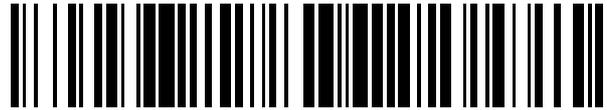


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 605**

51 Int. Cl.:

H05K 7/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2011 PCT/US2011/048735**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12027319**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2011 E 11752036 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2609800**

54 Título: **Sistema de refrigeración por líquido para un servidor**

30 Prioridad:

26.08.2010 US 377249 P

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

26.06.2020

73 Titular/es:

ASETEK DANMARK A/S (100.0%)

Assensvej 2

9220 Aalborg Øst, DK

72 Inventor/es:

BRANTON, STEVEN, B.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 769 605 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración por líquido para un servidor

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere de manera general a sistemas y a métodos de refrigeración de componentes que generan calor de un servidor informático u otros sistemas que funcionan en un entorno de procesamiento de datos cerrado, y a servidores informáticos y sistemas que incorporan el sistema de refrigeración.

10

Antecedentes

Los sistemas electrónicos, tales como, por ejemplo, los sistemas informáticos incluyen varios dispositivos de circuito integrado (IC) que generan calor durante su funcionamiento. Para un funcionamiento eficaz del sistema informático, la temperatura de los dispositivos de IC tiene que mantenerse dentro de unos límites aceptables. A pesar de que el problema de la retirada del calor de dispositivos de IC es antiguo, este problema se ha incrementado en los últimos años debido a que se empaquetan números mayores de transistores dentro de un único dispositivo de IC mientras que se reduce el tamaño físico del dispositivo. Incrementar el número de transistores compactados dentro de un área más pequeña da como resultado una mayor concentración de calor que tiene que retirarse de esa área más pequeña. Integrar múltiples sistemas informáticos juntos, tal como, por ejemplo, en un servidor, agrava adicionalmente el problema de la retirada de calor incrementando la cantidad de calor que tiene que retirarse de un área relativamente pequeña.

En un servidor informático típico ("servidor"), se apilan múltiples módulos de servidor informático ("módulos") juntos en un bastidor o en una caja para consolidar los recursos de red y minimizar el espacio de suelo. Los módulos que están diseñados para el uso en una configuración de servidor están caracterizados normalmente por una placa base que comprende componentes electrónicos que generan calor (tales como dispositivos de IC) alojados en un chasis modular o caja, que a su vez está montado conjuntamente con otros módulos similares, en un bastidor, armario *blade*, servidor *blade* u otra estructura de soporte. En la práctica, múltiples servidores (comprendiendo cada uno varios módulos) están ubicados normalmente en un espacio cerrado tal como una sala de servidor o un centro de datos. Durante su funcionamiento, los componentes electrónicos en los módulos individuales generan calor que tiene que retirarse para el funcionamiento eficaz del servidor. La figura 1 ilustra un método de la técnica anterior usado para refrigerar múltiples servidores (conteniendo cada uno múltiples módulos) alojados en un entorno cerrado tal como, por ejemplo, una sala de servidor. En un sistema de la técnica anterior de este tipo, se usan ventiladores de refrigeración para hacer circular aire ambiental desde la sala de servidor a través de los múltiples módulos de un servidor para absorber calor, a partir de los mismos. En el sistema de la técnica anterior, se hace pasar aire frío, dirigido hacia el interior de la sala de servidor a través de una cámara de aire frío, a través de los servidores para absorber el calor generado por los dispositivos de IC y otros componentes que generan calor en los mismos. Después de absorber el calor generado, se expulsa el aire calentado de vuelta a la sala de servidor. Este aire calentado se dirige a través de una cámara de aire caliente hasta un sistema de acondicionamiento de aire de sala de ordenadores (CRAC) para refrigerar el aire y hacerlo recircular de vuelta a la sala de servidor a través de la cámara de aire frío. El documento US 2009/0126910 se refiere a un aparato y un método para facilitar el mantenimiento de un bastidor de electrónica refrigerado por líquido. El documento US 2008/0068793 se refiere a equipos de electrónica y a un aparato de bastidor. El documento US 2004/0095721 se refiere a un refuerzo de refrigeración parcial a nivel de armazón para procesadores a nivel de cajones y/o nodos. El documento US 6.896.612 se refiere un recinto de equipo electrónico autorrefrigerado con un sistema de refrigeración tolerante a fallos y a un método de funcionamiento.

Se conoce que una gran porción (mayor al 31% aproximadamente) del consumo de energía de una sala de servidor típica se usa para el funcionamiento del sistema CRAC, y que pueden lograrse ahorros de energía significativos y la consiguiente reducción de gases de efecto invernadero mejorando la eficiencia del sistema CRAC. "Data Center Energy Characterization Study Site Report", de febrero de 2001, disponible en http://hightech.lbl.gov/documents/DATA_CENTERS/DC_Benchmarking/Data_Center_Facility1.pdf; "Energy Consumption of Information Technology Data Centers", y las referencias citadas en el mismo, Iyengar *et al*, diciembre de 2010, disponible en <http://www.electronics-cooling.com/2010/12/energy-consumption-of-information-technology-data-centers/>. Mejorar la eficiencia de refrigeración de servidores alojados en una sala de servidor permite, de ese modo, una utilización más eficiente y una conservación de las fuentes de energía disponibles, y una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero

Los sistemas de refrigeración por líquido y los métodos dados a conocer se refieren un enfoque eficiente en cuanto a energía de refrigeración de uno o más servidores ubicados en un entorno cerrado, tal como una sala de servidor.

Sumario de la divulgación

En un aspecto, se proporciona un método de refrigeración de un servidor informático que incluye una pluralidad de módulos de servidor, que comprende: mantener un flujo de aire dentro de un módulo de servidor de la pluralidad de

módulos de servidor para absorber calor de uno o más dispositivos que generan calor del módulo de servidor; caracterizado además por dirigir el flujo de aire a través de un intercambiador de calor de aire a líquido de un sistema de refrigeración por líquido de bucle cerrado para transferir el calor absorbido hasta un refrigerante del sistema de refrigeración por líquido, estando el sistema de refrigeración por líquido situado dentro del módulo de servidor; dirigir el refrigerante a una placa fría del sistema de refrigeración por líquido, estando la placa fría acoplada de manera térmica a un componente que genera calor del módulo de servidor; dirigir el refrigerante a una placa caliente del sistema de refrigeración por líquido; y transferir calor de la placa caliente hasta una ubicación alejada del servidor informático usando un medio de refrigeración de un segundo sistema de refrigeración de bucle cerrado situado en el exterior del módulo de servidor.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un sistema de refrigeración de sala de servidor de la técnica anterior;

la figura 2A es una ilustración de una realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a un módulo de servidor;

la figura 2B es una ilustración de otra realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a un módulo de servidor;

la figura 2C es una ilustración de otra realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a un módulo de servidor;

la figura 3 es una ilustración esquemática de una realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer;

la figura 4 es una ilustración de una realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a múltiples unidades de servidor;

la figura 5A es una ilustración de una realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a una unidad de servidor a modo de ejemplo;

la figura 5B es una ilustración de otra realización a modo de ejemplo del sistema de refrigeración dado a conocer aplicado a una unidad de servidor a modo de ejemplo;

la figura 6A es una ilustración de una placa caliente a modo de ejemplo usada en el sistema de refrigeración dado a conocer; y

la figura 6B es una vista en despiece ordenado de la figura 6A.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada ilustra el sistema de refrigeración a modo de ejemplo y no a modo de limitación. Aunque la descripción a continuación describe una aplicación de un sistema de refrigeración por líquido para servidores alojados en un entorno cerrado, las realizaciones del sistema de refrigeración dado a conocer pueden aplicarse para refrigerar componentes que generan calor en cualquier aplicación. Por ejemplo, las realizaciones de la divulgación actual pueden usarse para refrigerar ordenadores portátiles que funcionan mientras están acoplados a una unidad de acoplamiento. La descripción permite que un experto en la técnica realice y use la presente divulgación para refrigerar cualquier componente electrónico dentro de una consola o un chasis.

Ahora se hará referencia a realizaciones a modo de ejemplo de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia a lo largo de los dibujos para hacer referencia a partes iguales o similares. Los elementos o partes designadas usando los mismos números de referencia en diferentes figuras realizan funciones similares. Por tanto, por motivos de brevedad, pueden no describirse estos elementos con referencia a cada figura. En la siguiente descripción, si un elemento no se describe con referencia a una figura, se aplica la descripción del elemento realizada con referencia a otra figura.

La figura 2A ilustra una unidad de servidor informático individual a modo de ejemplo (o un módulo 10A) que tiene un chasis modular adaptado para su colocación en un bastidor de servidor. El módulo 10A incluye una placa 12 base que tiene montada sobre la misma (o unida a la misma, tal como, por ejemplo, usando un cable de datos) una pluralidad de dispositivos 14 electrónicos que generan calor. Estos dispositivos 14 electrónicos pueden incluir, sin limitación, cualquier tipo de IC u otros dispositivos (tales como, por ejemplo, CPU, GPU, memoria, fuentes de alimentación, unidades de disco, controladores, etc.) que se encuentran en sistemas informáticos típicos. El módulo 10A puede incluir también un sistema 20 de refrigeración por líquido de bucle cerrado y un sistema 30 de refrigeración por aire. El sistema 30 de refrigeración por aire puede incluir un volumen 32 de aire que se hace circular dentro del módulo 10A mediante ventiladores 27 u otros dispositivos de movimiento de aire. En algunas

realizaciones, el módulo 10A puede incluir canales o paredes 28 de direccionamiento de aire situados para dirigir el flujo de aire en un patrón deseado dentro del módulo 10A. El aire 32 que circula dentro del módulo 10A puede retirar calor de, y refrigerar, algunos o todos los dispositivos 14 electrónicos contenidos dentro del módulo 10A. El sistema 20 de refrigeración por líquido del módulo 10A puede retirar el calor del aire 32 y transferir el calor hasta un refrigerante líquido ("refrigerante 22") que circula dentro del sistema 20 de refrigeración por líquido.

El sistema 20 de refrigeración por líquido puede incluir uno o más intercambiadores de calor de aire a líquido (HEX 16) para interactuar con el aire 32 interno circulante y transferir el calor del aire 32 hasta el refrigerante 22. El sistema 20 de refrigeración por líquido también puede incluir una o más placas 18 calientes. Aunque, por motivos de claridad, sólo se ilustra una placa 18 caliente en la figura 2A (y en las otras figuras), en general el sistema 20 de refrigeración por líquido puede tener cualquier número de placas 18 calientes. El refrigerante 22 puede absorber calor del aire 32 en el HEX 16 y fluir a la placa 18 caliente. En la placa 18 caliente, el refrigerante 22 calentado puede transferir el calor hasta la placa 18 caliente y refrigerarse de ese modo. Entonces, el refrigerante 22 relativamente más frío puede fluir de vuelta al HEX 16 para absorber más calor del aire 32 que fluye a través del HEX 16 y continuar el ciclo. Los conductos 23 pueden acoplar con conexión de fluido el uno o más intercambiadores 16 de calor a la placa 18 caliente. Aunque en general, la placa 18 caliente puede situarse en cualquier lugar en el módulo 10A, en algunas realizaciones, la placa 18 caliente puede situarse próxima a, o en, una superficie externa del módulo 10A. En realizaciones que tienen una pluralidad de placas 18 calientes, estas placas 18 calientes pueden situarse próximas a la misma ubicación o en diferentes ubicaciones. En algunas realizaciones, todas, o una mayoría de esta pluralidad de placas 18 calientes pueden situarse próximas a, o en, una superficie externa del módulo 10A. En algunas realizaciones, el sistema 20 de refrigeración por líquido también puede incluir bombas u otros dispositivos para mover líquido (no mostrados) para ayudar a transferir el refrigerante 22 entre el HEX 16 y la placa 18 caliente. De manera alternativa, algunas configuraciones del sistema 20 de refrigeración por líquido pueden no incluir una bomba, y en su lugar, se basan en la expansión y la contracción del refrigerante 22 a medida que absorbe y disipa calor para impulsar el refrigerante 22 entre el HEX 16 y la placa 18 caliente. Puede usarse cualquier líquido, tal como, por ejemplo, agua, alcohol, mezclas de alcohol y agua, etc. como refrigerante 22. Aunque el refrigerante 22 se describe como un líquido, en algunas realizaciones, puede usarse un material de cambio de fase como refrigerante 22. En estas realizaciones, un refrigerante 22 en una fase líquida puede transformarse en una fase gaseosa después de la absorción de calor en el HEX 16. El refrigerante 22 puede transformarse de vuelta a la fase líquida después de transferir el calor absorbido hasta la placa 18 caliente. En algunas realizaciones, pueden proporcionarse válvulas u otros dispositivos de control de fluido conocidos (no mostrados) en el sistema 20 de refrigeración por líquido para controlar el flujo del refrigerante 22 en los mismos. Además, también se contempla que en algunas realizaciones, el sistema 20 de refrigeración por líquido puede ser un sistema de bucle abierto en vez de un sistema de bucle cerrado. En una realización de este tipo, el refrigerante 22 calentado procedente del HEX 16 puede sustituirse por refrigerante más frío procedente del exterior del sistema de refrigeración.

La figura 2B ilustra otra realización de un módulo que tiene un sistema 30 de refrigeración por aire y un sistema 20 de refrigeración por líquido. De manera similar al módulo 10A de la figura 2A, el módulo 10B de la figura 2B puede configurarse para transferir calor del aire 32 que circula dentro del módulo 10B hasta el refrigerante 22 que circula dentro de un sistema 20 de refrigeración por líquido. Además para refrigerar el aire 32 dentro del módulo 10B, el sistema 20 de refrigeración por líquido de módulo 10B también puede refrigerar directamente uno o más dispositivos 14 electrónicos del módulo 10B. Para refrigerar directamente un dispositivo 14 electrónico, puede colocarse una placa 26 fría del sistema 10 de refrigeración por líquido en contacto térmico (directamente en contacto, o en contacto a través de un medio de transferencia de calor, tal como, por ejemplo, pasta térmica o una almohadilla térmica) con el dispositivo 14 electrónico. Debido al contacto térmico, puede transferirse calor desde el dispositivo 14 electrónico hasta la placa 26 fría. El refrigerante 22 del sistema 20 de refrigeración por líquido pasar a través de la placa 26 fría para retirar calor de, y refrigerar de ese modo, la placa 26 fría. Cualquier tipo de placa 26 fría configurada para transferir calor desde el dispositivo 14 electrónico hasta el refrigerante 22 que circula dentro del sistema 20 de refrigeración por líquido puede usarse como placa 26 fría. La placa 26 fría puede incluir aletas, clavijas u otras características de este tipo para ayudar a transferir calor desde la placa 26 fría hasta el refrigerante 22. En algunas realizaciones, los dispositivos usados para transferir calor desde dispositivos electrónicos que generan calor hasta el refrigerante en las solicitudes de patente de titularidad compartida números 10/578.578, 11/919.974, 12/826,736, 12/914,190, y 12/914.263, con modificaciones apropiadas, pueden usarse como placa 26 fría. Aunque la figura 2B ilustra dos dispositivos 14 electrónicos que se refrigeran directamente mediante el sistema 20 de refrigeración por líquido, esto es sólo a modo de ejemplo. En general, cualquier número de dispositivos 14 electrónicos del módulo 10B puede refrigerarse directamente mediante el sistema 20 de refrigeración por líquido.

El HEX 16 puede ser cualquier tipo de intercambiador de calor que esté configurado para transferir calor desde el aire 32 más caliente que fluye fuera del HEX 16 hasta el refrigerante 22 más frío que fluye dentro del HEX 16. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el HEX 16 pueden ser un intercambiador de calor de flujo transversal, flujo en paralelo, o contraflujo que se usa para transferir calor desde el aire hasta el líquido que circula dentro del intercambiador de calor. El aire 32 dentro de los módulos 10A y 10B de las figuras 2A y 2B, respectivamente, puede insuflarse a través del HEX 16 usando uno o más ventiladores 27 situados dentro del módulo. Aunque sólo se ilustra un único conjunto de ventiladores 27 en las figuras 2A y 2B, esto es sólo a modo de ejemplo. En general, los ventiladores 27 pueden situarse en cualquier ubicación dentro de un módulo para lograr una circulación deseada de aire dentro del módulo. De manera similar aunque sólo se ilustra un HEX 16 en las figuras 2A y 2B, puede colocarse

cualquier número de intercambiadores de calor en un módulo para lograr una distribución de temperatura deseada en un módulo.

La figura 2C ilustra una realización de un módulo de IOC que incluye dos HEX 16 y dos conjuntos de ventiladores 27 situados en el módulo de IOC. En general, la ubicación de los HEX 16 y los ventiladores 27 puede seleccionarse basándose en cantidades relativas de calor generado mediante los diferentes dispositivos 14 electrónicos en el módulo de IOC. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un HEX 16 puede situarse próximo (es decir, inmediatamente aguas arriba y/o aguas abajo de) un dispositivo 14 que produce una gran cantidad relativamente de calor. Situar un HEX 16 aguas arriba de un dispositivo 14 de este tipo puede refrigerar de manera más efectiva el dispositivo 14 refrigerando el aire 32 usado para retirar calor del dispositivo 14. Además, situar un HEX 16 inmediatamente aguas abajo de un dispositivo 14 que genera gran cantidad de calor puede refrigerar el aire 32 calentado mediante el dispositivo 14, y permitir de ese modo una refrigeración más efectiva de otros dispositivos 14 electrónicos en el módulo de IOC. Normalmente, puede situarse un conjunto de ventiladores 27 aguas arriba de un HEX 16 para conducir el aire 32 a través del HEX 16. Sin embargo, también se contempla que en algunas realizaciones, los ventiladores 27 pueden situarse aguas abajo de un HEX 16 para extraer el aire 32 a través del HEX 16.

Con referencia a la figura 3, en algunas realizaciones, un módulo (10A, 10B, 10C, de manera colectiva módulo 10) puede sellarse para minimizar la transferencia de aire desde el interior del módulo hasta el exterior del módulo. En tales realizaciones, puede impedirse el flujo libre de aire entre el módulo 10 y la sala 100 de servidor. Es decir, el módulo 10 puede no incluir pasos y otras aberturas que se proporcionan normalmente en el chasis de un sistema informático para permitir que el aire fluya dentro y fuera del sistema informático. En estas realizaciones, sustancialmente todo el aire 32 dentro del módulo 10 puede permanecer dentro del módulo 10. Sin embargo, debe observarse que no se requiere un sello perfecto entre el módulo 10 y la sala 100 de servidor, y que alguna transferencia de aire entre el módulo 10 y la sala 100 de servidor puede ser inevitable debido a fugas, huecos entre paneles del chasis de módulo, grietas en los paneles, etc. Es decir, en una realización del módulo 10 que está sustancialmente sellada para impedir el flujo de aire entre la sala 100 de servidor y el módulo 10, el módulo 10 puede estar sustancialmente libre de aberturas y otros pasos que permiten la libre transferencia de aire entre el módulo 10 y la sala 100 de servidor. En un módulo 10 de este tipo, puede retirarse una mayoría de calor del módulo 10 mediante el sistema 20 de refrigeración por líquido. El aire 32 calentado en el módulo 10 puede calentar el chasis del módulo 10, y puede producirse alguna cantidad de transferencia de calor como resultado de transferencia de calor desde el chasis hasta la sala de servidor, y como resultado de fugas de aire del módulo 10. Sin embargo, se espera que pueda transferirse una mayoría de calor desde el módulo 10 a través del sistema 20 de refrigeración por líquido.

El sistema 20 de refrigeración por líquido puede transferir el calor absorbido en el módulo 10 hasta un segundo sistema 40 de refrigeración. El segundo sistema de refrigeración puede ser un sistema de refrigeración que está asociado con la sala 100 de servidor o el entorno cerrado dentro del que se ubican los módulos 10. El segundo sistema 40 de refrigeración puede hacer circular un medio 42 de transferencia térmica (cualquier fluido, tal como un líquido o un gas) a través del mismo para absorber calor de los sistemas 20 de refrigeración por líquido asociados con los diferentes módulos 10, y descargar el calor lejos de estos módulos 10. Puede usarse cualquier tipo de fluido, tal como agua, alcohol, mezclas de los mismos, un gas, etc. como medio 42 de transferencia térmica. También se contempla que en algunas realizaciones pueda usarse un material de cambio de fase como medio 42 de transferencia térmica. En algunas realizaciones, el segundo sistema 40 de refrigeración puede ser un sistema de refrigeración de bucle cerrado. Sin embargo, se contempla que en otras realizaciones, el segundo sistema 40 de refrigeración puede ser un sistema de bucle abierto. En algunas realizaciones, tal como se ilustra en la figura 3, el segundo sistema 40 de refrigeración puede absorber calor de uno o módulos 10 situados en la sala 100 de servidor, y descargar el calor fuera de la sala 100 de servidor. El segundo sistema 40 de refrigeración puede consistir en uno o más elementos 48 de placa fría, un dispositivo 46 de refrigeración dispuesto de manera exterior a la sala 100 de servidor, y conductos para transferir el medio 42 de transferencia térmica entre el dispositivo 46 de refrigeración y los elementos 48 de placa fría. El medio 42 de transferencia térmica, puede hacerse circular entre el dispositivo 46 de refrigeración y los elementos 48 de placa fría de los módulos 10 de varios servidores situados en la sala de servidor. El medio 42 de transferencia térmica circulante puede por tanto extraer calor de las placas 18 calientes de estos módulos 10 y descargar el calor externo a la sala 100 de servidor. En algunas realizaciones, pueden proporcionarse bombas y/u otros dispositivos de control para ayudar a dirigir el medio 42 de transferencia térmica a través del segundo sistema 40 de refrigeración. Transferir el calor generado por los servidores fuera de la sala 100 de servidor evita calentar el aire en la sala de servidor, y por tanto reduce la carga de refrigeración del sistema de refrigeración de sala de servidor. También se contempla que el calor retirado de la sala de servidor por el medio 42 de transferencia térmica puede usarse para realizar un trabajo útil. Por ejemplo, este calor retirado puede usarse en un sistema de HVAC para calentar un edificio.

En una aplicación de servidor, tal como se ilustra en la figura 4, varios módulos 10, que tienen un sistema 20 de refrigeración por líquido y un sistema 30 de refrigeración por aire en los mismos, pueden montarse en un bastidor 50 situado en la sala 100 de servidor. La sala 100 de servidor puede incluir varios bastidores 50 con módulos 10 montados en los mismos. Una placa 48 fría asociada con el segundo sistema 40 de refrigeración puede acoplarse térmicamente a, y retirar calor de, las placas 18 calientes asociadas con el sistema 20 de refrigeración por líquido de

5 cada uno de estos módulos 10. En algunas realizaciones, para ayudar en el acoplamiento térmico de la placa 48 fría a las placas 18 calientes, las placas 18 calientes pueden situarse próximas a, o montarse en, el chasis de los módulos 10 con una superficie expuesta a la sala 100 de servidor. En estas realizaciones, una superficie de las placas 48 frías puede situarse en contacto térmico con la superficie expuesta de las placas 18 calientes para la transferencia de calor entre las mismas. En algunas realizaciones, el segundo sistema 40 de refrigeración puede hacer circular el medio 42 de transferencia térmica a través de las placas 48 frías usando una o más bombas 44 para transferir el calor desde las placas 18 calientes hasta el dispositivo 46 de refrigeración fuera de la sala 100 de servidor. El dispositivo 46 de refrigeración puede ser cualquier tipo de dispositivo (tal como un enfriador, un intercambiador de calor, etc.) adaptado para retirar calor del medio 42 de transferencia térmica que pasa a través del mismo. En algunas realizaciones, cada módulo 10 en un bastidor 50 puede incluir tanto un sistema 20 de refrigeración por líquido como un sistema 30 de refrigeración por aire.

15 Sin embargo, en algunas realizaciones (tal como se ilustra en la figura 4), uno o más módulos 10 de un bastidor 50 puede(n) incluir sólo un sistema 20 de refrigeración por líquido. En algunas de tales realizaciones, este uno o más módulos 10 puede(n) incluir aberturas o pasos que permiten la transferencia de aire entre la sala 100 de servidor y el módulo 10. Es decir, en tales realizaciones, los módulos 10 del bastidor 50 que no incluyen un sistema 40 de refrigeración por aire pueden no estar sustancialmente sellados con relación a la sala 100 de servidor.

20 En algunas realizaciones (tal como en aplicaciones de servidor *blade* en las que cada módulo 10 puede no estar encerrado en un chasis independiente), cada módulo 10 de un bastidor 50 puede no estar sellado individualmente con respecto a la sala 100 de servidor. En estas realizaciones, puede fluir aire 32 entre los módulos 10 en un bastidor 50, y el bastidor 50 puede sellarse sustancialmente con respecto a la sala 100 de servidor. Aunque se ilustra una trayectoria de flujo particular del medio 42 de transferencia térmica en la figura 4, esto es sólo a modo de ejemplo. En general, el medio 42 de transferencia térmica puede hacerse circular a través de la sala 100 de servidor en cualquier patrón. Además, aunque la figura 4 ilustra cada módulo 10 asociado con un bastidor 50 como si tuviera un sistema 20 de refrigeración por líquido en el mismo, esto es sólo a modo de ejemplo. Se contempla que, en algunas realizaciones, sólo algunos de los módulos 10 en un bastidor 50 pueden incluir un sistema 20 de refrigeración por líquido, y sólo algunos seleccionados de estos módulos pueden acoplarse térmicamente con el segundo sistema 40 de refrigeración.

30 En algunas aplicaciones de servidor, además del calor generado en los módulos 10, el bastidor 50 puede generar calor por sí mismo. Por ejemplo, en algunas aplicaciones de servidor, los módulos 10 en un bastidor 50 pueden no incluir fuentes de alimentación independientes. En su lugar, los suministros de energía pueden ubicarse en el bastidor 50, y el bastidor 50 puede enviar la energía requerida a los módulos 10 montados en el bastidor 50. En tales realizaciones, tal como se ilustra en la figura 5A, el bastidor 50 puede incluir un sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor con una placa 68 caliente que se acopla con una placa 48 fría del segundo sistema 40 de refrigeración. El sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor puede ser un sistema de refrigeración por líquido de bucle cerrado que hace circular un líquido refrigerante para retirar calor de los dispositivos 14 electrónicos del bastidor 50. Las placas 26 frías del sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor pueden acoplarse térmicamente con y retirar calor de los dispositivos 14 electrónicos del bastidor 50, y transferir el calor hasta la placa 68 caliente situada próxima a (o en el chasis con una superficie expuesta a la sala 100 de servidor) una superficie externa del bastidor 50. Una placa 48 fría del segundo sistema 40 de refrigeración puede acoplarse térmicamente con y retirar calor de la placa 68 caliente del sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor.

45 En algunas realizaciones, tal como se ilustra en la figura 5B, además de placas 26 frías que retiran calor de dispositivos 14 electrónicos del bastidor 50, el sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor puede incluir múltiples placas 58 frías que se acoplan térmicamente con las placas 18 calientes de los módulos 10. En una realización de este tipo, el sistema 51 de refrigeración a nivel de bastidor puede retirar calor de los módulos 10, y transferir el calor hasta el segundo sistema 40 de refrigeración a través de una placa 68 caliente colocada en contacto térmico con la placa 48 fría del segundo sistema 40 de refrigeración.

50 Una placa (18, 68) caliente y una placa (48, 58) fría pueden ser cualquier componente que permite una transferencia de calor entre un refrigerante y una superficie de intercambio de calor. En algunas realizaciones, una placa caliente y una placa fría pueden ser componentes sustancialmente similares que se acoplan entre sí para transferir calor entre ellas. Por motivos de brevedad, en el presente documento sólo se describe la placa 18 caliente del sistema 20 de refrigeración por líquido. Las otras placas calientes (tal como la placa 68 caliente) y las placas (48, 58) frías pueden ser sustancialmente similares en estructura a la placa 18 caliente. Las figuras 6A y 6B ilustran una realización a modo de ejemplo de la placa 18 caliente que puede usarse para transferir calor desde el refrigerante 22 del sistema 20 de refrigeración por líquido. La figura 6A muestra una vista en perspectiva de la placa 18 caliente, mientras que la figura 6B muestra una vista con la cubierta retirada parcialmente para mostrar la estructura dentro de la misma. En la descripción a continuación, se hará referencia tanto a la figura 6A como a la 6B. La placa 18 caliente puede incluir una placa 72 conductora y una cubierta 74. La placa 72 conductora puede estar compuesta por cualquier material térmicamente conductor (tal como, por ejemplo, cobre, aluminio, etc.) y la cubierta 74 puede estar compuesta por un material o bien conductor o bien no conductor. La cubierta 74 y la placa 72 conductora pueden unirse entre sí para definir un depósito 76 entre ellas. La cubierta 74 puede unirse a la placa 72 conductora de cualquier manera, tal como, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura, soldadura fuerte, o mediante cualquier otro mecanismo

5 conocido. El refrigerante 22 del sistema 20 de refrigeración por líquido puede circular a través del depósito 76 para transferir calor desde el refrigerante 22 hasta la placa 72 conductora. La cubierta 74 puede incluir aberturas para una entrada 78a y una salida 78b para el depósito 76. Los conductos 22a y 22b se acoplan con la entrada 78a y la salida 78b para dirigir el refrigerante 22 hacia el interior y el exterior del depósito 76. El tamaño de la placa 72 conductora y el depósito 76 pueden seleccionarse de modo que la placa 18 caliente puede ajustarse dentro del espacio disponible en el módulo 10 al tiempo que proporciona el área de superficie necesaria para la refrigeración.

10 La placa 72 conductora de la placa 18 caliente puede incluir una primera superficie 72a expuesta del depósito 76 y una segunda superficie 72b opuesta. La primera superficie 72a puede incluir aletas 73 que sobresalen de la primera superficie 72a hacia el interior del depósito 76. Estas aletas 73 pueden incluir múltiples placas orientadas paralelas entre sí. Estas aletas 73 pueden adaptarse para absorber calor del refrigerante 22 que pasa a través del depósito 76. Las aletas 73 pueden funcionar para aumentar el área de contacto del refrigerante 22 con la primera superficie 72a y pueden servir para generar turbulencias en el refrigerante 22 que fluye a través del depósito 76. Aunque las aletas 73 se representan como placas paralelas en la figura 6B, las aletas 73 pueden incluir alternativa o 15 adicionalmente otras estructuras (tales como clavijas, etc.). La placa 72 conductora puede acoplarse con la cubierta 74 y formar un sello estanco al agua. La segunda superficie 72b de la placa 72 conductora puede acoplarse de manera térmica a una segunda superficie de una placa fría (tal como, por ejemplo, las placas 48 y 58 frías) para transferir calor desde la placa 18 caliente hasta la placa fría acoplada de manera térmica. En algunas realizaciones, la placa 18 caliente puede montarse en un módulo 10 de tal manera que la segunda superficie 72b se expone a la 20 sala 100 de servidor. En algunas realizaciones, la segunda superficie 72b puede ser sustancialmente plana, mientras que en otras realizaciones, la segunda superficie 72b puede incluir características (tales como características de alineación) que ayudan a alinear la placa 18 caliente con una placa fría. En algunas realizaciones, un par de placa caliente-placa fría acopladas térmicamente puede incluir características de retención que permiten que la placa caliente se acople con una placa fría de manera eficiente. Estas características pueden incluir acoplar 25 pares de perno y orificio y/u otras características conocidas. En algunas realizaciones, la placa 18 fría puede incluir características de encaje a presión que permiten que la placa 18 caliente se encaje a presión en, y se acople térmicamente con una placa fría (tal como, la placa 58 fría de la figura 5B, o la placa 48 fría de la figura 5A) cuando un módulo 10 se desliza en un bastidor 50. En algunas realizaciones, esta característica de encaje a presión puede configurarse para separar y permitir que el módulo 10 se extraiga del bastidor 50 cuando se aplica una fuerza de 30 extracción.

35 El sistema de refrigeración de servidor dado a conocer en el que un sistema 20 de refrigeración por líquido de un módulo 10 de un bastidor 50 de servidor se acopla con y transfiere calor hasta un segundo sistema 40 de refrigeración de la sala 100 de servidor, permite que los servidores se refrigieren sin transferir el calor hasta la sala 100 de servidor. Dado que la sala 100 de servidor no se calienta, se elimina la necesidad de grandes sistemas de CRAC. Tal como se ha comentado en la sección de antecedentes, la energía eléctrica consumida para hacer funcionar un sistema de CRAC de una sala de servidor representa una gran parte del consumo de energía de la sala de servidor total. Aunque el dispositivo 46 de refrigeración del segundo sistema 40 de refrigeración consume energía, este consumo de energía será significativamente menor que el necesario para hacer funcionar el sistema 40 de CRAC. La eliminación de la necesidad de grandes sistemas de CRAC para refrigerar la sala 100 de servidor reduce de ese modo el consumo de energía asociado con la refrigeración de la sala de servidor. Esta reducción en el consumo de energía permite una utilización y una conservación más eficientes de recursos de energía disponibles, y una reducción concomitante de emisiones de gases de efecto invernadero. Dado que pueden añadirse 45 módulos 10 adicionales a un bastidor 50 de servidor sin romper un sistema de refrigeración por líquido, también se elimina el peligro de derrame de líquido dentro de un servidor.

50 Resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse numerosas modificaciones y variaciones en los sistemas de refrigeración dados a conocer. Otras realizaciones resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la memoria descriptiva y de la práctica de los sistemas de refrigeración dados a conocer. Se pretende que la memoria descriptiva y los ejemplos se consideren sólo a modo de ejemplo, estando el alcance verdadero indicado por las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Método de refrigeración de un servidor informático que incluye una pluralidad de módulos (10) de servidor, que comprende:
- 5 mantener un flujo (32) de aire dentro de un módulo de servidor de la pluralidad de módulos (10) de servidor para absorber calor de uno o más dispositivos que generan calor del módulo (10) de servidor; caracterizado además por
- 10 dirigir el flujo (32) de aire a través de un intercambiador (16) de calor de aire a líquido de un sistema (20) de refrigeración por líquido de bucle cerrado para transferir el calor absorbido hasta un refrigerante (22) del sistema (20) de refrigeración por líquido, estando el sistema de refrigeración por líquido situado dentro del módulo de servidor;
- 15 dirigir el refrigerante (22) a una placa (26) fría del sistema (20) de refrigeración por líquido, estando la placa (26) fría acoplada de manera térmica a un componente que genera calor del módulo de servidor;
- 20 dirigir el refrigerante (22) a una placa (18) caliente del sistema (20) de refrigeración por líquido; y transferir calor desde la placa (18) caliente hasta una ubicación alejada del servidor informático usando un medio (42) de refrigeración de un segundo sistema (40) de refrigeración de bucle cerrado situado en el exterior del módulo de servidor.
2. Método según la reivindicación 1, en el que mantener el flujo (32) de aire dentro del módulo (10) de servidor incluye conservar el módulo de servidor sustancialmente sellado de tal manera que el aire (32) permanezca sustancialmente dentro del módulo de servidor.
- 25 3. Método según la reivindicación 2, en el que el módulo de servidor incluye múltiples módulos (10) de servidor de la pluralidad de módulos (10) de servidor, y transferir calor desde la placa (18) caliente incluye retirar calor de dentro de cada módulo de servidor de los múltiples módulos (10) de servidor y transferir el calor hasta la región en el exterior del servidor informático.
- 30 4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la placa (26) fría está
- 35 (i) situada aguas arriba del intercambiador (16) de calor de aire a líquido de tal manera que el refrigerante (22) pasa a través de la placa (26) fría antes de pasar a través del intercambiador (16) de calor de aire a líquido; o
- (ii) situada aguas abajo del intercambiador (16) de calor de aire a líquido de tal manera que el refrigerante (22) pasa a través del intercambiador (16) de calor de aire a líquido antes de pasar a través de la placa (26) fría.

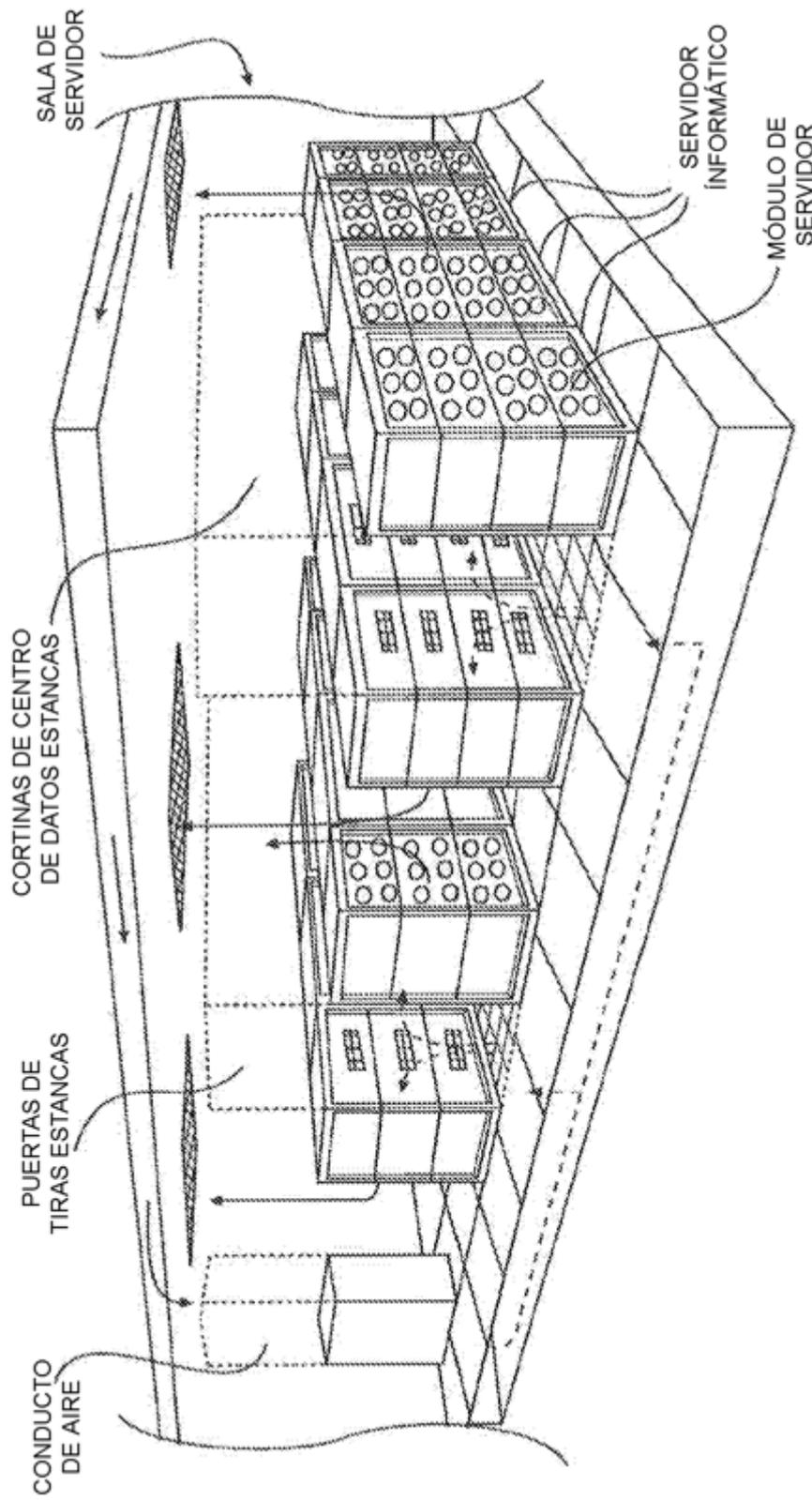


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

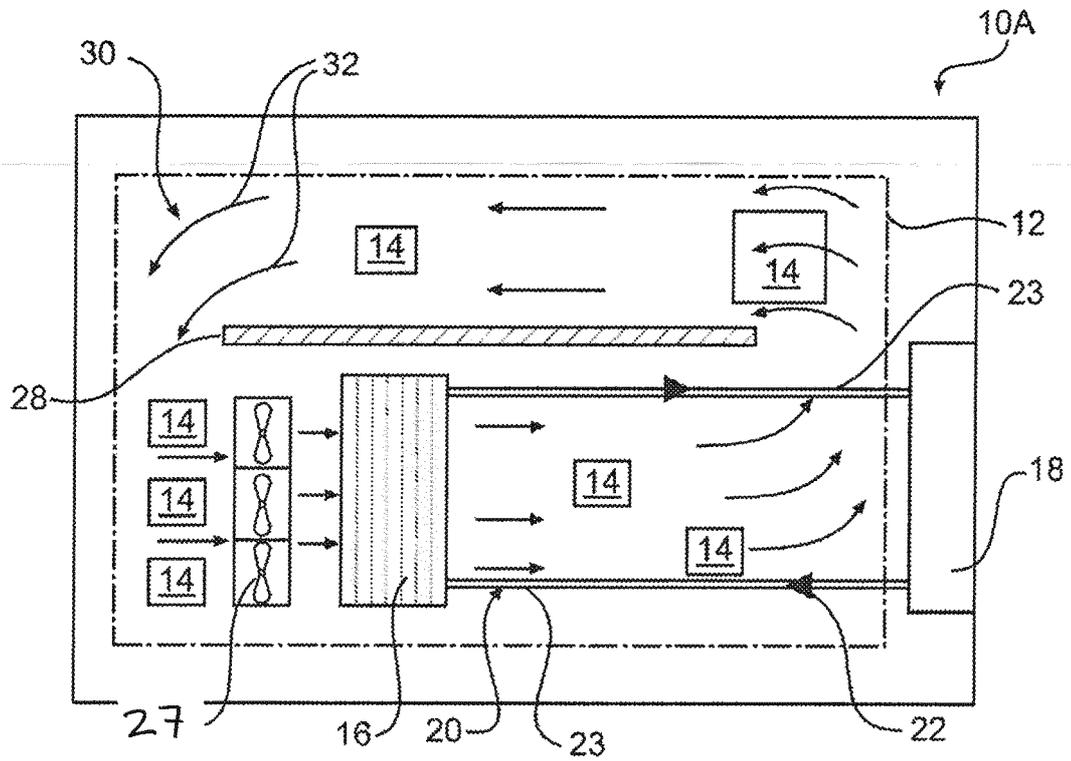


FIG. 2A

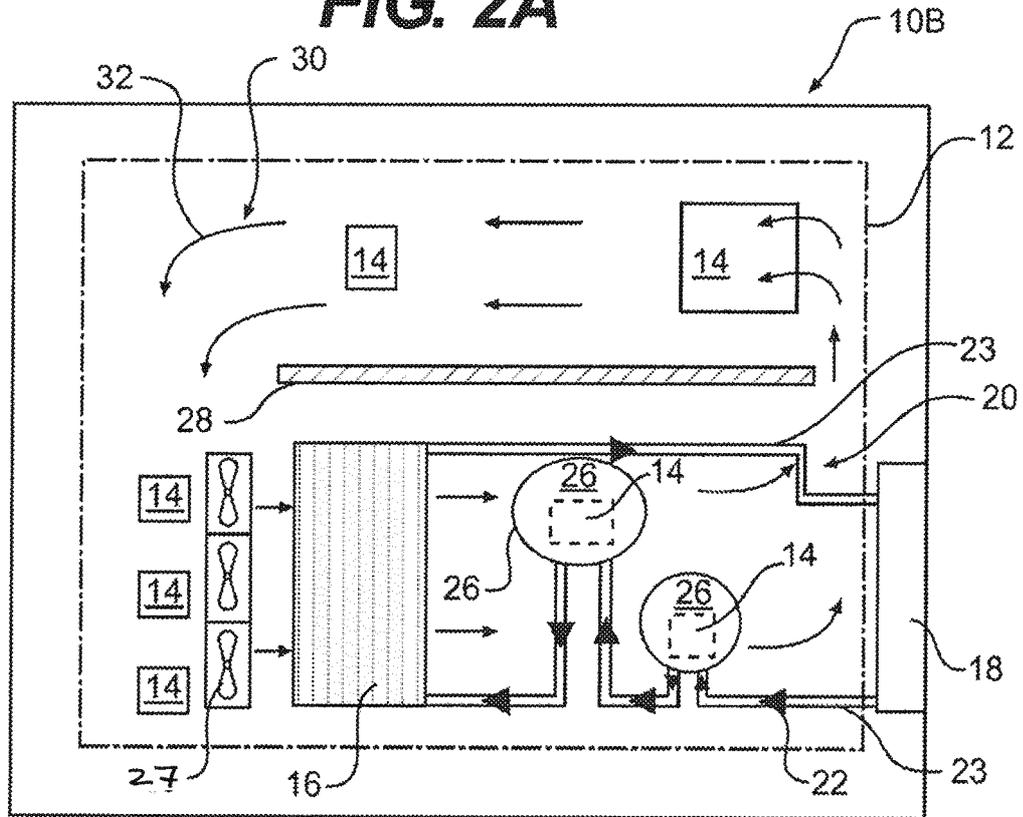


FIG. 2B

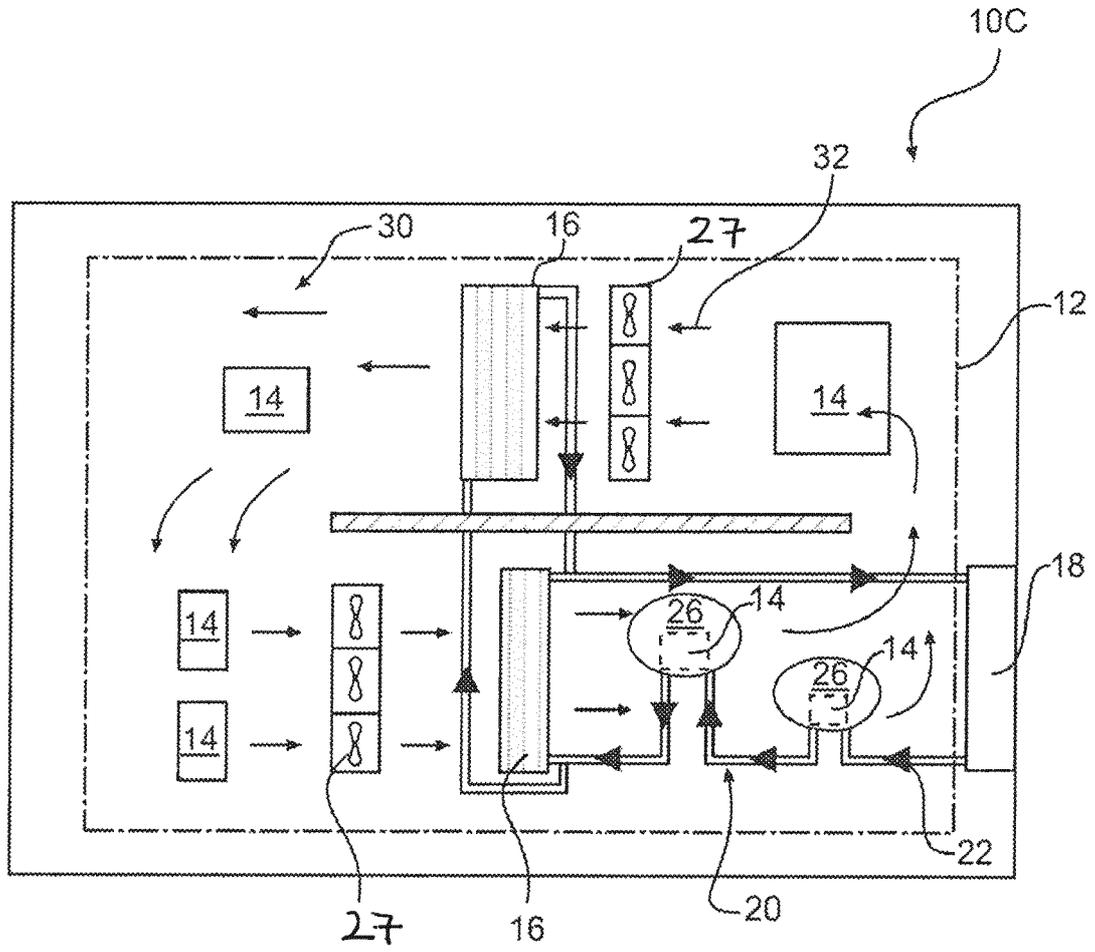


FIG. 2C

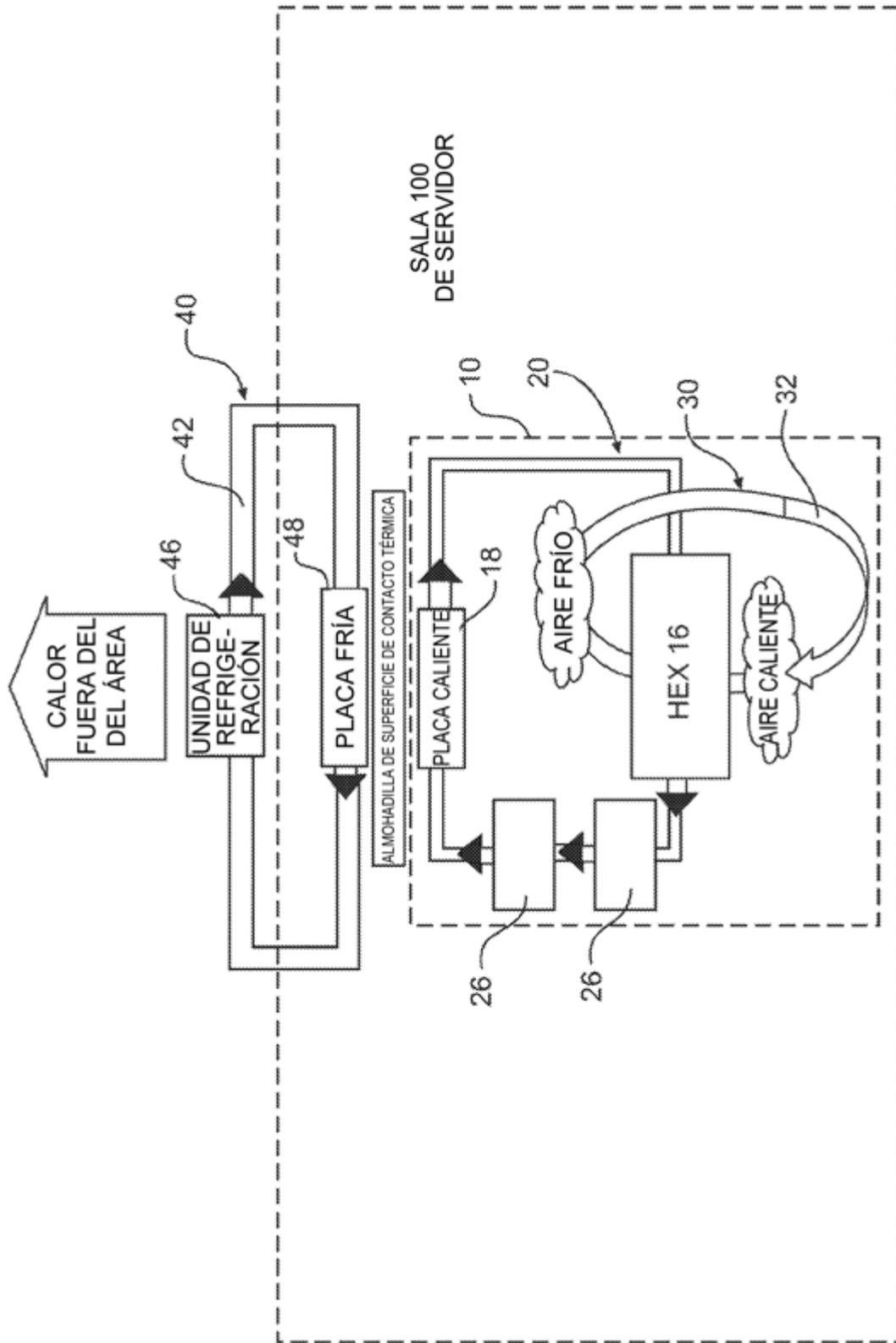


FIG. 3

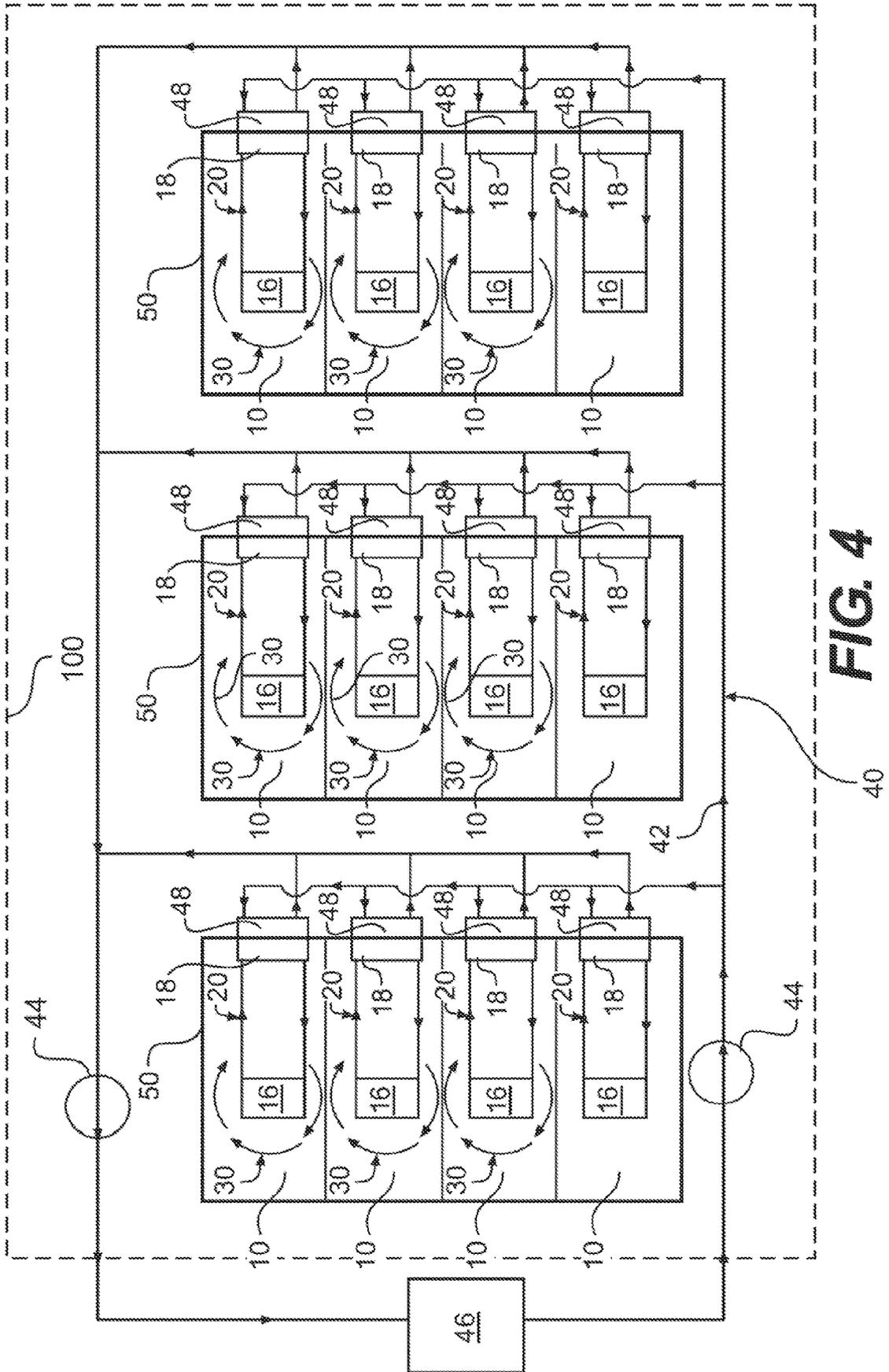


FIG. 4

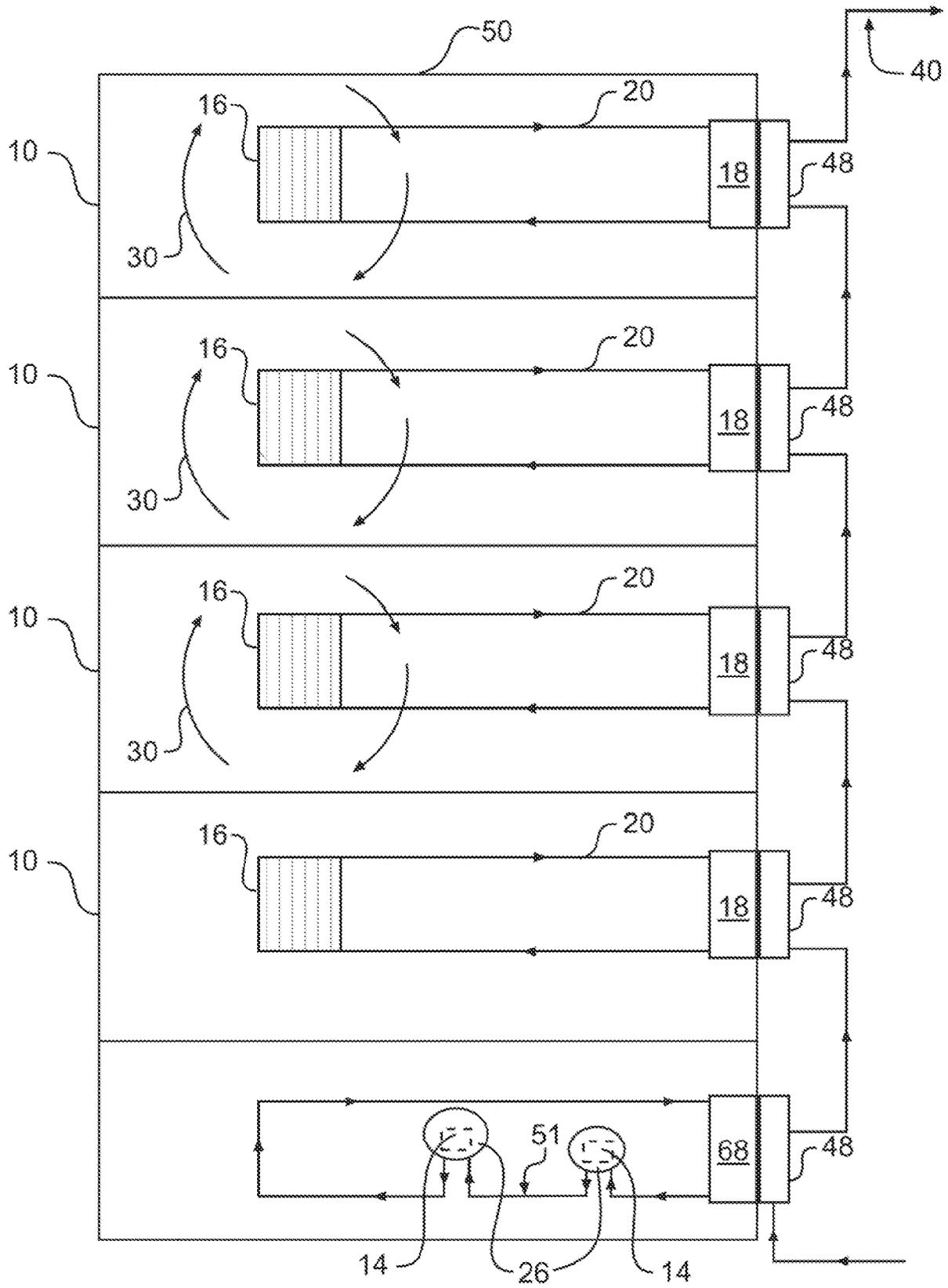


FIG. 5A

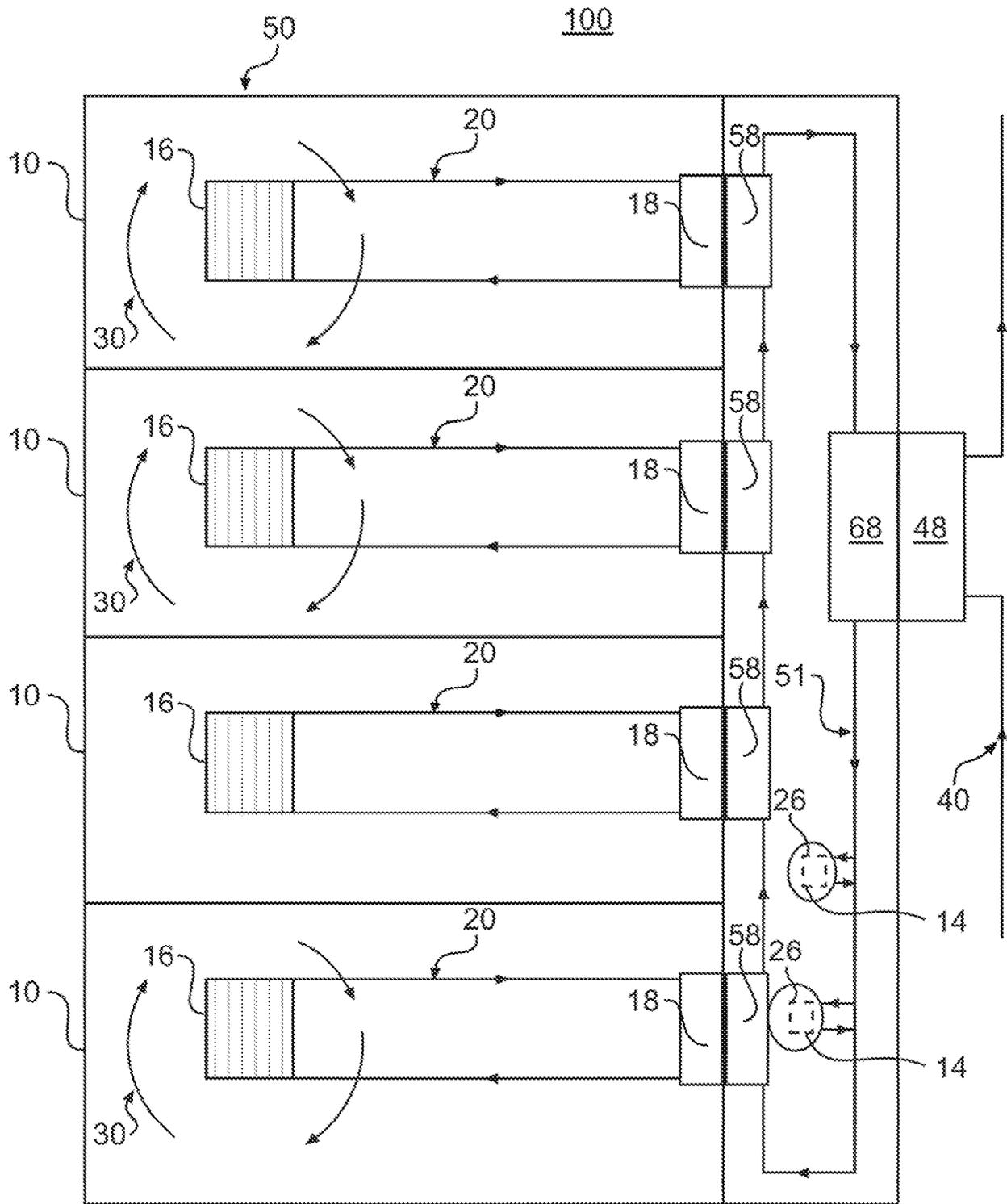


FIG. 5B

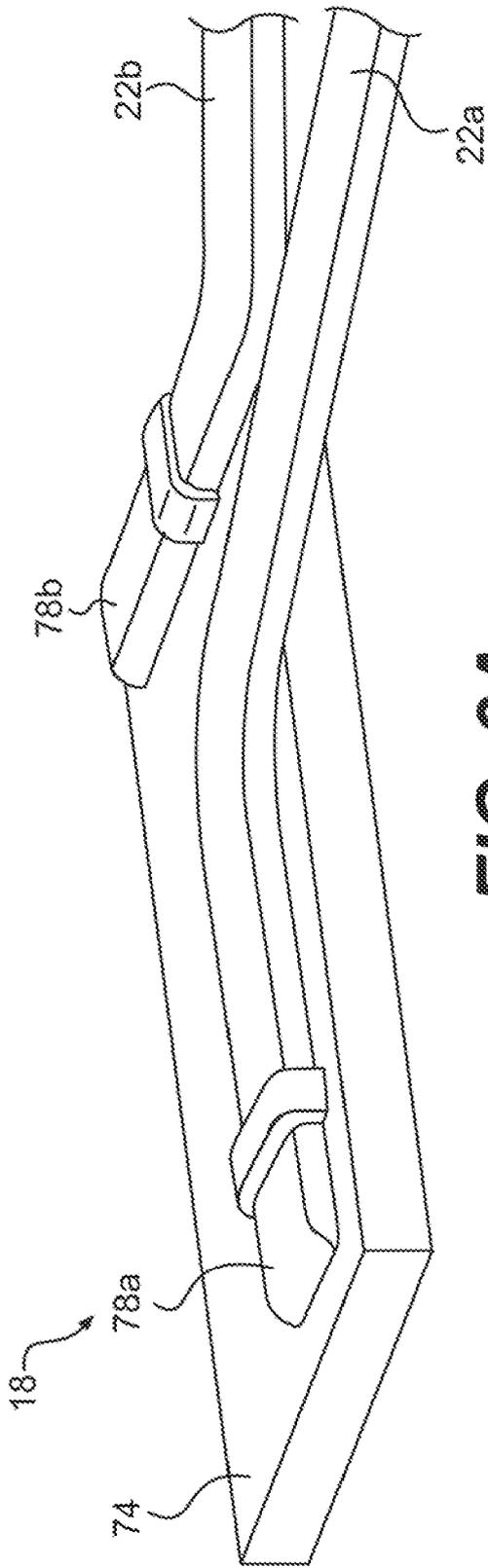


FIG. 6A

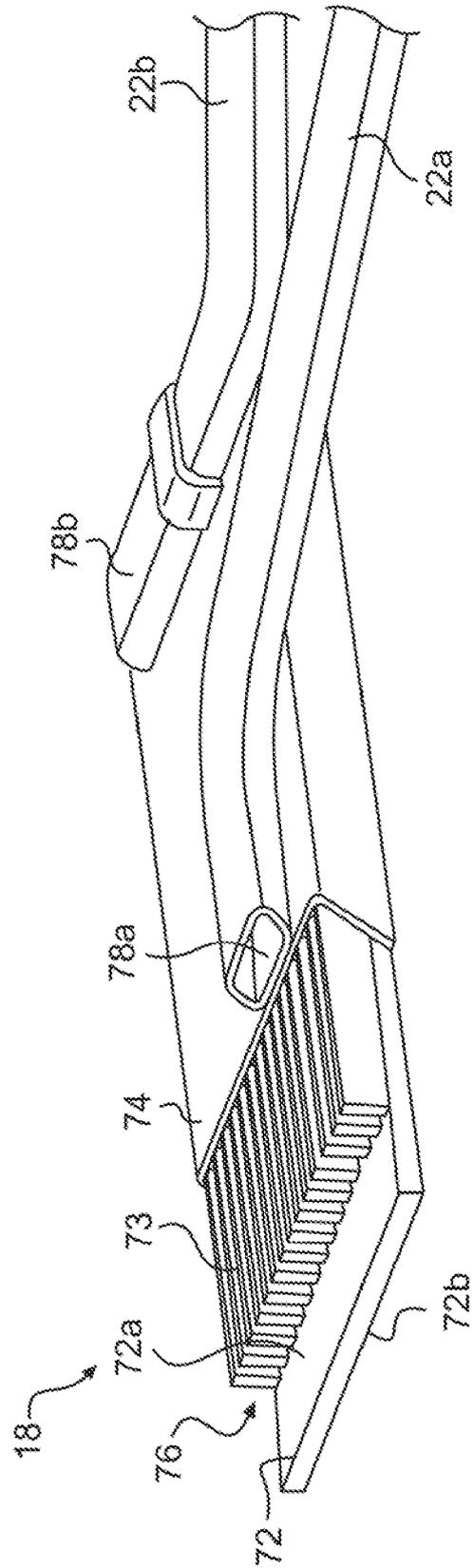


FIG. 6B