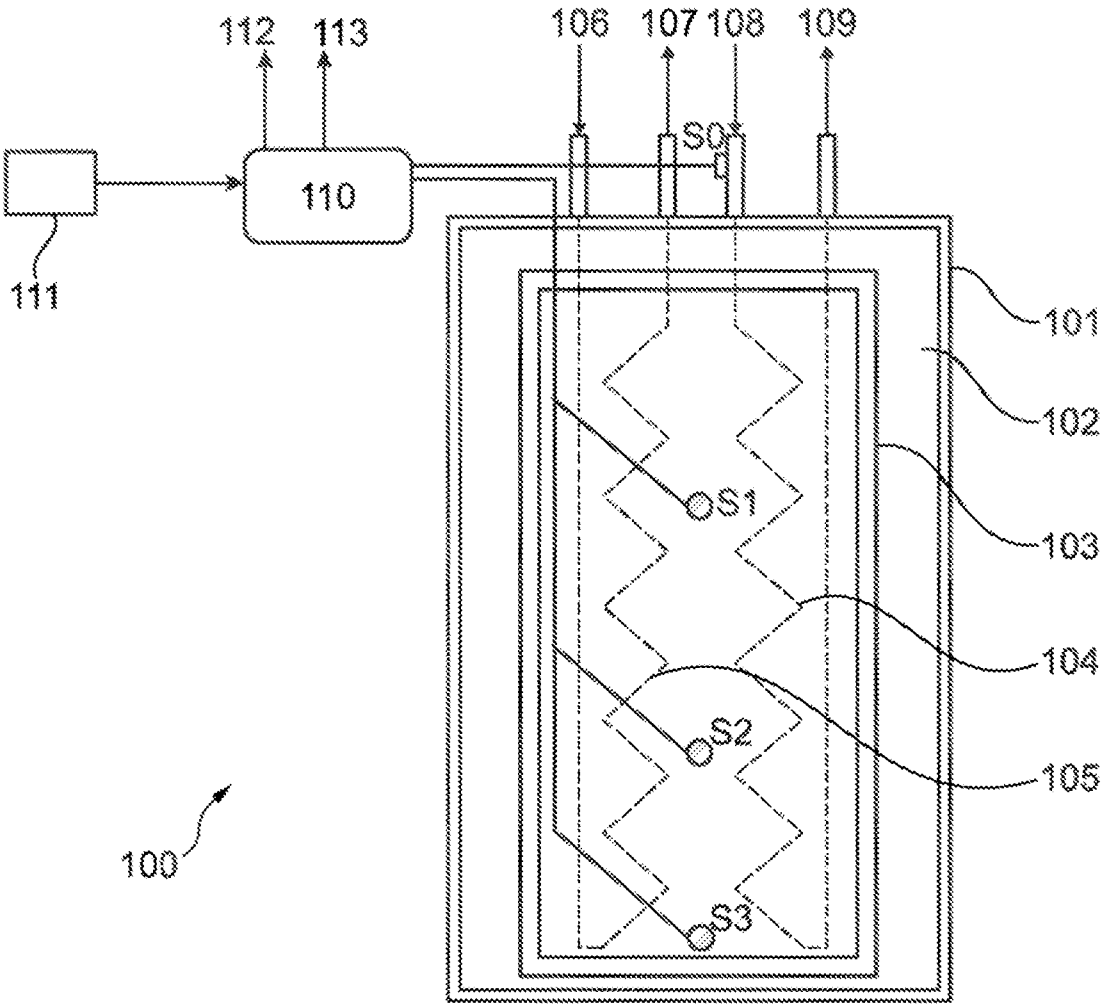

112
113
106
107
108
109
110
111
S0
S1
S2
S3
101
102
103
104
105
100

Fig. 1

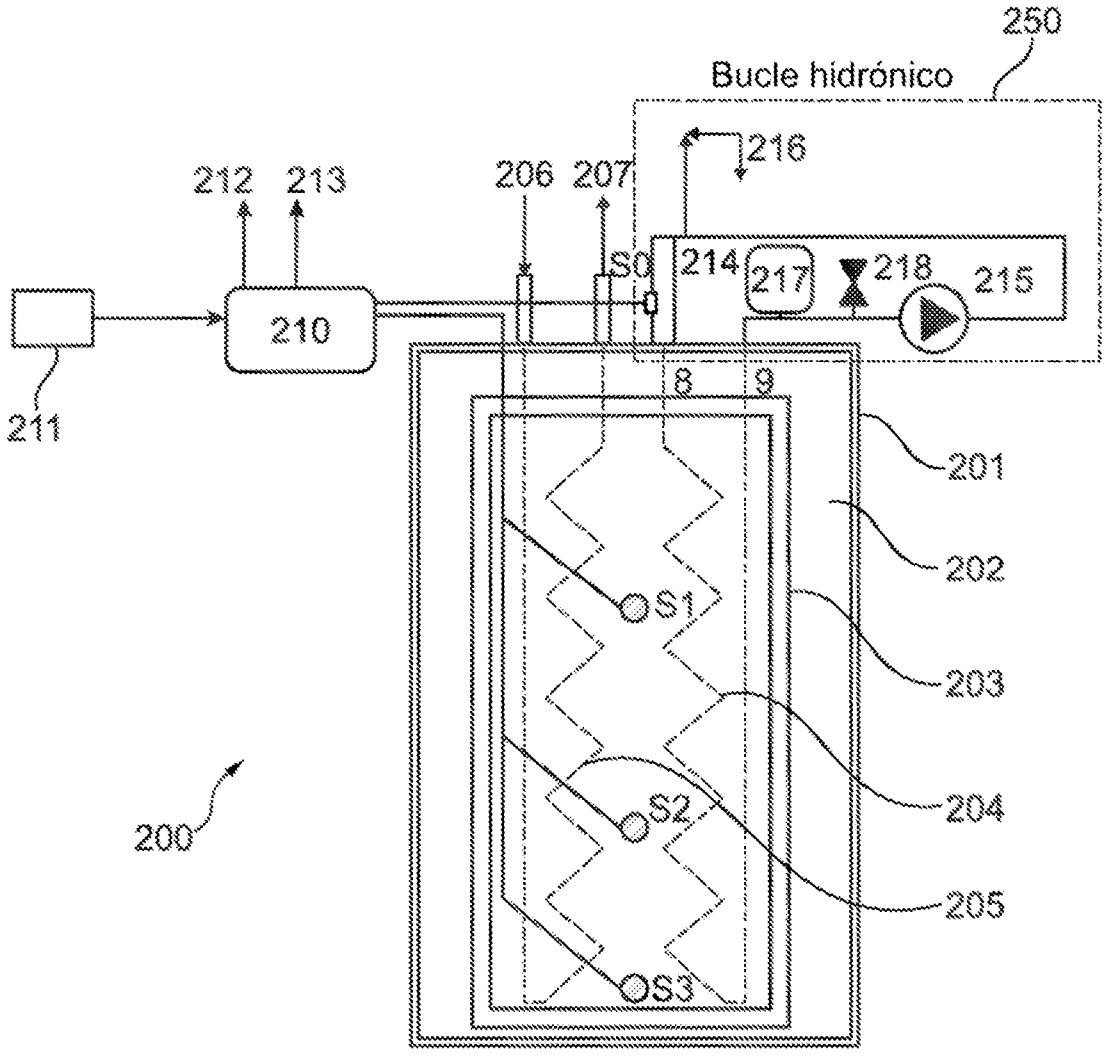

250
Bucle hidrónico
216
212
213
206
207
S0
214
217
218
215
210
211
8
9
201
202
S1
203
204
S2
205
S3
200

Fig. 2

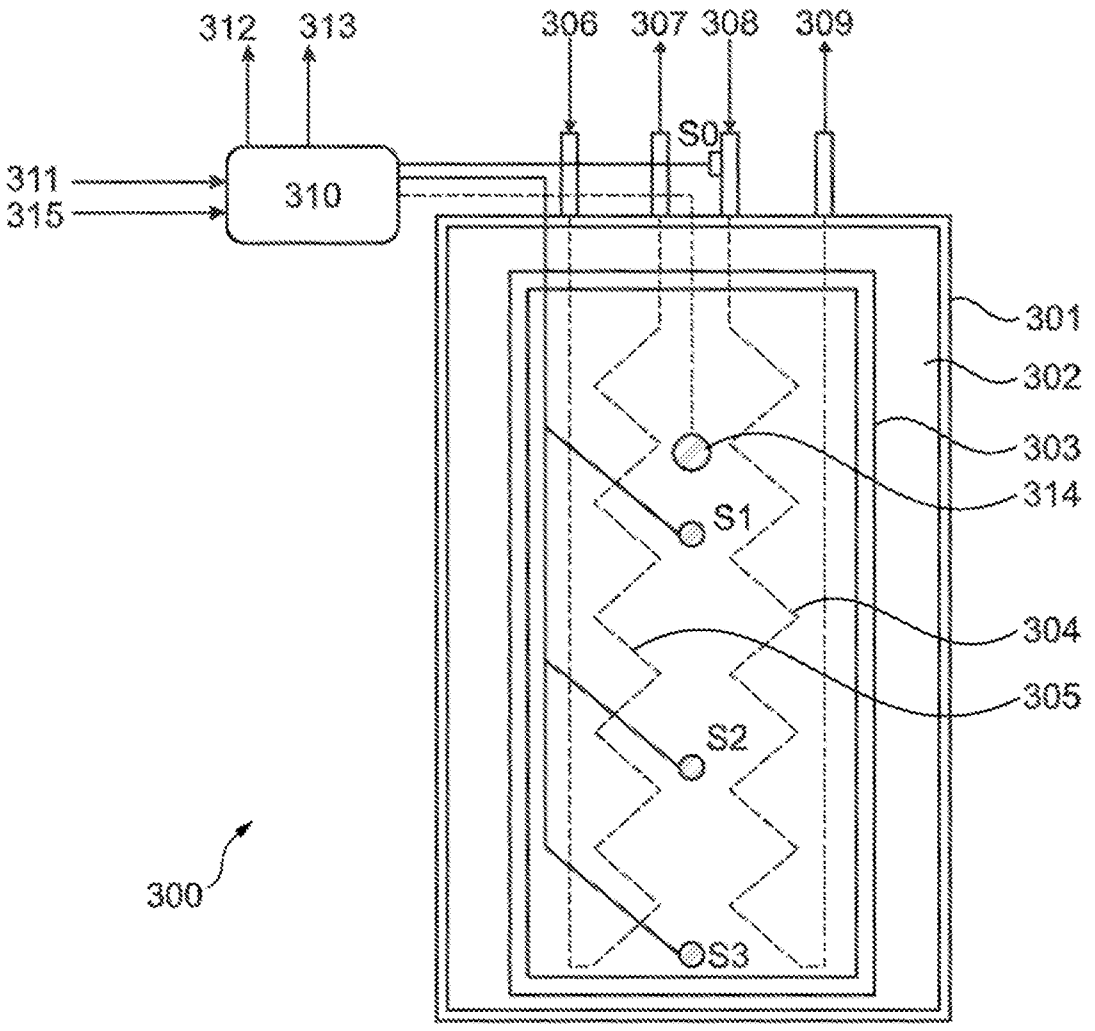

312
313
306
307
308
309
S0
311
315
310
301
302
303
314
S1
304
305
S2
300
S3

Fig. 3

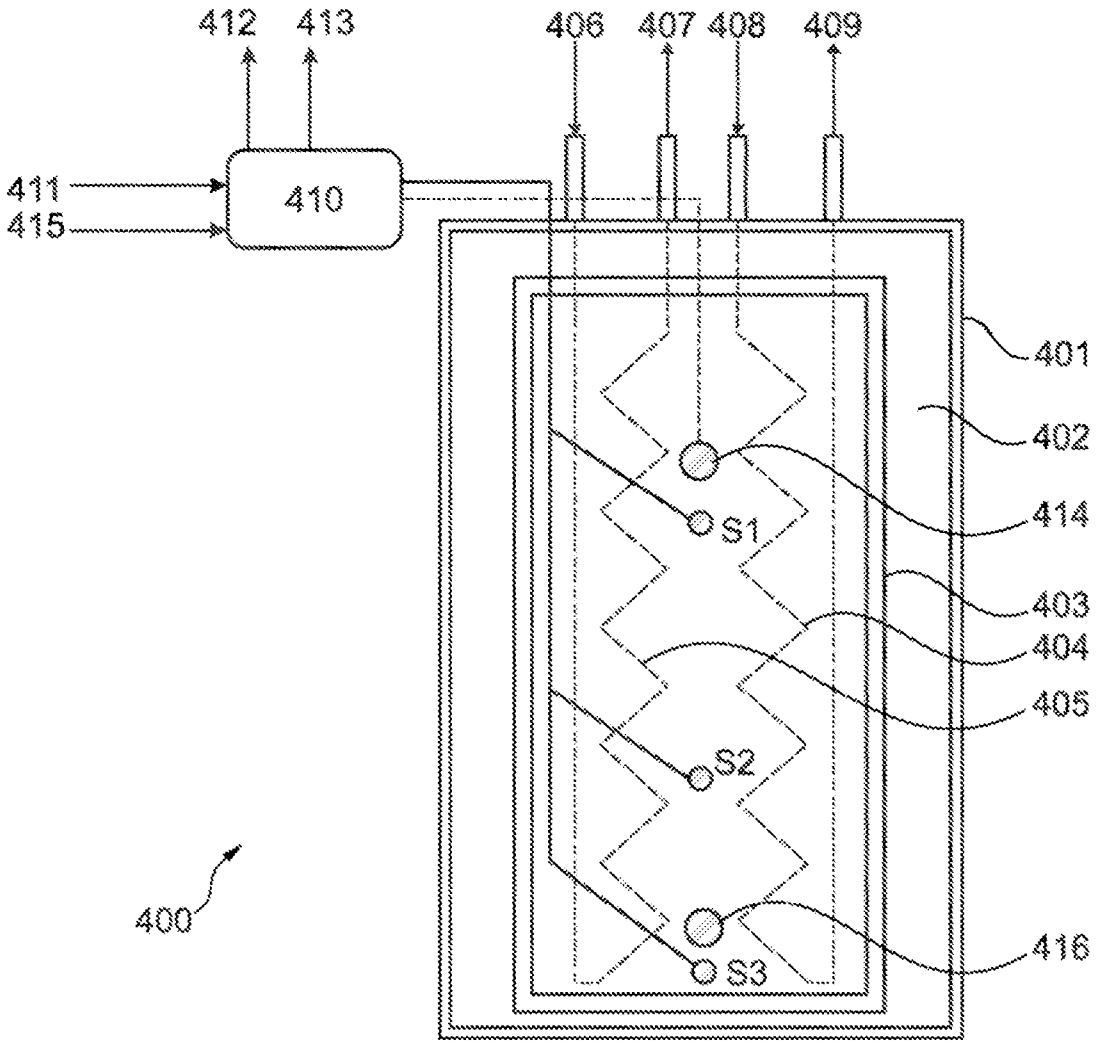

412
413
406
407
408
409
411
415
410
401
402
414
S1
403
404
405
S2
400
416
S3

Fig. 4

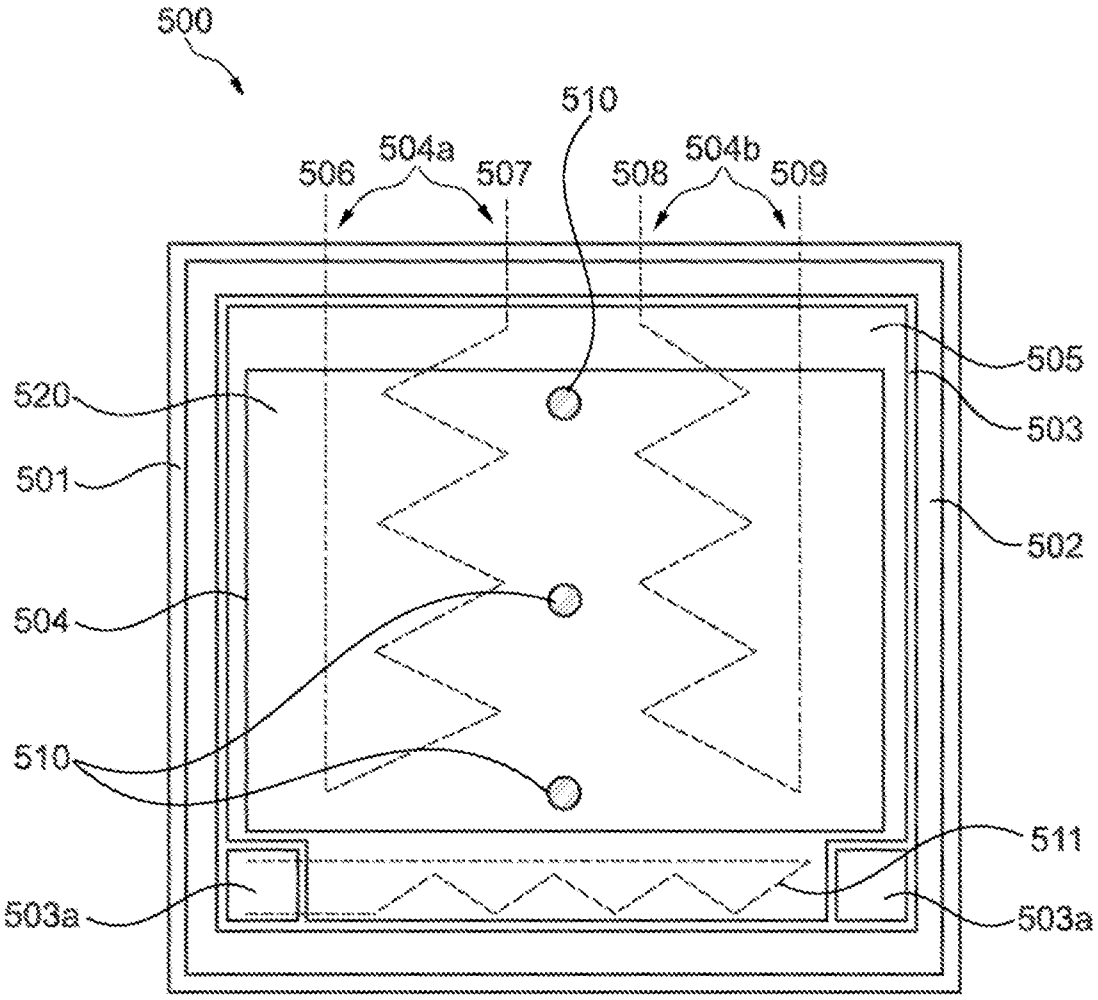

500
510
506
504a
507
508
504b
509
505
520
503
501
502
504
510
511
503a
503a

Fig. 5

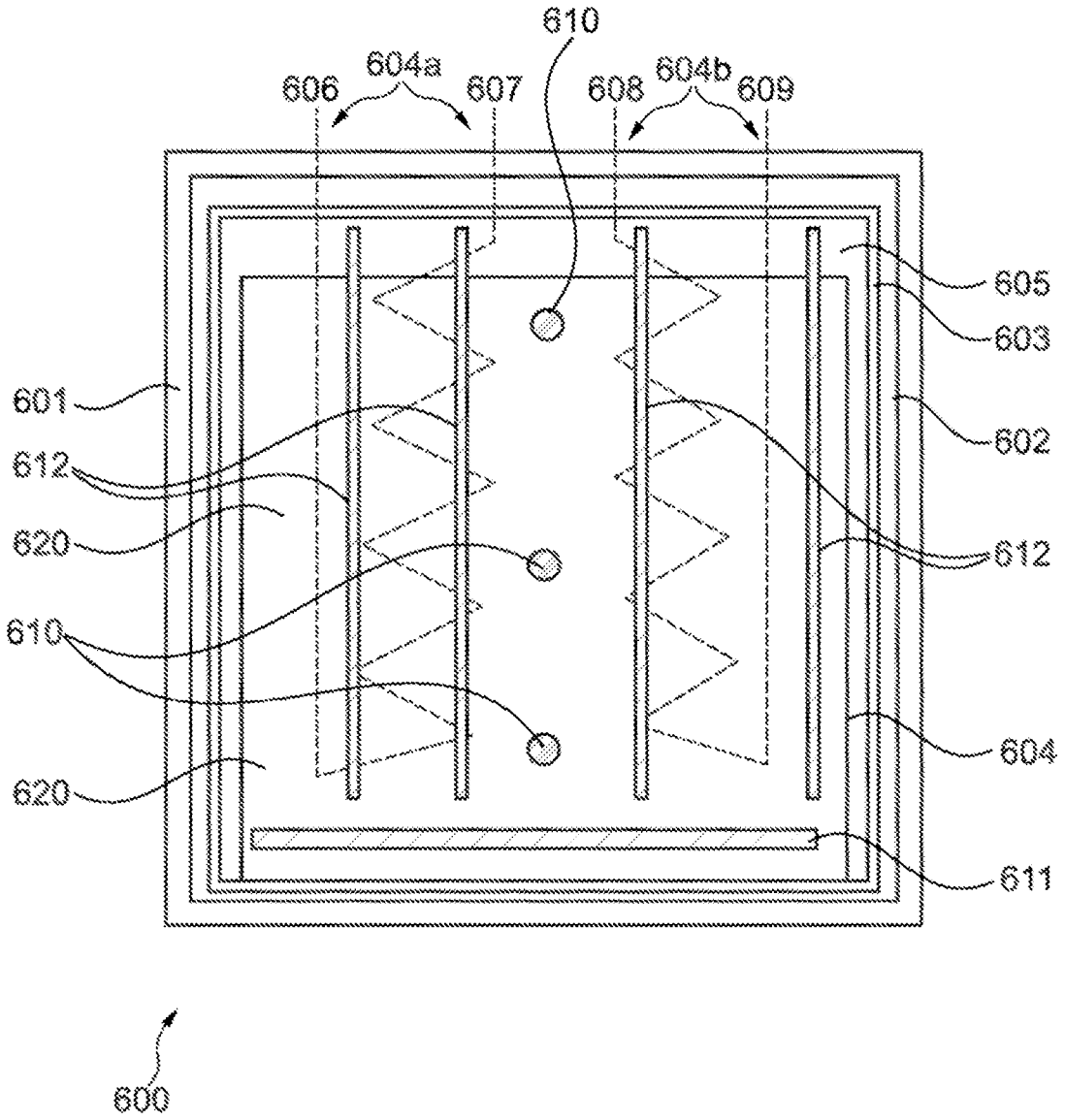

610
606
604a
607
608
604b
609
605
603
601
602
612
620
612
610
604
620
611
600

Fig. 6a

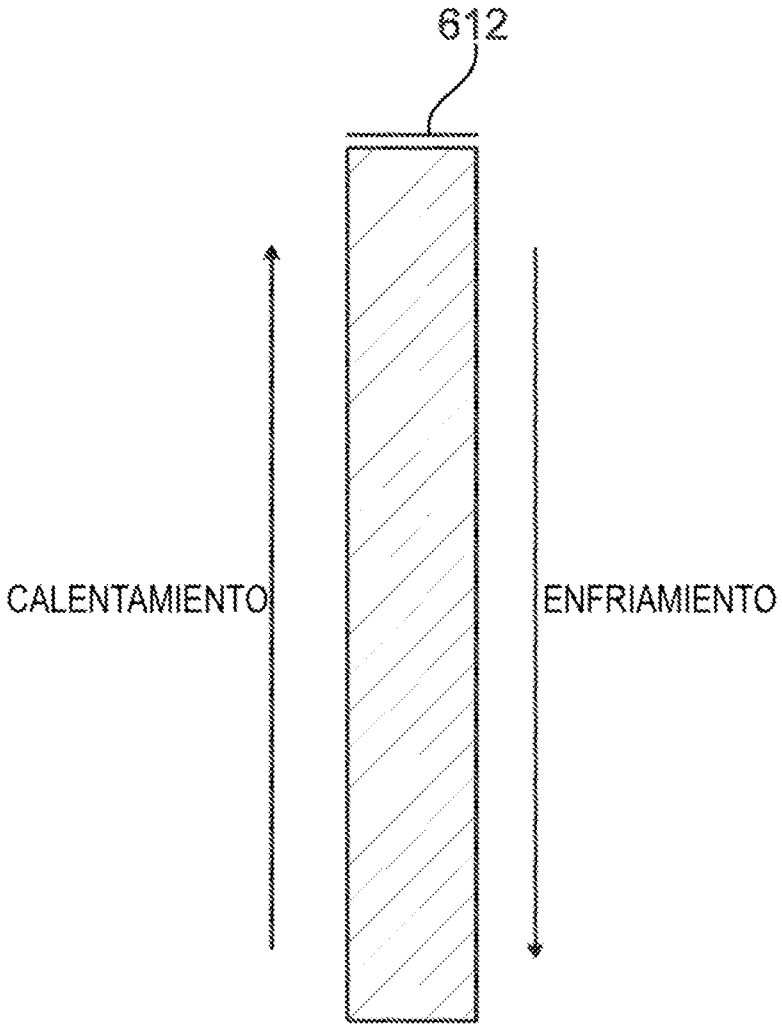


Fig. 6b

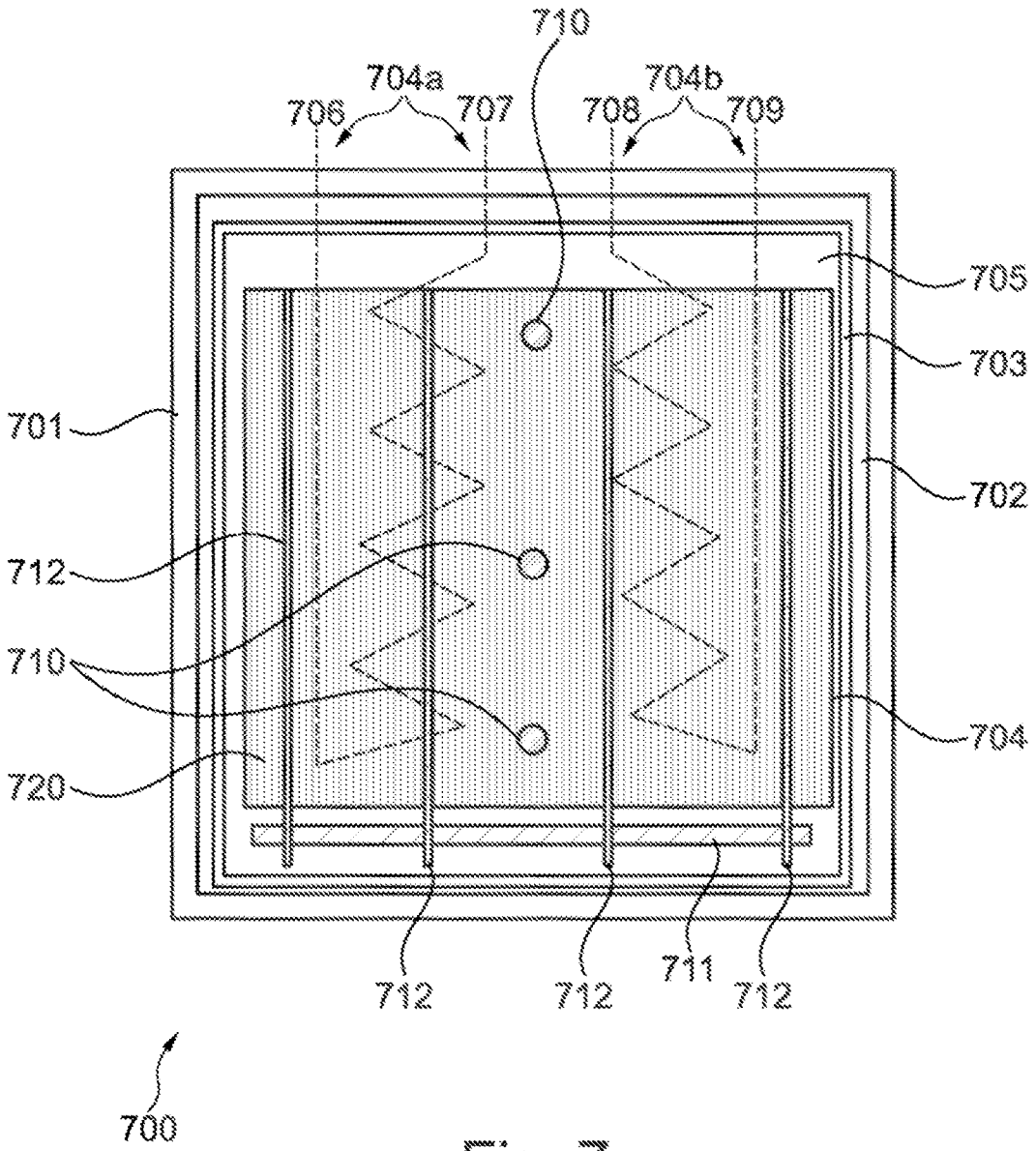

710
704a
704b
706
707
708
709
705
703
701
702
712
710
704
720
712
712
711
712
700

Fig. 7

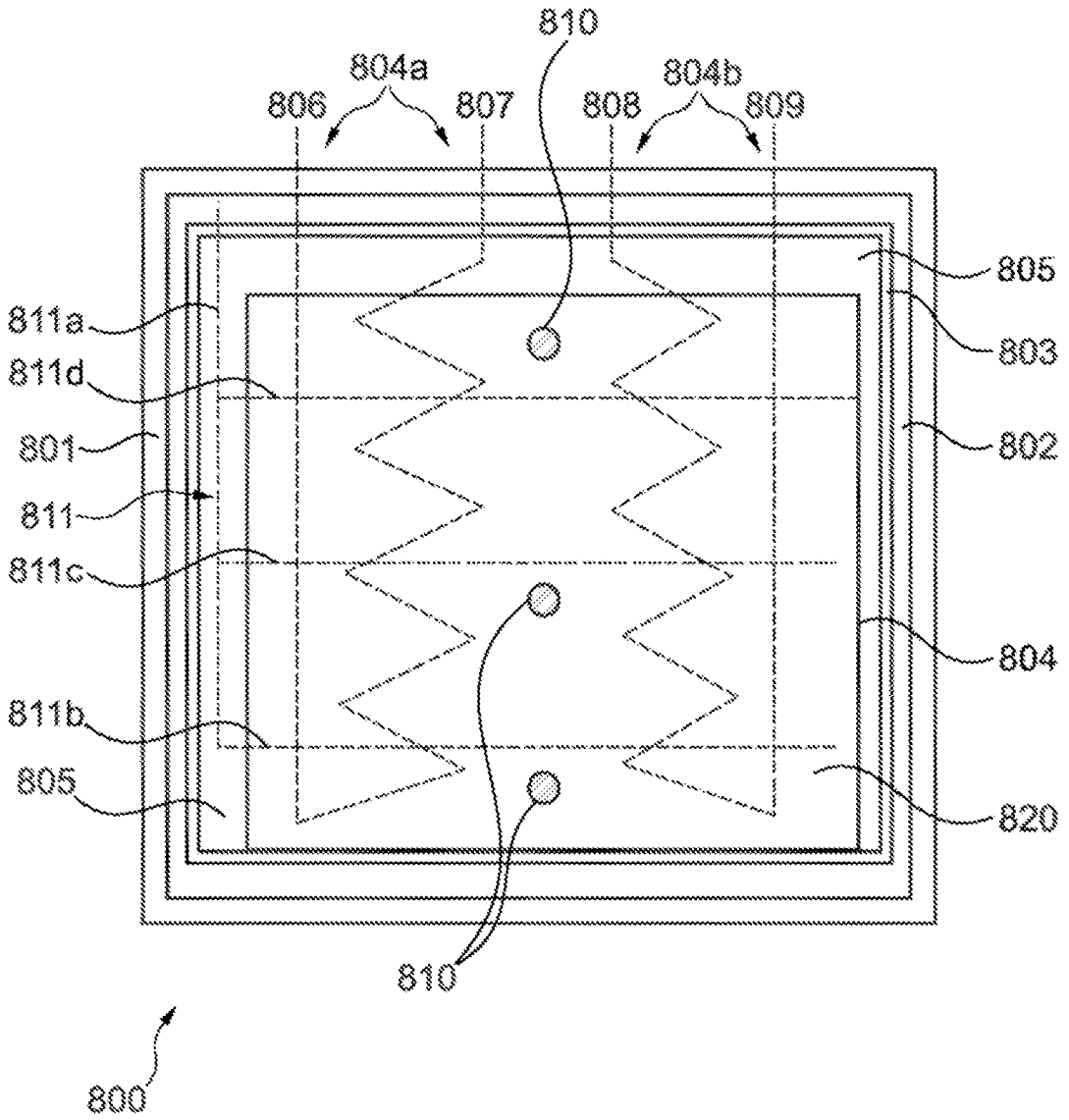

810
804a
806
807
808
804b
809
805
811a
803
811d
802
801
811
811c
804
811b
805
820
810
800

Fig. 8

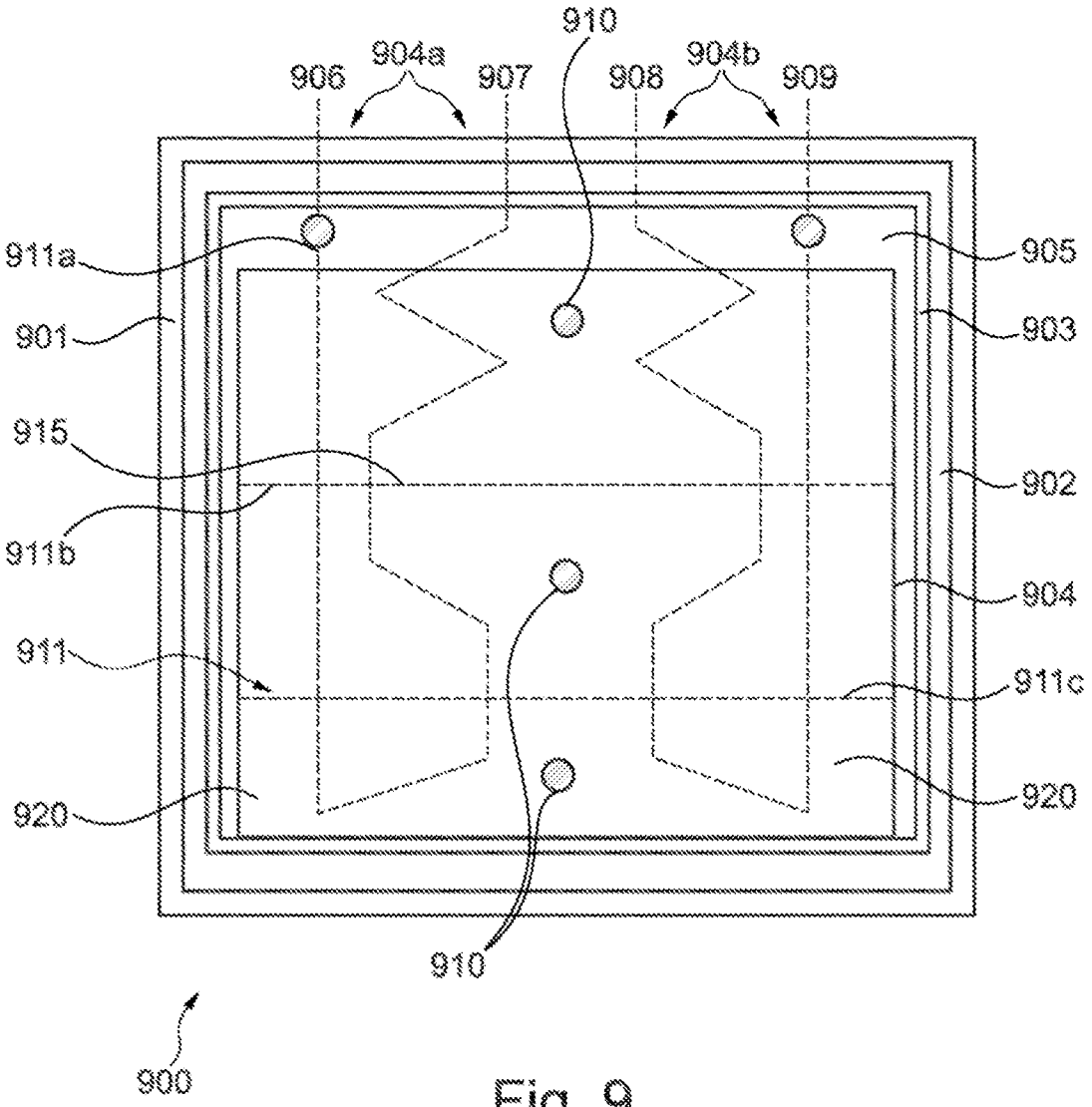

910
906
904a
907
908
904b
909
911a
905
901
903
915
902
911b
904
911
911c
920
920
910
900

Fig. 9

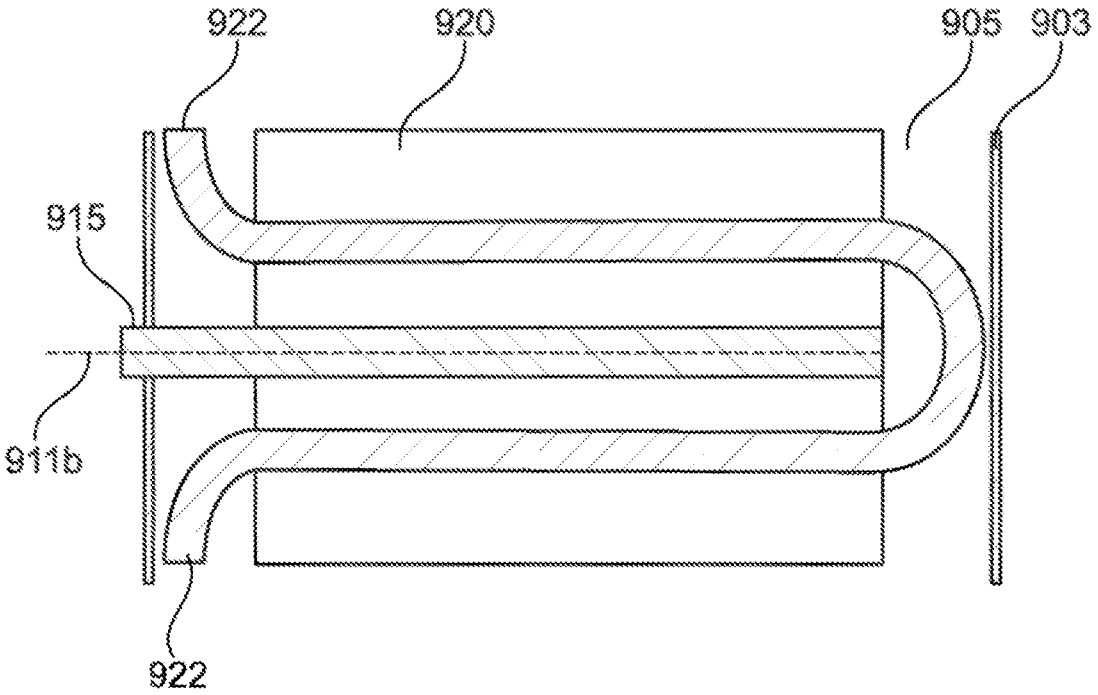


Fig. 10

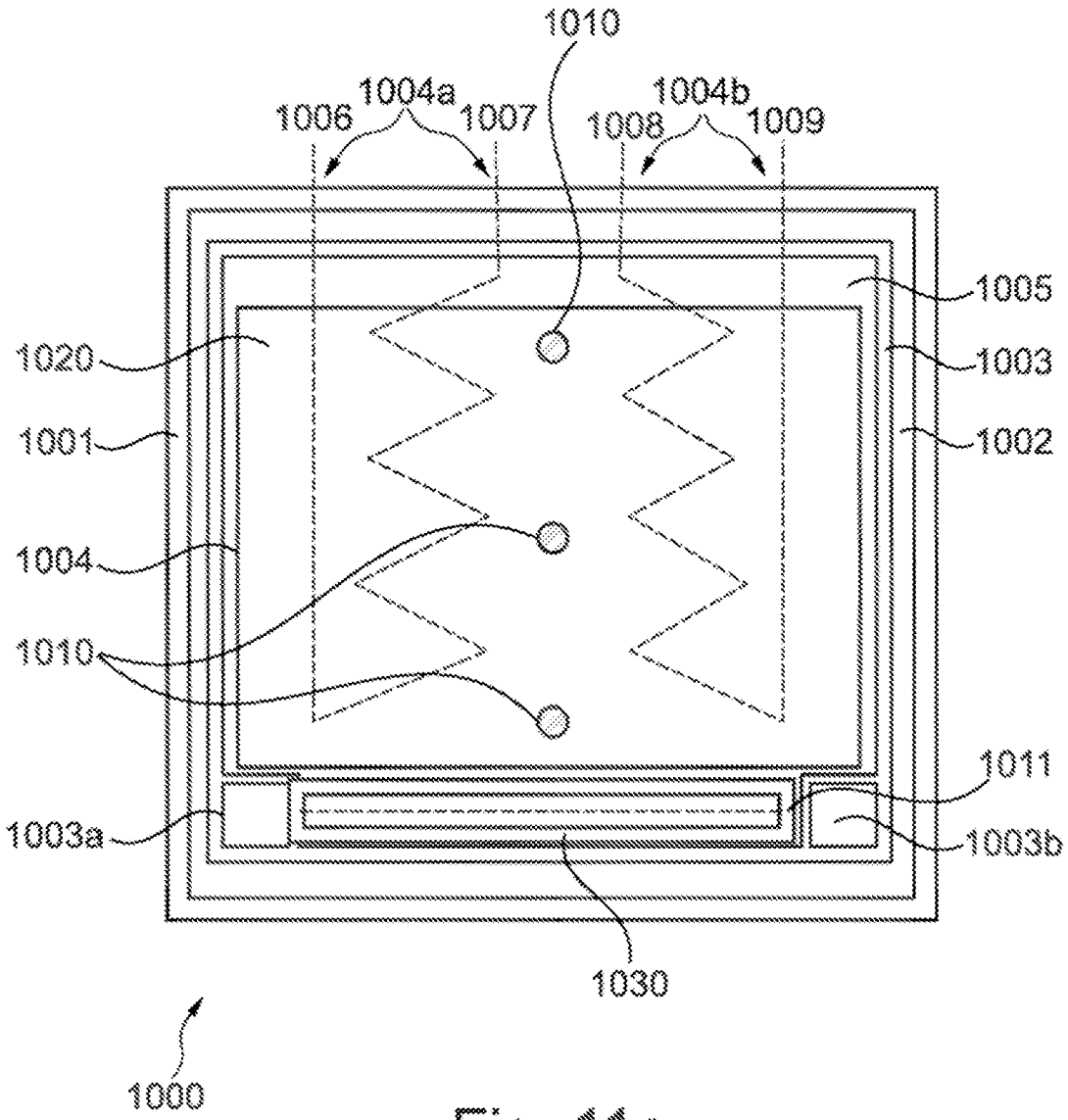

1010
1004a
1004b
1006
1007
1008
1009
1005
1020
1003
1001
1002
1004
1010
1011
1003a
1003b
1030
1000

Fig. 11a

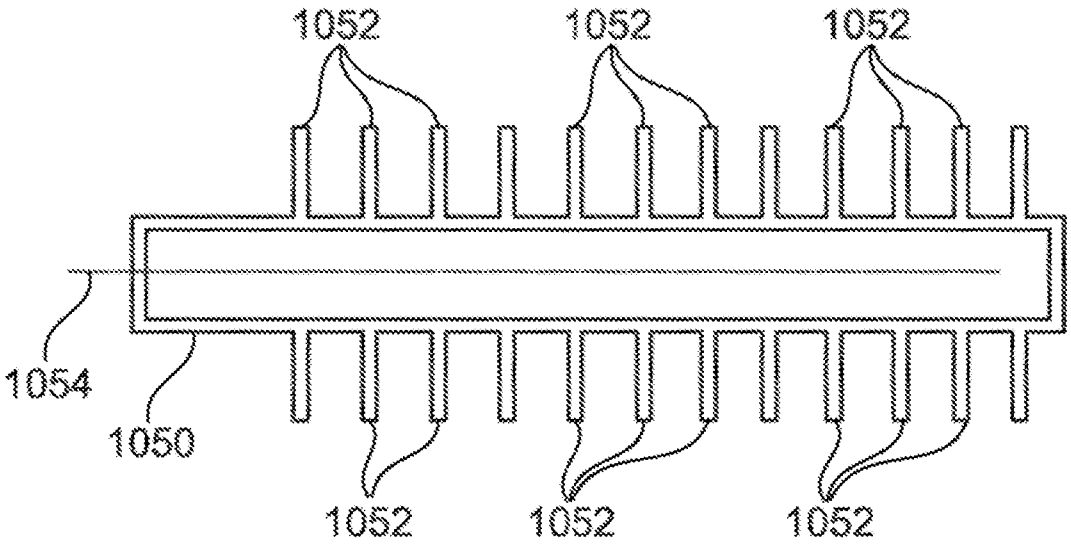


Fig. 11b

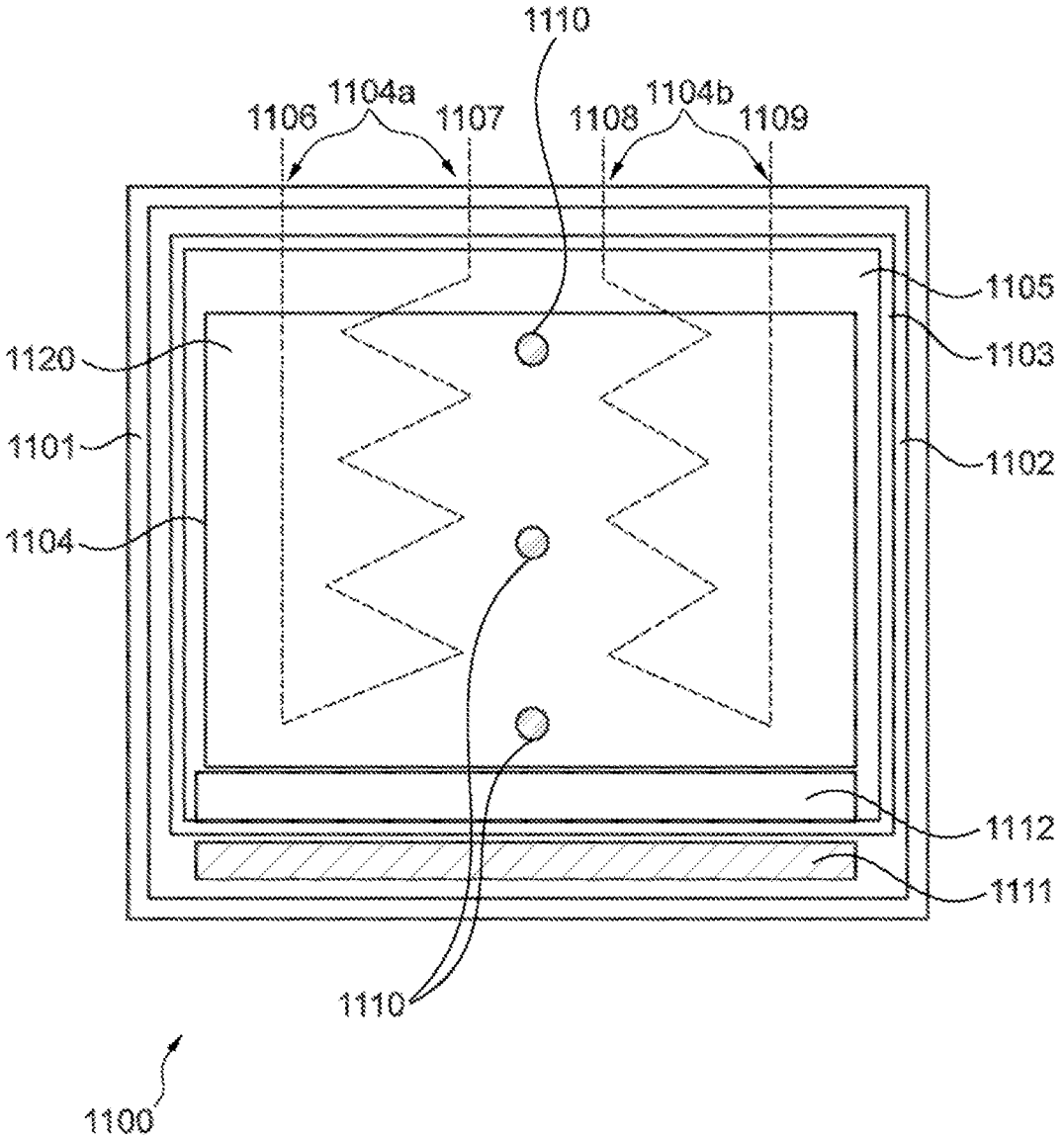

1110
1104a
1106
1107
1108
1104b
1109
1105
1120
1103
1101
1102
1104
1112
1111
1110
1100

Fig. 12

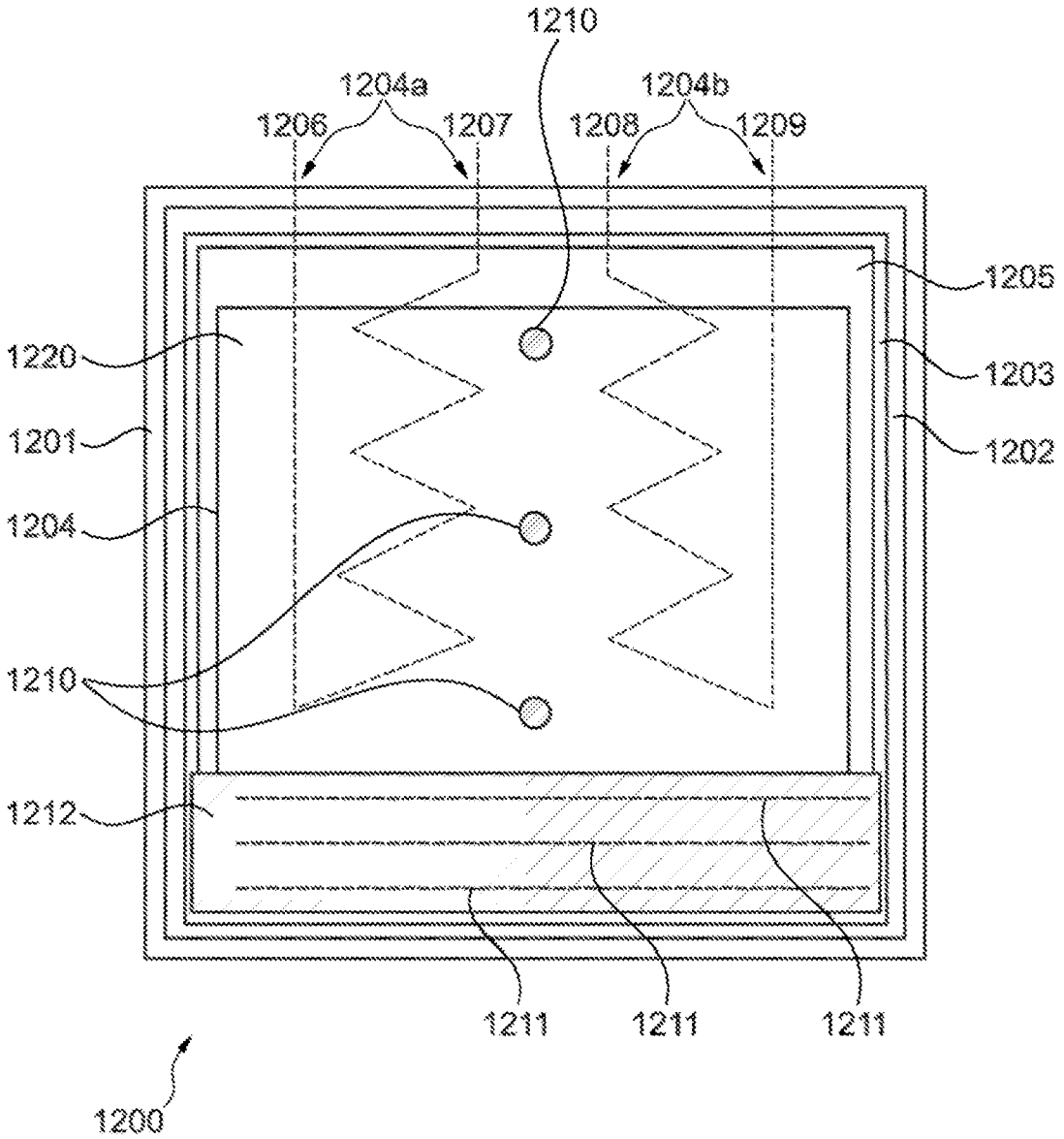

1210
1204a
1204b
1206
1207
1208
1209
1205
1220
1203
1201
1202
1204
1210
1212
1211
1211
1211
1200

Fig. 13

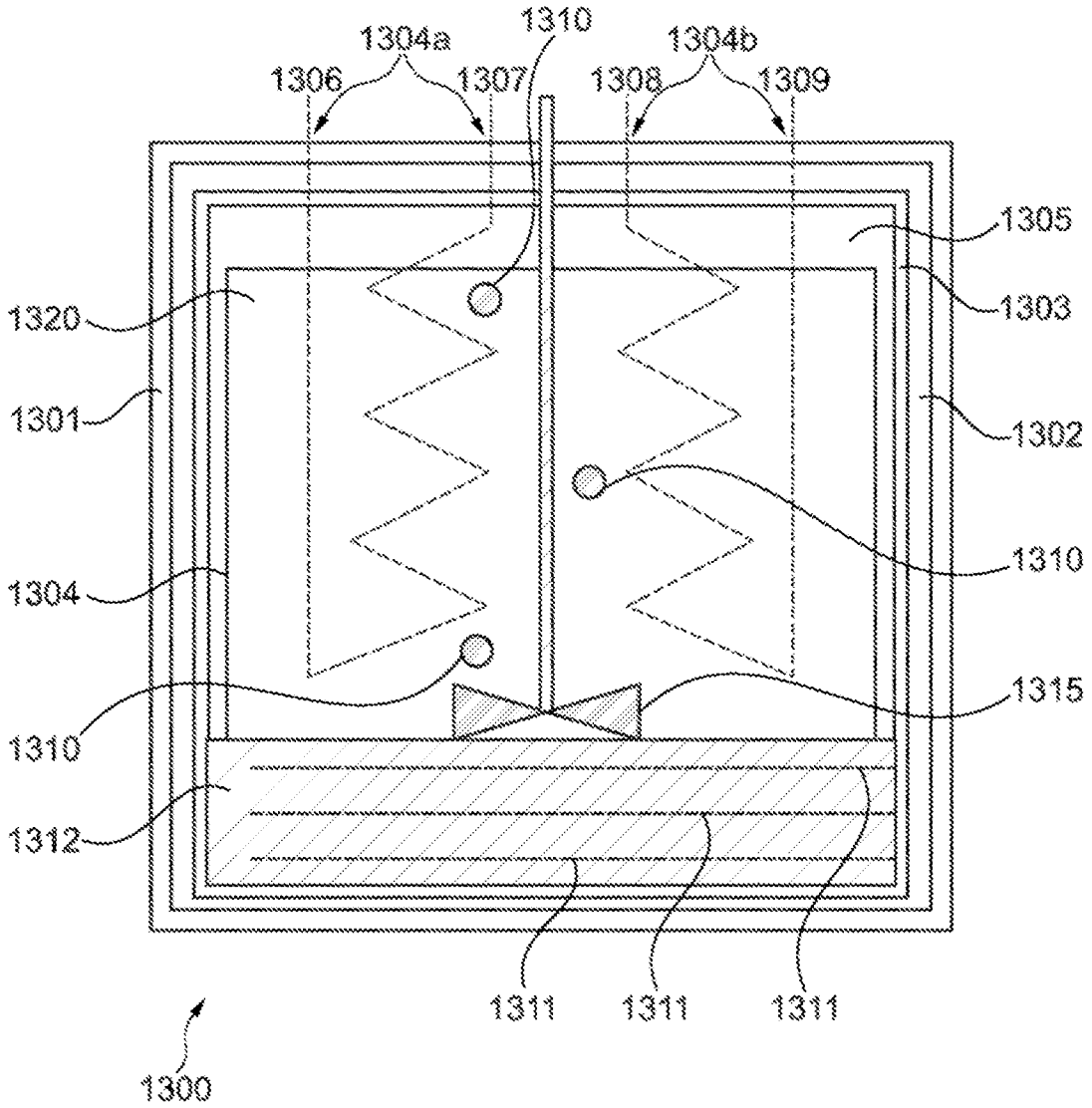

1310
1304a
1304b
1306
1307
1308
1309
1305
1320
1303
1301
1302
1310
1304
1315
1310
1312
1311
1311
1311
1300

Fig. 14

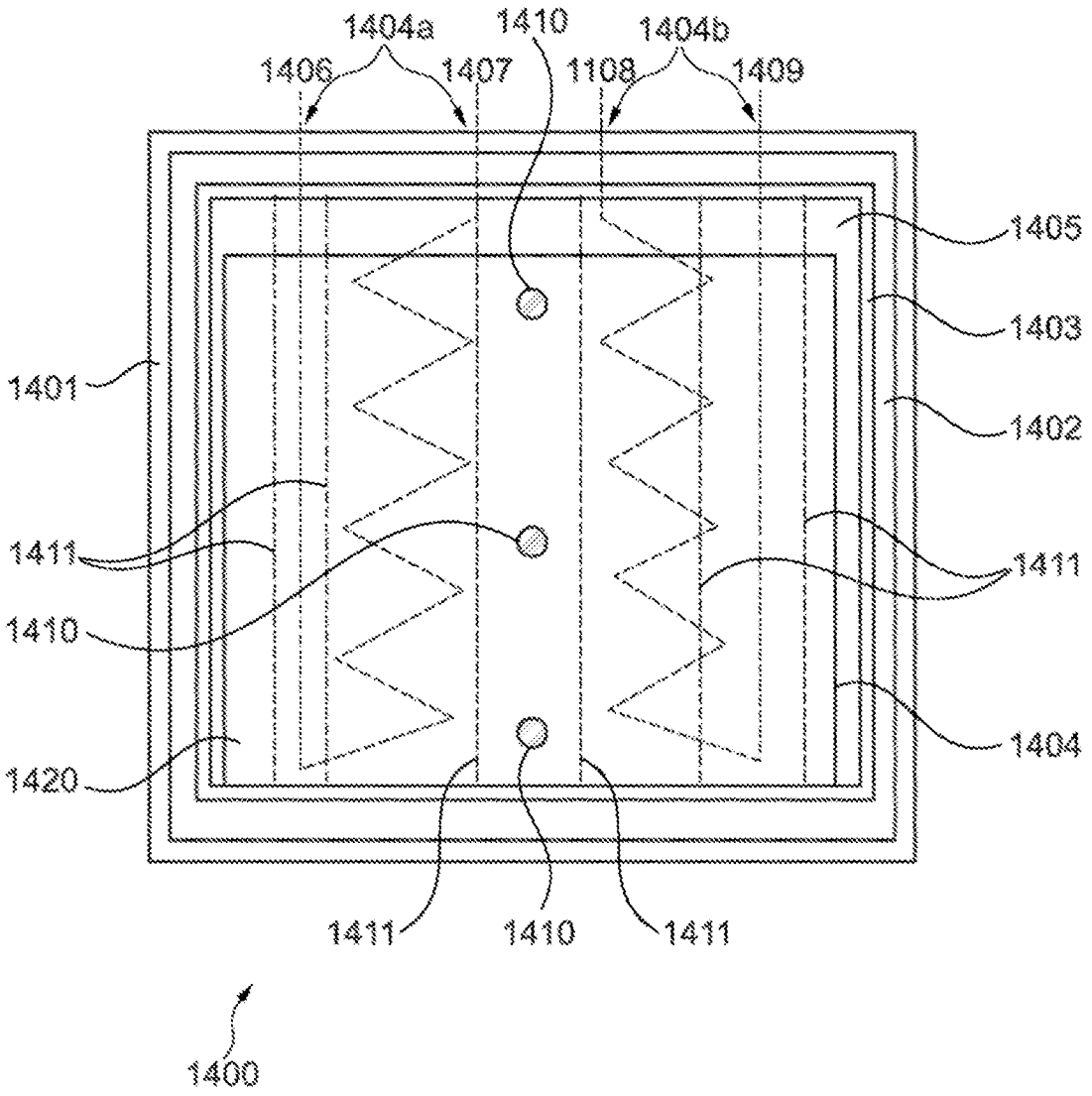

1404a
1410
1404b
1406
1407
1108
1409
1405
1403
1401
1402
1411
1411
1410
1404
1420
1411
1410
1411
1400

Fig. 15a

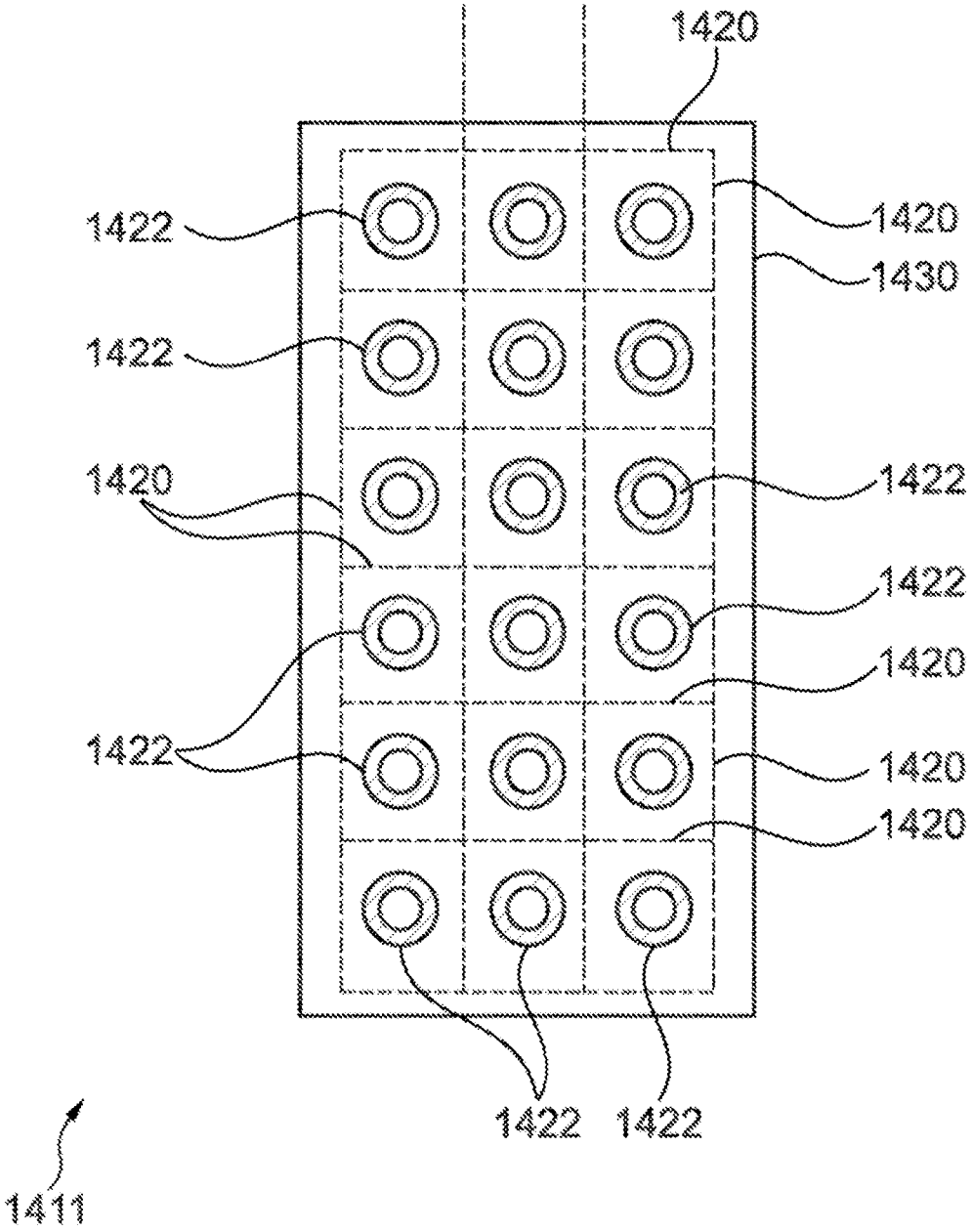

1420
1422
1420
1430
1422
1420
1422
1422
1420
1422
1420
1420
1422
1422
1411

Fig. 15b

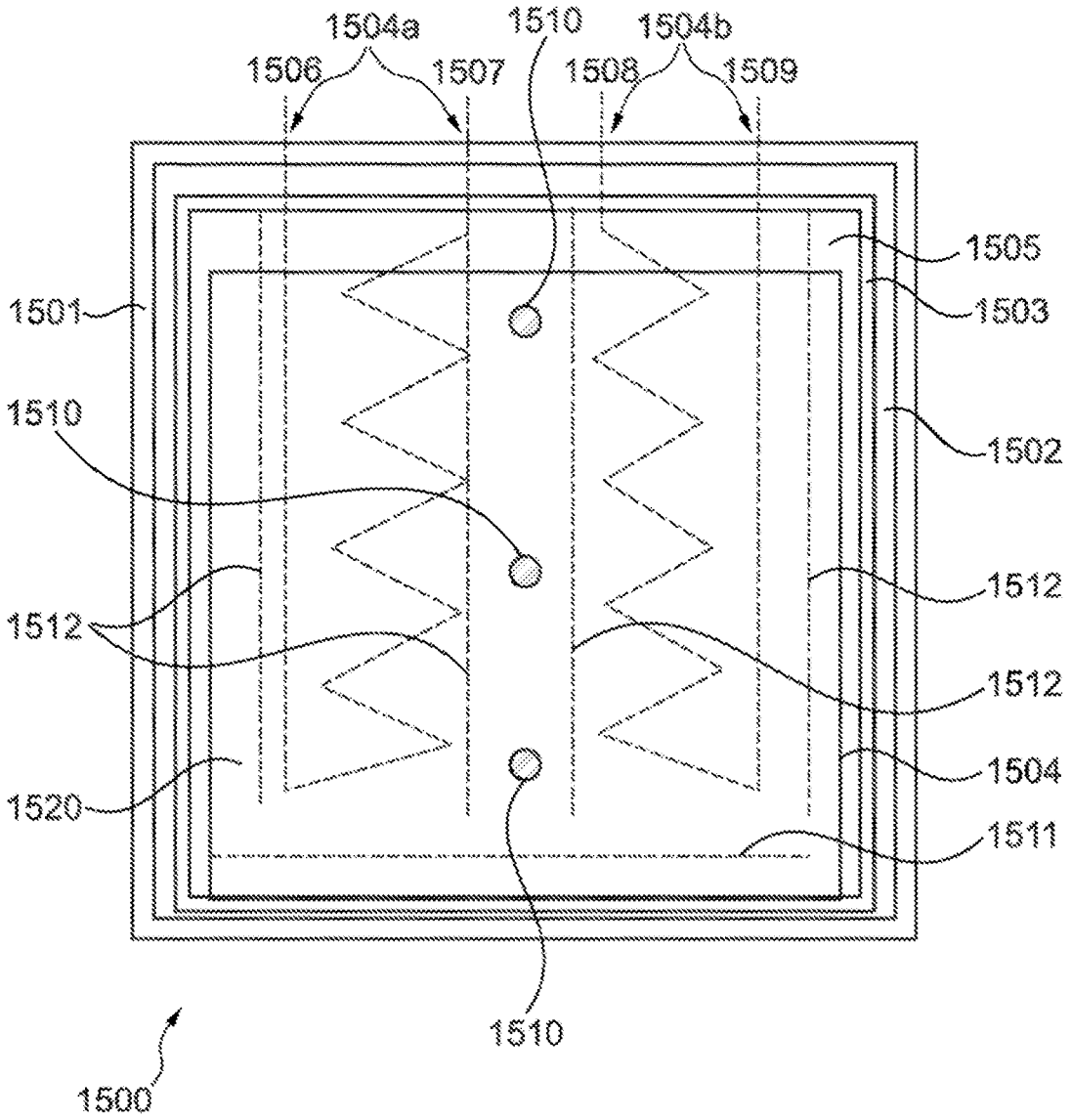

1504a
1510
1504b
1506
1507
1508
1509
1505
1501
1503
1510
1502
1512
1512
1512
1504
1520
1511
1510
1500

Fig. 16a

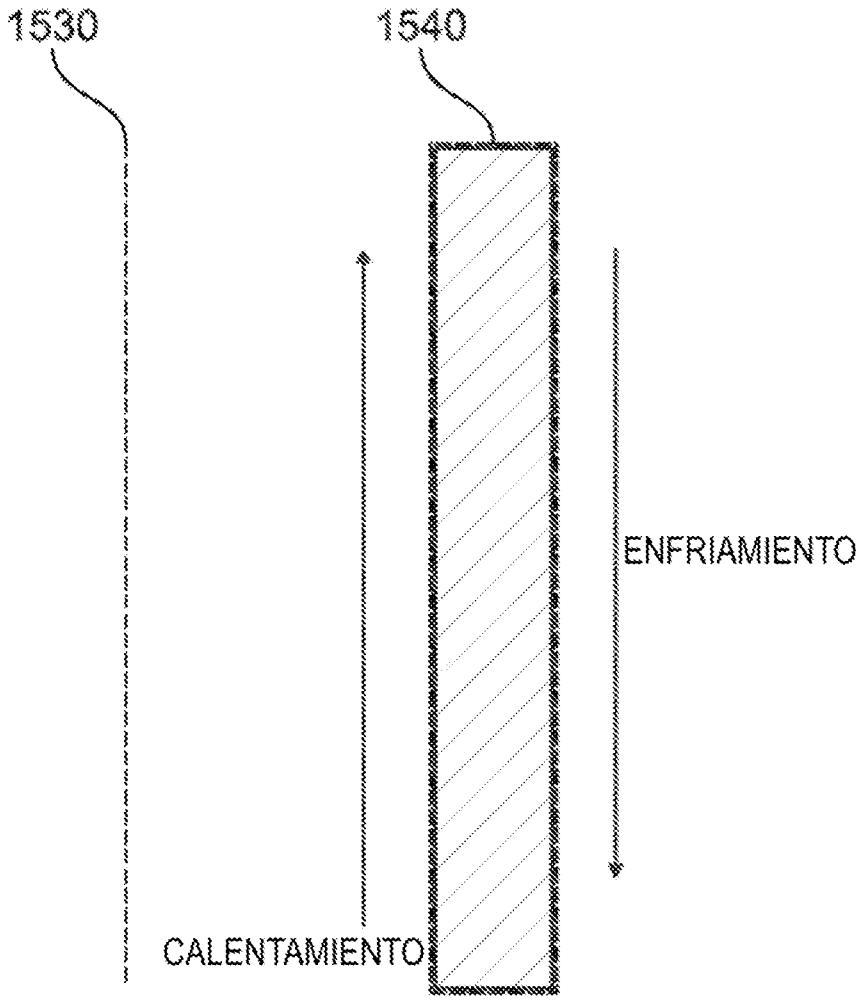


Fig. 16b

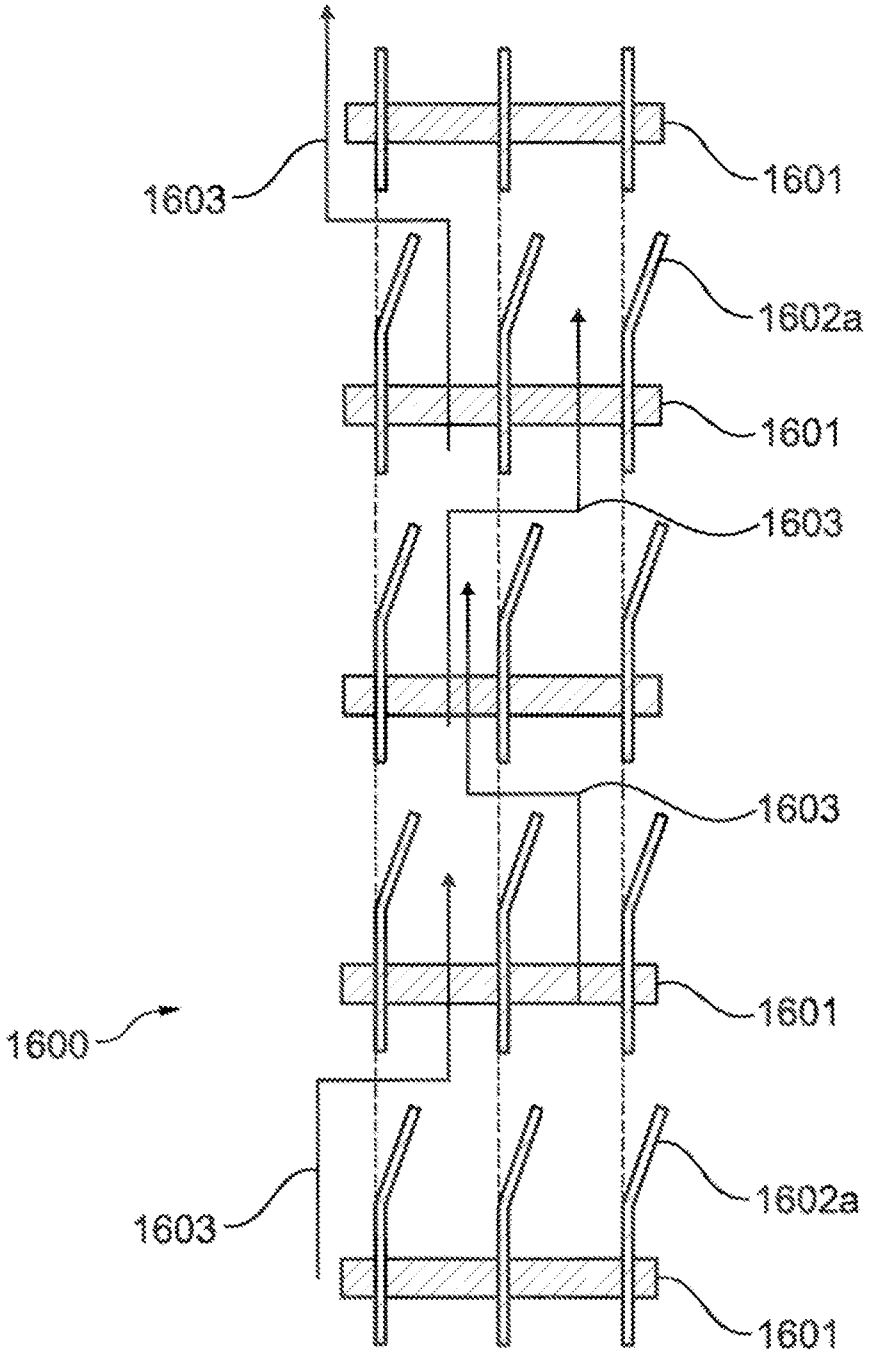


Fig. 17