

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 069**

51 Int. Cl.:

F24F 11/00 (2008.01)

F25B 33/00 (2006.01)

F25B 17/08 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2011 PCT/US2011/037936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2011 WO11150081**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2011 E 11787343 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2577178**

54 Título: **Métodos y sistemas que utilizan desecantes líquidos para acondicionamiento de aire y otros procesos**

30 Prioridad:

25.05.2010 US 348076 P

07.01.2011 US 201161430692 P

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

02.04.2020

73 Titular/es:

7AC TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)

**92-94 Cummings Park
Woburn, MA 01801-2125, US**

72 Inventor/es:

VANDERMEULEN, PETER, F.;

HANOKA, JACK, I.;

ALLEN, MARK;

LAFLAMME, ARTHUR y

WALLACE, JAY

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 752 069 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

Métodos y sistemas que utilizan desecantes líquidos para acondicionamiento de aire y otros procesos

5 Antecedentes

La presente solicitud se refiere en general a acondicionamiento de aire, capturar contaminantes de combustión, desalinización y otros procesos que utilizan desecantes líquidos.

10 El término "acondicionamiento de aire" en general se refiere al tratamiento del aire que ingresa al espacio de una edificación, que incluye el calentamiento, enfriamiento, ajuste de humedad o purificación del aire que ingresa o sale del espacio. Es bien sabido que el acondicionamiento de aire es una enorme fuente de uso de energía y que el enfriamiento en verano en particular, puede provocar problemas en la red eléctrica. El acondicionamiento de aire es a menudo el mayor coste operativo en una edificación.

15 Los sistemas actuales de acondicionamiento de aire para enfriamiento generalmente se basan en la compresión de un gas tal como freón y la expansión del gas comprimido a través de un montaje de válvula. Sin embargo, con el fin de alcanzar los niveles de humedad requeridos del aire que ingresa a una edificación, el aire generalmente necesita sobreenfriarse para condensar el vapor de agua en agua líquida. Esta deshumidificación (enfriamiento latente) generalmente utiliza más energía en un sistema de acondicionamiento de aire que la disminución física de la temperatura del aire (enfriamiento sensible). A menudo, se emplean los recalentadores dentro de un acondicionador de aire que requiere incluso mayores cantidades de energía.

20 El acondicionamiento de aire para calentar el aire normalmente se realiza mediante la combustión de gas natural o algún otro combustible. La combustión a menudo calienta un fluido de transferencia de calor que luego se dirige a una unidad de bobina de ventilador en la que se calienta el aire entrante. En muchas construcciones, dicho calentamiento sensible resulta en niveles de humedad que son demasiado bajos por comodidad. A menudo, los humidificadores están integrados con el sistema de calentamiento. Sin embargo, dicha humidificación da como resultado el enfriamiento del aire, lo que significa que deberá aplicarse un calentamiento adicional para contrarrestar el efecto de enfriamiento del humidificador.

25 Los sistemas de desecantes sólidos se han utilizado durante muchos años principalmente para el enfriamiento en verano. Sin embargo, el efecto de calentamiento que se produce cuando el aire se deshumidifica de forma adiabática (no se agrega o elimina calor) requiere grandes cantidades de enfriamiento sensible después de la deshumidificación y, como resultado, limita el ahorro de energía que se puede obtener.

30 Los enfriadores de absorción, tales como las unidades fabricadas por Yazaki Energy Systems, normalmente utilizan un recipiente de vacío de baja presión en el que está contenido un material desecante (en el caso de Yazaki, LiBr2 y agua, pero también se han desarrollado sistemas que utilizan gel de sílice). Sin embargo, el uso de sistemas de vacío de baja presión aumenta significativamente el coste y la complejidad del equipo y aumenta los requisitos de mantenimiento. También, cada transición (del aire a un fluido de transferencia de calor al desecante) utiliza intercambiadores de calor, ventiladores y bombas y, por lo tanto, aumenta los costes. Y lo que es más importante, dichas transiciones resultan en mayores requisitos de temperatura ya que cada transición no es perfectamente eficiente. Como resultado, los enfriadores por absorción requieren temperaturas más altas para funcionar, lo que los hace menos adecuados para la integración con sistemas que emplean calor residual o calor de bajo grado.

35 Más recientemente se han introducido sistemas que emplean otros métodos para deshumidificación del aire. Los sistemas de desecantes líquidos, tales como los sistemas fabricados por DuCool y Agam, utilizan un material desecante fuerte tal como CaCl₂ y agua o LiCl₂ y solución de agua para absorber el vapor de agua en el aire. El desecante líquido se expone directamente al aire a diferencia de los enfriadores de absorción discutidos anteriormente que no tienen aire para desecar el contacto directo. Después de que el desecante absorbe la humedad de la corriente de aire, se calienta para liberar el exceso de agua. En invierno, dichos desecantes se pueden utilizar para recuperar el calor y la humedad del aire que sale y transferirlo al aire entrante.

40 Sin embargo, los sistemas de desecantes líquidos han sufrido tradicionalmente el riesgo de que el desecante se traslade a la corriente de aire, lo que a veces provoca graves problemas de corrosión en la edificación, ya que los desecantes que se utilizan son normalmente muy corrosivos para los metales.

45 Adicionalmente, los sistemas de desecantes líquidos normalmente están rociando un desecante líquido sobre un medio de filtro para aumentar el área superficial del desecante expuesto al aire. La pulverización aumenta el riesgo de arrastre de desecante a la corriente de aire. A menudo se utilizan filtros eliminadores de niebla adicionales para capturar cualquier partícula de desecante en el aire. Sin embargo, estos eliminadores de niebla requieren mantenimiento y reemplazo frecuentes. Adicionalmente, el proceso de utilizar un medio de filtro es inherentemente ineficiente en energía. El medio de filtro es una obstrucción en el flujo de aire y, por lo tanto, generalmente requiere una gran potencia del ventilador. También, los medios de filtro normalmente no son térmicamente conductores, lo que hace que el proceso de deshumidificación sea adiabático, lo que da como resultado un calentamiento

indeseable del aire. Para contrarrestar el efecto de calentamiento, se puede aumentar la velocidad de flujo del desecante y se puede preenfriar el desecante para lograr cierto nivel de enfriamiento sensible en la etapa de deshumidificación en los medios de filtro. El aumento de la velocidad de flujo, por supuesto, aumenta el riesgo de arrastre del desecante y requiere más potencia de la bomba de líquido. El desecante líquido normalmente “llueve” hacia abajo desde el medio de filtro hacia una bandeja de recolección de desecante líquido. Esto generalmente evita que el sistema de desecante líquido utilice un flujo de aire vertical y requiere un trabajo de conductos más costoso durante la instalación del sistema en el techo de una edificación, en el que el aire normalmente se maneja verticalmente. Adicionalmente, las bandejas de drenaje no permiten que el sistema se configure fácilmente como un sistema “dividido” en el que el acondicionador y el regenerador están ubicados en ubicaciones separadas físicamente. Adicionalmente, las bandejas de drenaje no permiten que el sistema se pueda expandir fácilmente: hay que aumentar el tamaño de la bandeja, lo que significa un nuevo diseño, en lugar de agregar capacidad a través de un diseño escalable.

AIL Research ha desarrollado un sistema de desecante de bajo flujo que supera algunas de las objeciones mencionadas anteriormente. El uso de un fluido de transferencia de calor in situ en el que el desecante está deshumidificando el aire da como resultado un mejor rendimiento térmico y una menor potencia del ventilador y la bomba. Sin embargo, este enfoque todavía utiliza un flujo de aire horizontal, lo que hace que sea mucho más difícil integrarse en una instalación en la azotea, y un diseño de acondicionador muy complejo que tiene una bandeja de drenaje desecante en la parte inferior, pero no permite un contraflujo entre el aire y los líquidos. Este sistema también tiene el riesgo de arrastre de desecante ya que el desecante aún está directamente expuesto al flujo de aire.

La fuente de calor y la temperatura requerida para la regeneración del desecante también es una consideración importante en el diseño de un sistema de acondicionamiento de aire solar. Debe quedar claro que cuanto menor sea la temperatura de regeneración del desecante, más fácil será encontrar una fuente de dicho calor (residual). Las temperaturas de regeneración más altas requieren fuentes de calor de mayor calidad (temperatura) y, por lo tanto, están menos fácilmente disponibles. En el peor de los casos, el sistema debe ser alimentado por una fuente de calor no residual, tal como un horno de agua caliente. Las unidades de absorción Yazaki han sido potenciadas por módulos térmicos solares de tubos evacuados que pueden generar calor hasta 100°C. Los módulos termosolares concentrados son capaces de alcanzar temperaturas aún más altas, pero a menudo lo hacen a costes más altos. Los colectores solares térmicos de placa plana esmaltada normalmente operan a temperaturas algo más bajas de 70-80°C, pero también pierden una parte significativa de su eficiencia a temperaturas más altas, lo que significa que el tamaño de la disposición se debe aumentar para generar la energía adecuada. Los colectores solares térmicos de placa plana sin esmaltar tienen mayores eficiencias a temperaturas más bajas, pero generalmente pierden gran parte de su eficiencia a altas temperaturas y, por lo general, no pueden alcanzar temperaturas superiores a 60°C, lo que los hace inadecuados para la integración con enfriadores de absorción.

Ninguna de las fuentes de calor solar mencionadas anteriormente (termosolares concentrados, colectores de tubos evacuados y colectores de placas planas esmaltadas y no esmaltadas) genera electricidad al mismo tiempo que genera calor. Sin embargo, todos los sistemas de acondicionamiento de aire aún requieren electricidad para los ventiladores y las bombas de líquido. La electricidad es a menudo mucho más costosa por unidad de energía que los combustibles utilizados para calentar. Por lo tanto, es deseable tener una fuente de energía que pueda proporcionar calor y electricidad.

Se sabe que los módulos fotovoltaicos solares (módulos PV) se calientan significativamente en la exposición directa al sol con temperaturas cercanas a 70-80°C. Dichas temperaturas tienen un efecto deteriorante sobre el rendimiento del módulo, ya que el rendimiento del módulo se degrada con un aumento de la temperatura. La aplicación de un fluido de transferencia térmica en la parte posterior del módulo PV (un módulo conocido como módulo de PVT (PV-Térmico)) extrae efectivamente el calor del módulo, bajando su temperatura y aumentando su eficiencia. El fluido de transferencia térmica (normalmente agua o agua y propileno o etilenglicol) puede alcanzar temperaturas y eficiencias térmicas normalmente entre las de un módulo solar térmico esmaltado y no esmaltado.

Desde una perspectiva de costes, los sistemas termosolares aumentados con módulos PV convencionales son menos rentables que los módulos de PVT y ocupan más espacio que los módulos de PVT. Sin embargo, los módulos de PVT generalmente proporcionan temperaturas y eficiencias más bajas que los sistemas solares térmicos puros. Pero beneficiosamente generan más electricidad que los módulos PV convencionales. El documento WO 2009/144880 describe un dispositivo de control de humedad con un procesador para regular la humedad del aire en un espacio objetivo al provocar que el aire pase a través de un líquido humectante; un regenerador para regenerar el líquido de absorción de humedad utilizado para el procesamiento por el procesador; una trayectoria de tubería de líquido de absorción de humedad montada de tal manera que se extiende a través de una abertura de ventilación que ventila el espacio objetivo y que envía el líquido de absorción de humedad desde el procesador hasta el regenerador; y una sección de regeneración que utiliza aire de escape, la sección de regeneración regenera el líquido de absorción de humedad al provocar que el aire se descargue desde el espacio objetivo a través de la abertura de ventilación, para pasar a través del líquido de absorción de humedad que fluye hacia el regenerador a través de la trayectoria de tubería del líquido de absorción de humedad. La construcción mejora la eficiencia de utilización de energía del dispositivo de control de humedad.

Breve resumen

5 Como se discute en más detalle a continuación, varias realizaciones descritas en el presente documento están dirigidas a métodos y sistemas para acondicionamiento de aire, capturar contaminantes de combustión, desalinización y otros procesos que utilizan desecantes líquidos.

10 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de acondicionamiento de aire desecante para tratar una corriente de aire que ingresa en un espacio de edificación, que comprende: un acondicionador que incluye una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura tiene por lo menos una superficie a través de la cual puede fluir un desecante líquido, en la que la corriente de aire fluye entre las estructuras de tal manera que el desecante líquido deshumidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima cálido y humidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima frío, cada estructura incluye adicionalmente un colector desecante en un extremo inferior de por lo menos una superficie para recolectar el desecante líquido que ha fluído a través de por lo menos una superficie de la estructura, en la que dicha pluralidad de estructuras comprende una pluralidad de montajes de placa dispuestos en una orientación sustancialmente vertical y separados para permitir el flujo de la corriente de aire entre montajes de placa adyacentes; un regenerador conectado al acondicionador para recibir el desecante líquido desde los colectores de desecante en el acondicionador, dicho regenerador provoca que el desecante líquido desorba el agua en el modo de operación de clima cálido y absorbe el agua en el modo de operación de clima frío; un aparato para mover la corriente de aire a través del acondicionador; y un aparato para hacer circular el desecante líquido a través del acondicionador y regenerador.

25 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método para tratar una corriente de aire que ingresa en un espacio de edificación, que comprende las etapas de: proporcionar un acondicionador que incluye una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura incluye una superficie externa, cada estructura incluye adicionalmente un colector desecante en un extremo inferior de la estructura de placa, y en la que dicha pluralidad de estructuras comprende una pluralidad de montajes de placa dispuestos en una orientación sustancialmente vertical y separados para permitir el flujo de la corriente de aire entre montajes de placa adyacentes; hacer fluir un desecante líquido a través de la superficie externa de cada estructura y recolectar desecante líquido en el colector desecante; hacer fluir la corriente de aire entre estructuras de tal manera que el desecante líquido deshumidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima cálido; desviar una porción de la corriente de aire deshumidificada que sale del acondicionador para uso en una unidad de tratamiento de aire que actúa como un enfriador de evaporación en el modo de operación de clima cálido para enfriar el fluido de transferencia de calor utilizado en el acondicionador; y recibir el desecante líquido desde los colectores de desecante en el acondicionador y absorber agua desde el desecante líquido.

40 También se describen módulos fotovoltaicos-térmicos (PVT) solares están conectados a un sistema de acondicionamiento de aire desecante para calentar desecantes. Los módulos de PVT se pueden conectar en varias disposiciones para enfriamiento en verano y calentamiento en invierno. Los sistemas de acondicionamiento de aire pueden incluir sistemas de desecantes de flujo de aire horizontales y verticales, que incluyen los sistemas de desecantes de cabezal de pulverización.

45 También se describen módulos de PVT que se pueden utilizar para proporcionar agua fría para un sistema de desecante para enfriamiento en verano.

También se describe que los módulos de PVT se pueden utilizar para proporcionar calor para que el agua vaya a un humidificador de aire en un sistema de acondicionamiento de aire desecante.

50 También se describen sistemas de acondicionamiento de aire pueden incluir un conjunto de estructuras de placas huecas utilizadas para exponer el desecante a un flujo de aire. Las estructuras de placa tienen un aspecto de forma ondulada. Las estructuras de placa ondulada hueca se construyen de tal manera que la tensión superficial del desecante líquido se utiliza para arrastrar el desecante líquido a un canal de drenaje. También se describe un material de lámina tal como una membrana o material humectante que se puede disponer sobre las placas onduladas para guiar un desecante líquido dentro del canal de drenaje. Una membrana puede ser una membrana microporosa con poros que varían en tamaño desde normalmente 0.01 μm hasta 1 μm . Un ejemplo de dicha membrana es una membrana hecha por Celgard of Charlotte, NC, y una división de Polypore Corporation, bajo la designación de tipo EZ2090.

60 También se describe una membrana que es una membrana microporosa respaldada por un material destinado a distribuir uniformemente un líquido. La membrana puede ser una membrana microporosa hidrófoba. En ejemplos el material de respaldo es un material hidrófilo tal como un material absorbente. Un ejemplo de dicho un material absorbente es el material de interfaz fabricado por la Compañía Pellon de Nueva York, NY.

También se describen estructuras de placa ondulada que se disponen en el sistema de acondicionamiento de aire de tal manera que el desecante líquido está expuesto a un flujo de aire vertical sin obstruir sustancialmente el flujo de aire.

5 También se describen múltiples conjuntos de estructuras de placas onduladas en una pila que tiene una naturaleza escalable en la que la capacidad de secado o humectación del desecante se puede expandir fácilmente al simplemente agregar placas onduladas adicionales.

10 También se describe un sistema de desecante de membrana para un sistema de acondicionamiento de aire que utiliza contracorrientes de líquidos y aire en un sistema de flujo de aire vertical.

15 También se describe un sistema de desecante de membrana en el que una membrana u otro material hidrófobo está unido a un humectante u otro material hidrófilo de tal manera que proporcione la distribución adecuada de un líquido detrás de la membrana. En un ejemplo, una capa doble está unida a una estructura hidrófoba (térmicamente conductora) tal como un canal de enfriamiento de plástico o placa de soporte.

También se describe una construcción de placa que permite esparcir un desecante líquido en la parte superior de una placa y recoger dicho desecante en el fondo de la placa.

20 En un ejemplo se precalienta el flujo de aire que va a un conjunto de placas onduladas desecantes de flujo de aire vertical, y el aire que sale de un conjunto de estructuras de placa se enfría posteriormente.

25 También se describen estructuras de placa que se construyen y ensamblan de tal manera que las placas puedan conducir térmicamente calor, pero aún son resistentes a la corrosión al emplear un material plástico térmicamente conductor. Dicho plástico tiene una conductancia térmica de aproximadamente 5 a 10 W/mK. Como ejemplo, las conductancias térmicas para plásticos regulares varían de 0.1 a 0.5 W/mK, mientras que el cobre, aluminio, acero inoxidable y titanio tienen una conductancia de aproximadamente 400, 250, 16 y 18 W/mK respectivamente. De estos materiales, solo el titanio es razonablemente adecuado para uso con desecantes tales como CaCl_2 o LiCl_2 debido a la naturaleza corrosiva de los desecantes.

30 También se describen estructuras de placa que se ensamblan utilizando un cabezal que se puede apilar vertical y horizontalmente de tal manera que las placas onduladas se pueden apilar paralelas entre sí y una encima de la otra.

35 También se describen estructuras de placa que se ensamblan de tal manera que se monta una membrana en cada placa para guiar el desecante líquido a un cabezal en la parte inferior de la placa ondulada.

40 También se describe la entrada de aire a las estructuras de placa que se ve perturbada por una malla o un conjunto de placas de perturbación de tal manera que se crea un movimiento de aire turbulento en el aire que ingresa a las placas onduladas.

45 También se describe un inversor solar que está integrado en un sistema de acondicionamiento de aire de tal manera que las conexiones eléctricas al sistema de acondicionamiento de aire proporcionan la conexión eléctrica a la edificación para un conjunto de módulos solares. La unidad de acondicionamiento de aire es un sistema de acondicionamiento de aire desecante. En algunos ejemplos, el sistema de acondicionamiento de aire desecante utiliza flujos de aire verticales. En algunos ejemplos, los módulos solares son módulos de PVT.

50 También se describe un sistema de flujo de aire vertical desecante líquido que utiliza un enfriador como fuente de agua fría y un calentador de agua a gas como fuente de agua caliente, en el que el calentador de agua a gas se complementa con el calor generado por los módulos solares.

55 También se describe un módulo de PVT que proporciona energía eléctrica y calor a un sistema de acondicionamiento de aire desecante y proporciona calor a un tanque de almacenamiento de agua. El agua caliente se puede almacenar gradualmente en tanques debajo de los módulos de PVT, y la energía eléctrica se puede utilizar para operar el sistema de acondicionamiento de aire. Cualquier exceso de energía eléctrica se puede proporcionar a otros dispositivos.

60 También se describen módulos de PVT que se configuran de tal manera que irradian calor durante la noche y, por lo tanto, proporcionan enfriamiento del agua. Dicha agua enfriada se puede almacenar en tanques de almacenamiento de agua para que pueda estar disponible durante el día para el lado frío de un sistema de acondicionamiento de aire desecante. Dicha agua fría también se puede generar por la noche utilizando un enfriador de evaporación en combinación con los módulos de PVT.

65 También se describe un módulo de PVT que genera agua caliente que está regulada por un interruptor termostático para ingresar a un tanque o fluir directamente a un colector. En algunos ejemplos, el interruptor termostático es accionado por la temperatura del agua caliente. En algunos ejemplos, el interruptor es operado por control remoto.

- 5 También se describe el agua que se almacena en un tanque debajo de un módulo de PVT de tal manera que el tanque proporcione un peso distribuido uniformemente adecuado para funcionar como un sistema de lastre y soporte para el módulo de PVT. Se describe adicionalmente que el tanque tiene una tapa extraíble. También se describe que el tanque puede funcionar adicionalmente como un contenedor de envío para el módulo.
- 10 Se describen módulos de PVT que están conectados a un sistema de desecante de estructura de placa. Se describe un sistema de placa ondulada que se configura para proporcionar aire frío a una edificación. Se describe un sistema de placa ondulada que se configura para proporcionar aire húmedo cálido a un espacio de edificación.
- 15 También se describen los módulos de PVT que se conectan para precalentar el agua que está destinada a entrar en un humidificador para el aire destinado a un espacio de edificación.
- 20 También se describe que un desecante se separa en varias capas en un recipiente en el que la concentración del desecante varía a lo largo de la altura de un recipiente. También se describe que el recipiente se utiliza para proporcionar y recolectar desecante a un sistema de acondicionamiento de aire desecante. Se describe adicionalmente que al menos una de las salidas del recipiente es ajustable de tal manera que se pueden extraer selectivamente del recipiente diferentes capas con diferentes concentraciones de desecante.
- 25 De acuerdo con uno o más ejemplos, se reduce una porción de flujo de aire tratado por un acondicionador de placa de tal manera que la humedad se desvía a un conjunto adicional de placas que proporciona enfriamiento del aire a través de la evaporación del vapor de agua. Se describe dicho sistema que utiliza membranas sobre la superficie de las placas. Se describe que el flujo de aire a través del segundo conjunto de placas se puede invertir y el agua para la evaporación se puede reemplazar por un desecante de tal manera que, durante la operación de invierno, proporcione una capacidad de calentamiento adicional del aire que ingresa a la construcción.
- 30 En algunos ejemplos, un conjunto de estructuras de placa proporciona un efecto de enfriamiento por evaporación y el líquido enfriado producido de esta manera se dirige tanto a un acondicionador como a uno o más intercambiadores de calor líquido a aire. Se describe que dichos intercambiadores de calor de líquido a aire pueden ser paneles de techo. Se describen intercambiadores de calor de líquido a aire que son bobinas de ventilador. Se describe que dichas bobinas de ventilador se pueden ubicar dentro de los conductos. Se describen dichos intercambiadores de calor de líquido a aire que se encuentran debajo de un piso.
- 35 Se describe una serie de agujeros que se proporcionan en la parte superior de la membrana para inhibir el bloqueo de vacío y permitir un fácil drenaje del desecante desde detrás de la membrana que cubre una estructura de placa.
- 40 Se describe una estructura de placa que está construida de tal manera que proporciona acceso alternativo al agua y al desecante líquido sobre la superficie de las placas al proporcionar agujeros en un patrón asimétrico.
- 45 Se describe un intercambiador de calor que se construye utilizando placas de plástico térmicamente conductoras para proporcionar transferencia de calor entre fluidos corrosivos. Se describe un intercambiador de calor de placas que utiliza contracorrientes horizontales y verticales. Se describe que las placas térmicamente conductoras se pueden formar de tal manera que tengan rebordes y características que promuevan el intercambio de calor y estén construidas de modo que se puedan apilar y sellar. Se describe que las placas de plástico térmicamente conductoras no están formadas, sino que se pueden utilizar un material de pegamento para crear y unir rebordes en la parte superior y/o en la parte inferior de las placas de plástico. Se describe que el material de pegamento también se puede utilizar para proporcionar un sello a los líquidos entre las placas. Se describe que los rebordes de pegamento pueden tener una forma tal que los rebordes sobre la placa inferior soporten los rebordes en la parte superior de la placa superior, mientras que el pegamento de sello abarca todo el espacio entre las dos placas. El material de pegamento puede ser Marine 5200, fabricado por 3M Corporation of St. Paul, MN.
- 50 Se describe un primer conjunto de estructuras de placa que está contenido en un recipiente sellado herméticamente y en el que un segundo conjunto de placas está contenido en el lado opuesto del recipiente. El primer conjunto de placas contiene una membrana opcional sobre su superficie o un material humectante. El primer conjunto de placas recibe un desecante diluido de una fuente de desecante. El primer conjunto de placas también recibe un fluido de transferencia de calor calentado de una fuente. Un ventilador proporciona movimiento de aire dentro del recipiente herméticamente sellado de tal manera que se toma vapor de agua del primer conjunto de placas. El segundo conjunto de placas es relativamente frío en comparación con el ambiente de aire y el recinto de tal manera que provoca condensación de agua sobre sus superficies. El agua se puede extraer del recinto sellado. Se describe que el segundo conjunto de placas se puede enfriar mediante una fuente de frío externa.
- 55 Se describe un conjunto de estructuras de placas con un desecante líquido expuesto a su superficie que recolecta la humedad de una corriente de aire y dirige el desecante diluido a un recipiente herméticamente sellado en el que el desecante se regenera y en el que se recupera el vapor de agua en forma de agua líquida. Se describe adicionalmente que el calor para el sistema puede ser proporcionado por módulos solares térmicos. Se describe además que el calor para el sistema puede ser proporcionado por módulos de PVT.
- 60
- 65

- 5 Se describe que un desecante líquido se puede regenerar primero en un recipiente herméticamente sellado y posteriormente regenerarse en una disposición abierta de estructuras de placas. Se describe que el agua recuperada en el recipiente herméticamente sellado puede desviarse a un conjunto de estructuras de placas que proporcionan un efecto de enfriamiento por evaporación.
- 10 Se describe que la combustión de combustible puede tener lugar de tal manera que los gases efluentes se dirijan a través de un conjunto de estructuras de placas que tienen un desecante líquido sobre sus superficies. Los gases efluentes contienen sustancias como dióxido de carbono, vapor de agua y contaminantes tales como SO_x y NO_x, que se pueden capturar en el desecante. Se describe que el desecante se regenera en un desecante concentrado y agua líquida. Se describe que el desecante se filtra de tal manera que elimina la acidez creada por el SO_x y NO_x y otros gases absorbidos por el proceso de combustión del combustible.
- 15 Se describe un desecante que extrae agua a través de una membrana desde una fuente de agua tal como agua de mar. El desecante concentrado se diluye como resultado de la transición del agua a través de dicha membrana. El desecante diluido se transporta a un recinto herméticamente sellado en el que el desecante se regenera de tal manera que se produce desecante concentrado y agua líquida. Se describe que el calor para la regeneración es proporcionado por módulos solares térmicos. Se describe que el calor para la regeneración es proporcionado por los módulos de PVT.
- 20 Se pueden prever muchas variaciones de construcción para combinar los diversos elementos mencionados anteriormente, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. La presente invención de ninguna manera se limita a un conjunto particular o combinación de dichos elementos.
- 25 Breve descripción de las figuras
- La Figura 1A ilustra un sistema de manejo de aire desecante que utiliza un diseño de cabezal de ducha de acuerdo con la técnica anterior.
- 30 La Figura 1B ilustra un sistema de manejo de aire desecante que utiliza un diseño de placa y flujo de aire horizontal de acuerdo con la técnica anterior.
- La Figura 2A muestra un sistema de manejo de aire desecante configurado para operaciones de verano extremas con fuente de frío y conexión de módulo de PV/térmico.
- 35 La Figura 2B muestra un sistema de manejo de aire desecante configurado para operaciones de verano no extremas con fuente de frío y conexión de módulo de PV/térmico.
- La Figura 3A muestra un sistema de manejo de aire desecante configurado para operación en invierno extremo con fuente de frío y conexión de módulo de PV/térmico.
- 40 La Figura 3B muestra un sistema de manejo de aire desecante configurado para operación invernal no extremo con fuente de frío y conexión de módulo de PV/térmico.
- 45 La Figura 4 muestra la integración entre el sistema de acondicionamiento de aire existente en una edificación, un sistema de acondicionamiento de aire desecante y módulos de PVT.
- La Figura 5 muestra un sistema de desecante que emplea un flujo de aire vertical de acuerdo con una o más realizaciones.
- 50 La Figura 6A representa una vista tridimensional del sistema de la Figura 5 de acuerdo con una o más realizaciones.
- La Figura 6B representa una o más placas de turbulencia que crean turbulencia de aire en el aire que ingresa a un conjunto de estructuras de placa.
- 55 La Figura 7 muestra el sistema de desecante de flujo de aire vertical con bobinas de tratamiento de aire pre y post opcionales y sistema de bomba de calor de acuerdo con una o más realizaciones.
- La Figura 8 representa detalles alrededor de las estructuras de placas onduladas de acuerdo con uno o más ejemplos.
- 60 La Figura 9 muestra una posible construcción para las estructuras de placas onduladas de acuerdo con uno o más ejemplos.
- 65 La Figura 10A muestra un método alternativo para el ensamble de estructura de placa ondulada, que incluye el montaje de una membrana o material absorbente de acuerdo con uno o más ejemplos.

La Figura 10B muestra una sección transversal de dos membranas con un material absorbente hidrófilo intercalado entre dos membranas hidrófobas en las que el material absorbente extiende un líquido uniformemente entre las dos membranas.

5 La Figura 10C muestra una sección transversal de una membrana hidrófoba, un material absorbente hidrófilo y un soporte (térmicamente conductor).

La Figura 10D muestra una sección transversal de dos membranas con dos materiales absorbentes y una pared de soporte interna (térmicamente conductora).

10 La Figura 10E muestra una sección transversal de dos membranas con dos materiales absorbentes y una pared de soporte internamente hueca (térmicamente conductora).

15 La Figura 11A muestra cómo las estructuras de placas se pueden apilar en conjuntos más grandes y representa detalles de construcción.

La Figura 11B ilustra un sistema de desecante que emplea un flujo de aire horizontal a través de dos acondicionadores de acuerdo con uno o más ejemplos, en el que el aire se trata dos veces por placas que están orientadas en ángulo con respecto al flujo de aire.

20 La Figura 11C muestra una vista superior del ejemplo de la Figura 11B.

La Figura 11D muestra la disposición de la figura 11B replicada dos veces de tal manera que trata el aire entrante en un espacio y recupera energía del aire que regresa en un segundo conjunto de acondicionadores.

25 La Figura 11E muestra una pila de placas de membrana desecante en la técnica anterior que utiliza una porción del aire deshumidificado para enfriamiento por evaporación indirecto.

30 La Figura 11F ilustra una sección de una pila de placa de membrana desecante que utiliza una porción del aire deshumidificado para proporcionar enfriamiento por evaporación indirecto de una manera controlable.

La Figura 11G muestra un detalle cortado de cerca para la parte inferior de la pila de placas en la Figura 11F.

35 La Figura 11H ilustra detalles adicionales de algunos de los componentes mostrados en la Figura 11F.

La Figura 11I y 11J muestran una vista tridimensional y superior, respectivamente, de un ejemplo que utiliza una estructura de tubo para exponer el desecante líquido a corrientes de aire mientras proporciona funciones simultáneas de calentamiento o enfriamiento.

40 La Figura 11K y 11L ilustran una vista tridimensional y superior, respectivamente, de una estructura hexagonal para exponer el desecante líquido a una corriente de aire mientras proporciona funciones de calentamiento o enfriamiento.

45 La Figura 12 representa un sistema de acondicionamiento de aire solar completo que incluye una disposición PV/térmica solar.

La Figura 13A demuestra cómo se pueden utilizar los módulos de almacenamiento y PVT para crear un ciclo de compensación de frío/calor para un sistema de acondicionamiento de aire desecante durante el día.

50 La Figura 13B demuestra cómo se pueden utilizar los módulos de almacenamiento y PVT para crear un ciclo de compensación de frío/calor para un sistema de acondicionamiento de aire desecante durante la noche.

Las Figuras 14A y 14B muestran un módulo PV/térmico con sistema integrado de almacenamiento/lastre de agua caliente.

55 Las Figuras 15A y 15B muestran cómo el tanque de lastre y el sistema de almacenamiento pueden funcionar como un contenedor de envío para el módulo de PVT.

60 Las Figuras 16A y 16B demuestran cómo los módulos de PVT y las fuentes frías se pueden integrar en el sistema de desecante de placas onduladas para la operación de verano.

Las Figuras 17A y 17B demuestran cómo los módulos de PVT se pueden integrar en el sistema de desecante de placa ondulada y los humidificadores para la operación en invierno.

65 Las Figuras 18A y 18B muestran cómo se puede utilizar el calor del almacenamiento o los módulos de PVT durante el día y la noche para la operación del acondicionamiento de aire.

La Figura 19A muestra cómo un separador de concentración de desecante y un enfriador de evaporación pueden integrarse en el sistema de placas onduladas durante el verano.

5 La Figura 19B muestra el sistema de la Figura 19A integrado a un espacio de edificación en el que el agua enfriada que se produce por el enfriador de evaporación no solo se utiliza para enfriar el acondicionador sino también para enfriar paneles de techo o paneles de piso.

10 La Figura 20A muestra cómo las placas onduladas adicionales en la Figura 19A se pueden utilizar para aumentar la capacidad de calentamiento durante la operación en invierno.

La Figura 20B muestra cómo una porción del aire que ingresa a un acondicionador puede extraerse del acondicionador y desviarse a un tercer conjunto de placas onduladas para la operación de invierno.

15 La Figura 21A muestra un intercambiador de calor resistente a la corrosión con placas de plástico térmicamente conductoras.

20 La Figura 21B muestra un ejemplo diferente de un intercambiador de calor resistente a la corrosión con placas de plástico térmicamente conductoras.

La Figura 21C muestra las principales etapas de fabricación involucradas en el uso de estructuras de pegamento para construir un intercambiador de calor fluido a fluido.

25 La Figura 22 muestra un sistema de recuperación de agua utilizando placa.

La Figura 23 muestra un sistema de desecante para calentamiento y deshumidificación.

30 La Figura 24A muestra un sistema de calentamiento y deshumidificación utilizando placas onduladas y un sistema de recuperación de agua.

La Figura 24B muestra un sistema de regeneración de desecante de doble efecto que utiliza agua líquida recuperada para enfriamiento por evaporación indirecta.

35 La Figura 25 muestra un sistema de acondicionamiento de aire desecante que captura y condensa los gases de combustión y recupera el agua.

La Figura 26 muestra una configuración de sistema de acondicionamiento de aire desecante para calentamiento de invierno que también condensa el vapor de agua y captura los contaminantes del proceso de combustión.

40 Las Figuras 27A y 27B muestran un modelo tridimensional del sistema de la Figura 24A.

La Figura 28 muestra el sistema de recuperación de agua de la Figura 22 integrado a un sistema de desalinización para la purificación de agua.

45 Los caracteres de referencia similares generalmente denotan partes similares en los dibujos.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

50 La Figura 1A representa un sistema de acondicionamiento de aire desecante líquido como se conoce en la técnica anterior. Un acondicionador 102 desecante contiene un desecante líquido en un baño 104. El desecante 104 líquido puede ser cualquier solución adecuada que atraiga vapor de agua del aire 110 exterior que se sopla en el acondicionador 102. El aire se mueve a través de un medio 106 de filtro que generalmente comprende una superficie dividida que retiene y expone fácilmente el desecante a la corriente de aire. Los ejemplos de desecantes incluyen CaCl_2 y LiCl_2 . El medio de filtro puede ser un material de relleno de torre de enfriamiento celulósico. El desecante 105 diluido que ha absorbido el agua gotea del medio 106 de filtro hacia el baño 104 desecante. El cabezal 107 de pulverización distribuye el desecante concentrado uniformemente a través del medio 106 de filtro. El aire 111 deshumidificado y enfriado se dirige a la edificación. Una porción (generalmente alrededor del 10%) del desecante 112 diluido se lleva a través de un intercambiador 103 de calor a un regenerador 101. La mayoría del desecante 112 se lleva de vuelta al cabezal 107 de pulverización en la parte superior del acondicionador 102 a través de una fuente 113 de frío opcional. El desecante que se desvía al regenerador 101 se calienta en un calentador 114 opcional y se bombea a un cabezal 107' de pulverización similar al cabezal de pulverización en el lado del acondicionador. El desecante calentado cae sobre un medio 106' de filtro y gotea 105' en un baño 104' desecante. El aire de retorno de la edificación o el aire 108 exterior pasan a través del medio de filtro y absorbe el agua del desecante, de modo que el aire 109 caliente húmedo sale del regenerador. Como se discutió anteriormente, los inconvenientes de este sistema son que la absorción de vapor de agua en el desecante es un proceso casi adiabático que resulta en el calentamiento del aire que debe enfriarse. Adicionalmente, el cabezal de

pulverización puede llevar a que se transporte algo de desecante a las corrientes 111 y 109 de aire de salida. Y, por último, los baños 104 y 104' obligan a que los flujos 110 y 108 de aire sean horizontales y verticales a través de los medios de filtro. Esto hace que la instalación en el techo de una edificación sea más complicada ya que el aire 111 de salida necesita ser conducido hacia abajo y el aire 108 de retorno de la edificación debe ser conducido en un aspecto horizontal.

La Figura 1B es un sistema alternativo conocido en la técnica anterior. El acondicionador 121 comprende un conjunto 118 de placas verticales (que están construidas para ser huecas en su interior) y un colector 120 desecante. El fluido de transferencia de calor enfriado de una fuente 113 fría se introduce dentro de las placas 118 y forma un bucle 116 en forma de U interno para la placa. Un desecante 119 concentrado se extiende sobre la superficie de las placas 118. El aire 110 exterior se dirige sobre el desecante 119 en una orientación horizontal. El desecante absorbe el vapor de agua del aire y corre por la superficie de las placas 118 hacia el colector 120 desecante. El desecante 121 diluido se bombea a través de un intercambiador 103 de calor al regenerador 122. El regenerador comprende un conjunto de placas 117 que nuevamente son huecas y que tienen canales 116' en forma de U en ellos. El desecante 119' diluido se extiende nuevamente sobre la superficie de las placas 117 que se calientan por la fuente 114 de fluido de transferencia caliente. El aire exterior o el aire de retorno de la edificación 108 se utiliza para absorber el vapor de agua del desecante 119'. El desecante se concentra a medida que corre por la superficie del regenerador y se recolecta en el colector 115 desecante. Como en el ejemplo anterior, el flujo de aire en el sistema de desecante es principalmente horizontal, lo que resulta en la necesidad de utilizar conductos adicionales para la instalación en una azotea. Se hubiera preferido un flujo de aire horizontal porque no habría sido necesario ningún trabajo de conducto, pero los colectores 115 y 120 desecantes generalmente impiden que el aire fluya verticalmente. Adicionalmente, los canales en forma de U no permiten un diseño de contraflujo entre el aire, el desecante y los fluidos de enfriamiento o calentamiento, lo que resulta en una menor eficiencia térmica tanto del acondicionador como del regenerador. En comparación con el sistema de la Figura 1A, el sistema de desecante líquido de la Figura 1B utiliza menor potencia del ventilador y menor potencia de la bomba desecante.

La Figura 2A muestra un sistema de desecante líquido configurado para operación extrema en verano y para integrarse con una bomba 201 de calor opcional. Una porción del desecante en el acondicionador 102 es llevada a través de un intercambiador 202 de calor que se puede acoplar a una disposición de módulos de PVT. Dado que los materiales desecantes típicos que se utilizan son corrosivos para los metales, es deseable el uso de un intercambiador de calor. Esto también complica la integración de la bomba 201 de calor; dado que el desecante no debe tocar ninguna parte metálica, la transferencia de calor se realiza indirectamente a través de un intercambiador de calor especialmente diseñado. Como se puede ver en la figura, el desecante se toma del acondicionador, se calienta en los módulos 202 de PVT o mediante la bomba 201 de calor y se rocía en el regenerador 101. A la inversa, se toma un desecante concentrado del regenerador 101, pasando a través de una fuente 203 de frío opcional o a través del lado frío de la bomba 201 de calor y en el acondicionador.

En la Figura 2B se muestra una configuración similar para la operación no extrema. La principal diferencia es que el desecante del acondicionador se enfría y se vuelve a colocar en el lado del acondicionador en lugar de ser transportado al regenerador. El desecante solo se transfiere al regenerador a través del intercambiador 103 de calor. De manera similar, el desecante en el regenerador solo se calienta y se vuelve a colocar en el regenerador en lugar de ser puesto en el acondicionador.

En la operación extrema de invierno en la Figura 3A, las fuentes 201 y 202 de calor ahora calientan el desecante líquido a medida que se transporta al acondicionador 102. Se observa que el acondicionador en la configuración de invierno se utiliza para agregar vapor de agua y calor a la corriente 110 de aire entrante y condiciona el que el aire tenga una temperatura y humedad más altas cuando ingresa a la edificación en 111. También es posible agregar un humidificador 301 que puede ser precalentado por otra disposición 302 de módulos de PVT o por otra fuente de energía térmica. Dado que el agua que se introduce en el humidificador 301 no es corrosiva para los metales, no es necesario utilizar un intercambiador de calor en 302; el agua puede ser calentada directamente por los módulos de PVT. También vale la pena señalar que el aire 108 de retorno de la edificación generalmente es más alto en temperatura y humedad que el aire 110 exterior. El regenerador 101 en esta configuración captura el calor y la humedad del aire de retorno y lo transporta al aire exterior, lo que resulta en costes de calentamiento mucho más bajos y el sistema de desecante está en esta configuración funcionando efectivamente como un sistema de recuperación de entalpía.

En la Figura 3B se muestra una configuración similar como en la Figura 3A, excepto que ahora las fuentes 201 y 202 de calor ahora se utilizan para calentar el desecante en el lado del acondicionador 102 del sistema directamente. De manera similar, el lado frío de la bomba 201 de calor puede extraer directamente calor del desecante en el regenerador.

La fuente 203 de frío en las Figuras 3A y 3B en la mayoría de los casos no será necesaria durante la operación de invierno del sistema. También se observa que el desecante en modo invierno necesitará ser diluido, lo que significa que se necesitará agregar pequeñas cantidades de agua de manera regular para evitar la sobreconcentración excesiva del desecante. Esta agua puede provenir del aire de retorno de la edificación, pero aún puede necesitar ser suplementada por otras fuentes.

La Figura 4 muestra cómo el sistema de recuperación de entalpía de la Figura 3A se puede integrar en una infraestructura existente de acondicionamiento de aire de la edificación. El espacio 401 de edificación está conectado por conductos 402 al sistema de desecante de la Figura 3A. La bomba de calor del acondicionador de aire existente que comprende el compresor 403 libera calor a través de la bobina 405 del ventilador y el aire entrante puede calentarse adicionalmente mediante los módulos 406 de PVT y una bobina del ventilador adicional. El gas comprimido se expande en la válvula 407 y es calentado por el aire de retorno en la bobina 404 del ventilador antes de regresar al compresor 403. La configuración descrita anteriormente reduce significativamente la carga en el sistema de acondicionamiento de aire al recuperar nuevamente el calor y el vapor de agua.

En la Figura 5 se muestra un nuevo tipo de sistema de desecante líquido. El acondicionador 501 comprende un conjunto de estructuras de placa que son internamente huecas. Opcionalmente, las estructuras de placa pueden tener una forma ondulada aplicada a ellas. El término ondulado, como se utiliza en el presente documento, se refiere en general a una variedad de estructuras divididas, que incluyen formas de bobina u onduladas. Se genera un fluido de transferencia de calor frío en la fuente 507 fría y se introduce en las placas. La solución desecante líquida en 514 se lleva a la superficie externa de las placas y baja por la superficie externa de cada una de las placas. En algunos ejemplos, el desecante líquido corre en una superficie absorbente que aumenta significativamente el área del desecante expuesto a la corriente 503 de aire. En las realizaciones, descritas más adelante, el desecante líquido corre detrás de una membrana delgada que se encuentra entre el flujo de aire y la superficie de las placas. El aire 503 exterior ahora sopla a través del conjunto de placas onduladas. El desecante líquido en la superficie de las placas atrae el vapor de agua en el flujo de aire y el agua de enfriamiento dentro de las placas ayuda a inhibir el aumento de la temperatura del aire. Las estructuras de placa se construyen de tal manera que recolectan el desecante cerca del fondo de cada placa, eliminando de esta manera la necesidad de un colector o baño de desecante como se muestra en las Figuras 1A y 1B. El aire 504 tratado ahora se coloca en la edificación directamente sin la necesidad de ningún conducto adicional. Adicionalmente, dado que todos los flujos de aire, los fluidos de transferencia de calor y el desecante son verticales, el sistema es térmicamente más eficiente. La forma ondulada de las placas tiene dos ventajas principales: el aire se pone más fácilmente en contacto con la superficie de las placas, ya que la forma ondulada constituye más una ruta dividida que lo que hubiera dado una placa recta. Pero, lo que es más importante, la forma ondulada permite que las placas se expandan hacia los lados sin poner tensiones en las conexiones de los fluidos de transferencia de calor y los desecantes en la parte superior e inferior de las placas. Esto es particularmente importante ya que las placas onduladas deben construirse a partir de un material que sea compatible con el desecante que se esté utilizando, por ejemplo, a partir de un material plástico (térmicamente conductor) tal como una extrusión de polímero dopado térmicamente. Normalmente, dicho plástico tiene una conductancia térmica de aproximadamente 5 a 10 W/mK. Como ejemplo, las conductancias térmicas para plásticos regulares varían de 0.1 a 0.5 W/mK, mientras que el cobre, aluminio, acero inoxidable y titanio tienen una conductancia de aproximadamente 400, 250, 16 y 18 W/mK respectivamente. De estos materiales, solo el titanio es razonablemente adecuado para su uso con desecantes como CaCl_2 o LiCl_2 debido a la naturaleza corrosiva de los desecantes. Las placas onduladas en el regenerador 502 se expandirán bajo temperaturas más altas para regenerar el desecante. Esto puede crear tensiones térmicas en el ensamble. La forma ondulada ayuda a reducir esas tensiones al permitir que las placas se expandan hacia los lados en lugar de en la dirección vertical.

El desecante líquido se recolecta en el fondo de las placas onduladas en 511 y se transporta a través de un intercambiador 513 de calor a la parte superior del regenerador hasta el punto 515 en el que el desecante líquido se distribuye a través de las placas onduladas del regenerador. El aire de retorno u opcionalmente el aire 505 exterior se sopla a través de la placa regeneradora y el vapor de agua se transporta desde el desecante líquido hacia la corriente de aire 506 de salida. Una fuente 508 de calor opcional proporciona la fuerza impulsora para la regeneración. El fluido 510 de transferencia de calor de la fuente de calor se puede colocar dentro de las placas onduladas del regenerador de forma similar al fluido de transferencia de calor frío del acondicionador. Nuevamente, el desecante líquido se recolecta en el fondo de las placas 502 onduladas sin la necesidad de una bandeja de recolección o baño para que también en el regenerador el aire pueda ser vertical. Aquellos expertos en la técnica deben tener claro que las placas onduladas se pueden expandir fácilmente para agregar capacidad adicional de enfriamiento o calentamiento, que estas placas proporcionan una mejor transferencia de calor y que la eliminación de cualquier baño o bandeja de recolección permite que el sistema se pueda montar directamente sobre una abertura del techo sin la necesidad de trabajo adicional en los conductos. Se puede utilizar una bomba 516 de calor opcional para proporcionar enfriamiento y calentamiento del desecante líquido similar al método empleado en la Figura 1A. Para aquellos expertos en la técnica, será evidente que la ausencia de un baño líquido o bandeja de recolección también permite la fácil instalación del acondicionador 501 en una ubicación remota de otros componentes del sistema, tales como los que se utilizan comúnmente en lo que se conoce como sistemas de acondicionamiento de aire "divididos".

Adicionalmente, será claro para aquellos expertos en la técnica que el sistema de la Figura 5 puede hacerse relativamente pequeño en tamaño de tal manera que el sistema se pueda integrar en un automóvil u otro vehículo. En dicho automóvil, la fuente 508 de calor puede ser potencialmente el calor de un motor y un sistema de enfriamiento Peltier podría proporcionar refrigeración.

En la Figura 6A el sistema de la Figura 5 se muestra en una proyección tridimensional. Las bombas 601 de fluido desecante proporcionan el transporte del desecante entre el acondicionador y el regenerador. Los agujeros 602 en la parte superior de las placas 501 y 502 onduladas aseguran una distribución uniforme del desecante sobre la superficie de las placas onduladas. Las ranuras 603 en el fondo de las placas 501 y 502 onduladas recolectan el desecante mediante el uso de la adherencia natural de la superficie del desecante al plástico de las placas onduladas para recolectar el desecante en la ranura o al utilizar alguna membrana u otro material humectante para ayudar a recolectar el desecante en la ranura. El fluido de transferencia de calor se puede conectar a las placas onduladas en las conexiones 604, 605, 606 y 607.

La Figura 6B muestra cómo el aire 652 de entrada de un conjunto de placas 502 onduladas se puede volver turbulento mediante un conjunto de placas 651. Las placas 651 están construidas de tal manera que imparten un flujo de aire turbulento al aire que ingresa a las placas 502 onduladas. El aire turbulento resultante intercambiará mejor calor y humedad con la superficie de las placas onduladas en comparación con el aire que fluye a través de las placas onduladas de forma laminar.

La Figura 7 representa el sistema similar a la Figura 5 con la adición de una bobina de enfriamiento posterior al acondicionador 702 y una bobina 701 de precalentamiento para el regenerador. Una configuración alternativa para la bomba 705 de calor en lugar de calentar el desecante como en la Figura 5, calentar el fluido de transferencia de calor con las bobinas del intercambiador 703 y 704 de calor. Esto elimina la necesidad de que el intercambiador de calor utilice componentes resistentes a la corrosión que permitan utilizar un intercambiador de calor más estándar.

La Figura 8 muestra una vista de primer plano de un ejemplo del ensamble de placa ondulada en el que el drenaje 801 de desecante en la parte inferior de las placas recolecta el desecante que se ha introducido en la ranura 811. El fluido de transferencia de calor está conectado a las placas en 802 y 805. El cuerpo principal de las placas 803 onduladas puede estar hecho de un material adecuado que exhiba buena conductividad térmica, así como resistencia a la corrosión, por ejemplo, una extrusión de plástico térmicamente conductora. El desecante líquido se introduce en el canal 806 de distribución en la parte superior de las placas 807 y sale de los agujeros 810 en la parte superior de las mismas placas y corre sobre la superficie 804. El fluido 808 de transferencia de calor corre dentro de las aberturas 809 en las placas onduladas. Como se puede ver en la figura, la construcción de las ranuras 811 permite que el desecante se acumule en el fondo de cada placa individual sin obstruir el flujo de aire y sin la necesidad de una bandeja colectora común separada. Debería ser obvio para aquellos expertos en la técnica que la corriente 812 de aire de entrada y la corriente 813 de aire de salida se pueden invertir y también que la dirección del fluido de transferencia de calor entre 802 y 805 puede ser hacia arriba o hacia abajo. El desecante en sí mismo normalmente correría por la superficie debido a la fuerza de gravedad que actúa sobre el desecante.

La Figura 9 muestra detalles adicionales de un ejemplo de la construcción de dichas placas onduladas. Un componente 901, que es preferiblemente un componente de plástico moldeado por inyección, se une sobre la extrusión 902 térmicamente conductora. Debería ser obvio para aquellos expertos en la técnica que se pueden emplear otros métodos de fabricación tales como mecanizado, termoformado, soldadura y otros métodos adecuados. Se pueden seleccionar adecuadamente otros materiales para los componentes para que sean compatibles con la naturaleza corrosiva de las soluciones desecantes típicas, por ejemplo, titanio y otros materiales nobles. Un componente 903 similar, también preferiblemente moldeado por inyección, se une a la parte superior del componente 902. El desecante se introduce a través de la entrada 905 y se extiende generalmente de manera uniforme a través de los agujeros 904. El fluido de transferencia de calor se transfiere a través de las aberturas 905 y sale a través de las aberturas 907. El desecante que ha corrido el fondo de las placas onduladas se recolecta al aprovechar la tensión superficial en el líquido en la ranura 811 y pasa por la salida 906 de drenaje.

La Figura 10A muestra un ejemplo alternativo de una construcción de placa ondulada en la que los componentes 1001 y 1002, que preferiblemente están moldeados por inyección, están conectados a la parte superior de una placa 1003 ondulada. Las placas 1013 separadoras hacen que el desecante y el fluido de transferencia de calor se distribuyan generalmente de manera uniforme. En un ejemplo, un componente 1004 moldeado por inyección adicional proporciona la recolección del fluido de transferencia de calor dentro de la placa 1003 ondulada. Una membrana u otro material adecuado tal como un material 1005 absorbente se aplica sobre la parte superior del montaje. Un ejemplo de dicha membrana es el polipropileno hidrófobo fabricado por Celgard bajo el nombre comercial EZ2090. Un ejemplo de superficie absorbente es un material de lámina de cartón hidrófilo similar al papel de filtro de café. El montaje 1007 completamente montado se conecta luego a un componente 1006 moldeado por inyección final de tal manera que la membrana o el material absorbente guía el desecante hacia el componente 1006. En el ensamble 1008 final se muestran los canales líquidos para el desecante 1009 y 1012, al igual que los canales para el fluido 1010 y 1011 de transferencia de calor. Si el material 1005 comprende una membrana, drenar el desecante líquido de las placas onduladas se puede convertir en un desafío ya que la parte superior del conjunto puede "bloquear" el desecante en su lugar (también conocido como bloqueo de vacío). Los agujeros 1014 se proporcionan a propósito para permitir que el aire ingrese detrás de la membrana de tal manera que el desecante líquido se pueda llenar y drenar fácilmente detrás de la membrana. Estos agujeros también evitan que la membrana se presurice accidentalmente, lo que podría provocar daños o deformación de la membrana. Ventajosamente, los agujeros están ubicados ligeramente por encima de la salida del desecante como se puede ver mejor en la Figura 11A. También se puede ver en 1008 que dos conjuntos de placas onduladas se han unido para formar una pequeña

pila de placas. Debería ser obvio para aquellos expertos en la técnica que el ensamble de placas onduladas se puede apilar para generar cualquier cantidad de tratamiento de aire que se desee simplemente al agregar placas adicionales a la pila.

5 La Figura 10B muestra una sección transversal detallada de dos materiales hidrófobos, tales como las membranas 1051 con un material 1052 absorbente hidrófilo. Dado que las membranas microporosas o materiales similares generalmente se hacen hidrófobos, la aplicación de una membrana puede tener una humectación no uniforme provocada por el líquido (tal como, por ejemplo, una solución salina o agua) para ser repelido por la membrana. Las fuerzas repelentes dan como resultado un flujo no uniforme de líquido en la parte posterior de la membrana. Al utilizar un material 1052 hidrófilo, el efecto de absorción del material hidrófilo hace que el líquido se distribuya uniformemente detrás de la membrana, lo que da como resultado una evaporación significativamente mayor a través de la membrana y un área activa significativamente mayor. Un líquido que corre dentro del material absorbente se extenderá uniformemente entre las dos membranas.

15 La Figura 10C muestra un material 1052 hidrófilo detrás de un material hidrófobo, tal como una membrana 1051, unida a una pared de soporte 1053 termoconductora (que puede ser, por ejemplo, una placa ondulada). Si la pared de soporte también es hidrófoba, tal como suele ser el caso con los plásticos y similares, entonces el material absorbente asegurará una distribución uniforme del flujo del líquido. Se puede hacer que la pared de soporte sea térmicamente conductora, lo que permitiría ajustar la temperatura del líquido dentro del material absorbente y controlar de esta manera la evaporación de la absorción a través de la membrana.

La Figura 10D muestra una estructura similar como a la de la Figura 10C en la que el material absorbente se aplica a ambos lados de la pared 1053 de soporte (térmicamente conductor). Los líquidos dentro de los materiales 1052 humectantes en cada lado de la pared ahora se pueden hacer diferentes. Por ejemplo, el material absorbente más a la izquierda podría humedecerse con una solución salina y el material absorbente a la derecha podría humedecerse con agua o algún otro fluido de transferencia de calor.

La Figura 10E muestra una estructura similar a la Figura 10D en el que la pared 1053 de soporte ahora está hecha para ser hueca de modo que se pueda utilizar un líquido 1054 de transferencia de calor dentro de la pared de soporte. Dicha estructura permite la transferencia de calor desde el fluido 1054 de transferencia de calor a través de las paredes hacia los materiales 1052 absorbentes a cada lado de la pared 1054. Debería ser obvio para aquellos expertos en la técnica que se pueden idear otras combinaciones de materiales hidrófobos e hidrófilos.

La Figura 11A representa detalles adicionales de la construcción de, por ejemplo, dicha pila de placas onduladas. Se puede configurar una pila 1101 de placas onduladas para tratar el aire varias veces al apilar las placas verticalmente y horizontalmente. El apilamiento vertical permite que el aire sea tratado, por ejemplo, para aumentar la deshumidificación, mientras que el apilamiento horizontal aumenta la capacidad general del aire tratado. El detalle 1102 muestra un detalle de la parte inferior de la construcción de placa ondulada en la cual la membrana o superficie 1005 absorbente se utiliza para guiar el desecante al drenaje 1006 inferior. El borde 1111 inferior de la membrana o material absorbente no está conectado de manera fija para evite la acumulación potencial de presión de desecante que podría dañar la membrana o la superficie absorbente. El detalle 1107 muestra la misma área que el detalle 1102, excepto con la membrana 1005 retirada. Los canales 1109 y 1110 que se crean en los componentes 1004, 1006 y 1003 permiten que la membrana 1005 se una, pero aún permiten que el desecante pase a través de los canales. Del mismo modo, el detalle 1103 de la parte superior del ensamble de placa ondulada muestra cómo el desecante puede ingresar a través del canal 1012 de suministro y pasar a través de los canales en los componentes 1002 y sobre la superficie del componente 1003 de placa ondulada. Debe quedar claro a partir de los detalles que los agujeros 1014 y el borde 1111 no conectado en la parte inferior cumple ventajosamente la función de 1) inhibir el bloqueo de vapor en la parte superior del conjunto y 2) para evitar daños por presión a la membrana o superficie absorbente en la parte superior o inferior del ensamble. Nuevamente, el detalle 1108 muestra el mismo ensamble superior con la membrana 1005 retirada. Dado que el área de superficie del ensamble 1101 de placa ondulada es importante para la capacidad general de tratamiento de aire del sistema, debería ser fácil apilar múltiples placas onduladas tanto en dirección horizontal como vertical como se discutió anteriormente. Las características 1104, 1105 y 1106 permiten el apilamiento de placas al alinear y bloquear las placas entre sí. Aquellos expertos en la técnica deben tener claro que dichas características pueden tener muchas formas y tamaños.

La Figura 11B muestra una configuración del sistema similar a la Figura 5 en la que las placas onduladas aceptan un flujo de aire horizontal. En la figura, las placas onduladas forman dos pilas para tratar el aire que pasa dos veces. Al colocar las placas onduladas en un ángulo pequeño con respecto al aire incidente, el aire interactuará más fácilmente con el desecante líquido sobre la superficie de la placa ondulada. Dicho desecante líquido se puede ubicar detrás de una membrana o en un material humectante como se describió anteriormente. Al mantener el aspecto ondulado en la dirección vertical, se reduce significativamente cualquier tensión térmica provocada por la expansión y contracción térmica de las placas onduladas.

La Figura 11C ilustra la configuración de la Figura 11B en una vista de arriba hacia abajo.

- 5 La Figura 11D muestra el conjunto dual de placas onduladas de la Figura 11B implementado dos veces. El primer conjunto trata el aire proveniente del exterior y realiza un doble tratamiento de este aire entrante. El segundo conjunto recibe aire de retorno de un espacio y también lo trata dos veces. En dicha configuración, la recuperación de energía (vapor de agua y energía térmica) puede estar casi completa. Esta configuración permite la recuperación de energía al tiempo que permite agregar o eliminar energía térmica y agregar agua al aire que ingresa a través del sistema de placas a través del desecante, mejorando de esta manera el calentamiento o enfriamiento del aire entrante. Los sistemas de recuperación de energía convencionales generalmente no permiten la adición o eliminación de energía térmica o agua.
- 10 La Figura 11E ilustra un sistema de enfriamiento desecante en la técnica anterior. Se coloca una pila de placas 1134 (normalmente separadas por aproximadamente 0.25 pulgadas) y se cubre por una membrana 1131 que tiene agua 1133 que fluye detrás de ella. El sitio opuesto de la placa contiene una segunda membrana 1135 detrás de la cual fluye un desecante líquido. El aire 1136 entrante se deshumidifica porque el vapor de agua en el aire se absorbe en el desecante líquido a través de la membrana 1135. A la salida de las placas, el aire 1137 deshumidificado se dirige
- 15 parcialmente hacia el espacio que se está enfriando y una porción se dirige en la dirección 1138 inversa. Este flujo de aire secundario 1138 es relativamente seco y puede absorber eficazmente el vapor de agua del agua 1132 detrás de la membrana 1135. La absorción de vapor de agua a través de la membrana en el aire conduce a un efecto de enfriamiento del aire desviado. Este aire frío a su vez enfría el agua 1133. El agua fría luego enfría térmicamente las placas, así como el desecante líquido que finalmente conduce a que se enfríe la corriente de aire principal. Este enfoque permite que se produzca enfriamiento por evaporación en climas tales como Miami, FL, en los que los niveles de humedad y las temperaturas son relativamente altos, por lo que las torres de enfriamiento normalmente no funcionan bien. Al secar primero el aire entrante y luego utilizar enfriamiento por evaporación indirecto a través de la membrana, el sistema es capaz de utilizar la evaporación para crear un efecto de enfriamiento. Para evitar que el
- 20 aire secundario se mezcle con el aire exterior, el desviador 1139 lo desvía cerca del extremo de la pila de placas en una dirección 1140 perpendicular al dibujo. Como se puede ver en la figura, las capas de membrana/líquido se reflejan: el agua se enfrenta al agua y el desecante debe enfrentar el desecante para cada una de las placas. Esto crea un desafío para la fabricación de una pila de placas.
- 25 La Figura 11F ilustra un ejemplo del concepto de la Figura 11E en donde las placas 1147 onduladas se utilizan para proporcionar una estructura alterna para el desecante líquido y el agua. En algunos ejemplos, las placas onduladas se elaboran utilizando plásticos térmicamente conductores. Las placas onduladas contienen rebordes 1146 para soportar las membranas 1131 y 1135. El desecante líquido ingresa a la placa ondulada establecida a través del canal 1141 y sale a través del canal 1144. El agua entra a través del canal 1142 y sale a través del canal 1143. Un desviador 1145 de aire conectado de forma ajustable toma una cantidad controlable de aire y la dirige en la dirección 1138 inversa. El aire 1138 desviado absorbe agua desde detrás de la membrana 1135. El desviador 1139 cierra la parte superior de la abertura entre las placas y dirige el flujo 1140 de aire en una dirección perpendicular. Las partes inferiores y superiores de las placas 1147 onduladas se insertan en un componente 1006 moldeado por inyección similar en diseño a la Figura 10A.
- 30 La Figura 11G muestra un detalle de la Figura 11F en el que un primer plano de las placas 1147 onduladas que tienen las membranas 1131 y 1135 montadas en los rebordes 1146 sobre las placas onduladas. Con el fin de proporcionar líquido a las caras opuestas de las placas onduladas, se proporcionan agujeros 1150 y 1151 de tal manera que se proporciona acceso a lados alternos de las placas 1147 onduladas. El desecante líquido ingresa al canal 1144 de drenaje a través de los agujeros 1152. Como se puede ver en la figura, las placas 1147 onduladas se pueden hacer para que sean generalmente idénticas, excepto que las placas onduladas se invierten de forma alterna.
- 35 La Figura 11H muestra un detalle de las placas 1147 onduladas. Las placas onduladas se voltean alternativamente para proporcionar conexiones opuestas al agua y a las líneas de suministro de desecante. Como puede verse en la figura, los rebordes 1146 proporcionan soporte para la membrana y la superficie 1134 térmicamente conductora proporciona una trayectoria térmicamente conductora al lado opuesto de la placa ondulada. Los agujeros 1153 proporcionan una distribución uniforme de los líquidos similar a los agujeros en el componente 1013 en la Figura 10 A.
- 40 En varios ejemplos descritos en este documento, se utilizan estructuras de placas onduladas para exponer un desecante líquido a una corriente de aire a través de una membrana mientras se expone simultáneamente el desecante líquido a un fluido de transferencia de calor. También se pueden utilizar varias estructuras alternativas para realizar estas funciones. Por ejemplo, las Figuras 11I y 11J ilustran una estructura tubular para exponer un desecante líquido a una corriente de aire a través de una membrana mientras exponen simultáneamente el
- 45 desecante líquido a un fluido de transferencia de calor. La estructura comprende una pluralidad de tubos 1181 que pueden estar hechos de cualquier material termoconductor adecuado, por ejemplo, a partir de una extrusión de polímero dopado térmicamente. La pared interna del tubo puede presentar rebordes 1184 para permitir que una membrana 1182 se una a la parte superior de los rebordes de tal manera que la membrana se mantenga a una pequeña distancia de la pared del tubo para que el desecante líquido pueda pasar entre la pared y la membrana perpendicular al plano de la figura en el canal 1183 creado de esta manera. De este modo, se puede pasar aire en el centro de los tubos 1186, mientras que el líquido de transferencia de calor puede pasar en las secciones 1185

generalmente triangulares entre tubos. El fluido de transferencia de calor puede así calentar la solución desecante a través de las paredes térmicamente conductoras. Debe entenderse que también se pueden idear otras formas y disposiciones de estructuras tubulares. Las Figuras 11I y 11J también muestran que sería posible aplicar una forma ondulada al tubo que, como en el ejemplo anterior, funciona para lograr una mejor interacción entre el aire y el desecante y al mismo tiempo reducir las tensiones debidas a la expansión térmica en la dirección vertical de la estructura.

La Figura 11L es una vista superior de una estructura hexagonal alternativa de superficies 1192 térmicamente conductoras. La Figura 11K es una vista tridimensional de uno de los elementos hexagonales que forman la estructura hexagonal. Cada elemento hexagonal en la estructura incluye superficies 1192 térmicamente conductoras. Los rebordes 1194 permiten que las membranas 1191 se monten sustancialmente paralelas a las superficies térmicamente conductoras. Los canales entre la membrana 1191 y las paredes 1192 en algunos de los elementos se pueden utilizar para el paso de un líquido de transferencia de calor o alternativamente para el paso de agua para realizar una función de enfriamiento por evaporación de manera similar al sistema descrito en la Figura 11E. En el ejemplo mostrado en la Figura 11L, los elementos hexagonales con canales entre la membrana 1191 y las paredes 1192 sombreadas en gris contienen agua, y los canales en los otros elementos hexagonales contienen desecante líquido. Por lo tanto, el aire en los canales 1195 se puede exponer al desecante líquido a través de las membranas, mientras que el aire 1196 ya tratado se puede exponer al agua a través de las membranas.

La Figura 12 muestra cómo los conjuntos de placa ondulada discutidos anteriormente pueden integrarse en un sistema de acondicionamiento de aire solar completo. El recinto 1201 proporciona protección de los componentes del aire desecante del clima. El sistema incluye el acondicionador 501 y el regenerador 502. Las bombas 601 proporcionan flujo desecante al acondicionador y al regenerador. Los sopladores 1209 mueven aire dentro y fuera de la edificación. El aire 503 exterior se trata por las placas onduladas y se traslada a la edificación como aire 504 tratado. El aire 505 de retorno de la edificación puede absorber el calor y el vapor de agua y se descarga en 506. Un pequeño enfriador 1203 opcional proporciona un enfriamiento sensible si es necesario. Un inversor 1202 solar puede invertir la electricidad proveniente de una serie de módulos 1205 solares. Hay una ventaja significativa para integrar un inversor solar en un sistema de acondicionamiento de aire (ya sea un acondicionamiento de aire convencional o un acondicionamiento de aire desecante): una unidad de acondicionamiento de aire de techo ya cuenta con una línea de suministro eléctrico importante. Al integrar un inversor en una unidad de acondicionamiento de aire de reemplazo, la instalación de módulos PV o PVT se simplifica drásticamente. Normalmente, un inversor solar se encuentra en algún lugar dentro de la edificación y las líneas eléctricas se ejecutan desde el techo hasta el inversor, lo que genera una gran cantidad de costes y mano de obra. Al ubicar un inversor solar dentro de un acondicionador de aire, no es necesario instalar ningún cableado eléctrico en la edificación, ya que las líneas eléctricas existentes al acondicionador de aire pueden ser retroalimentadas por el inversor para suministrar energía eléctrica a la edificación. También en la figura se muestra un calentador 1204 de agua suplementario que se puede utilizar cuando los módulos PV-térmicos no proporcionan temperaturas o energía adecuadas. Adicionalmente, los módulos 1205 solares pueden tener un tanque 1206 de almacenamiento de agua de tal manera que el acceso al agua caliente pueda almacenarse fácilmente. En este sistema, el tanque 1206 de agua caliente funciona para proporcionar lastre al módulo de PVT. Normalmente se proporcionaría un bloque de hormigón o un lastre similar para sujetar los módulos solares en un techo plano. Sin embargo, al utilizar un tanque plano delgado como el 1206, logramos dos objetivos: almacenamiento de agua caliente y lastre. Cabe señalar además que cada módulo solar puede tener su propio tanque de almacenamiento. Al integrar los tanques 1206 debajo de los módulos 1205 de PVT, todas las líneas 1207 eléctricas y las líneas 1208 de fluido de transferencia de calor se pueden conducir al sistema 1200 de desecante sin la necesidad de líneas que ingresen a la edificación o para instalar tanques o inversores en cualquier parte de la edificación, mejorando significativamente tiempo de instalación del sistema.

La Figura 13A ilustra cómo se puede utilizar un sistema de almacenamiento como se muestra en la figura anterior. Al comienzo del día, 1301 los módulos 1304 de PVT comienzan a recibir radiación 1306 solar. Los tanques 1305 de almacenamiento debajo de los módulos de PVT generalmente están llenos de agua fría (o algún otro fluido de transferencia de calor). Los módulos de PVT comienzan a generar agua caliente que se dirige al sistema 1200 de acondicionamiento de aire solar, y específicamente al regenerador 1310. Dado que también es necesario proporcionar un enfriamiento sensible, uno de los tanques de agua fría está conectado al acondicionador 1309. A medida que el día progresa 1302, los módulos de PVT generarán un exceso de agua caliente que se puede utilizar para comenzar a llenar algunos de los tanques. Las conexiones 1307 y 1308 están hechas de tal manera que el número correcto de tanques está conectado al acondicionamiento de aire 1200. Al final del día 1303, la mayoría o todos los tanques contendrán agua caliente. Esta agua caliente ahora se puede utilizar para continuar haciendo funcionar el regenerador durante la tarde y la noche al conectar los tanques calientes a través de las líneas 1316 al regenerador como se muestra en la Figura 13B. Dado que los módulos de PVT también son relativamente eficientes para eliminar el calor por la radiación 1314, los módulos de PVT ahora se pueden conectar directamente al acondicionador por las líneas 1315. En medio de la noche 1312, se puede utilizar la radiación de los módulos de PVT para comenzar a hacer frío agua para almacenar en los tanques de tal manera que al final de la noche se haya utilizado toda el agua caliente y el agua fría haya llenado los tanques debajo de los módulos. Esto permite que el ciclo comience nuevamente. Efectivamente, esta disposición permite el cambio de día a noche de la generación de agua fría y caliente, lo que puede eliminar la necesidad de cualquier sistema de enfriamiento sensible, tal como el pequeño enfriador 1203 en la Figura 12)

La Figura 14A muestra un ejemplo de los módulos de PVT solares de la Figura 12 en algún nivel de detalle. El laminado 1401 de PV, que puede ser de silicio o de película delgada, genera la energía eléctrica. El tanque 1402 de almacenamiento funciona como un recipiente de almacenamiento de líquido caliente, así como un sistema de lastre. La Figura 14B muestra un primer plano recortado del sistema. Una serie de canales delgados 1405 detrás del laminado 1401 recolectan el calor del laminado y calienta el fluido de transferencia. El canal 1404 principal de agua caliente lleva el agua a un montaje 1403 de válvula termostática. La válvula termostática puede dirigir el agua caliente directamente al colector 1406 principal o al tanque 1402 de almacenamiento. La válvula termostática puede funcionar automáticamente o mediante un control de software.

Las Figuras 15A y 15B demuestran otro uso del tanque de almacenamiento debajo del módulo de PVT. El tanque de almacenamiento en este caso tiene una tapa 1501 extraíble y un cuerpo 1502 principal. Los soportes 1504 laterales y traseros del laminado 1503 PV están conectados de forma desmontable al tanque y al laminado PV. Después de quitar la tapa 1501, todo el módulo solar y la estructura de soporte se pueden colocar dentro del cuerpo del tanque protegiendo de esta manera el módulo solar durante el envío. Este uso alternativo del tanque como contenedor de envío puede ser muy útil cuando los módulos solares tienen que configurarse y desmontarse de forma regular, por ejemplo, como puede ocurrir para una base militar remota. En efecto, el tanque ahora cumple tres funciones: contenedor de envío, tanque de almacenamiento y sistema de lastre.

La Figura 16A demuestra un esquema de la configuración de un acondicionamiento de aire solar integrado a un sistema de desecante para operación de verano extrema. Todo el desecante del acondicionador 501 se envía al regenerador 502. La ventaja de las estructuras de placas es que, en efecto, los conjuntos 501 y 502 de placas son intercambiadores de calor de tres vías entre aire, desecante líquido y un fluido de transferencia de calor. Esto permite que los módulos de PVT se unan en dos lugares: calentar directamente el fluido de transferencia de calor en 1601, o calentar el desecante a través de un intercambiador de calor en 1602. De manera similar, las conexiones frías para enfriamiento sensible pueden realizarse sobre el lado 1604 del desecante o en el lado 1603 del fluido de transferencia de calor.

La Figura 16B muestra una configuración para la operación de verano no extremo. La principal diferencia con el caso anterior es que solo una parte del desecante se envía a través del intercambiador 513 de calor. Los flujos de desecante en 1609 y 1610 se pueden ajustar para que solo una porción del desecante se envíe al regenerador. Como en el caso anterior, los módulos de PVT se pueden unir en dos lugares: en el lado 1606 de desecante y en el lado 1605 del fluido de transferencia de calor. De nuevo, las conexiones en frío se pueden hacer en el desecante 1608 o en el fluido 1607 de transferencia de calor. Aquellos expertos en la técnica tendrán claro que todas las fuentes de calor y fuentes de frío pueden complementarse con otras fuentes vinculadas en las mismas líneas en paralelo o en serie a los módulos de PVT o fuentes de frío en los dibujos.

La Figura 17A muestra un sistema de desecante líquido configurado para el calentamiento en invierno en condiciones extremas. Como el enfriamiento activo del aire que sale no es necesario, las fuentes frías se han omitido de los dibujos. Una vez más, los módulos de PVT se pueden unir al lado 1705 del desecante o al lado 1706 del fluido de transferencia de calor. Dado que el desecante calentado también emitirá vapor de agua, es posible que se deba agregar agua adicional en 1707 para evitar altas concentraciones de desecante y la posible cristalización de las sales desecantes. Adicionalmente, el aire tratado 504 puede requerir humidificación 1703 adicional, que de nuevo se puede hacer de manera más eficiente al precalentar el agua en 1704 con módulos de PVT u otra fuente de calor.

La Figura 17B muestra una configuración similar a la Figura 17A, excepto en condiciones de invierno no extremas en las que solo una parte del desecante se envía a través del intercambiador de calor en 1708 y 1709.

La Figura 18A muestra cómo la disposición del módulo de PVT de la Figura 13A se puede conectar al sistema de desecante líquido. Los módulos 1804 de PVT reciben calor y el fluido de transferencia de calor caliente se envía tanto al regenerador 502 desecante como al sistema 1803 de almacenamiento en caliente. El lado frío puede extraer agua fría de los tanques 1805 de almacenamiento en frío. Por la noche, la Figura 18B muestra cómo el regenerador ahora está extrayendo los tanques 1803 de almacenamiento en caliente mientras que el acondicionador irradia calor a través de los módulos 1804 de PVT, que en el mismo tanque proporcionan agua fría en los tanques 1805 de almacenamiento en frío.

La configuración de las Figuras 18A y 18B funcionan bien cuando hay una gran diferencia de temperatura entre las temperaturas diurnas y nocturnas, por ejemplo, como es el caso en el desierto o en el valle central de California. Sin embargo, en otros climas, la temperatura puede no aumentar tanto y aún puede requerirse un enfriamiento sensible adicional. Como se discutió antes, este enfriamiento sensible se puede proporcionar con un pequeño enfriador o una bomba de calor. Aquellos expertos en la técnica deben tener claro que podrían emplearse otros medios de enfriamiento, tales como enfriamiento Peltier o enfriamiento por evaporación. En climas como Miami, el enfriamiento por evaporación FL no es tan efectivo en el verano debido a los altos niveles de humedad.

La Figura 19A muestra un método alternativo para enfriar que utiliza una porción del aire deshumidificado 504 y lo dirige a un tercer conjunto de estructuras 1904 de placa. El flujo 1903 de aire desviado ya está tratado y tiene poca humedad. En lugar de desecante, el tercer conjunto de estructuras de placas tiene agua que corre sobre su superficie y detrás de una membrana o superficie absorbente, y tiene un fluido de transferencia de calor internamente a las placas 1907. El aire desviado ahora se dirige entre las placas onduladas en efecto creando lo que se conoce como enfriador de evaporación utilizando las placas onduladas. Se suministra agua al tercer conjunto de estructuras de placas en 1905 y el agua no evaporada se devuelve a la parte superior de las placas a través de la línea 1909. La porción de aire 1903 que se desvía se puede ajustar con rejillas o deflectores o algún otro mecanismo adecuado en dicha forma que la cantidad de aire es variable. Variar la cantidad de aire regulará la temperatura alcanzada en la edificación por el aire 504 entrante. Como en la Figura 18B, los módulos 1807 de PVT se pueden utilizar por la noche para mejorar el efecto de enfriamiento y el agua fría se puede almacenar en los tanques 1805. También sería concebible ubicar el tercer conjunto de estructuras 1904 de placas (parcialmente) debajo del acondicionador 501. Esto aumentará la altura de la pila general, pero niega la necesidad de redirigir el aire 504 en la dirección opuesta. Por el contrario, también sería posible desviar el aire 504 del plano del dibujo hacia el tercer conjunto de placas onduladas en un patrón de flujo horizontal. La ubicación del tercer conjunto de placas onduladas debajo de las placas 501 de acondicionador tiene la desventaja de que invertir el flujo de aire para la operación de invierno tal como se muestra en la Figura 20A se vuelve imposible. Sin embargo, extraer una porción del aire 504 perpendicular al plano del dibujo y enviarlo a través del tercer conjunto de placas 1904 onduladas de manera horizontal, aún permitirá que el aire en el tercer conjunto de placas se use para calentar en invierno como se muestra en la Figura 20B.

Además del tercer conjunto de placas, la Figura 19A muestra otra mejora del sistema de desecante. El sistema 1902 de almacenamiento de desecante utiliza el hecho de que el desecante diluido se separará físicamente del desecante concentrado si las velocidades de flujo son bajas y el desecante tiene tiempo suficiente para asentarse. En otras palabras, si se deja solo, la concentración en el tanque 1902 tenderá a aumentar yendo de arriba hacia abajo. Uno puede aprovechar este efecto al conectar las líneas de desecante a las alturas apropiadas a lo largo de los lados del tanque. También se puede extraer el desecante desde una altura variable en el tanque utilizando un drenaje 1908 ajustable verticalmente. Al mover el drenaje 1908 hacia arriba, el sistema extraerá un desecante de menor concentración que resultará en menos deshumidificación. En efecto, esto le da al sistema una capacidad de control de la humedad en la edificación. Bajar el drenaje 1908 disminuirá la humedad en la edificación, pero también generará mayores costes para la regeneración. En efecto, esto ahora le da al sistema un control independiente sobre la temperatura del aire ajustando el sistema 1901 de calentamiento suplementario que se utiliza cuando los módulos 1804 de PVT no generan el calor adecuado.

Se debe entender que diversas características y elementos descritos en relación con realizaciones particulares, también pueden implementarse en otras realizaciones, aunque no se indique explícitamente.

La Figura 19B muestra el sistema de la Figura 19A en el que el tercer conjunto de placas 1904 onduladas que funcionan para proporcionar agua enfriada al acondicionador 501 ahora también proporcionan agua 1956 enfriada a uno o más paneles 1955 de techo, un denominado "techo enfriado". Este enfoque permite que el agua enfriada producida en el tercer conjunto de placas también proporcione un enfriamiento del espacio sensible en un enfoque integrado. El aire 504 y 1952 enfriado y seco generalmente se guía a través de una serie de conductos 1953 y se entrega al espacio 1954 en la edificación 1951. Este enfoque permite equilibrar fácilmente los requisitos de las construcciones para el enfriamiento latente y sensible al variar el número de placas en la placa se ajusta y ajustando la concentración del desecante que a su vez afecta la humedad en el espacio. Aquellos expertos en la técnica deben tener claro que, en lugar de placas de techo enfriadas, se podría desplegar una serie de bobinas de ventilador u otros intercambiadores de calor adecuados de líquido a aire.

La Figura 20A muestra el sistema de la Figura 19A, pero preparado para calentamiento en invierno. Dado que a menudo la capacidad de calentamiento en el invierno debe ser mucho mayor que la capacidad de enfriamiento en el verano, ahora es posible utilizar el tercer conjunto de placas onduladas como parte del calentamiento del aire entrante. En lugar de hacer fluir agua sobre la superficie del tercer conjunto de placas, el sistema ahora está utilizando el desecante líquido para tratar el aire. En el modo de invierno, no es necesario utilizar el calentador 1901 suplementario y tampoco es necesario aplicar calor al fluido de transferencia de calor en el circuito 2001. En su lugar, el calentador 2003 suplementario se puede utilizar para calentar el fluido de transferencia de calor en los conjuntos 501 y 1904 de placas onduladas del acondicionador. Se pueden utilizar bobinas 2006 precalentadoras adicionales para calentar el aire 503 y 1906 entrante. El desecante 2002 que ingresa al regenerador 502 está captando calor y vapor de agua del aire 505 saliente. Como se discutió para la Figura 17A, esto sirve para reducir los requisitos de calentamiento para el acondicionador, ya que el desecante a través de la tubería 2004 transporta este calor y agua a los acondicionadores. Las líneas 2005 ahora conectan el desecante para alcanzar también el tercer conjunto de placas onduladas. Como las condiciones invernales a menudo requieren que se produzca la humidificación, se puede agregar agua adicional a través del mismo sistema 1905 que se utiliza para el enfriamiento por evaporación en el modo de verano o por humidificadores 1703 adicionales.

La Figura 20B muestra cómo el aire 2051 fluye sustancialmente en una dirección vertical a través del tercer conjunto de placas 1904 durante el calentamiento en invierno empujado por el ventilador 2053. Durante el enfriamiento en

verano, el aire 504 se dirige fuera del plano del dibujo siguiendo la flecha 2052 y se dirige hacia una dirección de flujo sustancialmente horizontal por el ventilador 2054 que se encuentra sustancialmente detrás del plano del dibujo y detrás del tercer conjunto de placas 1904 onduladas. La ventaja de este enfoque sobre el enfoque descrito en la Figura 20A es que no hay necesidad de un ventilador de aire reversible: en cambio, se utiliza un ventilador 2503 de invierno durante la temporada de calentamiento y un ventilador 2504 de verano durante la temporada de enfriamiento. El ventilador 2505 en el acondicionador siempre dirige aire en el mismo flujo vertical. Una ventaja adicional de este enfoque, además del aumento en la capacidad de calentamiento en invierno, es que toda el área del tercer conjunto de placas se utiliza activamente tanto en invierno como en verano. El enfoque descrito en la Figura 11E tiene como desventaja 1) que no es reversible para el soporte de calentamiento en invierno, 2) que el área efectiva, particularmente para los canales 1138 de agua se reduce debido a la manera en que el aire fluye a través del canal 1138 de evaporación, y 3) que la relación de los canales 1138 de evaporación sobre los canales 1137 desecantes es fija, lo que da menos flexibilidad para adoptar el sistema en climas donde tal vez se necesita menos evaporación (enfriamiento sensible) y más deshumidificación (enfriamiento latente). Al separar los canales de evaporación en un tercer conjunto de placas, se aumenta la flexibilidad para adoptar el sistema a diversas condiciones climáticas.

La Figura 21A representa un intercambiador de calor de placas de acuerdo con uno o más ejemplos. Dado que los desecantes utilizados en estos sistemas de acondicionamiento de aire son normalmente corrosivos para los metales, el intercambiador de calor normal, que generalmente está construido con metal, no se puede utilizar fácilmente a menos que los materiales se hayan seleccionado específicamente para trabajos corrosivos, lo que generalmente tiene un impacto negativo en el coste. Al utilizar una construcción de placa plana en la que todas las unidades están hechas de plástico, los costes generalmente se pueden reducir. El desecante ingresa al intercambiador de calor en dos lugares, por ejemplo, el desecante caliente ingresa en 2101 y sale como desecante frío en 2103, y el desecante frío ingresa en 2102 y sale como desecante caliente en 2104. La carcasa 2105 contiene un montaje de placa 2106 que tiene superficies 2110 térmicamente conductoras. Las obstrucciones 2109 dentro de las placas 2106 crean una ruta larga y dividida para el desecante. Los separadores 2107 verticales crean una ruta larga y dividida para el fluido que fluye en la dirección opuesta al fluido dentro de las placas. Los recortes 2108 en los separadores 2107 verticales fuerzan el fluido opuesto hacia una dirección hacia arriba y hacia la izquierda. Aquellos expertos en la técnica tendrán claro que otros enfoques de construcción de placas de plástico planas térmicamente conductoras se pueden utilizar como intercambiadores de calor.

La Figura 21B muestra una disposición alternativa de placas de plástico térmicamente conductoras para un intercambiador de calor. El intercambiador 2150 de calor comprende una pila de placas 2155 y 2157 de plástico termoconductoras formadas. El líquido frío entra en 2151 y se calienta a través del montaje de placa y sale como líquido caliente en 2152. El líquido caliente entra en 2153 y sale frío en 2154. Cada una de las placas contiene un sello 2156 que está orientado de tal manera que las placas 2155 pares permiten el flujo desde la parte inferior izquierda a la derecha superior de las placas 2155 y las placas 2157 con números impares tienen un sello de imagen 2156' espejo que permite el flujo desde la parte inferior derecha arriba a la izquierda. Los rebordes 2158 de turbulencia hacen que el flujo de líquido suba y baje cuando se mueve desde la entrada a la salida, creando así un mejor intercambio de calor con el líquido en el siguiente canal. Los rebordes de turbulencia se pueden crear formándolas en la placa 2155 y 2157 de plástico, tal como por ejemplo mediante termoformado o moldeado del plástico. Alternativamente, dado que los costes de moldeado de la formación de placas de plástico son considerables, es posible utilizar un sistema de pegamento para unir las líneas 2158 de pegamento a las placas 2155 y 2157. Dichas líneas de pegamento se pueden formar mediante un simple sistema de pegamento robótico XY, por ejemplo, utilizando Pegamento de poliuretano 3M Marine 5200 de la corporación. Las líneas 2156 y 2156' de sellador también se pueden formar utilizando el mismo sistema de pegamento, excepto que la altura de las líneas de sellador se haría aproximadamente 2 veces la altura de las líneas de turbulencia 2155 y 2157, de manera tal que cuando las placas estén apiladas las líneas de pegamento se apoyan entre sí y las líneas de sellado cubren la distancia entre las placas superior e inferior.

La Figura 21C es una vista esquemática en sección transversal de la estructura de la placa y las etapas de fabricación de ejemplo involucradas en el uso de estructuras de pegamento para construir un intercambiador de calor fluido a fluido como se mostró en la Figura 21B. Como se muestra en la Figura 21C, en la etapa A, una placa 2155 hecha preferiblemente de un material no corrosivo térmicamente conductor se coloca primero en una máquina que puede aplicar de manera uniforme los rebordes 2158 de pegamento en un patrón predeterminado sobre un lado de la placa. Después de curar los rebordes de pegamento (etapa B), la placa se voltea y se aplica un segundo conjunto de rebordes 2158 de pegamento al lado opuesto de la placa (etapa C), en un patrón similar o diferente. Una serie de placas similares se construyen de esta manera. Después de que se haya curado el número de placas (etapa D), se coloca una base 2161 del intercambiador de calor y se aplica un patrón 2156 de pegamento destinado a sellar la base. Antes de que se pueda curar, la primera placa 2155 se coloca sobre el sello de manera que se adhiera a la parte inferior de la primera placa (etapa E). Esta etapa del proceso se repite con las otras placas (etapa F). Finalmente, la placa 2162 superior se coloca con un sello 2156' de pegamento (etapa G). La ventaja de este proceso de construcción es que es muy fácil fabricar unidades de intercambiador de calor con diferentes materiales, plásticos y metales, prácticamente sin costes de instalación o herramientas. Adicionalmente, se puede cambiar fácilmente el tamaño del intercambiador de calor simplemente ampliando las placas y reprogramando la máquina de pegamento. Los intercambiadores de calor tradicionales generalmente utilizan placas de metal formadas y, por lo

tanto, cada cambio de tamaño puede requerir una nueva matriz para formar el metal. Estos intercambiadores de calor también emplean a menudo una junta de uretano fundido, por lo que cambiar los tamaños también requerirá a menudo un nuevo molde de fundición.

5 En ciertas situaciones, podría ser deseable capturar el vapor de agua en el aire exterior y convertirlo en agua líquida, por ejemplo, para generar agua potable. La Figura 22 muestra una disposición mediante la cual dos conjuntos de placas onduladas se han integrado en un recinto 2201. Un primer conjunto de placas 2202 onduladas tiene, como antes, un líquido de transferencia de calor caliente generado por una fuente 2211 de calor. El desecante de una fuente 2203 se dirige a la superficie de las placas 2201 onduladas. El calor de la fuente 2203 hace que el vapor de agua evolucione desde el desecante en la superficie de las placas onduladas. El aire 2205 que es conducido entre las placas por el ventilador 2206 absorbe el vapor de agua y se mueve hacia el lado derecho del sistema. Como el sistema completo está cerrado y el aire no puede escapar, la humedad relativa en el recinto 2201 alcanzará cerca del 100%. Cuando el aire 2205 caliente y húmedo sale del primer conjunto de placas onduladas, estará cerca de la saturación. Cuando ese mismo aire alcanza el segundo conjunto de placas 2207 onduladas, el circuito 2208 de agua fría hace que el vapor de agua se condense en la superficie de las placas 2207 onduladas y luego se recolectan en el fondo de las placas 2207 onduladas en forma de agua líquida que fluye fuera del sistema en 2210. El aire 2204 más frío sale del fondo de las placas 2207 onduladas y se transporta de regreso al primer conjunto de placas 2202 onduladas, en el que se calienta nuevamente y en el que absorbe el vapor de agua del desecante, que comienza el ciclo nuevamente. Es posible agregar una bomba 2209 de vacío para operar el sistema de la Figura 22 a presión reducida. Esto reduciría la temperatura requerida para que salga vapor de agua del desecante en el primer conjunto 2202 de placas onduladas, pero complicaría el sistema, por ejemplo, también habría que agregar un mecanismo de bomba para recuperar el agua condensada del sistema en la salida 2210 y para evitar el flujo de retorno del desecante sobre el primer conjunto de placas 2202 onduladas. Se podría agregar un intercambiador 2212 de calor aire-aire opcional, pero eso podría conducir a la condensación en el intercambiador de calor, lo que sería más difícil de recuperar. Aquellos expertos en la técnica deben tener claro que la condensación en las placas 2207 onduladas podría lograrse en otros, como un conjunto de placas de metal que son relativamente frías en comparación con las placas 2202 onduladas. Dado que no hay desecante involucrado en el proceso de condensación, se puede utilizar cualquier material adecuado, como placas de metal, para el componente de condensación.

30 La Figura 23 muestra un sistema que utiliza un desecante líquido para la deshumidificación de invernaderos. Los acondicionadores 2322 y 2323 contienen acondicionadores desecantes líquidos como se muestra también en las Figuras 1A y 1B. Las cabezas 2314 de pulverización desecan el desecante en una torre 2315 de enfriamiento llena, que deshumidifica el aire 2317 del invernadero. El desecante 2316 diluido llueve en un baño 2318 de recolección. Parte del desecante 2324 se bombea a través del intercambiador 2320 de calor y alcanza un regenerador 2301. El desecante se puede calentar opcionalmente mediante una fuente de calor del módulo 2319 de PVT antes de llegar al colector 2304 desecante que forma parte del regenerador. Parte del desecante concentrado en el colector 2304 se bombea a un intercambiador 2306 de calor y/o a través de un sistema opcional de calentamiento del módulo 2305 de PVT antes de ser pulverizado en un material 2303 de filtro. El material 2303 de filtro puede esparcir el desecante sobre un área grande mientras deja pasar el aire. El ventilador 2309 bombea aire 2302 a través del material del filtro y recolecta el vapor de agua del desecante caliente. Luego, el aire húmedo caliente se transporta al otro lado del regenerador, donde se pulveriza agua fría en el aire en 2321. El agua se condensa del aire y se acumula en un baño 2310 de recolección. Parte del agua se bombea a través de las líneas 2312 a los intercambiadores 2313 de calor en los que el agua se enfría por la corriente de aire que pasa por los acondicionadores 2322 y 2323. El exceso de agua se drena en 2311. El calor para el sistema es proporcionado por el calentador 2308 de agua u opcionalmente por los módulos 2307 de PVT. Se necesita el intercambiador 2306 de calor porque la corrosión del desecante no permite el calentamiento directo por el calentador de agua.

50 La Figura 24A muestra un sistema de generación de agua significativamente más eficiente. El acondicionador 2405 de placas onduladas trata el aire 2406 entrante y absorbe la humedad como antes en un desecante que se extiende sobre la superficie de las placas onduladas. El aire 2407 de salida es más cálido y seco que el aire 2406 de entrada. El desecante diluido se bombea a través de un intercambiador 2404 de calor y a través de un calentador de módulo 2403 de PVT opcional al sistema de 2200 recuperación de agua discutido anteriormente. Dado que las placas onduladas en efecto comprenden un intercambiador de calor de tres vías, el sistema 2400 puede ser mucho más simple. El calentador 2402 de agua y los módulos 2401 de PVT opcionales calientan un fluido 2409 de transferencia de calor que atraviesa las placas onduladas dentro del sistema 2200 de recuperación de agua sin la necesidad de un intercambiador de calor. De manera similar, el líquido de enfriamiento en 2408 puede pasar directamente a través de las placas 2405 onduladas del acondicionador sin un intercambiador de calor adicional. Este sistema más simple también es más eficiente desde el punto de vista energético, ya que el flujo de aire en el acondicionador está menos obstruido y el calentamiento y enfriamiento en las placas onduladas se realiza in situ. Como resultado, se puede utilizar una fuente de calor de menor temperatura, tal como los módulos de PVT. El agua se recupera nuevamente en 2410.

65 La regeneración del desecante líquido diluido debe realizarse preferiblemente a alta eficiencia, así como a baja temperatura. Se conocen regeneraciones de efectos múltiples en la técnica que tienen una alta eficiencia, pero generalmente también requieren altas temperaturas. Las altas temperaturas de regeneración hacen que sea difícil o imposible utilizar fuentes de energía "de desecho" o fuentes de energía solar. En términos generales, la energía

residual a baja temperatura está disponible de manera más fácil y económica que la energía residual a alta temperatura. La Figura 24B muestra una combinación del sistema de recuperación de agua de la Figura 22 y el sistema de enfriamiento indirecto de la Figura 19A. Al combinar el sistema 2200 de recuperación de agua en el conjunto de placa regeneradora 502, la regeneración del desecante se convierte en lo que se conoce como un regenerador de efecto múltiple. El desecante 511 diluido se dirige primero a las placas dentro del sistema 2200 de recuperación de agua. Dentro de las placas onduladas se proporciona agua 2409 caliente para evaporar el agua del desecante líquido. El desecante líquido sale del generador de agua a una concentración más alta y se dirige a las placas en 515. El vapor de agua caliente dentro del generador 2200 de agua calienta el circuito 2408 de agua que a su vez calienta las placas 502 onduladas del regenerador. El desecante 512 concentrado se devuelve luego a través del intercambiador 513 de calor para ser reutilizado en el acondicionador. Una ventaja de este sistema es que puede regenerarse con mayor eficiencia que un regenerador de un solo efecto, mientras sigue funcionando a temperaturas más bajas. Adicionalmente, el agua 2410 recuperada se puede dirigir a través de la línea 2451 de agua y el enfriador 2452 opcional a la sección de evaporación del sistema de enfriamiento indirecto de la Figura 19A, reduciendo o incluso eliminando la necesidad de proporcionar una fuente de suministro de agua.

La Figura 25 muestra el sistema de la Figura 24A con algunas mejoras adicionales. En lugar de enviar todo el desecante al regenerador 2200, el separador 2501 permite que el desecante menos concentrado cerca de la parte superior del separador se envíe para la regeneración y el desecante más concentrado para utilizarse nuevamente en el acondicionador. La combustión de combustibles fósiles generalmente produce dióxido de carbono y vapor de agua. Otros subproductos de la combustión son contaminantes como NO_x y SO_x y otros subproductos residuales. El quemador 2502 de gas produce estos gases si se utiliza en el espacio a tratar, como dentro de un invernadero. Las bobinas 2503 de agua caliente absorben la mayor parte del calor generado por el quemador. El agua caliente se utiliza en el regenerador 2200. El vapor de agua, el CO_2 y los contaminantes tales como NO_x y SO_x pasan a través de las bobinas de agua caliente y entran en las placas 2405 onduladas. El CO_2 se desea en el invernadero, pero el vapor de agua y otros contaminantes no. En efecto, las placas onduladas funcionan como lo que se conoce como una caldera de condensación al absorber el agua en el escape de combustión, lo que libera calor adicional y hace que el proceso de combustión general sea más eficiente. Pero a diferencia de una caldera de condensación, el desecante también puede absorber parte de la contaminación en los efluentes del quemador. El desecante transporta estos contaminantes con el agua al regenerador 2200, donde se pueden emplear filtros 2411 suplementarios para filtrar estos contaminantes fuera del desecante o fuera de la corriente de aire en el regenerador. La disposición en la Figura 25 permite la quema de combustibles como el biogás que no son tan limpios como el gas natural. También se muestra en la figura un enfriamiento 2504 externo adicional que se puede agregar para ayudar en la condensación del agua.

La Figura 26 muestra cómo algunos de los conceptos discutidos en la figura anterior también se pueden integrar en el sistema de calentamiento de invierno como se discute en la Figura 17. El calentador 2602 de agua utiliza un quemador 2601 de gas. El agua 2604 calentada también puede ser calentada por los módulos 1706 de PVT para calentar el acondicionador 501. El desecante en la superficie del regenerador 501 absorbe vapor de agua y otros contaminantes tal como NO_x y SO_x y otros residuos por productos. El desecante se transporta al sistema 2200 de recuperación de agua a través de filtros 2603 opcionales que pueden capturar algunos de los contaminantes en el desecante. El agua recuperada en 2608 se puede drenar o se puede desviar a un humidificador 1703 a través de las líneas 2609, que opcionalmente se pueden precalentar mediante módulos 1704 de PVT o alguna otra fuente de calor. El circuito frío para la condensación de agua en el regenerador 2200 se puede enfriar mediante una bobina 2607 de enfriamiento externo, pero también se puede enfriar haciendo correr agua a las placas 502 onduladas por las líneas 2606.

Las Figuras 27A y 27B muestran vistas tridimensionales del sistema de desecante de la Figura 24A configurada para calentamiento de invernadero. La Figura 27A muestra el recinto 2701 que contiene las placas onduladas del acondicionador 2405 desecante. Los ventiladores 2701 pueden mover el aire a través del acondicionador desecante. La Figura 27B muestra una vista posterior del mismo sistema con algunas aberturas proporcionadas para ilustrar los componentes internos. Las placas 2202 regeneradoras reciben agua caliente del calentador 2402 de agua. El intercambiador 2404 de calor separa los desecantes calientes y fríos. Las placas 2207 de condensador recolectan el agua del sistema.

La Figura 28 muestra cómo se puede utilizar el generador 2200 de agua en un sistema de desalinización. El agua 2803 de mar es guiada entre un conjunto de membranas 2801 que tienen un desecante 2804 concentrado sobre el lado opuesto. El desecante funciona como un fluido de extracción que atrae agua 2802 a través de la membrana hacia el desecante, diluyendo así el desecante. Un conjunto opcional de módulos 2806 de PVT puede precalentar parte del desecante. El desecante diluido ahora es guiado a través del intercambiador 2811 de calor al regenerador 2200. Un sistema 2807 de calentamiento calienta un fluido de transferencia de calor que se utiliza en las placas 2813 onduladas del regenerador. El fluido de transferencia de calor también puede ser calentado por los módulos 2812 de PVT. Los módulos 2810 de PVT también pueden calentar el desecante. Se puede emplear un circuito 2808 de enfriamiento externo para enfriar las placas 2814 del condensador. El agua pura se recupera en el punto 2809. La ventaja si el sistema descrito es que puede operar a niveles de potencia significativamente más bajos que los sistemas de desalinización que utilizan ósmosis, ya que la potencia de la bomba de solución se puede mantener muy baja.

5 Habiendo así descrito varias realizaciones ilustrativas, debe apreciarse que diversas alteraciones, modificaciones y mejoras se producirán fácilmente para aquellos expertos en la técnica. Dichas alteraciones, modificaciones y mejoras están destinadas a formar parte de esta divulgación, y están destinadas a estar dentro del alcance de esta divulgación según lo determinado por las reivindicaciones adjuntas. Si bien algunos ejemplos presentados en este documento involucran combinaciones específicas de funciones o elementos estructurales, debe entenderse que esas funciones y elementos pueden combinarse de otras maneras para lograr los mismos o diferentes objetivos. En particular, los actos, elementos y características discutidos en relación con una realización no están destinados a ser excluidos de funciones similares u otras funciones en otras realizaciones. Adicionalmente, los elementos y componentes descritos en este documento pueden dividirse adicionalmente en componentes adicionales o unirse para formar menos componentes para realizar las mismas funciones. De acuerdo con lo anterior, la descripción anterior y los dibujos adjuntos son solo a modo de ejemplo, y no pretenden ser limitantes.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de acondicionamiento de aire desecante para tratar una corriente de aire que ingresa en un espacio de edificación, que comprende:

5 un acondicionador (501) que incluye una pluralidad de estructuras (803) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura tiene por lo menos una superficie (804) a través de la cual puede fluir un desecante líquido, en el que la corriente de aire fluye entre las estructuras (803) de tal manera que el desecante líquido deshumidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima cálido y humidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima frío, cada estructura (803) incluye adicionalmente un colector (801) de desecante en un extremo inferior de por lo menos una superficie (804) para recolectar el desecante líquido que ha fluído a través de por lo menos una superficie (804) de la estructura (803), en la que dicha pluralidad de estructuras (803) comprende una pluralidad de montajes de placa dispuestos en una orientación sustancialmente vertical y separados para permitir el flujo de la corriente de aire entre montajes de placa adyacentes;

10 un regenerador (502) conectado al acondicionador (501) para recibir el desecante líquido desde los colectores (801) de desecante en el acondicionador (501), dicho regenerador (502) provoca que el desecante líquido desorba el agua en el modo de operación de clima cálido y absorba el agua en el modo de operación de clima frío;

15 un aparato (1209) para mover la corriente de aire a través del acondicionador (501); y

20 un aparato (601) para hacer circular el desecante líquido a través del acondicionador (501) y el regenerador (502).

2. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, en el que cada una de la pluralidad de estructuras (803) incluye un pasaje (809) a través del cual puede fluir el fluido de transferencia de calor, y que comprende adicionalmente una fuente (507) fría para enfriar el fluido de transferencia de calor en el modo de operación de clima cálido y una fuente (508) de calor para calentar el fluido de transferencia de calor en el modo de operación de clima frío.

25

3. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de estructuras (803) se asegura dentro del acondicionador (501) en una forma que permite que las estructuras (803) se expandan o contraigan libremente en una dirección que es en general paralela al gradiente térmico para aliviar el estrés térmico inducido sobre las estructuras (803).

30

4. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una lámina (1051) de material posicionada próxima a por lo menos una superficie de cada estructura (803) entre el desecante líquido y la corriente de aire, dicha lámina (1051) de material guía el desecante líquido en un colector (801) de desecante y permite la transferencia de vapor de agua entre el desecante líquido y la corriente de aire, en la que la lámina (1051) de material comprende una membrana, un material hidrófilo, una membrana microporosa hidrófoba, o una capa de material hidrófobo y una capa de material hidrófilo entre el material hidrófobo y por lo menos una superficie (804) de la estructura (803).

35

5. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un aparato (651) para provocar turbulencia en la corriente de aire que fluye a través de o entre las estructuras (803) en el acondicionador (501).

40

6. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, en el que el regenerador (502) incluye una pluralidad de estructuras (803) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura (803) tiene por lo menos una superficie (804) a través de la cual puede fluir el desecante líquido, en la que la corriente de aire fluye a través de o entre las estructuras (803) lo que provoca que el desecante líquido desorba el agua en el modo de operación de clima cálido y lo que provoca que el desecante líquido absorba agua en el modo de operación de clima frío, cada estructura (803) incluye adicionalmente un colector (801) de desecante en un extremo inferior de la estructura (803) para recolectar el desecante líquido que ha fluído a través de por lo menos una superficie (804) de la estructura (803).

45

50

7. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 6, comprende adicionalmente una lámina (1051) de material posicionada próxima a por lo menos una superficie (804) de cada estructura (803) en el regenerador (502) entre el desecante líquido y la corriente de aire, dicha lámina (1051) de material guía el desecante líquido en un colector (801) de desecante y permite la transferencia de vapor de agua entre el desecante líquido y la corriente de aire, en la que la lámina (1051) de material comprende una membrana, un material hidrófilo, una membrana microporosa hidrófoba, una capa de material hidrófobo y una capa de material hidrófilo entre el material hidrófobo y por lo menos una superficie (804) de la estructura (803).

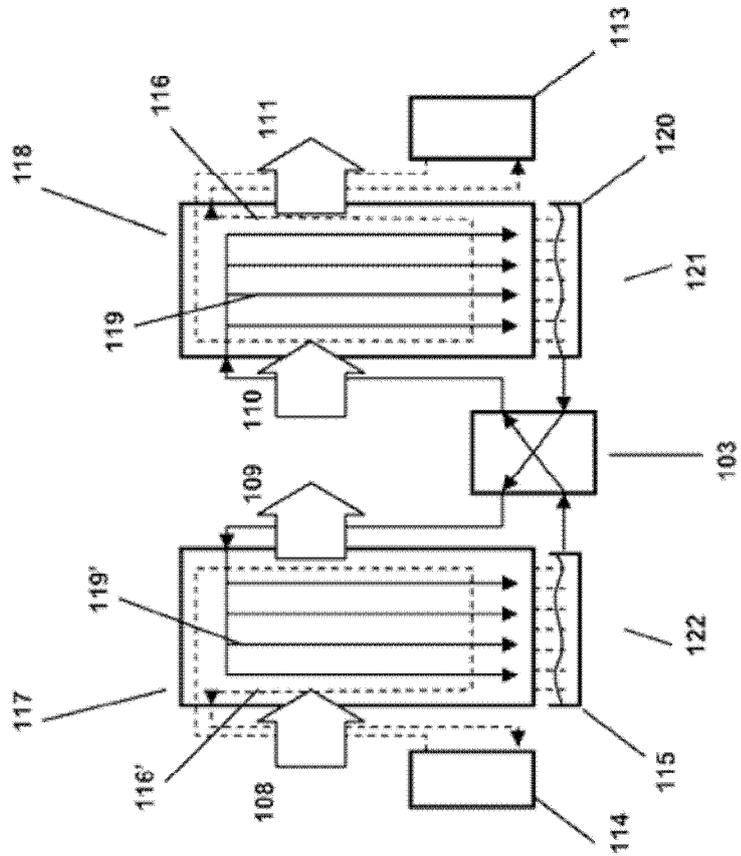
55

60

8. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 6, en el que el regenerador (502) comprende adicionalmente bobinas (701) de pretratamiento para enfriar la corriente de aire que ingresa en las estructuras (803) en el modo de operación de clima frío o calentar la corriente de aire tratada por las estructuras (803) en el modo de operación de clima cálido.

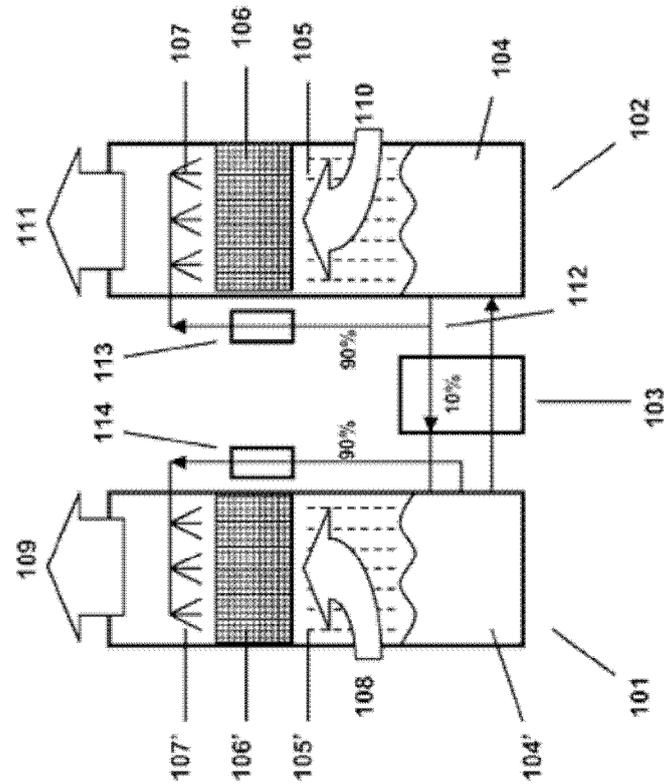
65

9. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente una bomba (705) de calor para transferir calor entre el fluido de transferencia de calor que sale de las estructuras (803) en el acondicionador (501) y el fluido de transferencia de calor que sale de las estructuras en el regenerador (502).
- 5 10. El sistema de acondicionamiento de aire desecante de la reivindicación 1, en el que la corriente de aire que ingresa en el espacio de edificación fluye en una dirección generalmente horizontal a través del acondicionador (501) y una corriente de aire de retorno desde el espacio de edificación o el aire de salida fluye en una dirección generalmente horizontal a través del regenerador (502), o en el que la corriente de aire que ingresa en el espacio de edificación fluye en una dirección generalmente vertical a través del acondicionador (501) y una corriente de aire de retorno desde el espacio de edificación o aire de salida fluye en una dirección generalmente vertical a través del regenerador (502).
- 10
11. Un método para tratar una corriente de aire que ingresa en un espacio de edificación, que comprende las etapas de:
- 15
- proporcionar un acondicionador (501) que incluye una pluralidad de estructuras (803) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura (803) incluye una superficie (804) externa, cada estructura (803) adicionalmente incluye un colector (801) de desecante en un extremo inferior de la estructura (803) de placa, y en la que dicha pluralidad de estructuras (803) comprende una pluralidad de montajes de placa dispuestos en una orientación sustancialmente vertical y separados para permitir el flujo de la corriente de aire entre montajes de placa adyacentes;
- 20
- hacer fluir un desecante líquido a través de la superficie externa de cada estructura (803) y recolectar el desecante líquido en el colector (801) de desecante;
- hacer fluir la corriente de aire entre las estructuras (803) de tal manera que el desecante líquido deshumidifica la corriente de aire en un modo de operación de clima cálido;
- 25
- desviar una porción de la corriente de aire deshumidificada que sale del acondicionador (501) para uso en una unidad (1904) de tratamiento de aire que actúa como un enfriador de evaporación en el modo de operación de clima cálido para enfriar el fluido de transferencia de calor utilizado en el acondicionador (501); y
- 30
- recibir el desecante líquido desde los colectores (801) de desecante en el acondicionador (501) y absorber agua desde el desecante líquido.
12. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente utilizar aire de retorno desde el espacio de edificación para absorber agua desde el desecante líquido.
- 35
13. El método de la reivindicación 11, en el que, en un modo de operación de clima frío, el método comprende adicionalmente utilizar el desecante líquido para humidificar la corriente de aire y un fluido de transferencia de calor para calentar el desecante líquido en el acondicionador (501) y en la unidad (1904) de tratamiento de aire, y que comprende adicionalmente calentar el fluido de transferencia de calor en el acondicionador (501).
- 40
14. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente provocar turbulencia en la corriente de aire que entra en las estructuras (803).
15. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente transferir fluido de transferencia de calor enfriado desde el enfriador (1904) de evaporación a uno o más intercambiadores (1955) de calor líquido-aire en el espacio de edificación para proporcionar enfriamiento de espacio sensible.
- 45



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1B



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1A

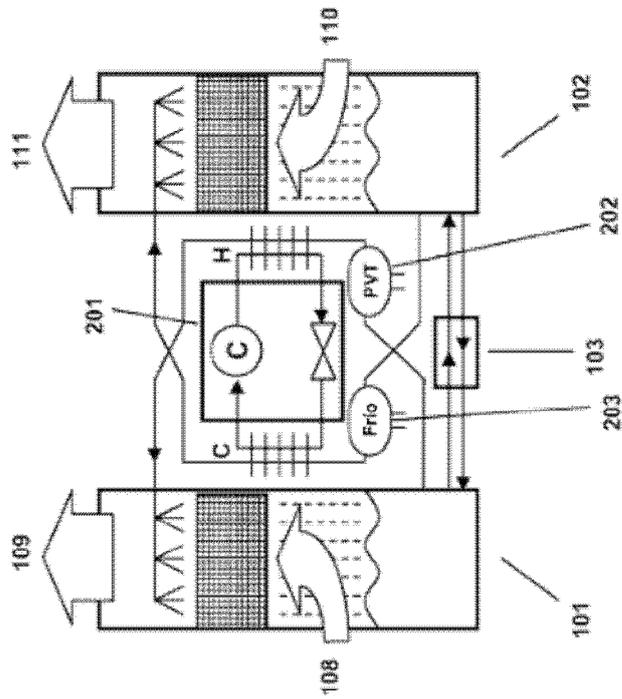
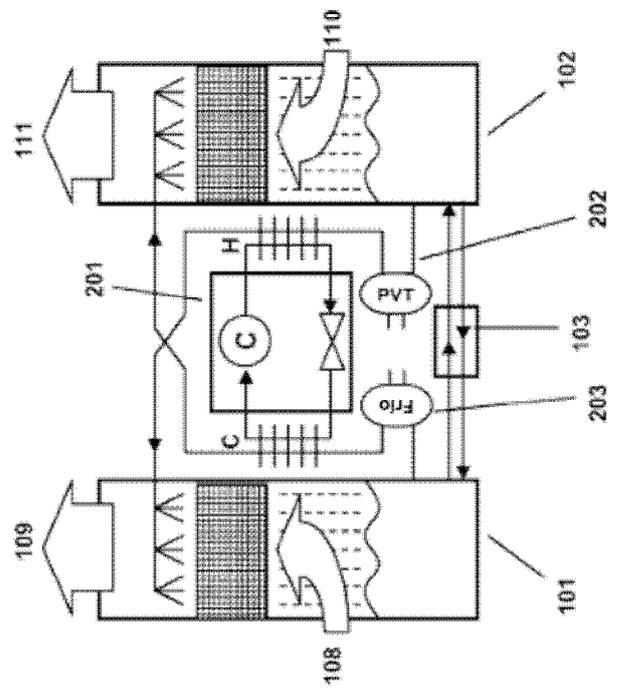


FIG. 2B



○: Intercambiador de calor de servicio corrosivo

FIG. 2A

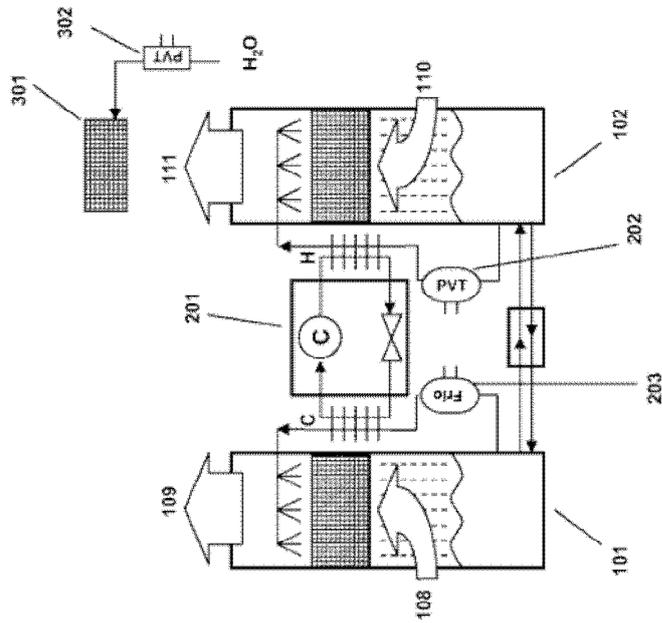
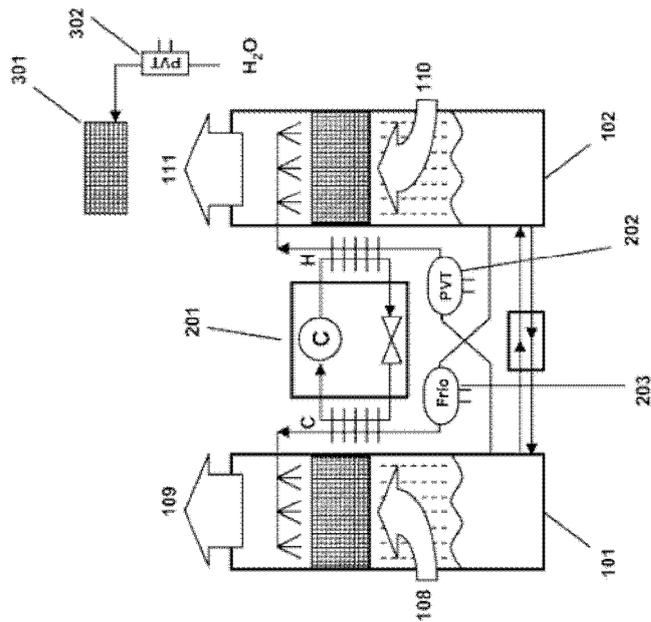


FIG. 3B



PVT : Conexión a módulos PVT

FIG. 3A

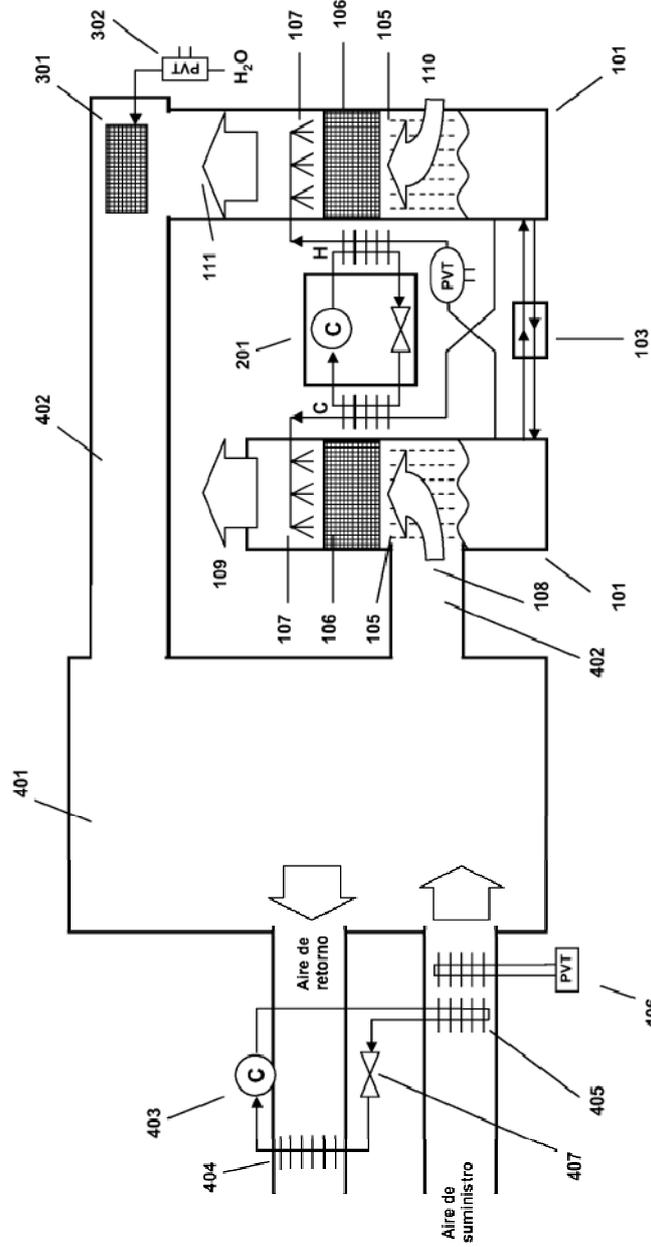


FIG. 4

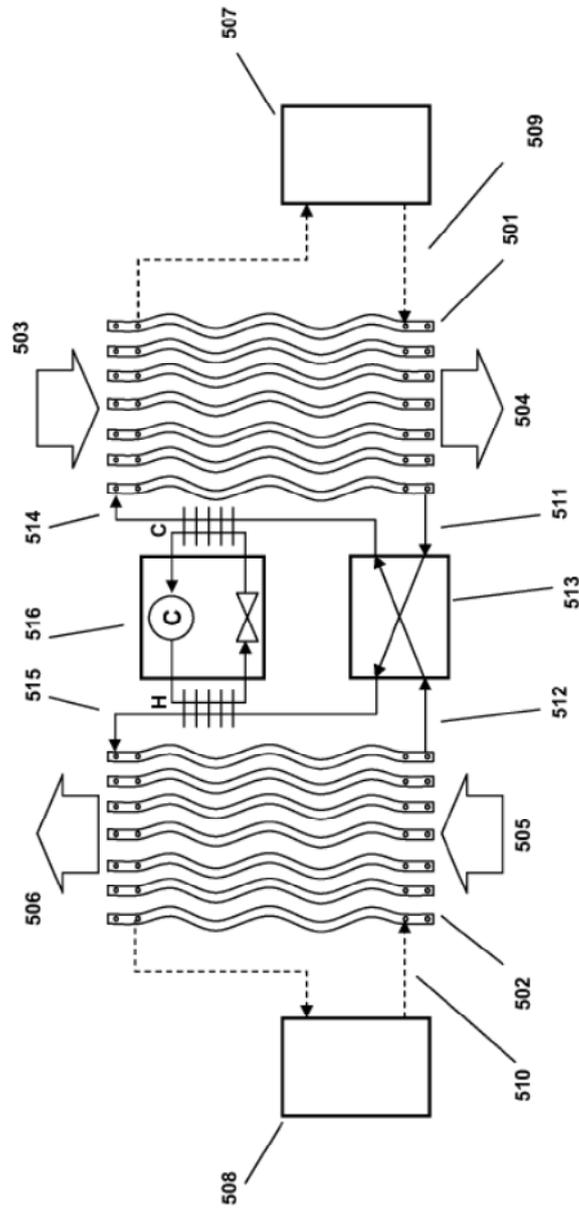


FIG. 5

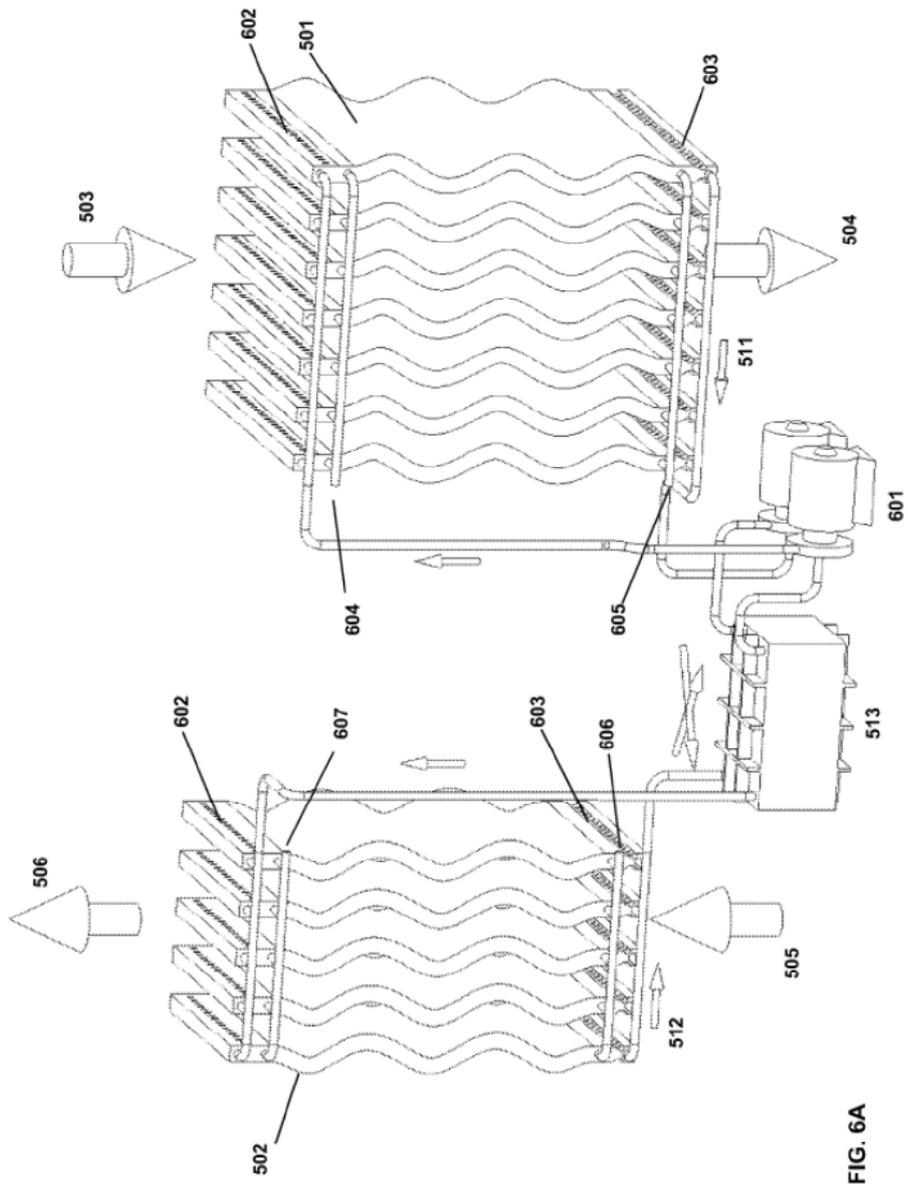
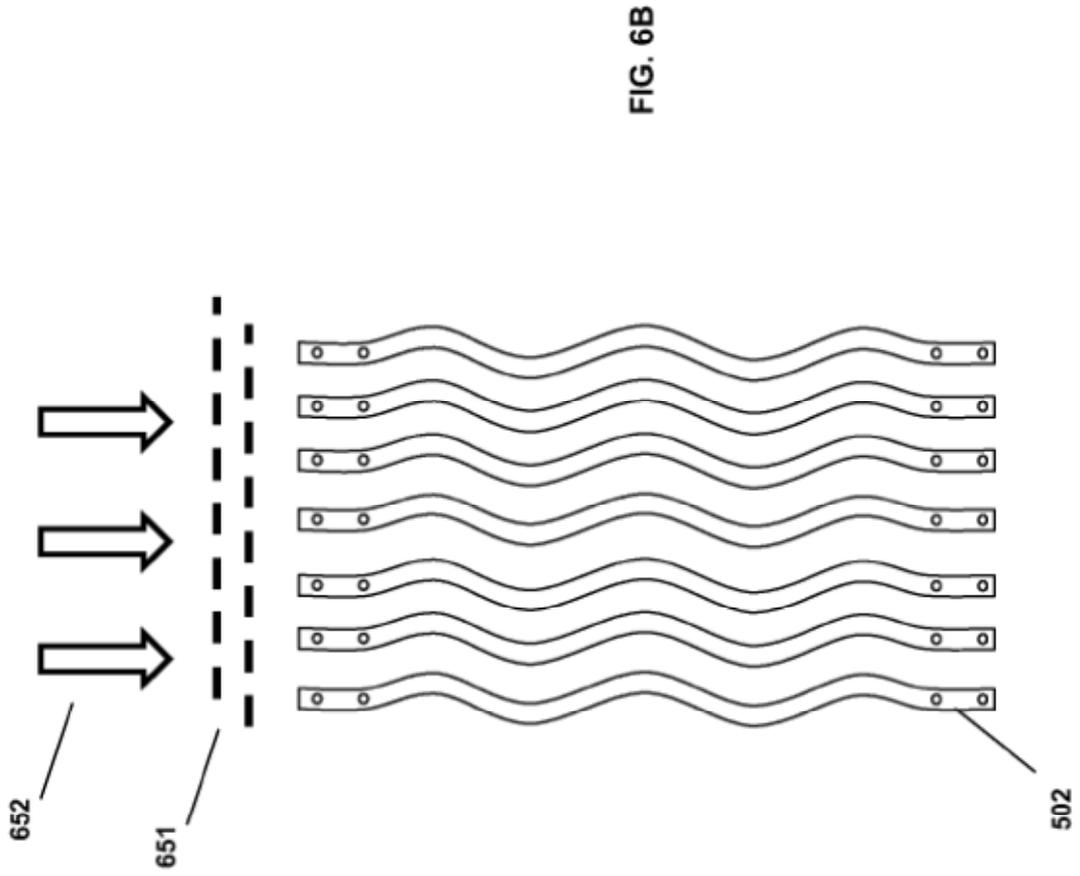


FIG. 6A



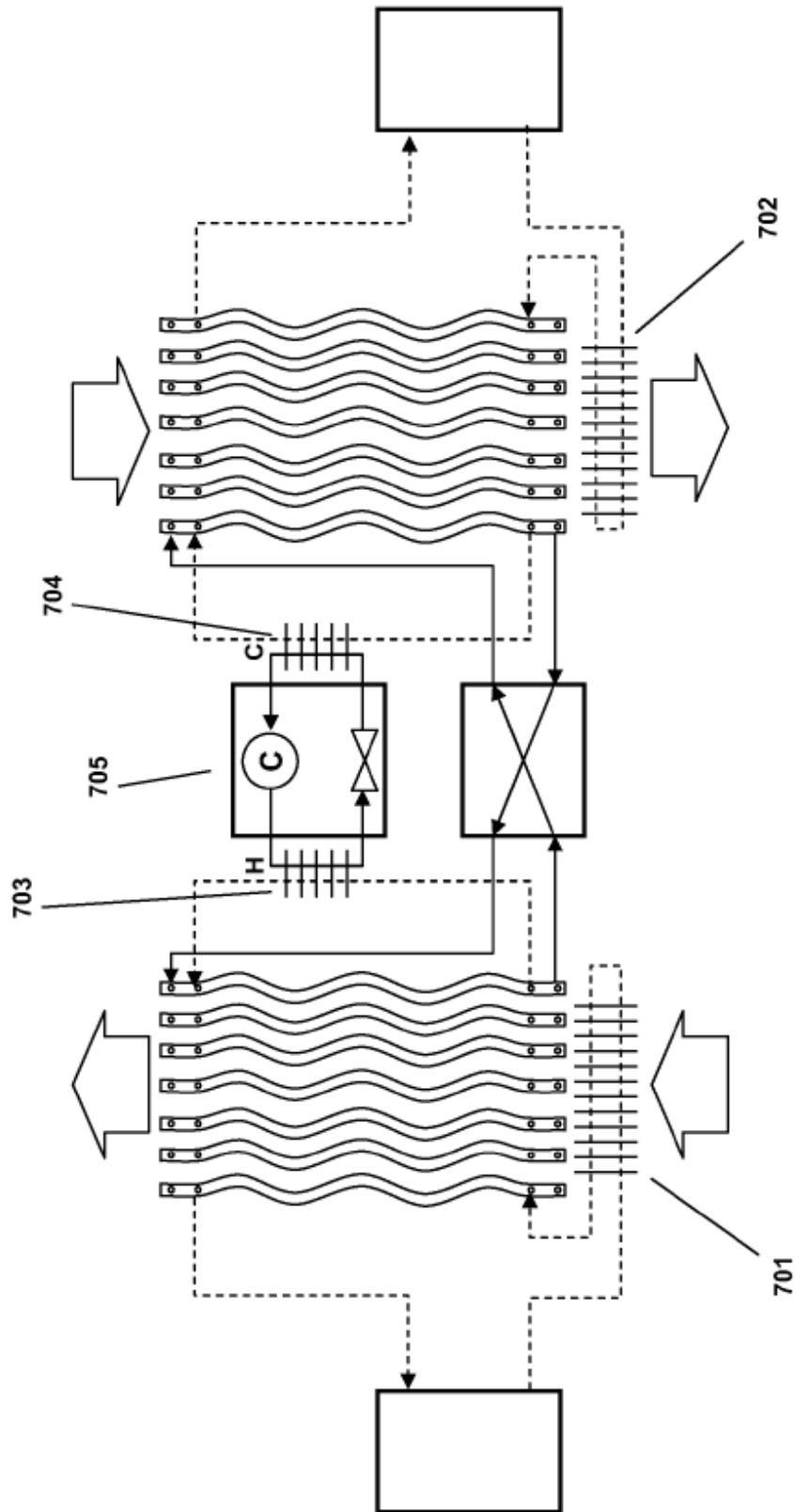


FIG. 7

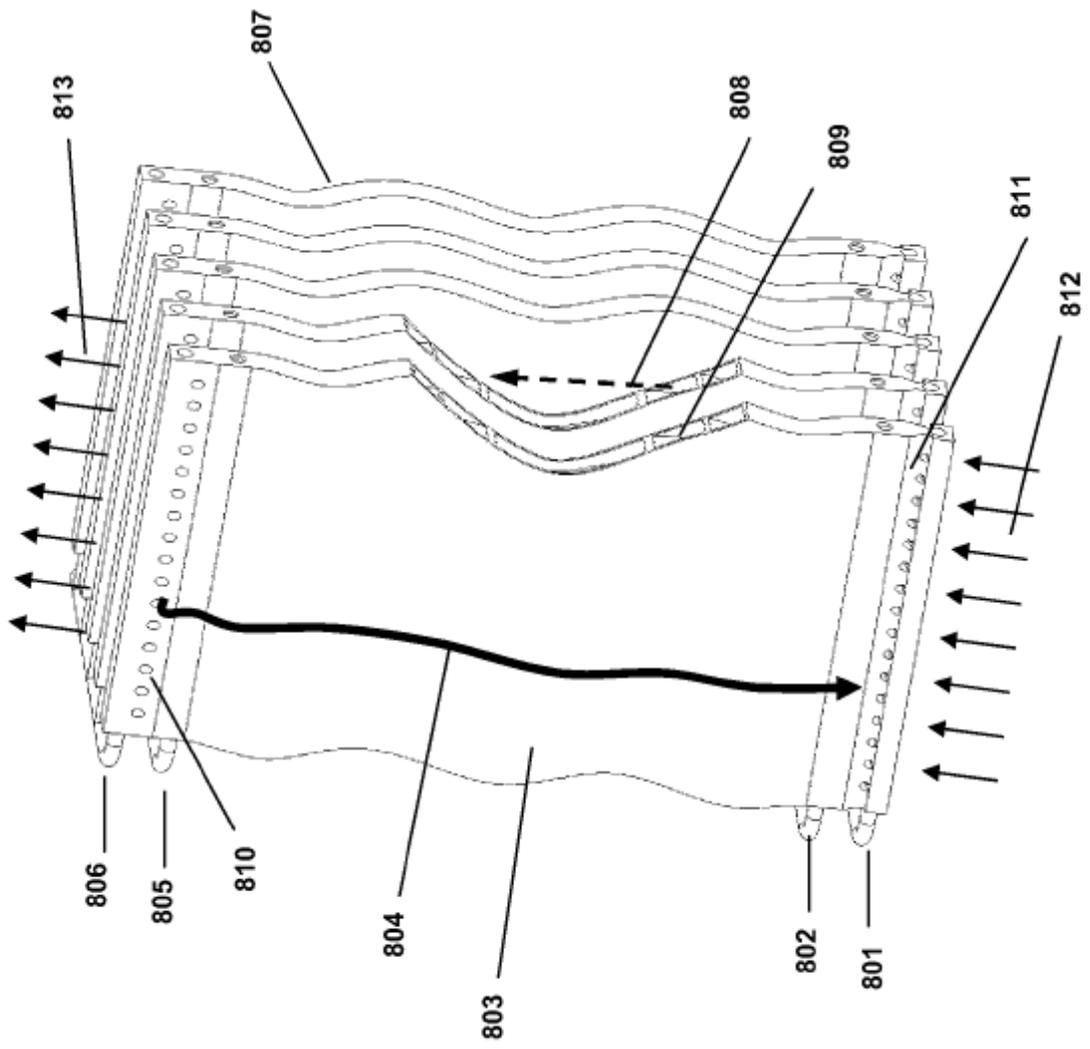


FIG. 8

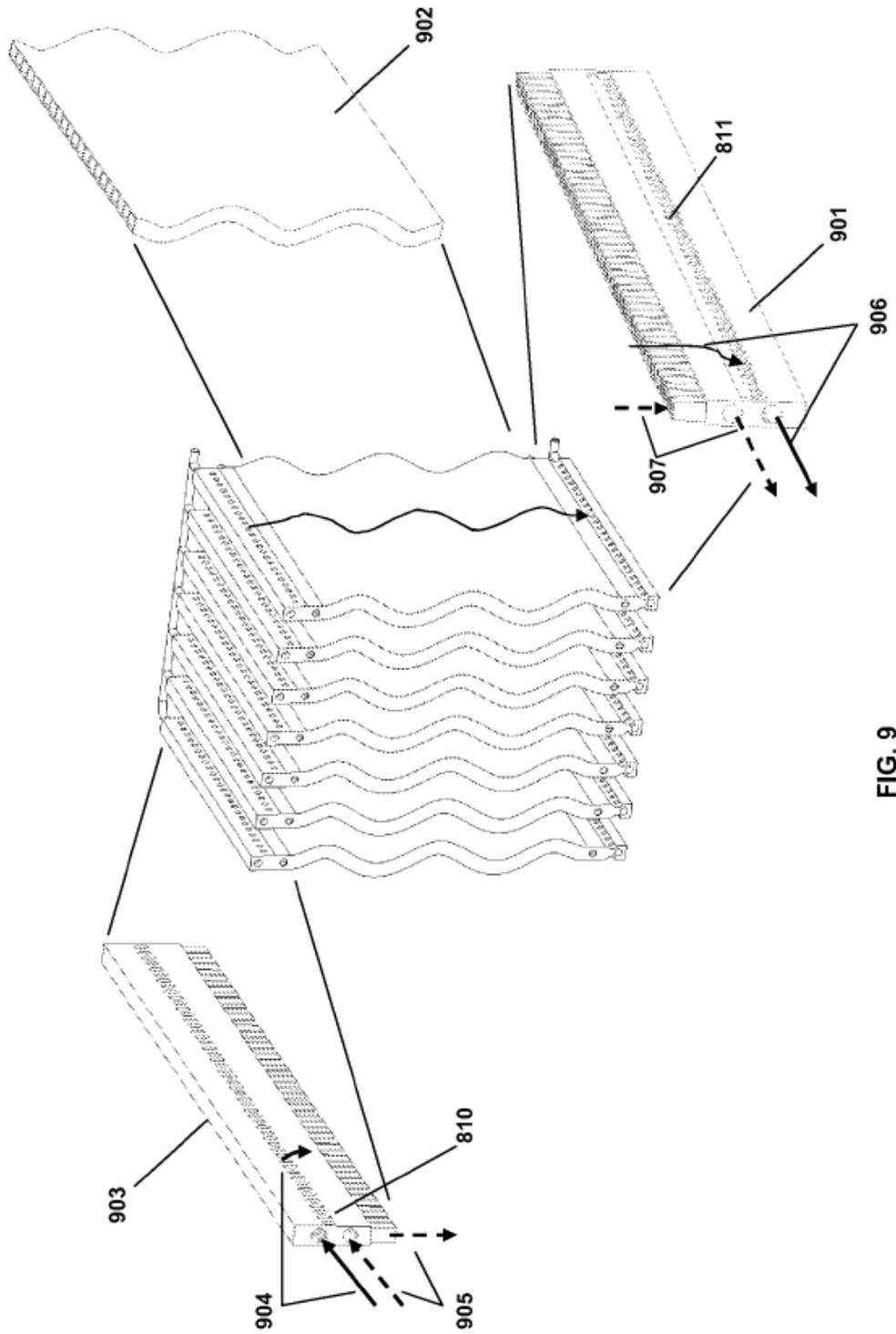


FIG. 9

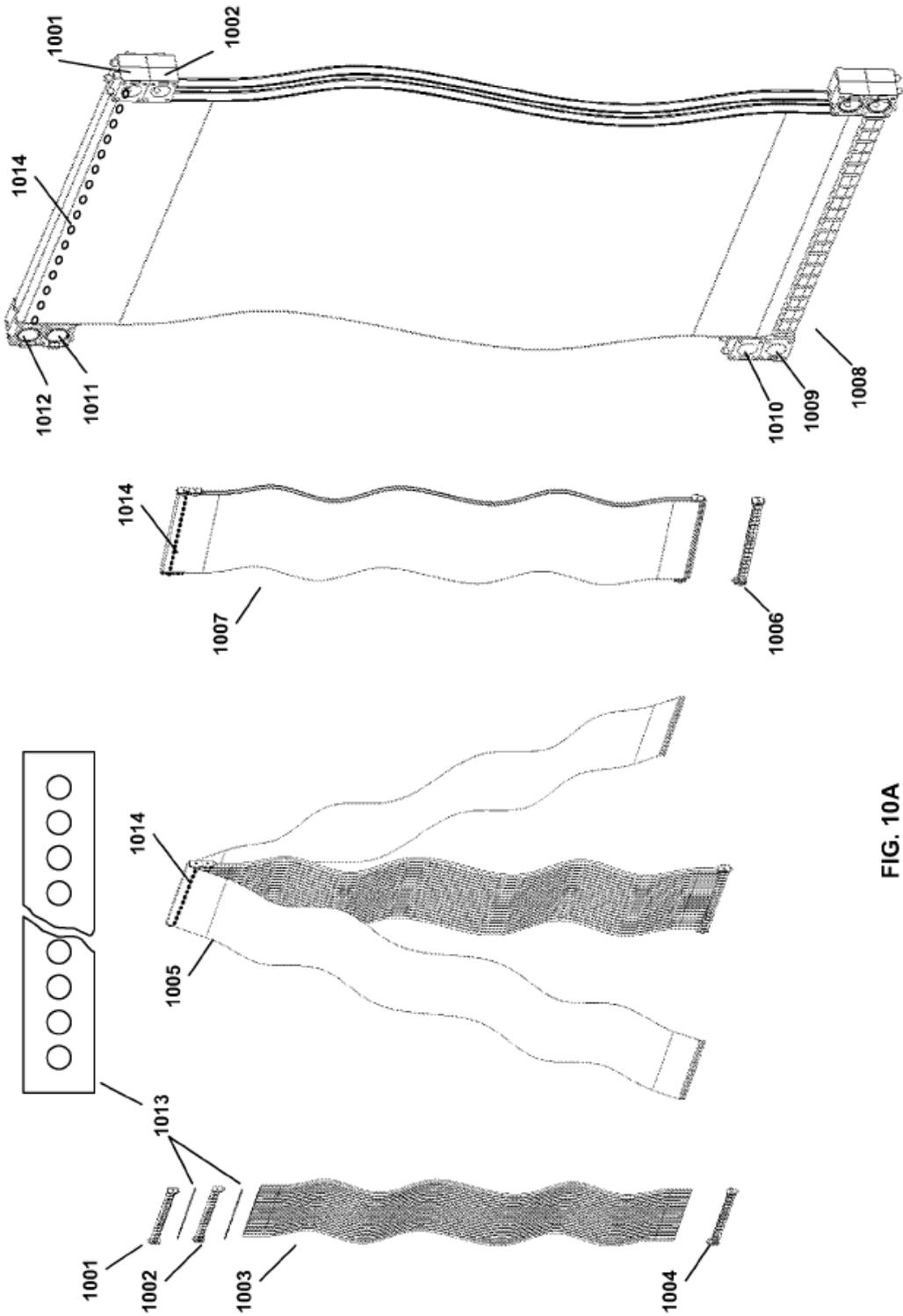


FIG. 10A

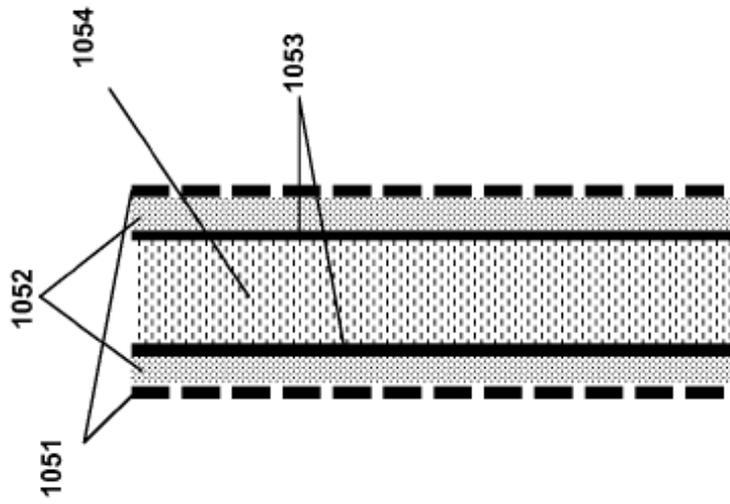


FIG. 10E

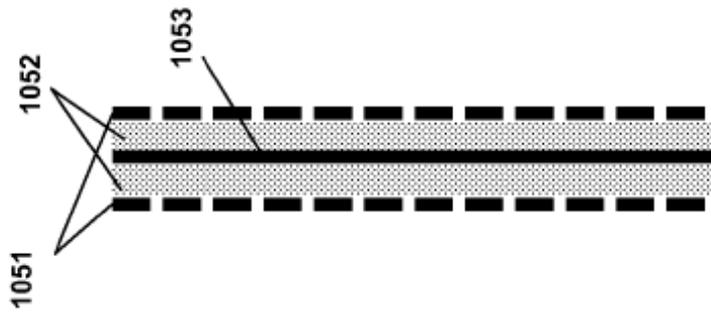


FIG. 10D



FIG. 10C

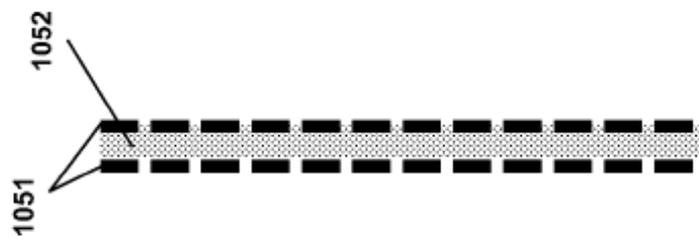


FIG. 10B

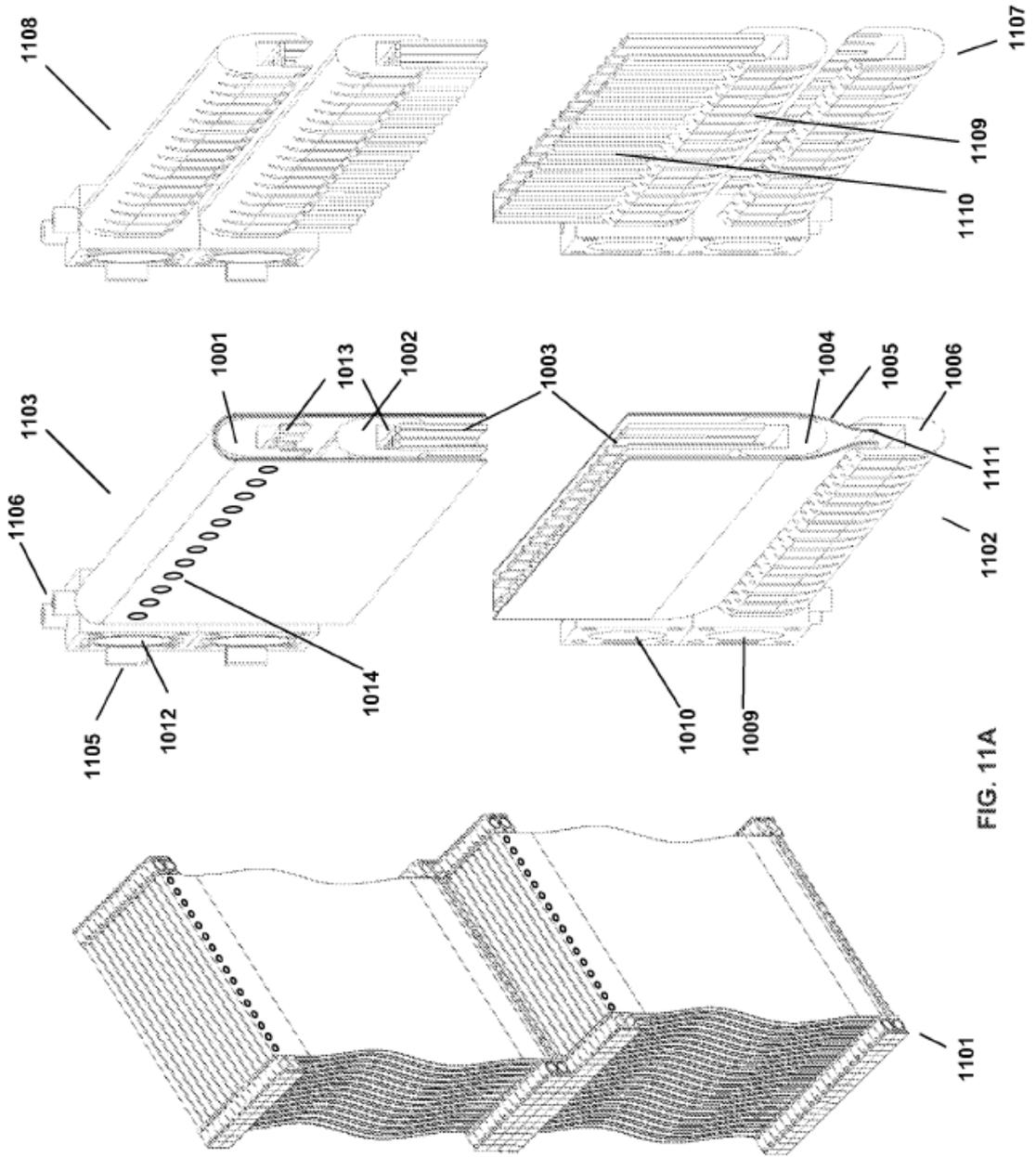
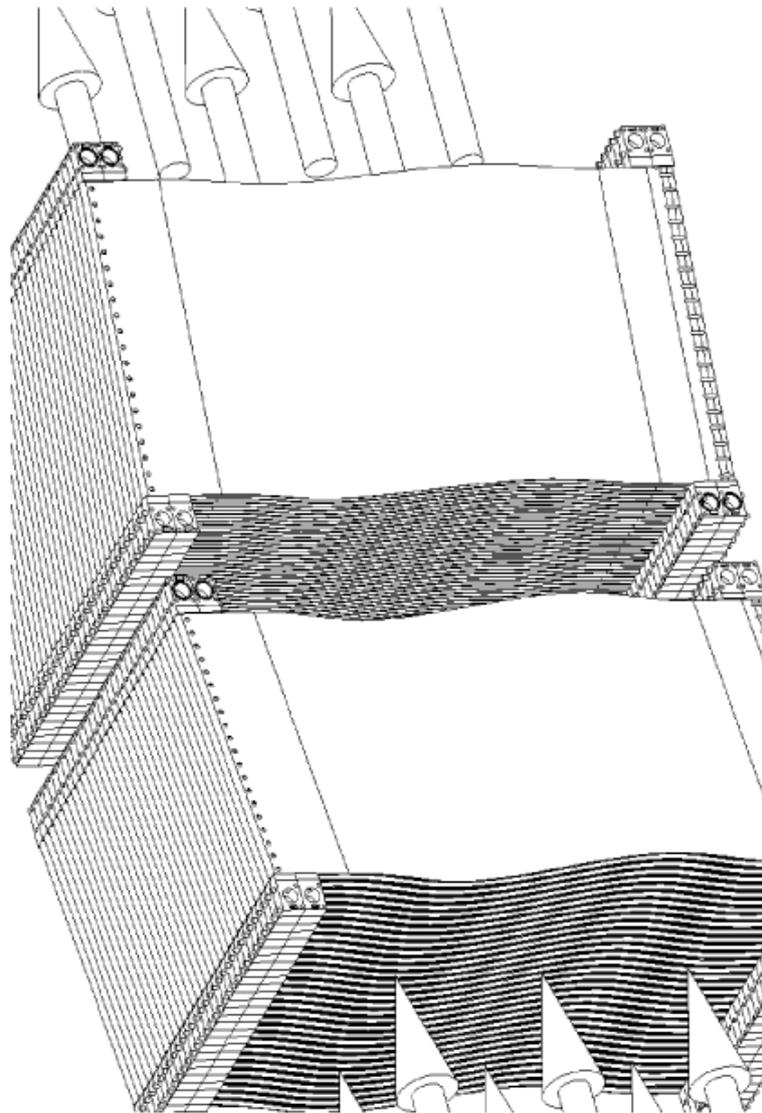
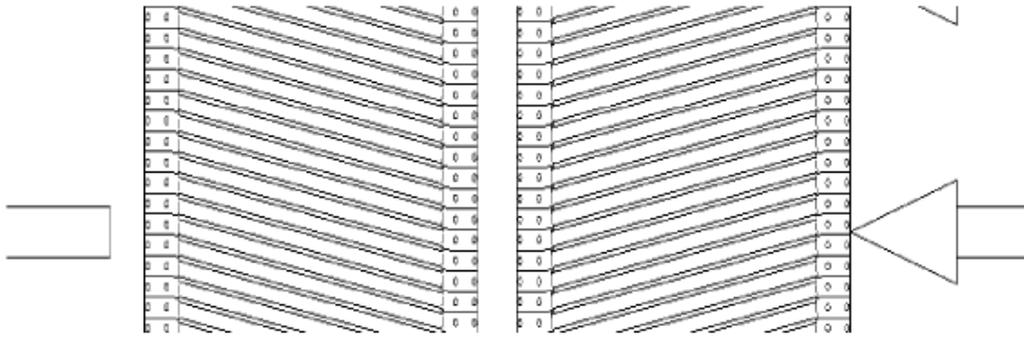


FIG. 11A



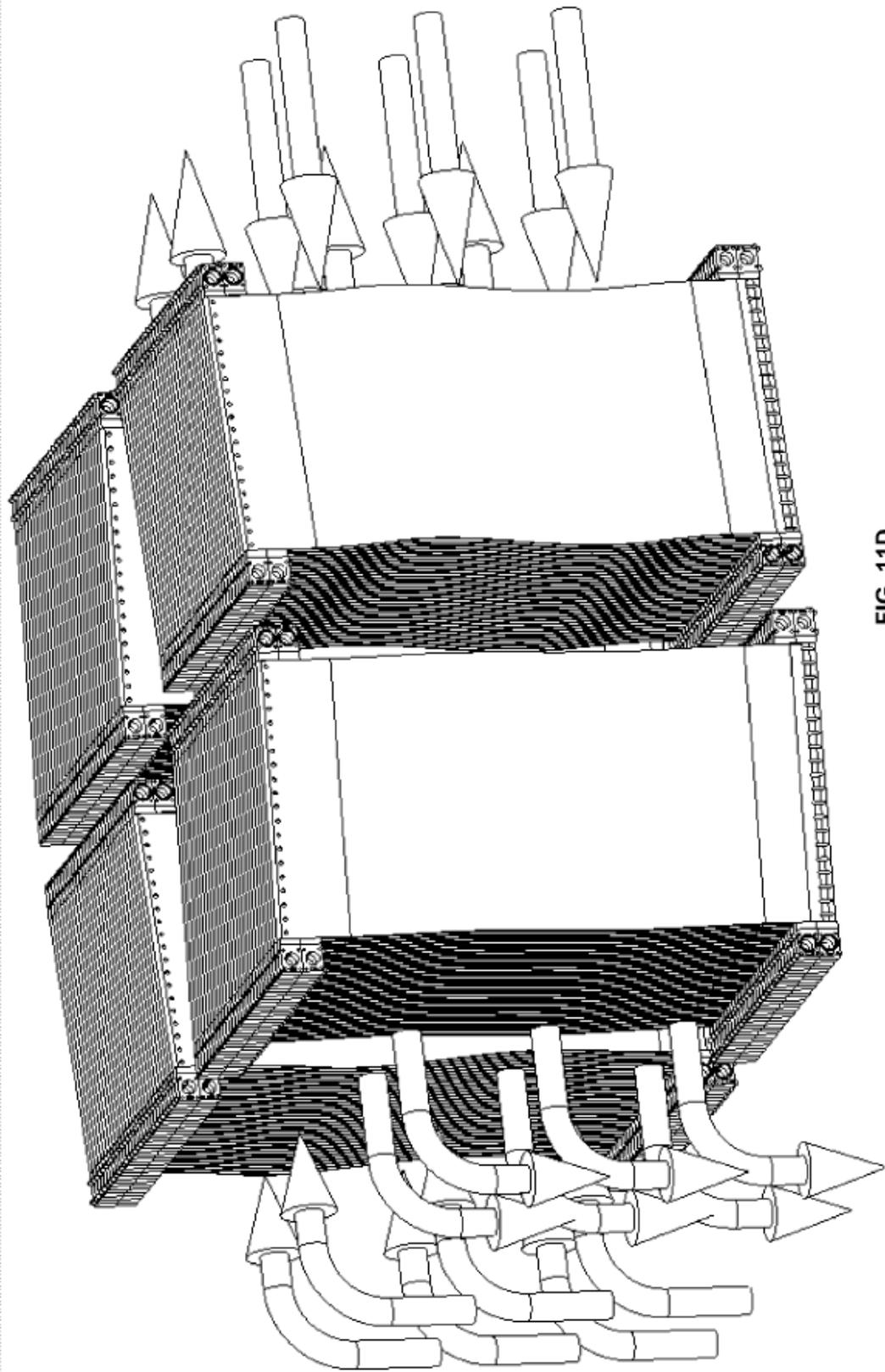


FIG. 11D

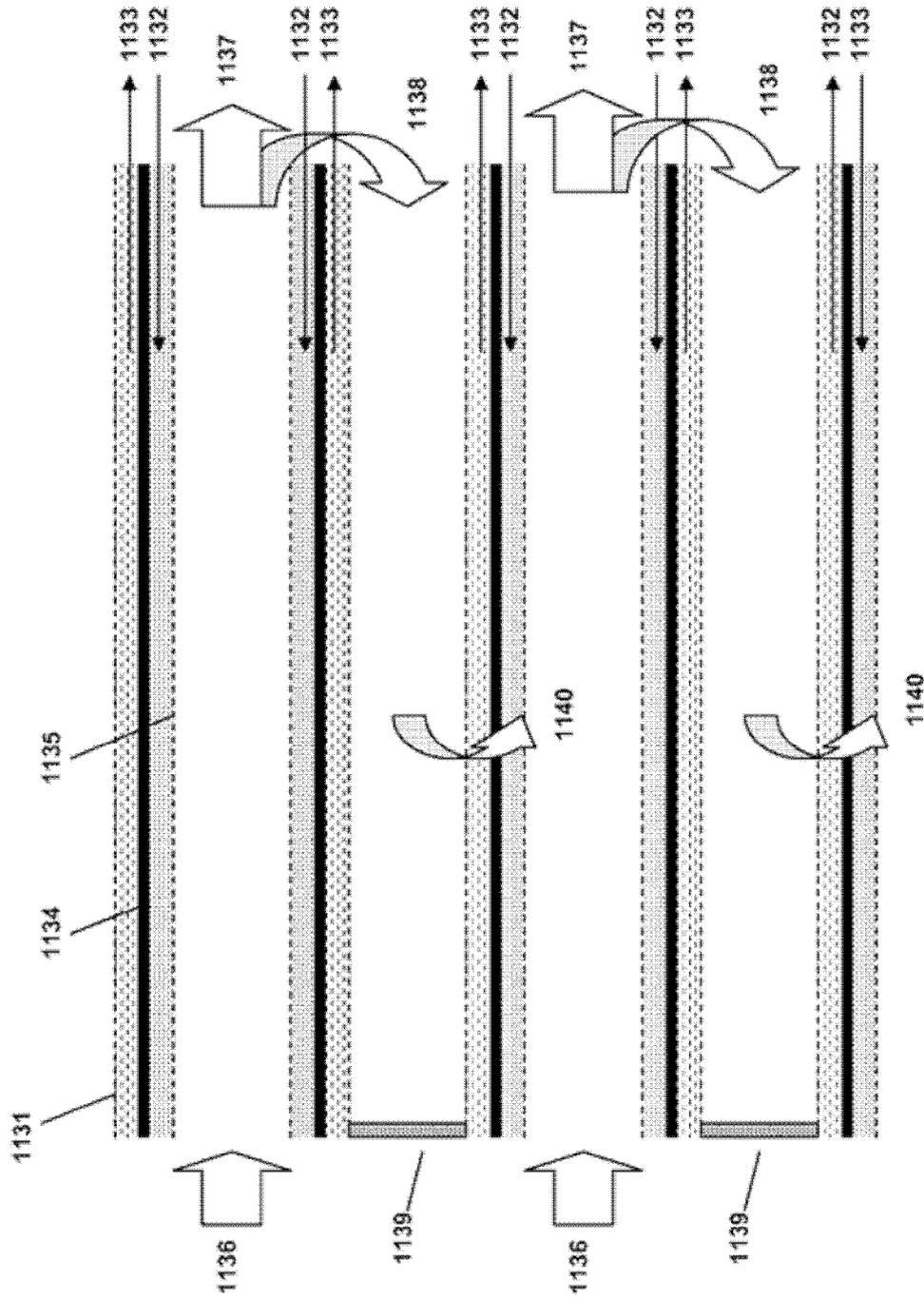
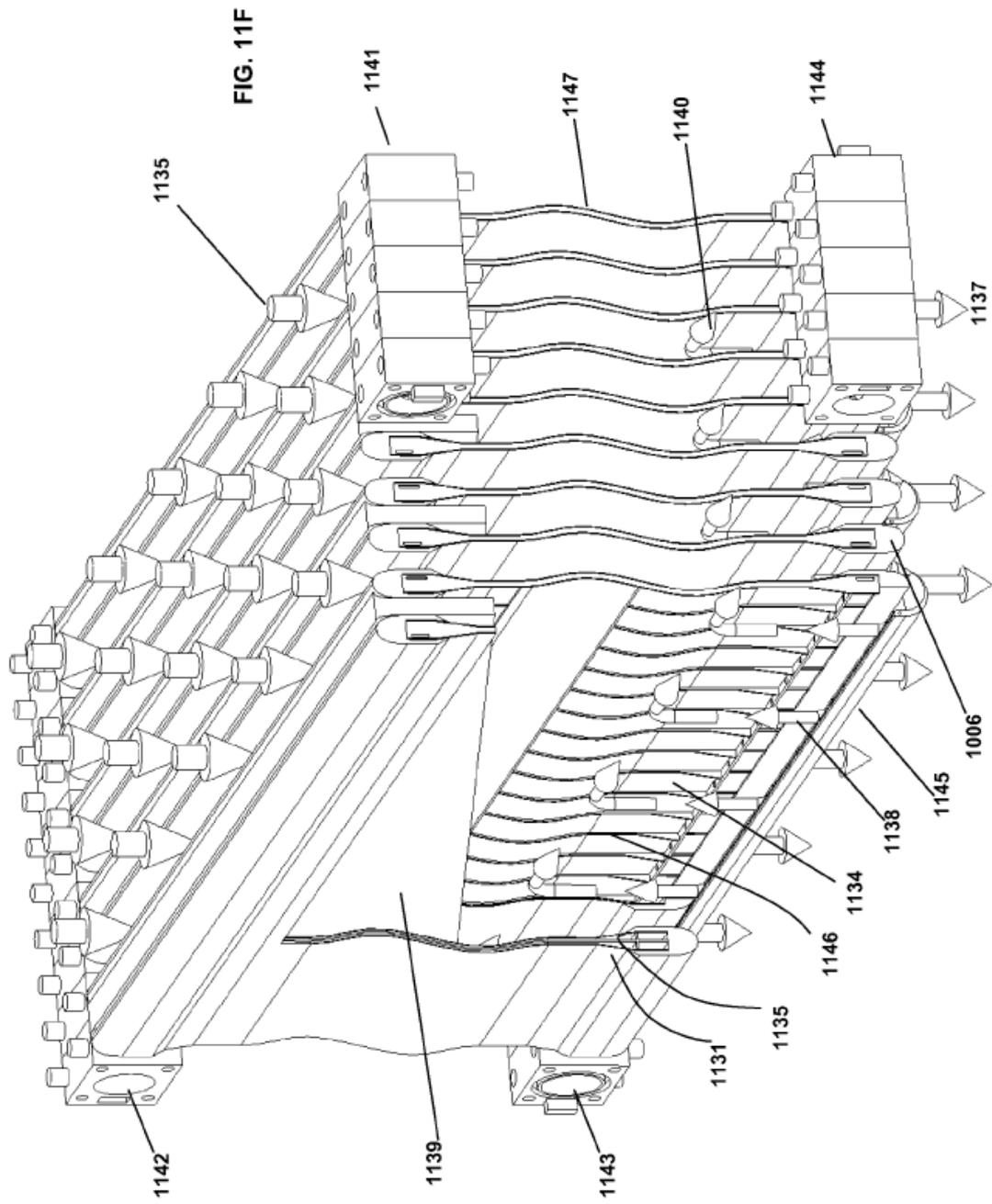


FIG. 11E
TÉCNICA ANTERIOR



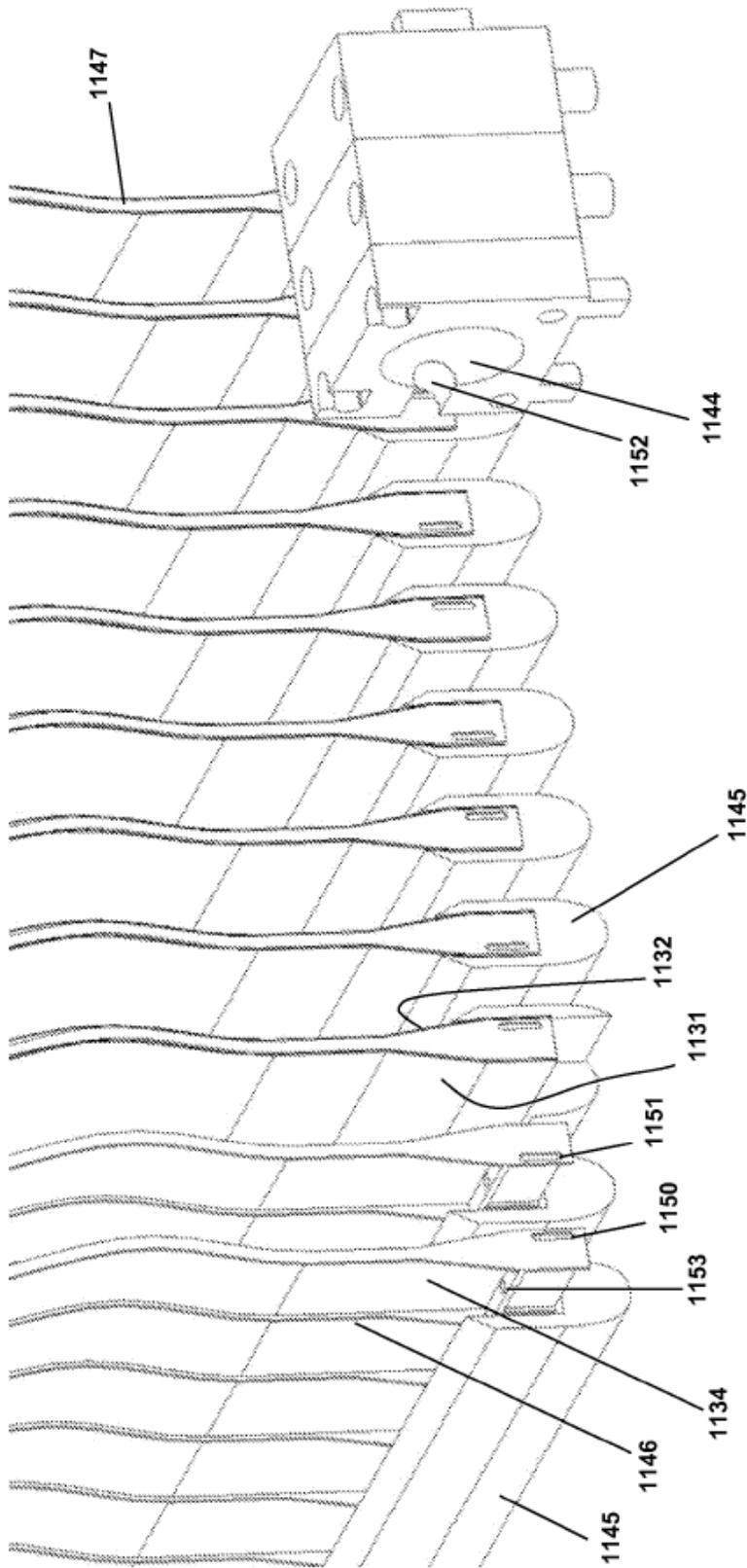
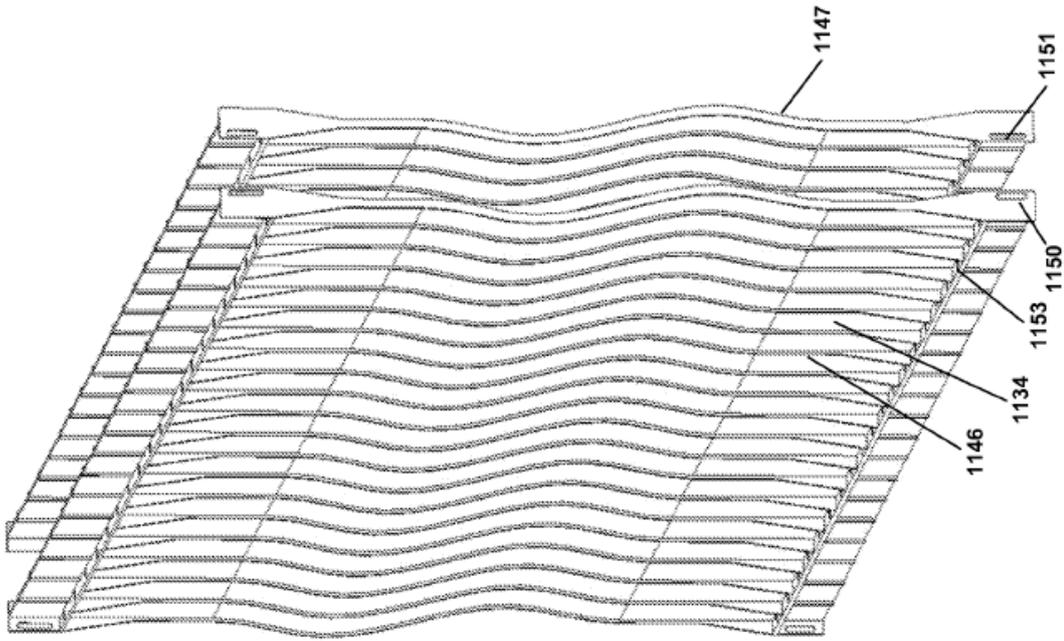


FIG. 11G

FIG. 11H



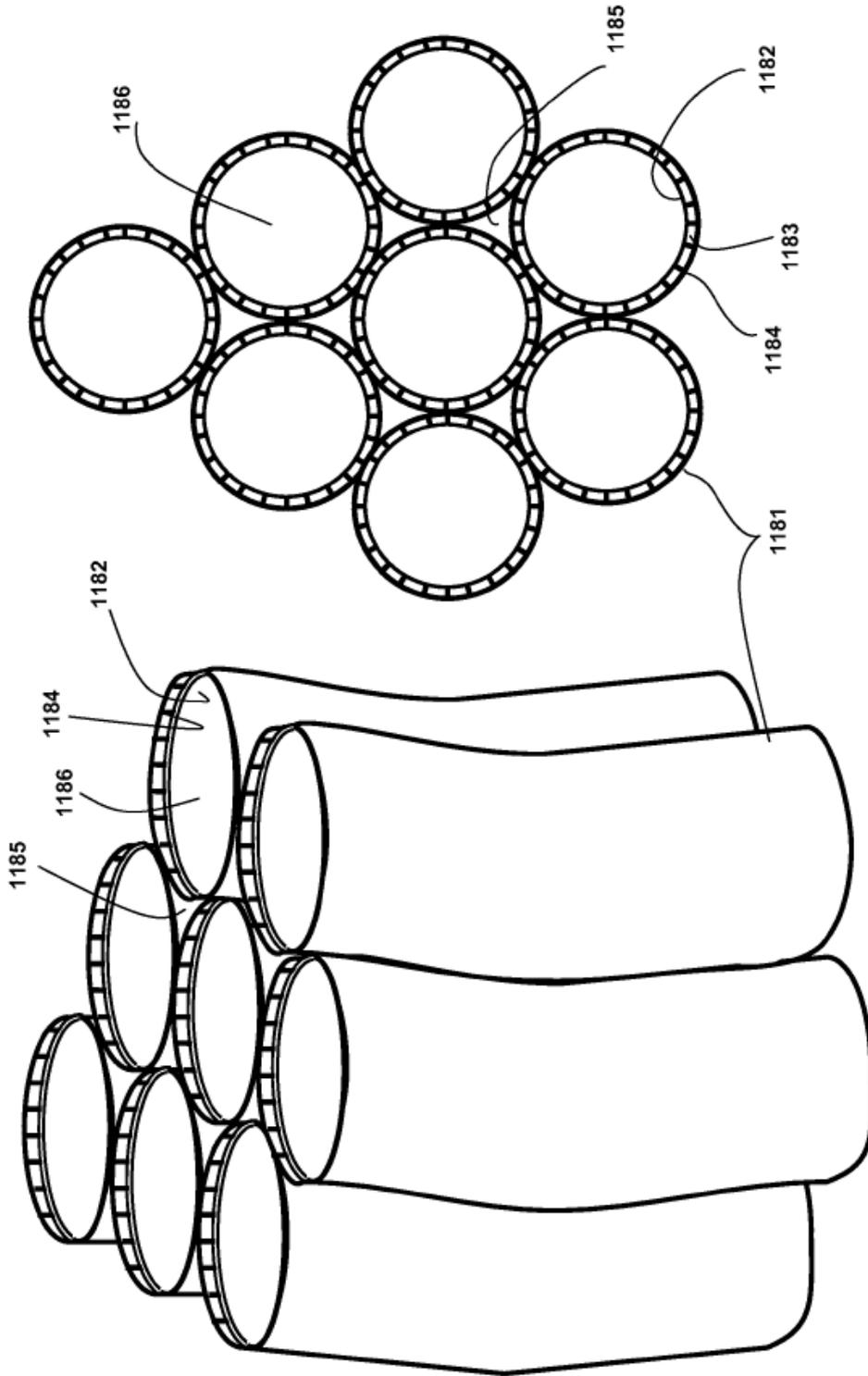


FIG. 11J

FIG. 11I

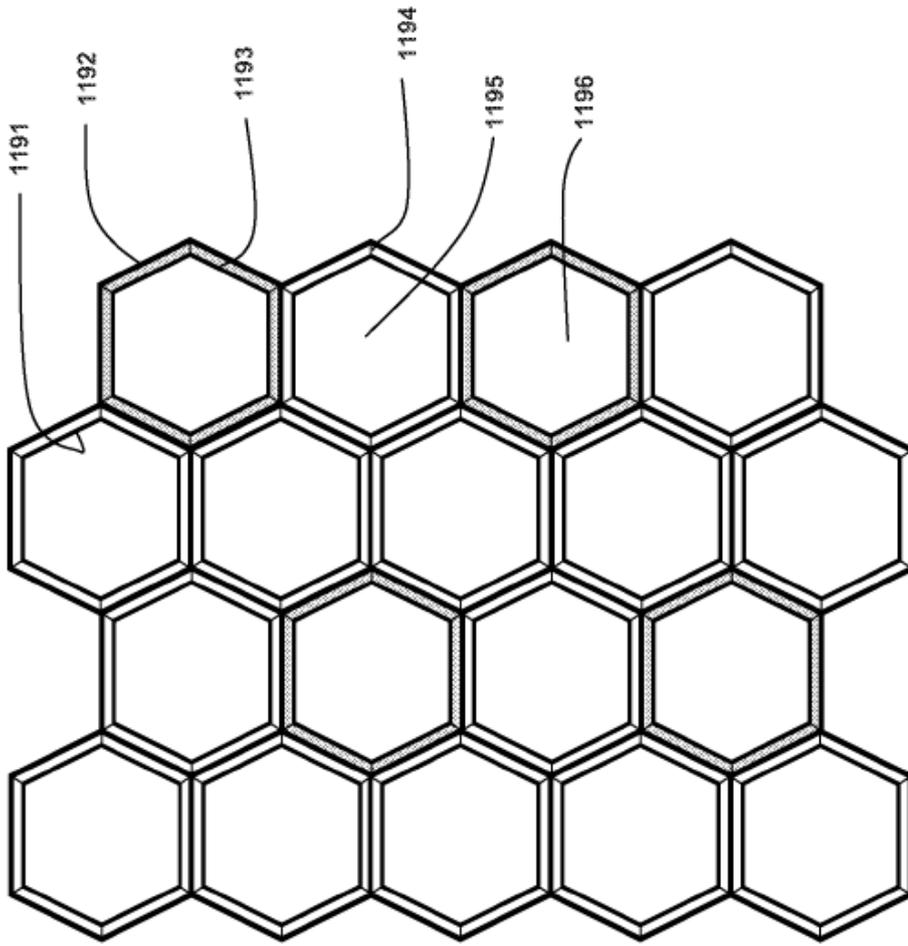


FIG. 11L

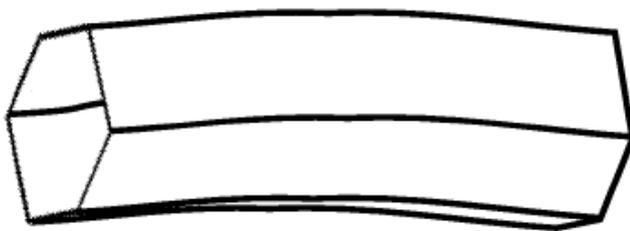


FIG. 11K

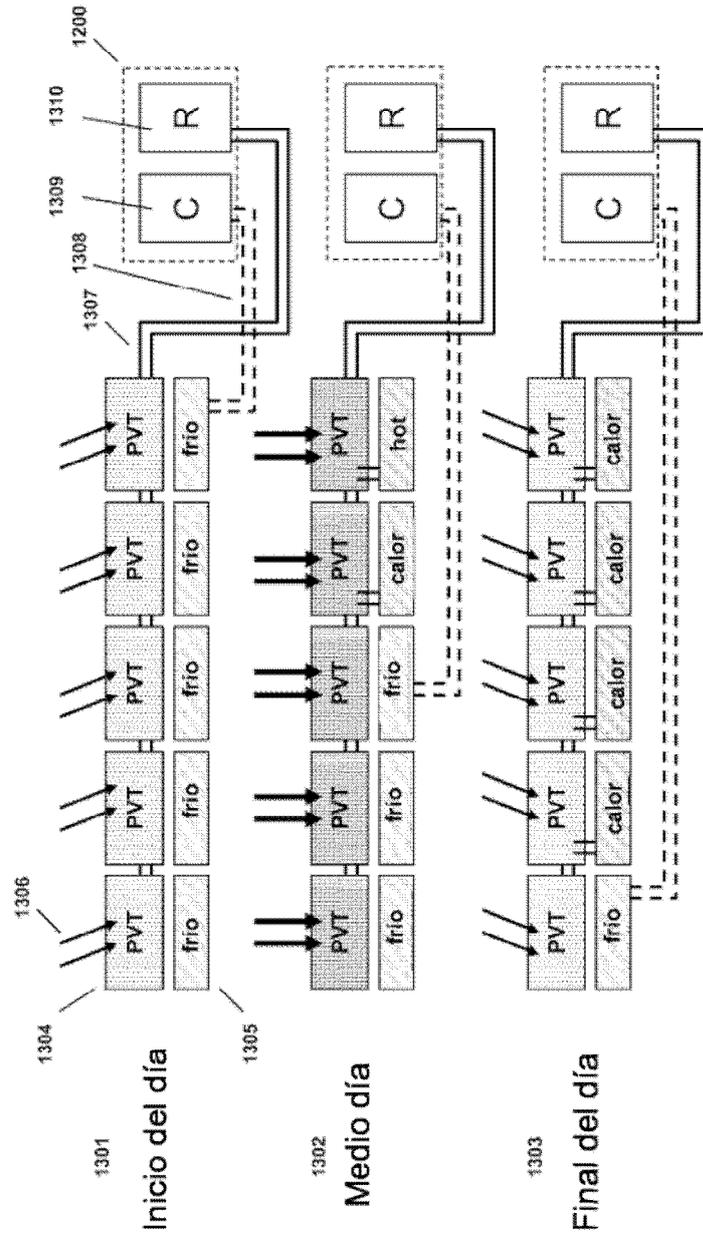


FIG. 13A

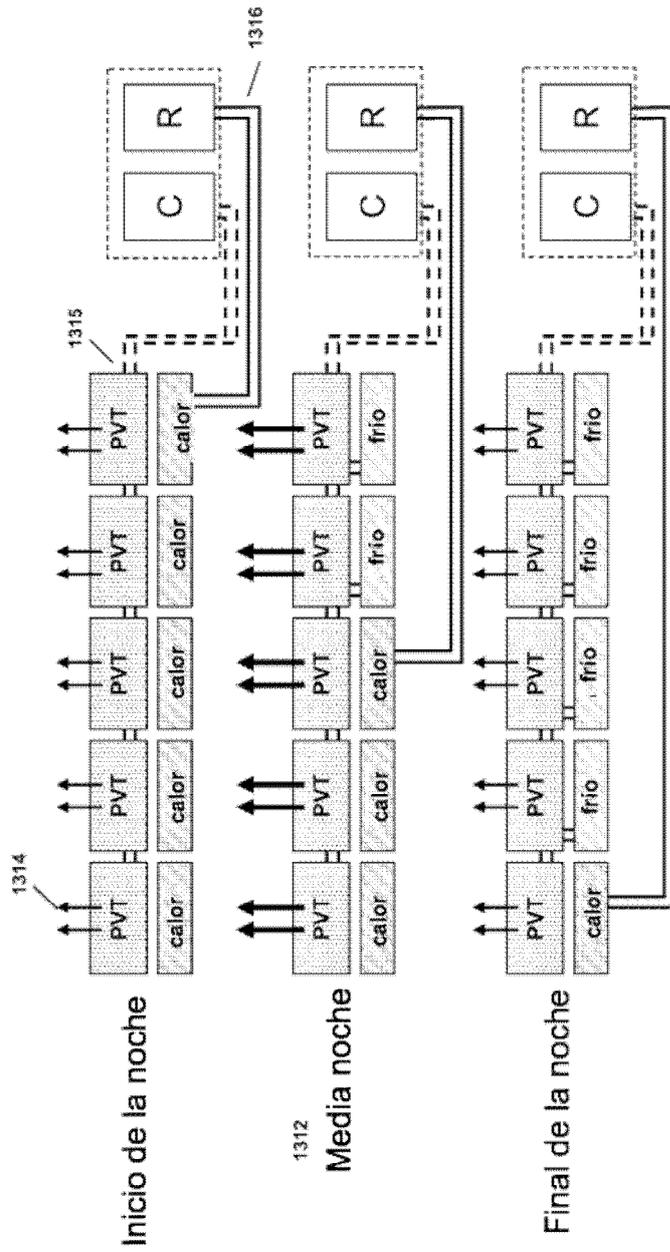


FIG. 13B

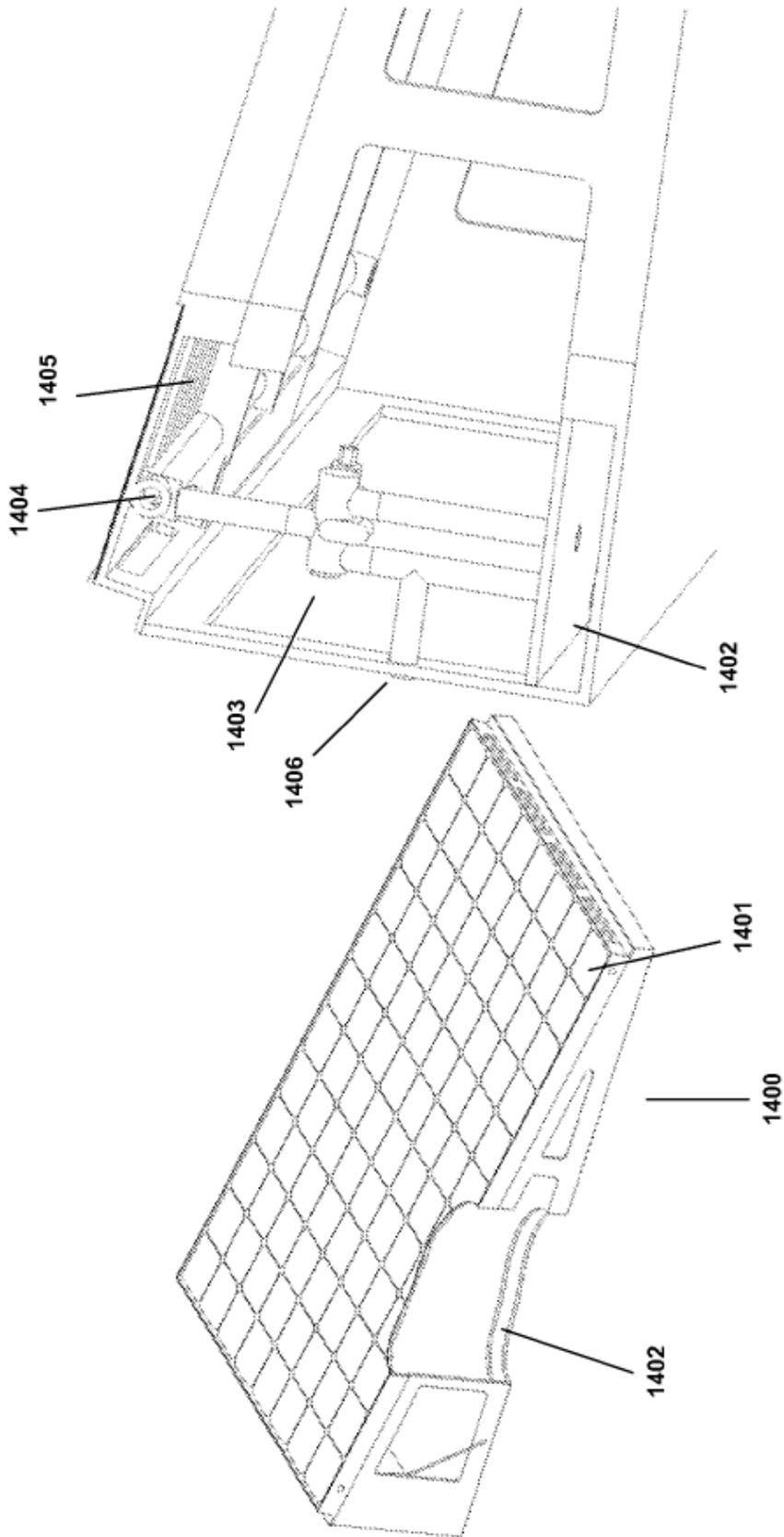


FIG. 14B

FIG. 14A

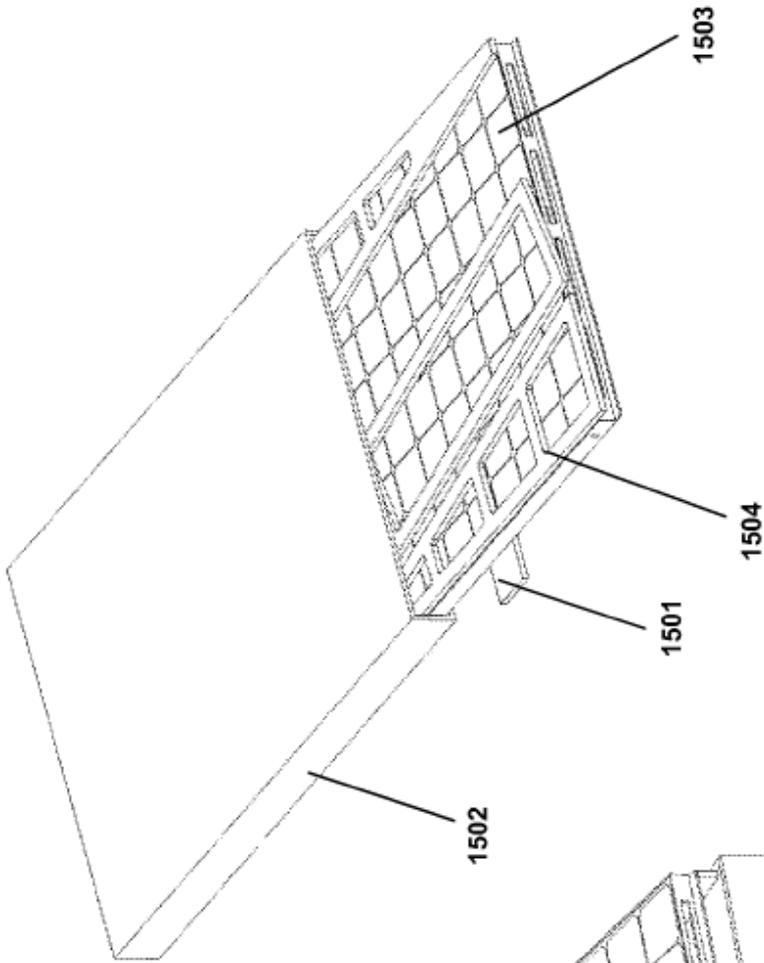


FIG. 15B

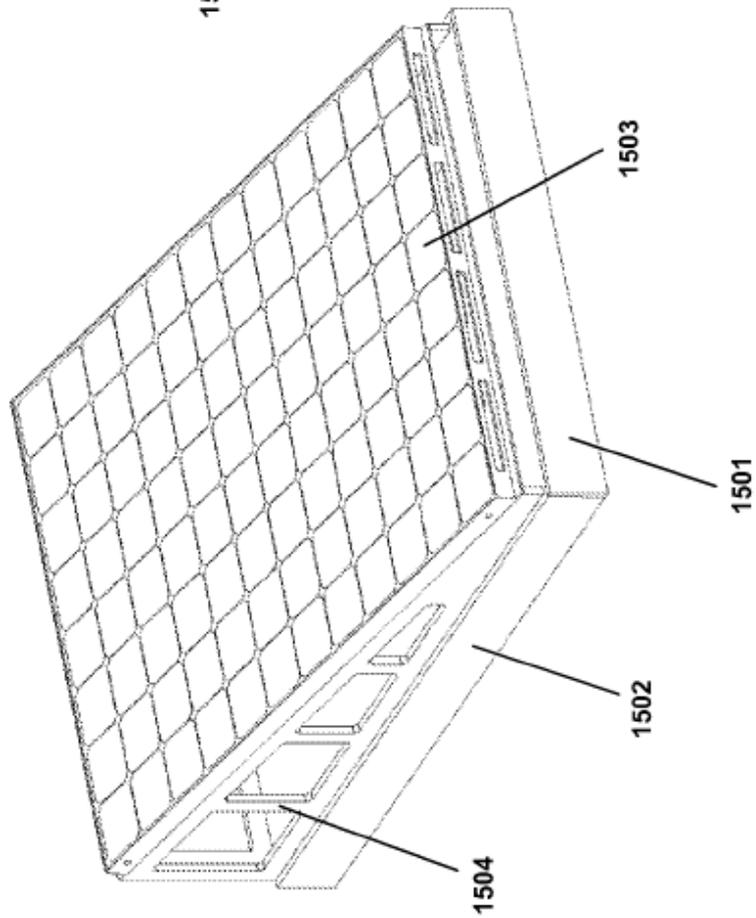


FIG. 15A

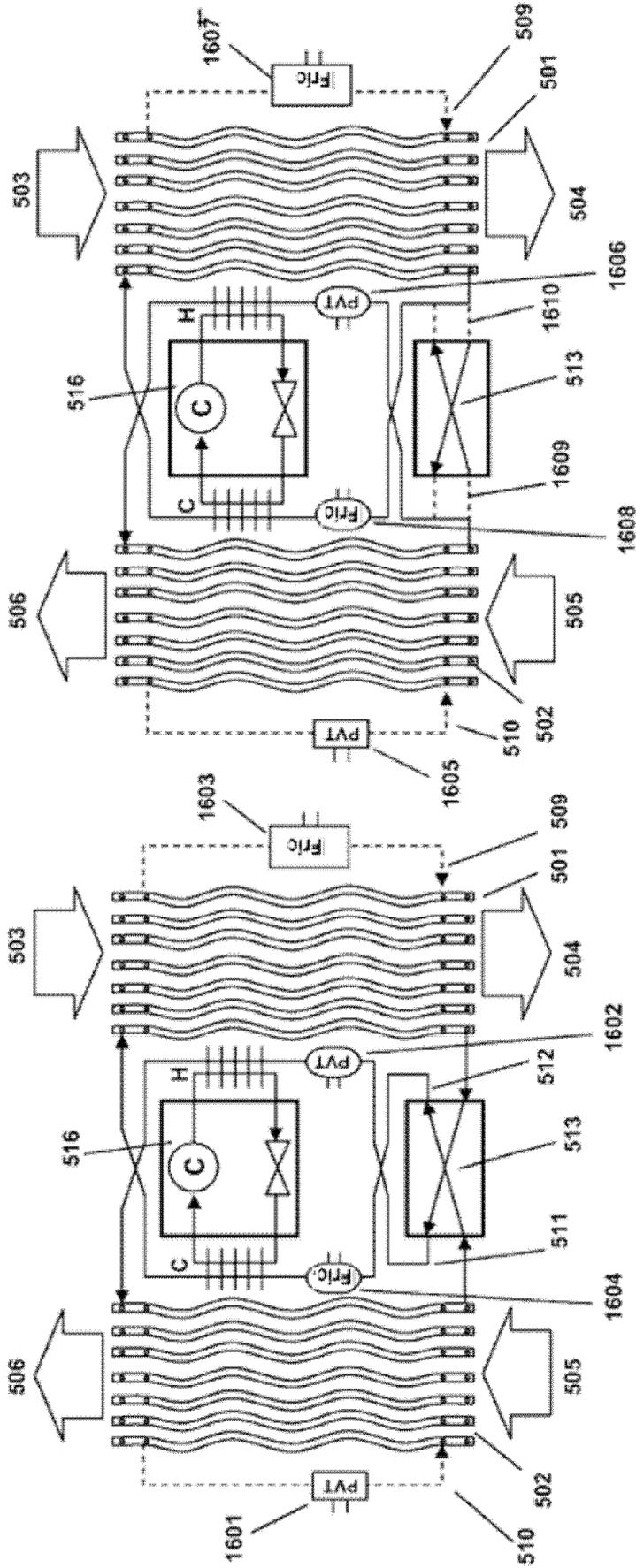


FIG. 16B

FIG. 16A

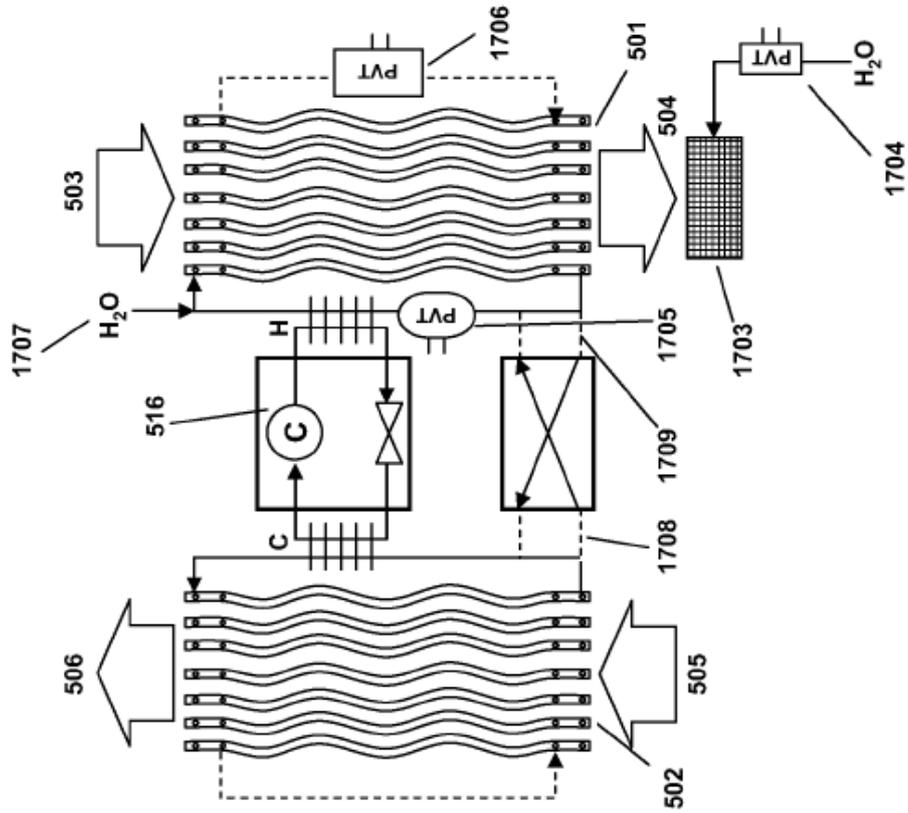


FIG. 17B

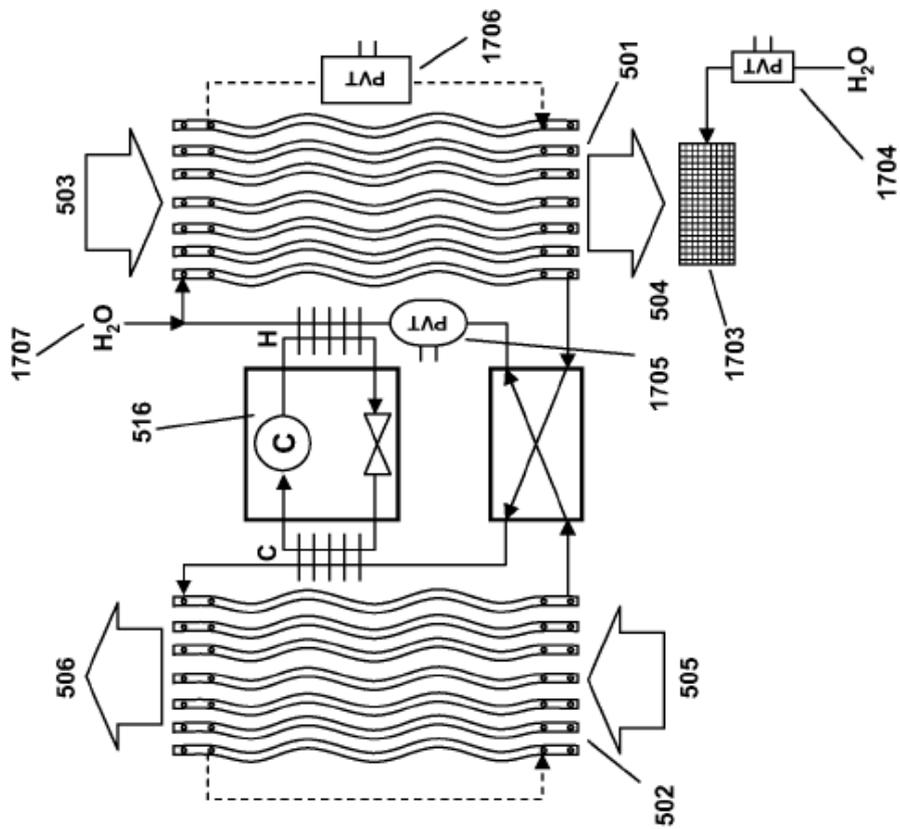


FIG. 17A

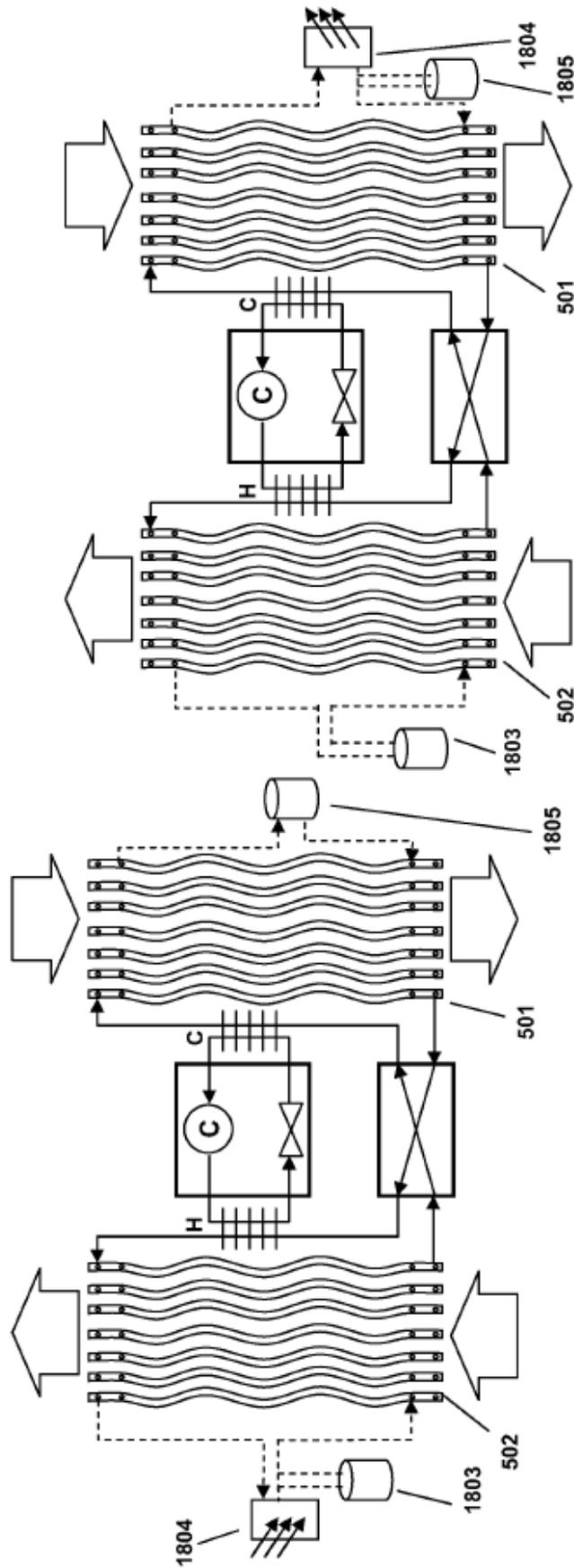


FIG. 18B

FIG. 18A

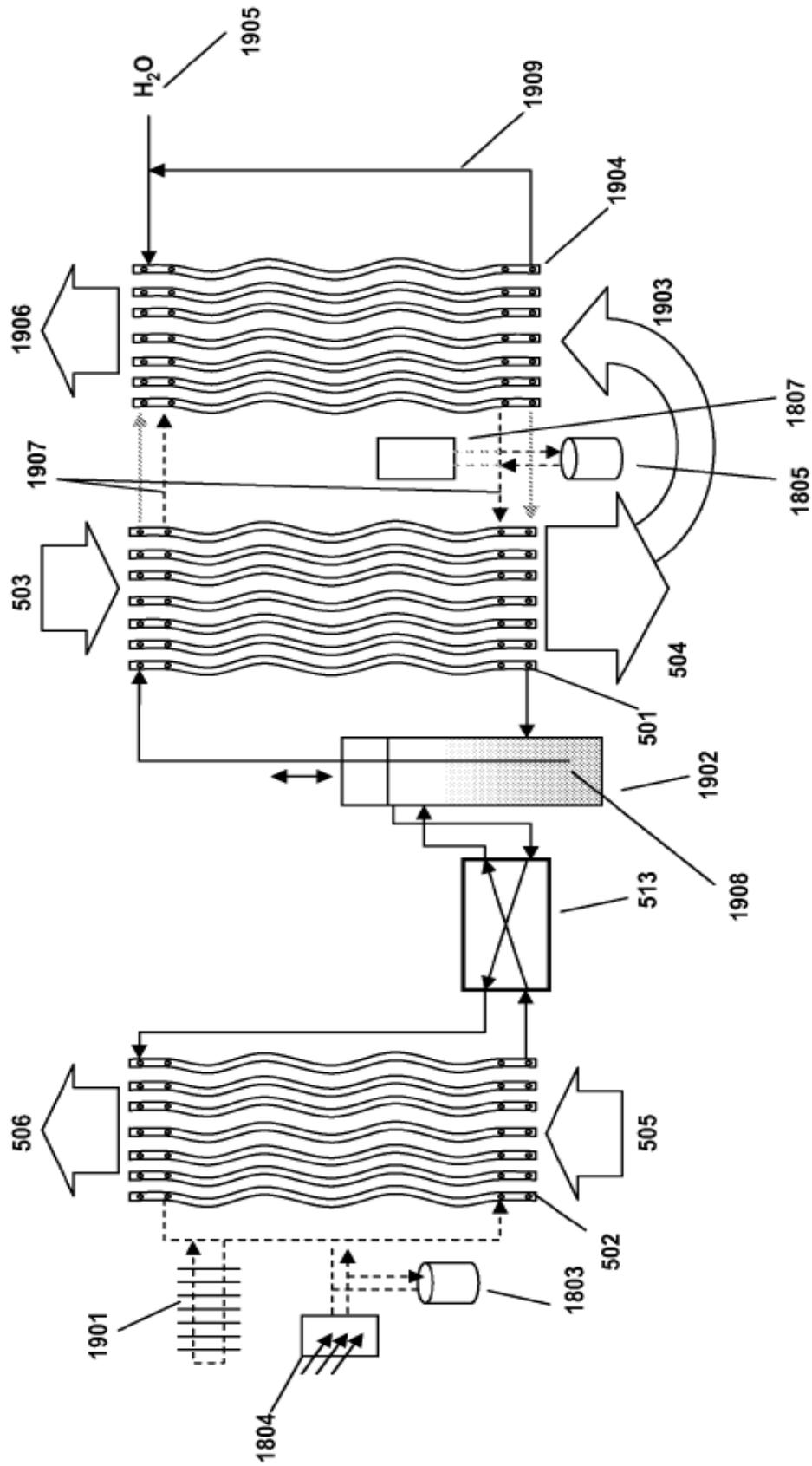


FIG. 19A

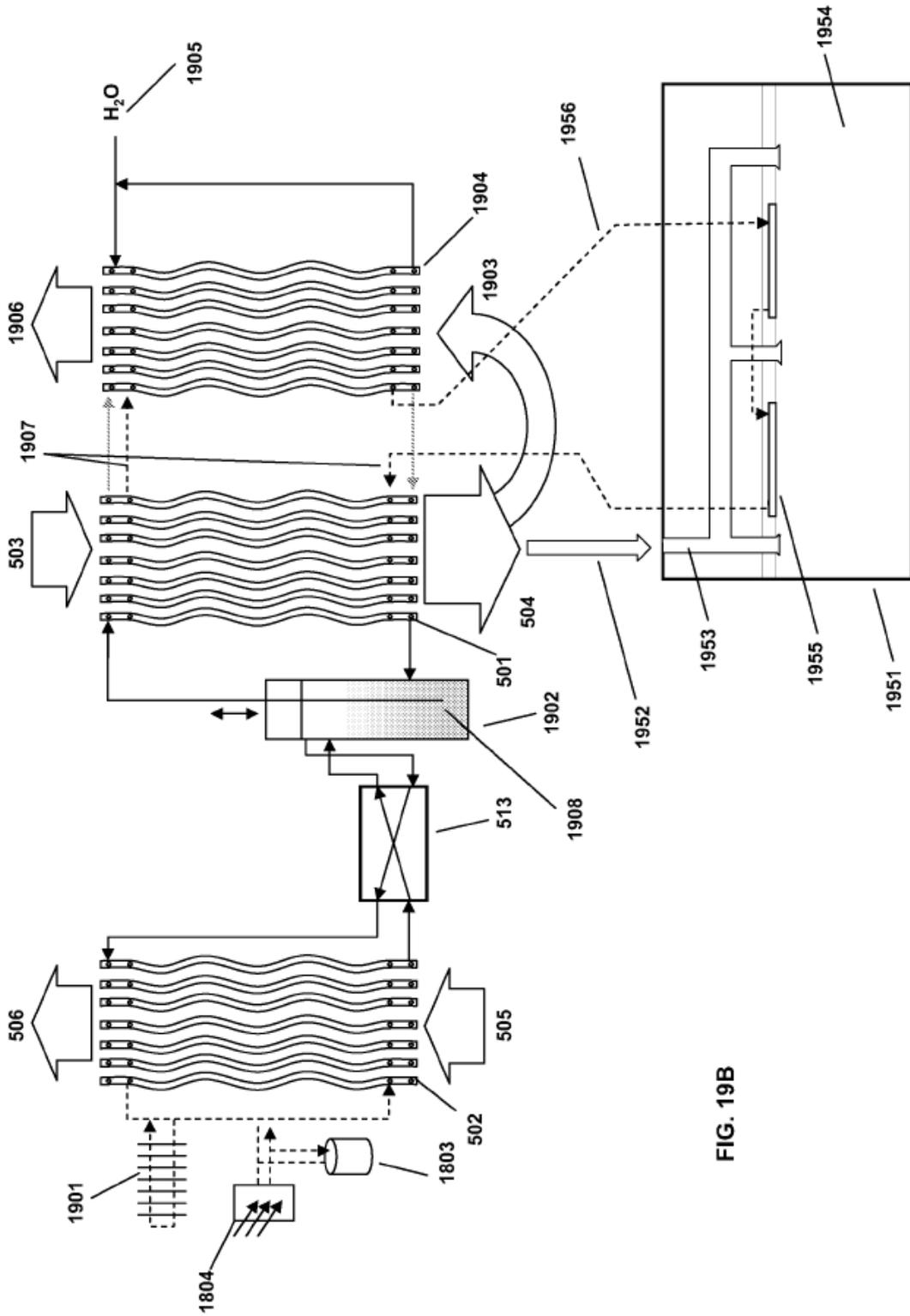


FIG. 19B

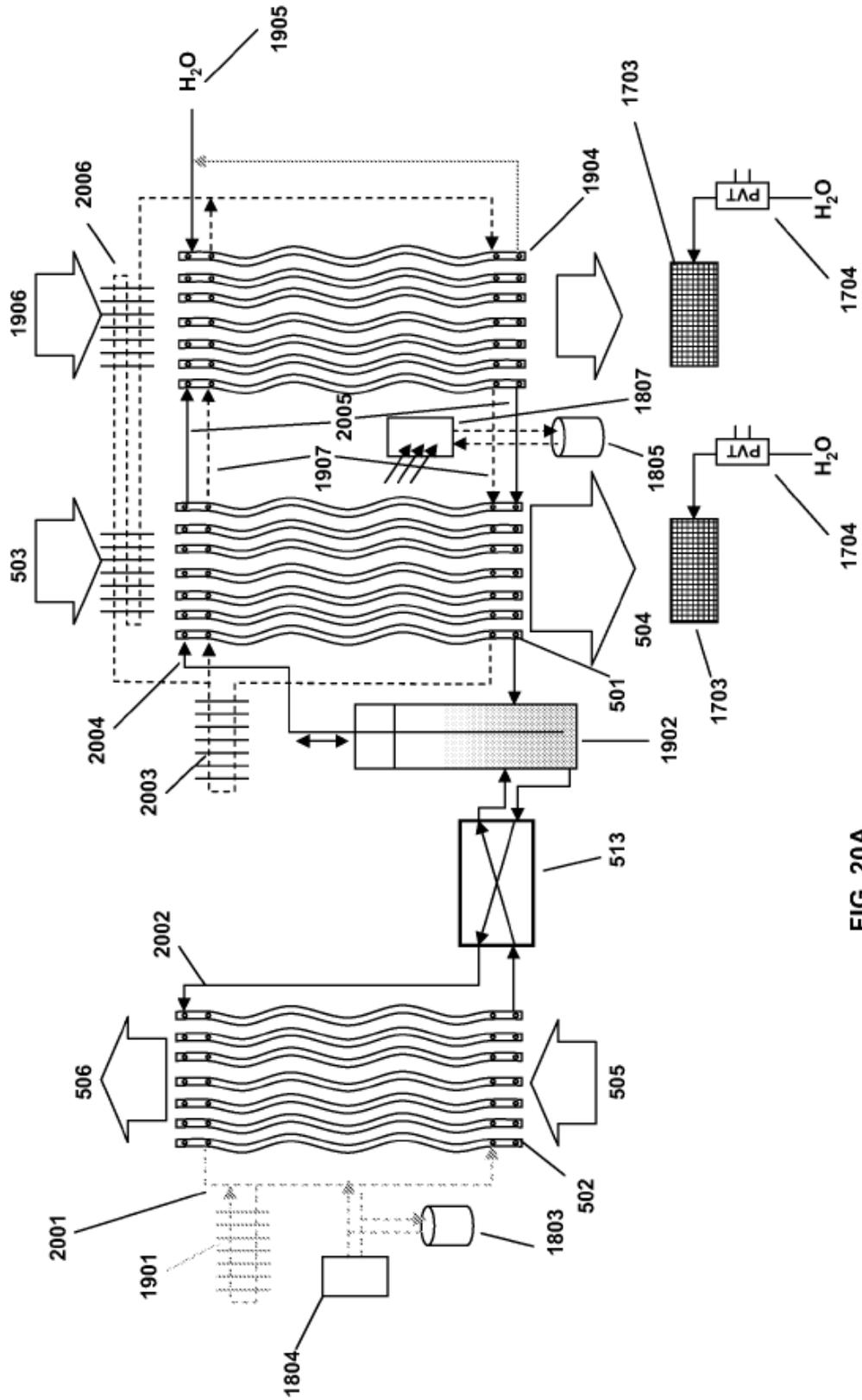


FIG. 20A

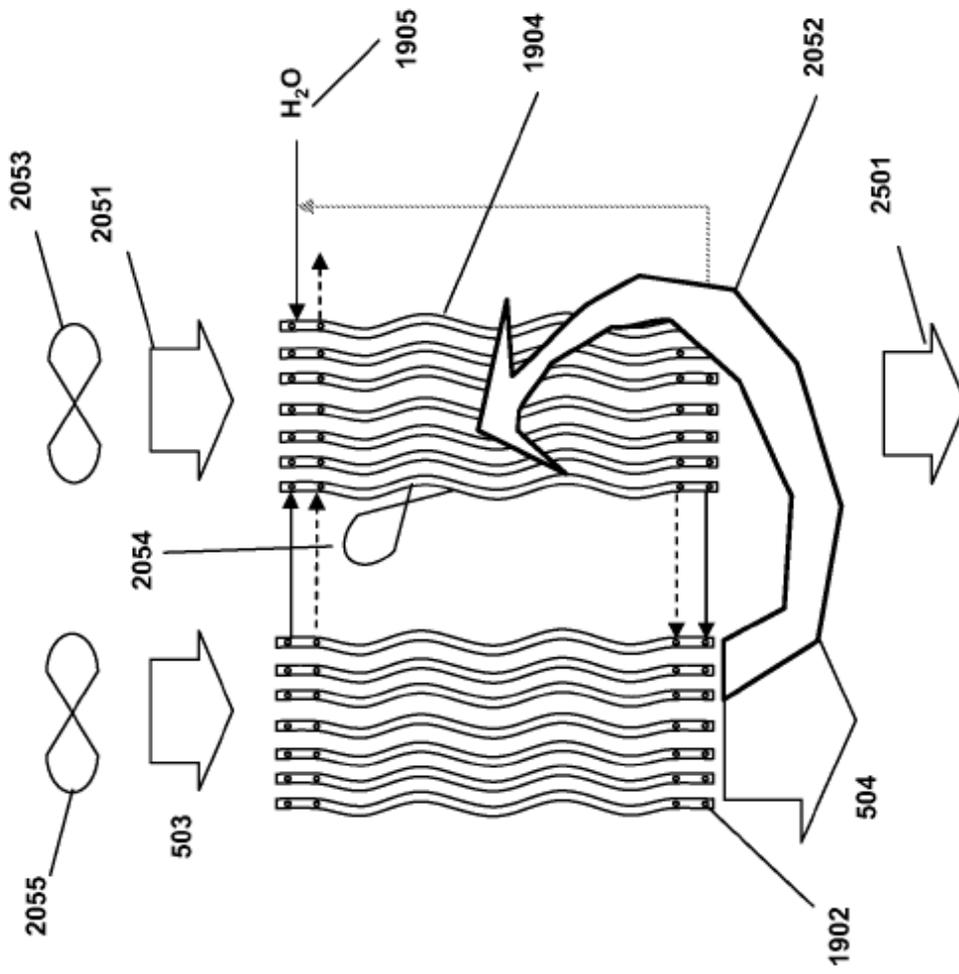


FIG. 20B

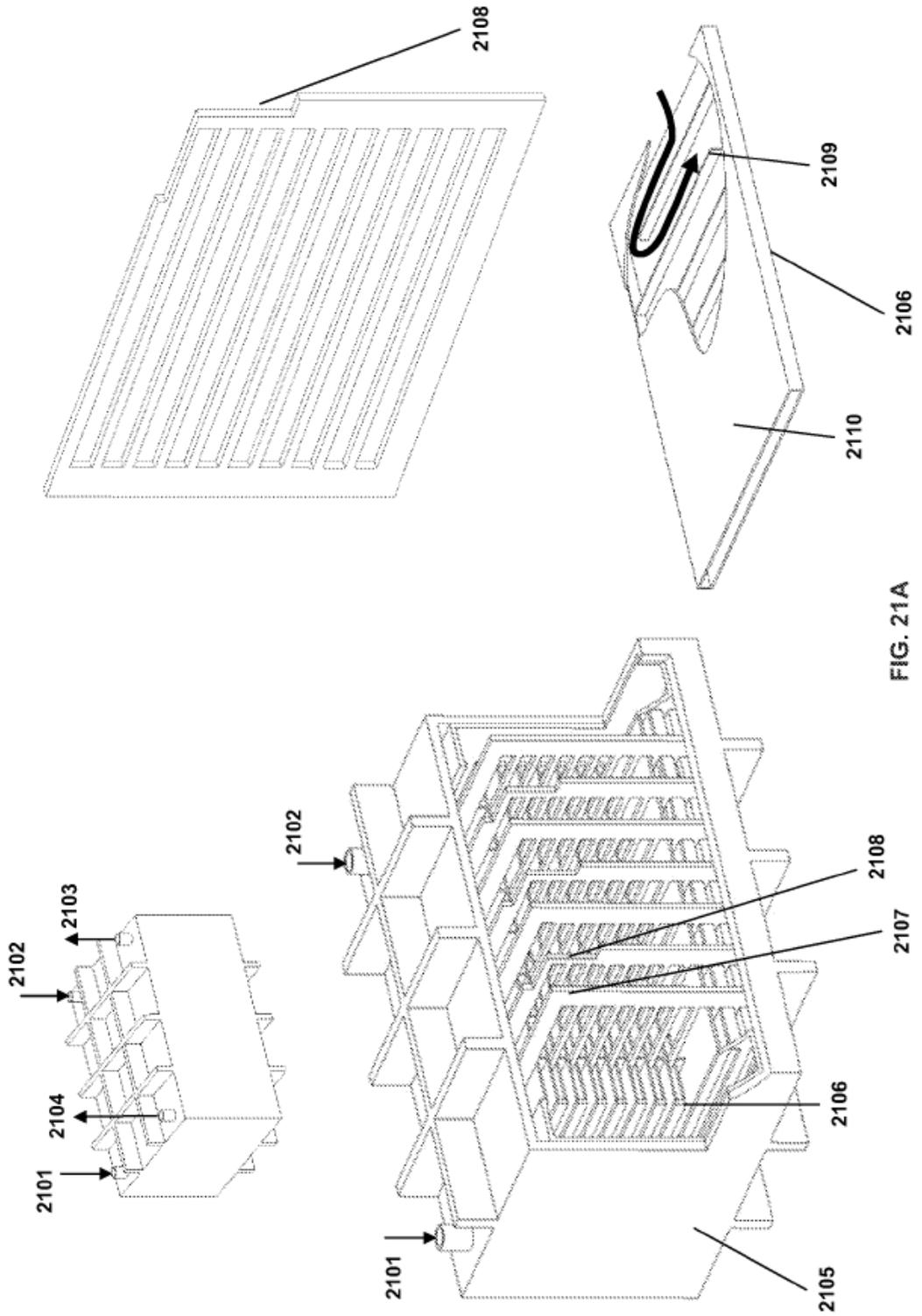


FIG. 21A

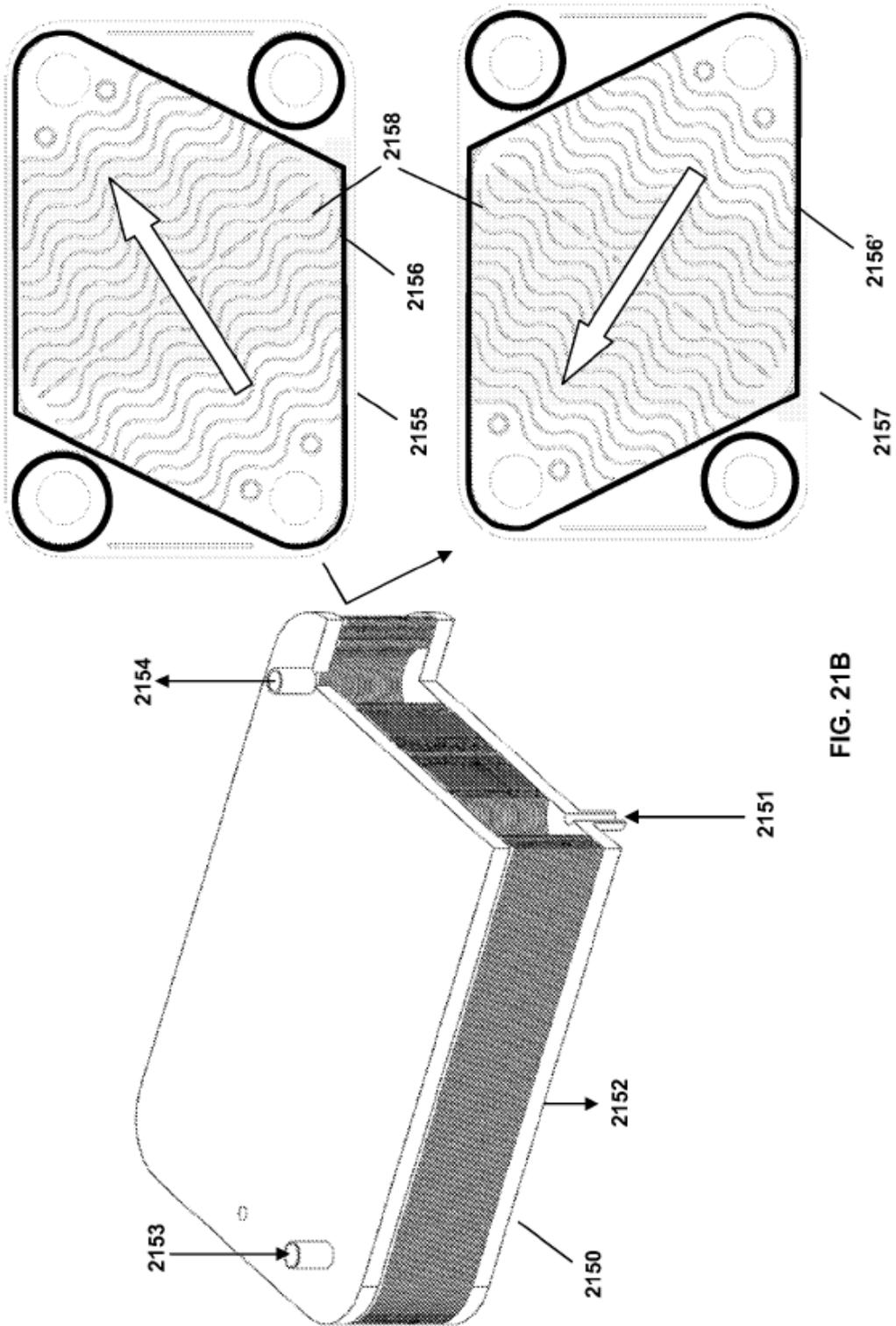


FIG. 21B

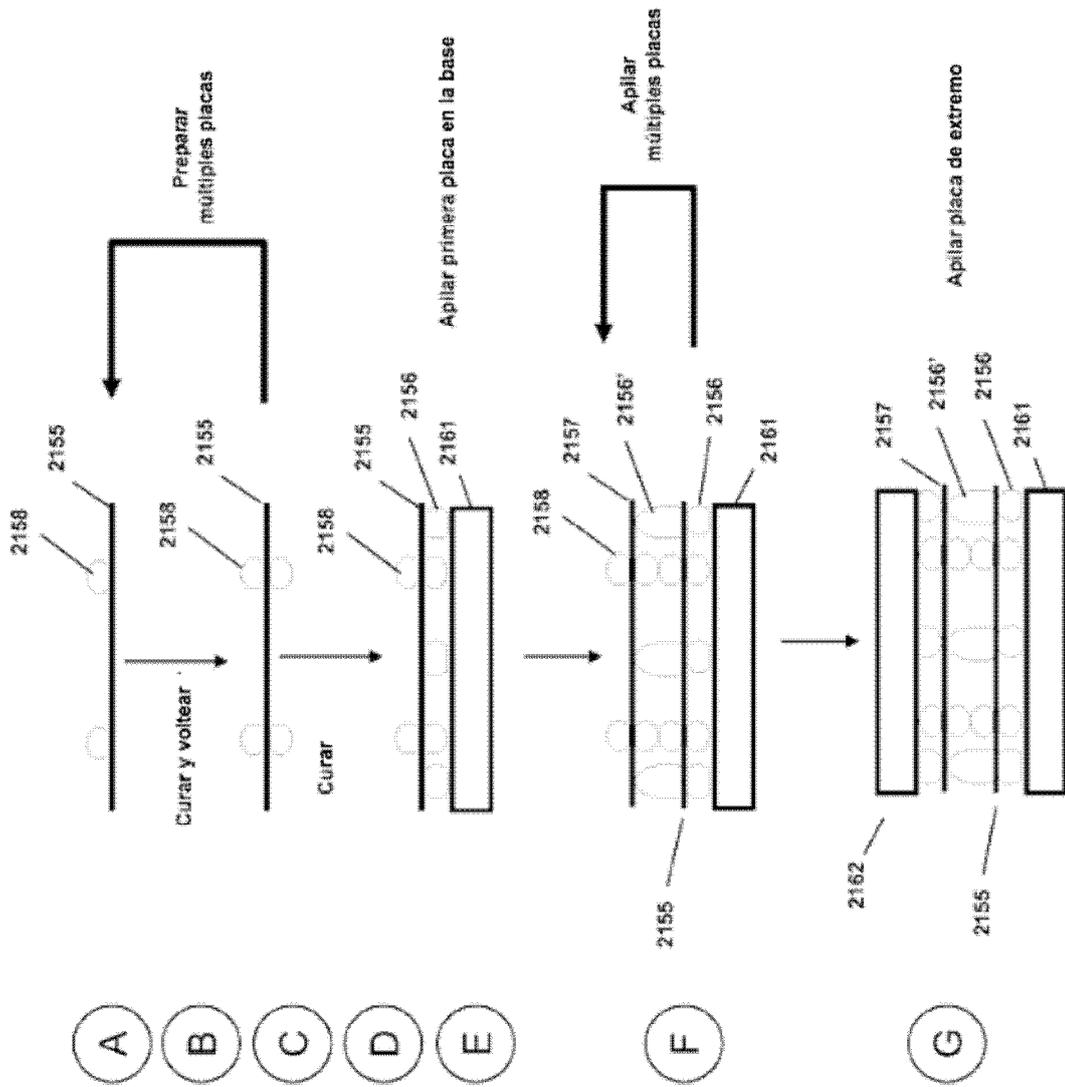


FIG. 21C

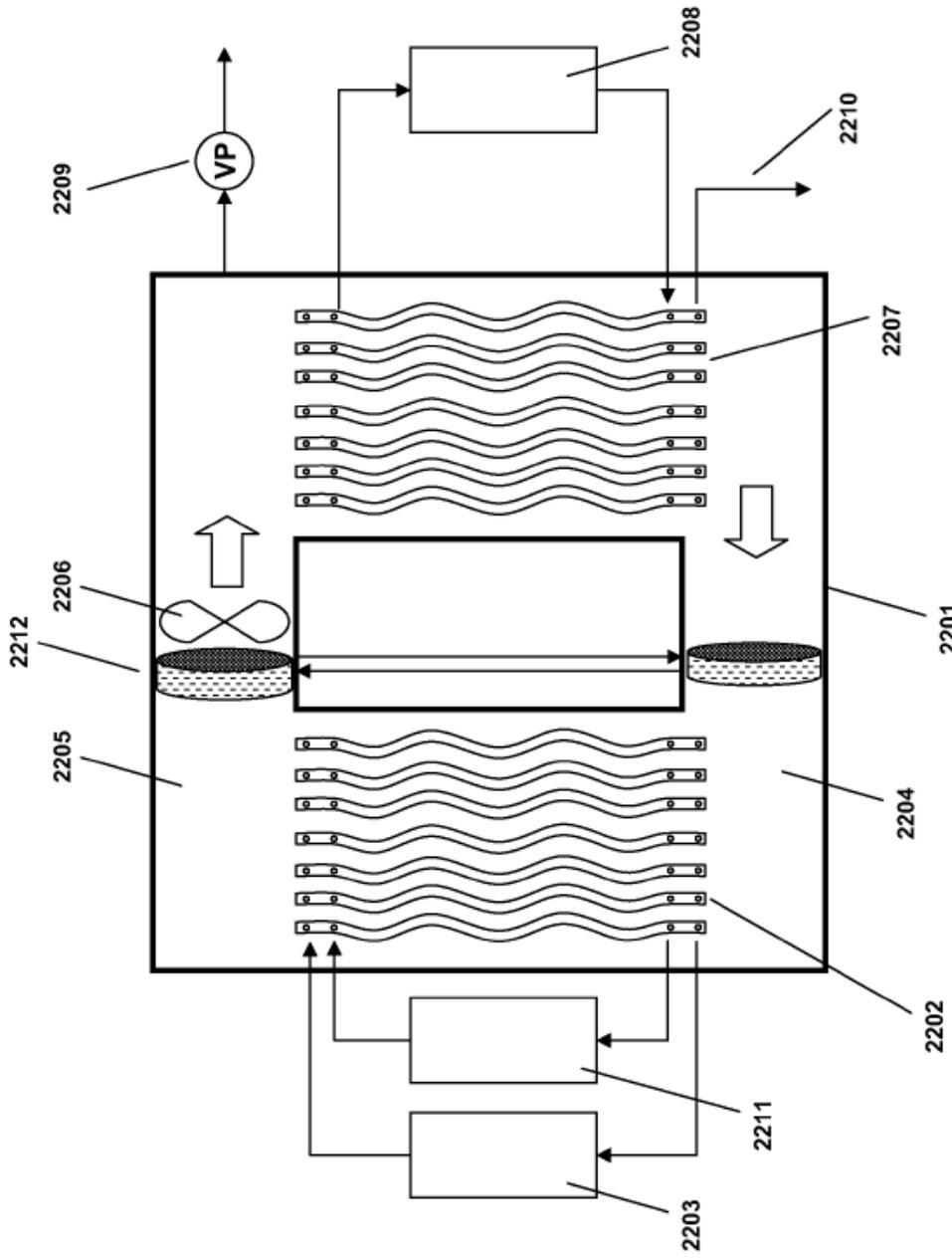


FIG. 22

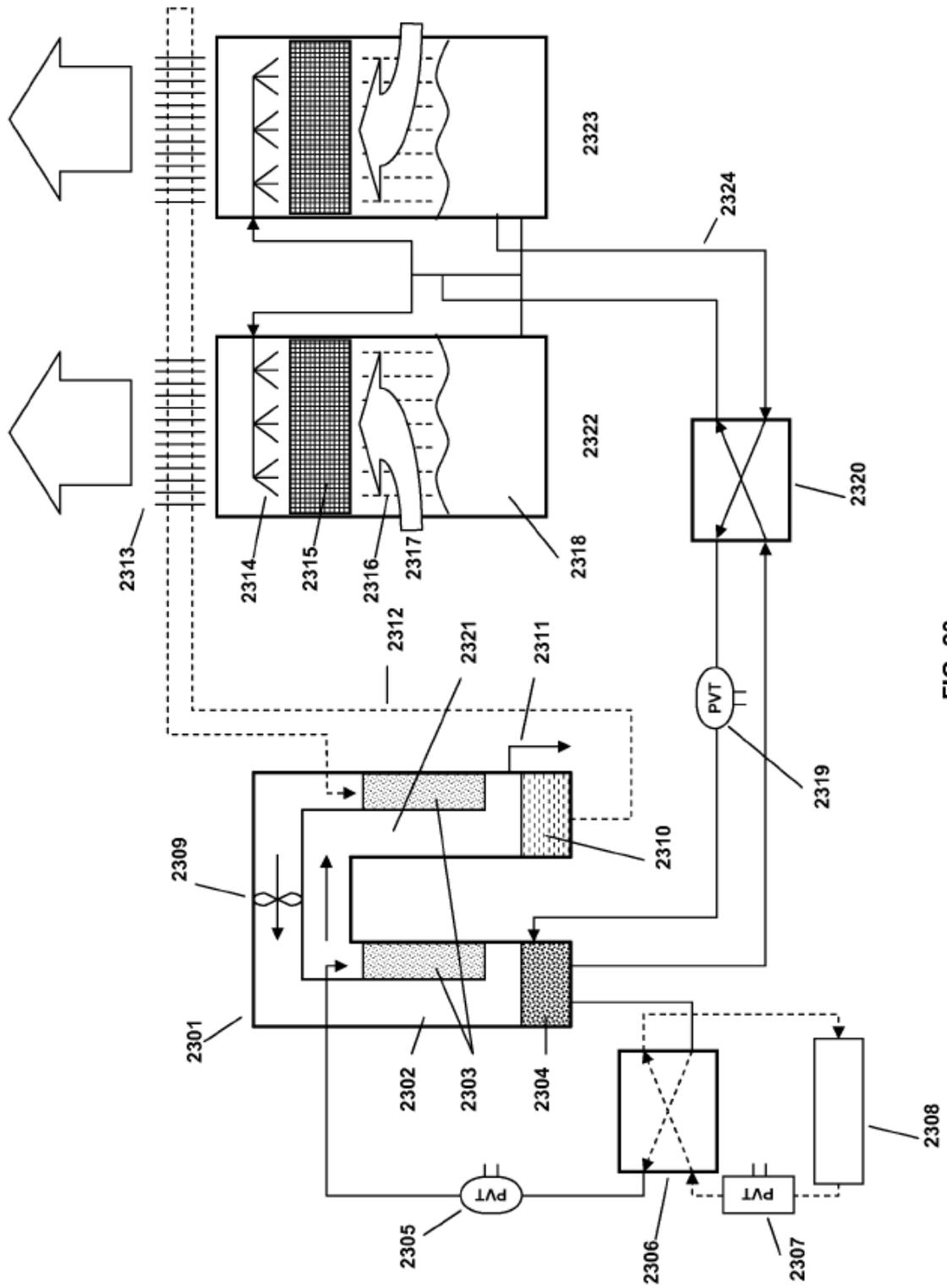


FIG. 23

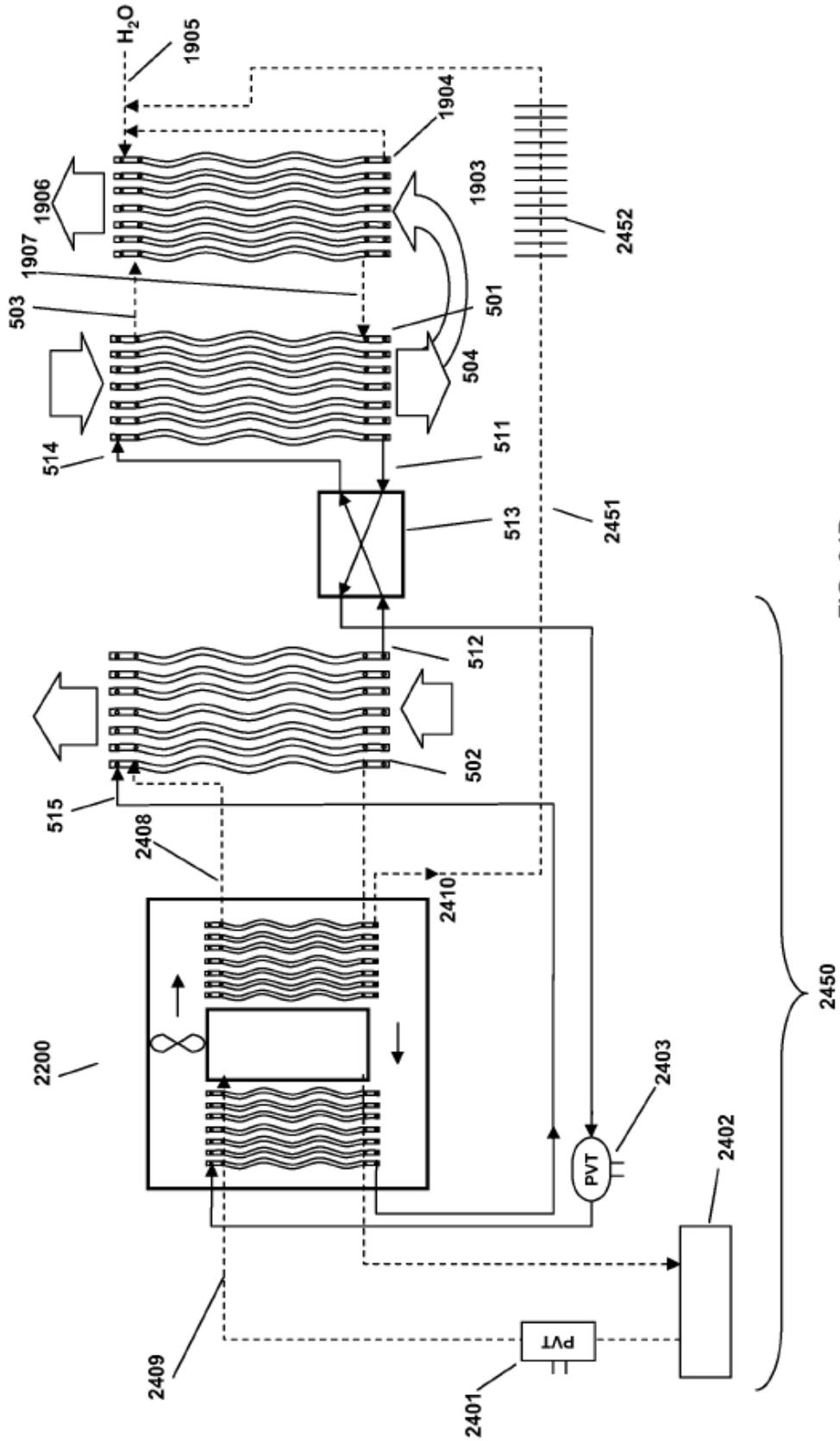


FIG. 24B

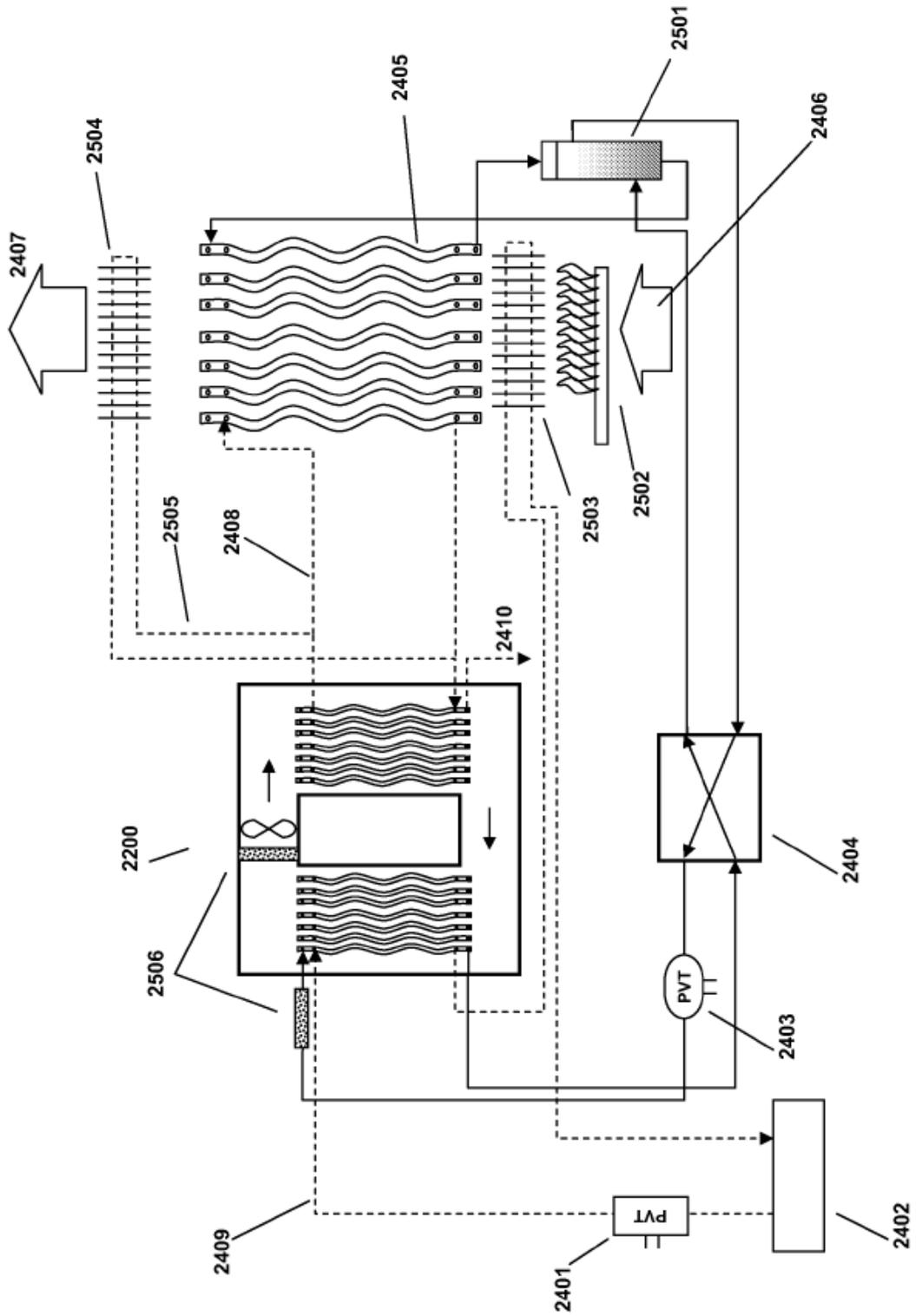


FIG. 25

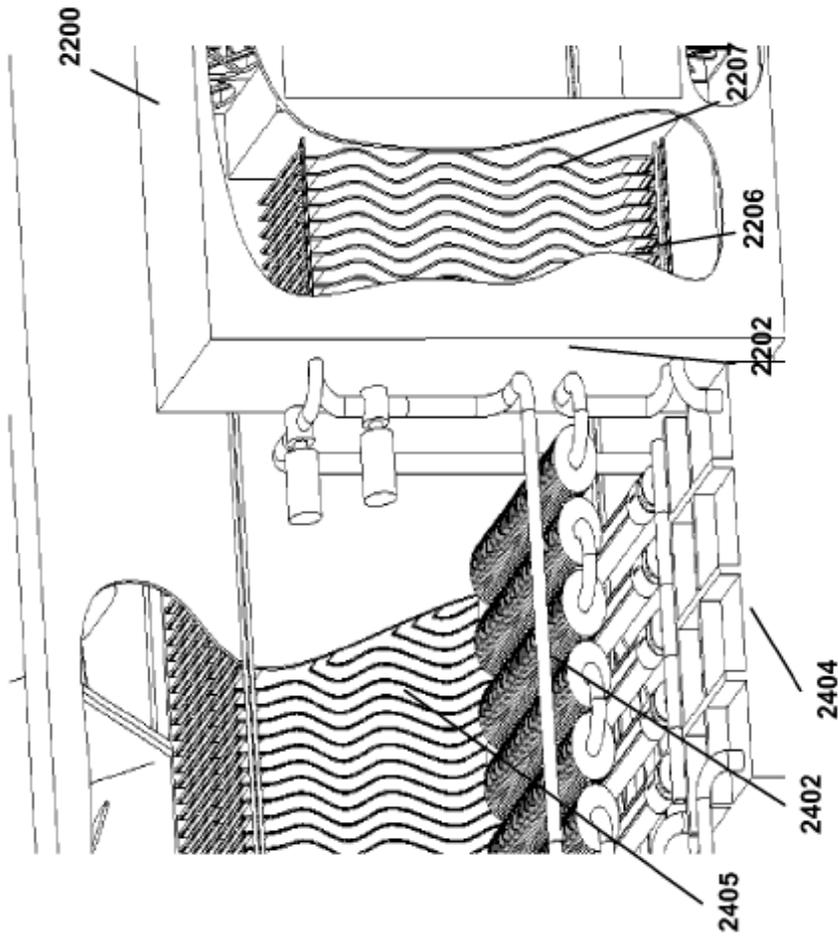


FIG. 27B

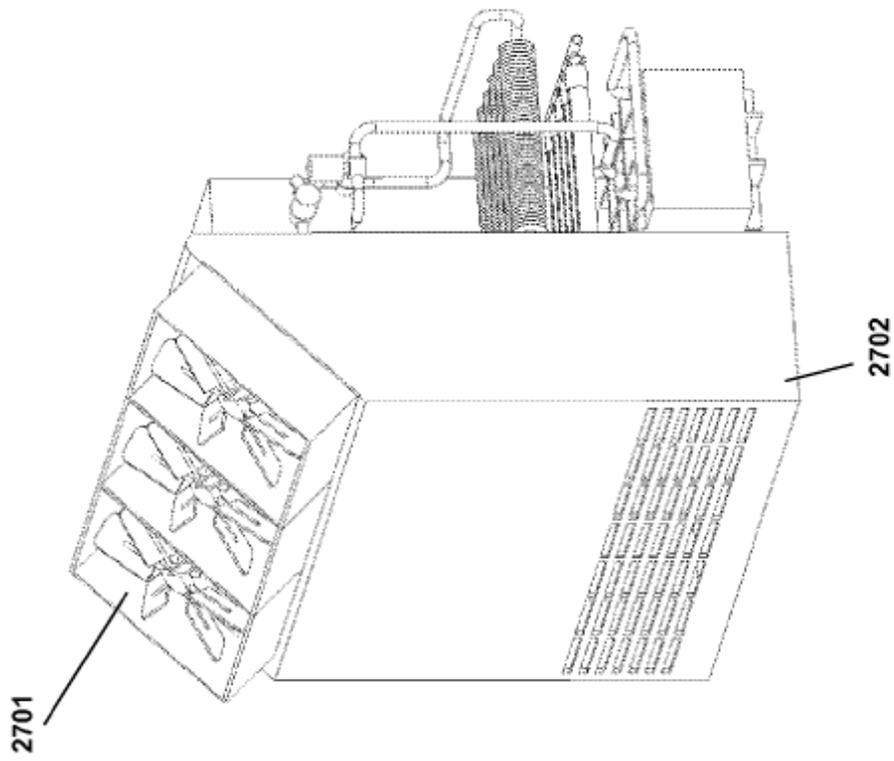


FIG. 27A

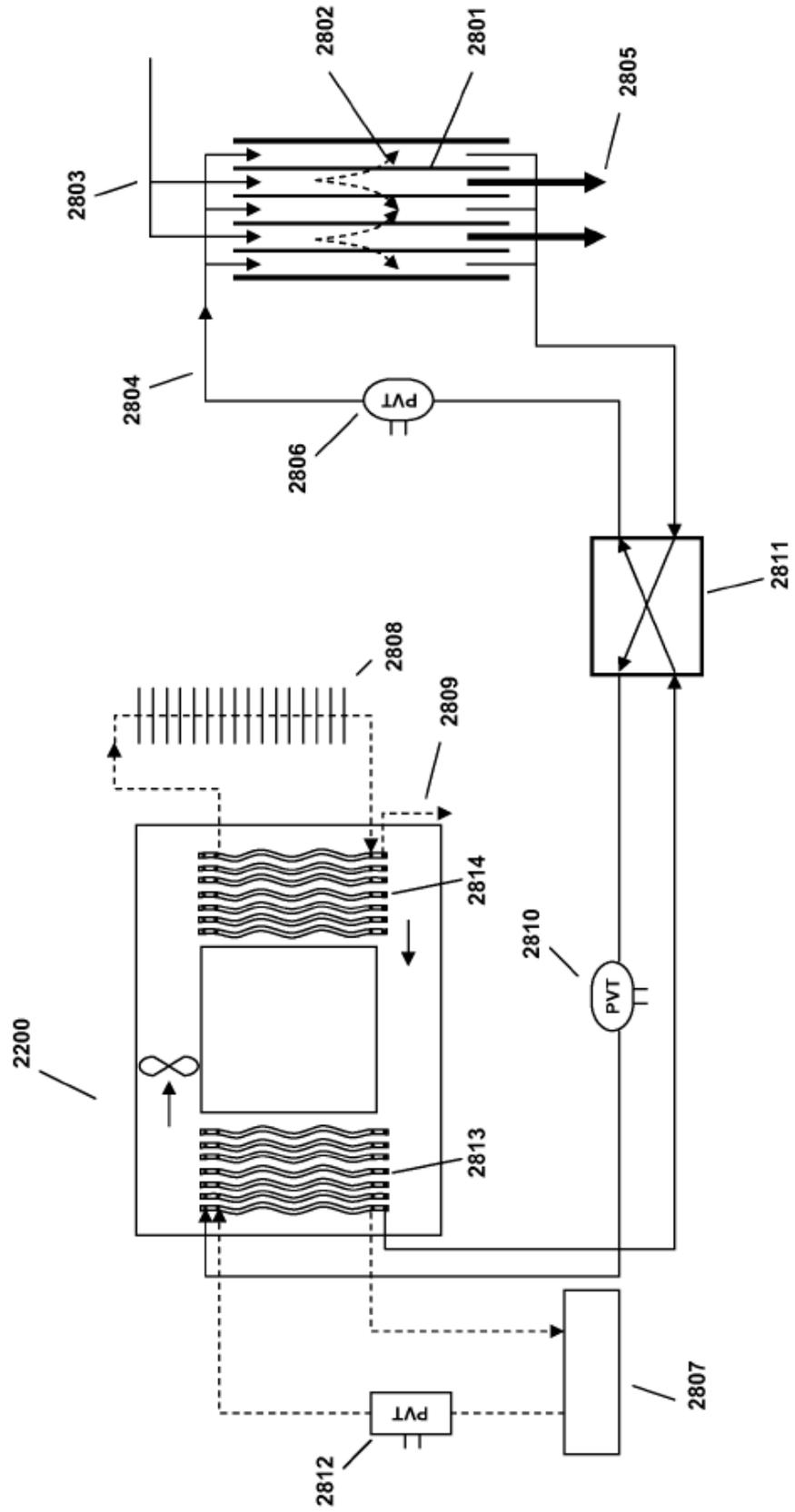


FIG. 28