

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 926**

51 Int. Cl.:

F24F 3/14 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2014 PCT/US2014/042172**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14201281**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2014 E 14810122 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3008396**

54 Título: **Sistema de aire acondicionado desecante líquido**

30 Prioridad:

12.06.2013 US 201361834081 P

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

12.05.2020

73 Titular/es:

**7AC TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
100 Cummings Center, Suite 265G
Beverly, MA 01915, US**

72 Inventor/es:

VANDERMEULEN, PETER, F.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 759 926 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de aire acondicionado desecante líquido

5 Antecedentes de la Invención

10 La presente aplicación se refiere generalmente al uso de módulos de membrana desecante líquida para deshumidificar y enfriar una corriente de aire que ingresa a un espacio. Más específicamente, la solicitud se refiere al uso de membranas microporosas para separar el desecante líquido de la corriente de aire en donde las corrientes de fluido (aire, fluidos de transferencia de calor y desecantes líquidos) se hacen fluir turbulentamente para que puedan ocurrir altas tasas de transferencia de calor y humedad entre los fluidos. La aplicación se refiere además a la aplicación de tales módulos de membrana a espacios localmente deshumidificados en edificios con el apoyo de fuentes externas de enfriamiento y calefacción colocando los módulos de membrana dentro o cerca de falso techos.

15 Los desecantes líquidos se han usado en paralelo a los equipos convencionales de HVAC de compresión de vapor para ayudar a reducir la humedad en los espacios, particularmente en espacios que requieren grandes cantidades de aire exterior o que tienen grandes cargas de humedad dentro del espacio del edificio en sí. Los climas húmedos, tal como por ejemplo Miami, FL, requieren una gran cantidad de energía para tratar (deshumidificar y enfriar) adecuadamente el aire fresco que se requiere para la comodidad de los ocupantes de un espacio. Los sistemas convencionales de compresión de vapor solo tienen una capacidad limitada para deshumidificar y tienden a sobreenfriar el aire, a menudo requieren sistemas de recalentamiento intensivos de energía, lo que aumenta significativamente los costos generales de energía porque el recalentamiento agrega una carga de calor adicional al serpentín de enfriamiento o reduce el enfriamiento final que se provee al espacio. Los sistemas desecantes líquidos se han usado durante muchos años y generalmente son bastante eficientes para eliminar la humedad de la corriente de aire. Sin embargo, los sistemas desecantes líquidos generalmente usan soluciones salinas concentradas tales como soluciones de LiCl, LiBr o CaCl₂ y agua. Dichas salmueras son fuertemente corrosivas, incluso en pequeñas cantidades, por lo que se han realizado numerosos intentos a lo largo de los años para evitar la transferencia de desecante a la corriente de aire que se va a tratar. Un enfoque - generalmente clasificado como sistemas desecantes cerrados - se usa comúnmente en equipos denominados enfriadores de absorción, coloca la salmuera en un recipiente de vacío que luego contiene el desecante. Como el aire no está directamente expuesto al desecante, tales sistemas no tienen ningún riesgo de arrastre de partículas desecantes a la corriente de aire de suministro. Sin embargo, los enfriadores por absorción tienden a ser caros tanto en términos de primer costo como de mantenimiento. Los sistemas de desecante abiertos permiten el contacto directo entre la corriente de aire y el desecante, generalmente haciendo fluir el desecante sobre un lecho empaquetado similar a aquellos que se usan en las torres de enfriamiento. Dichos sistemas de lecho empaquetado presentan otras desventajas además de tener un riesgo de transferencia: la alta resistencia del lecho empaquetado a la corriente de aire resulta en una mayor potencia del ventilador y caídas de presión a través del lecho empaquetado, lo que requiere más energía. Además, el proceso de deshumidificación es adiabático, ya que el calor de condensación que se libera durante la absorción del vapor de agua en el desecante no tiene a dónde ir. Como resultado, tanto el desecante como la corriente de aire se calientan mediante la liberación del calor de condensación. Esto resulta en una corriente de aire seco y cálido donde se requería una corriente de aire seco y frío, lo que requiere la necesidad de un serpentín de enfriamiento posterior a la deshumidificación. El desecante más cálido también es exponencialmente menos efectivo en la absorción de vapor de agua, lo que obliga al sistema a suministrar cantidades mucho más grandes de desecante al lecho empaquetado, lo que a su vez requiere una mayor potencia de la bomba de desecante, ya que el desecante está haciendo el doble del esfuerzo como desecante además de un fluido de transferencia de calor. La mayor tasa de inundación de desecante también resulta en un mayor riesgo de arrastre de desecante. En general, las tasas de flujo de aire en sistemas desecantes abiertos necesitan mantenerse muy por debajo de la región turbulenta (en números de Reynolds inferiores a ~2 400) para evitar el arrastre de desecante a la corriente de aire.

50 Los edificios modernos de varios pisos típicamente separan el suministro de aire exterior que se requiere para la comodidad de los ocupantes, así como las preocupaciones sobre la calidad del aire del enfriamiento o calefacción sensible que también se requiere para mantener el espacio a la temperatura requerida. A menudo, en tales edificios, el aire exterior es provisto por un sistema de conductos en un falso techo a cada espacio desde una unidad central de tratamiento de aire exterior. La unidad de tratamiento de aire exterior deshumidifica y enfría el aire, generalmente a una temperatura ligeramente inferior a la temperatura ambiente neutral (65-70F) y un nivel de humedad relativa de aproximadamente 50% y entrega el aire exterior tratado a cada espacio. Además, en cada espacio se instalan uno o más ventiloconvectores (a menudo llamados unidades de Volumen de Aire Variable) que eliminan algo de aire del espacio, lo conducen a través de serpentines enfriados o calentados por agua y lo devuelven al espacio.

60 Entre la unidad de tratamiento de aire exterior y los ventiloconvectores, las condiciones de espacio generalmente pueden mantenerse en los niveles adecuados. Sin embargo, es muy posible que, en ciertas condiciones, por ejemplo, si la humedad del aire exterior es alta, o si se crea una cantidad significativa de humedad dentro del espacio o si se abren ventanas que permiten que ingrese al espacio aire en exceso, la humedad en el espacio se eleva hasta el punto en que el ventiloconvector en el falso techo comienza a condensar agua en las superficies frías del serpentín, lo que provoca daños potenciales por agua y crecimiento de moho. Generalmente, la condensación en un ventiloconvector montado en techo no es deseable por esa razón.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de un sistema que proporcione un método rentable, fabricable y térmicamente eficiente para capturar la humedad de una corriente de aire ubicada en el techo, al mismo tiempo que enfría dicha corriente de aire y al mismo tiempo que elimina el riesgo de condensación de dicha corriente de aire sobre superficies frías. Además, dicho sistema debe ser compatible con la infraestructura de construcciones existentes y los tamaños físicos deben ser comparables con los ventilosconvectores existentes.

El documento US 2012/125020 A1 describe un sistema de aire acondicionado desecante para tratar una corriente de aire que ingresa a un espacio del edificio que comprende un acondicionador que utiliza un desecante líquido para deshumidificar la corriente de aire en un modo de operación en clima cálido y para humidificar la corriente de aire en un modo de operación en clima frío; un regenerador conectado al acondicionador para recibir el desecante líquido del acondicionador, dicho regenerador provoca que el desecante líquido expulse agua en el modo de operación en clima cálido y absorba agua en el modo de operación en clima frío; un aparato para mover la corriente de aire a través del acondicionador; un aparato para hacer circular el desecante líquido a través del acondicionador y regenerador; y un módulo fotovoltaico térmico (PVT) para calentar el desecante líquido que se introducirá en el regenerador en el modo de operación en clima cálido y para calentar el desecante líquido en el acondicionador en el modo de operación en clima frío, el módulo PVT también incluye una o más celdas fotovoltaicas para generar energía eléctrica utilizadas en el funcionamiento del sistema de aire acondicionado desecante.

El documento US 3193001 A describe un sistema de acondicionamiento confortable para un espacio cerrado que usa un dispositivo de iluminación y donde el calor del dispositivo se rechaza o se utiliza para evitar una temperatura ambiente excesivamente baja.
Breve sumario

De acuerdo a la presente invención, se proporciona un sistema de aire exterior dedicado (DOAS) para proporcionar una corriente de aire exterior tratado a un edificio de acuerdo con la reivindicación 1. Las modalidades preferidas de la invención se definen en las Reivindicaciones 2-8.

En la siguiente descripción, se describirán modalidades. Estas modalidades caen dentro del alcance de la presente invención solo si están de acuerdo con la reivindicación 1.

En la presente descripción se proporcionan métodos y sistemas usados para la deshumidificación eficiente de una corriente de aire mediante el uso de un desecante líquido. De acuerdo con una o más modalidades, el desecante líquido fluye hacia abajo por la cara de una placa de soporte delgada como una película descendente y el desecante líquido está cubierto por una membrana, mientras se sopla una corriente de aire sobre la membrana. En algunas modalidades, un fluido de transferencia de calor se dirige al lado de la placa de soporte opuesto al desecante líquido. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor se enfría de modo que la placa de soporte se enfría, lo que a su vez enfría el desecante líquido en el lado opuesto de la placa de soporte. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor frío se proporciona por una instalación central de agua fría. En algunas modalidades, el por consiguiente desecante líquido enfriado enfría la corriente de aire. En algunas modalidades, el desecante líquido es una solución de sal de haluro. En algunas modalidades, el desecante líquido es Cloruro de Litio y agua. En algunas modalidades, el desecante líquido es Cloruro de Calcio y agua. En algunas modalidades, el desecante líquido es una mezcla de Cloruro de Litio, Cloruro de Calcio y agua. En algunas modalidades, la membrana es una membrana polimérica microporosa. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor se calienta de modo que la placa de soporte se calienta, lo que a su vez calienta el desecante líquido. En algunas modalidades, el por consiguiente desecante líquido calentado calienta la corriente de aire. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor caliente se proporciona por una instalación de agua caliente central tal como una caldera o instalación combinada de calor y energía. En algunas modalidades, la concentración de desecante líquido se controla para que sea constante. En algunas modalidades, la concentración se mantiene a un nivel para que la corriente de aire sobre la membrana intercambie vapor de agua con el desecante líquido de tal manera que la corriente de aire tenga una humedad relativa constante. En algunas modalidades, el desecante líquido se concentra de modo que la corriente de aire se deshumidifica. En algunas modalidades, el desecante líquido se diluye para que la corriente de aire se humedezca. En algunas modalidades, el conjunto de placa desecante líquida de membrana se coloca en una ubicación a la altura del techo. En algunas modalidades, la ubicación de la altura del techo es un falso techo. En algunas modalidades, se elimina una corriente de aire por debajo de la ubicación de la altura del techo, dirigida sobre el conjunto de placa desecante membrana/líquida donde la corriente de aire se calienta o enfría según sea el caso y se humedece o deshumidifica según sea el caso y se dirige de vuelta al espacio debajo de la ubicación de la altura del techo.

De acuerdo con una o más modalidades, el desecante líquido circula por un circuito de bombeo de desecante líquido. En algunas modalidades, el desecante líquido se recoge cerca del fondo de la placa de soporte dentro de un tanque de recolección. En algunas modalidades, el desecante líquido en el tanque de recolección se actualiza mediante un sistema de distribución de desecante líquido. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor se acopla térmicamente a través de un intercambiador de calor a un sistema de fluido de transferencia de calor del edificio principal. En algunas modalidades, el sistema de fluido de transferencia de calor es un sistema de circuito de agua fría. En algunas modalidades, el sistema de fluido de transferencia de calor es un sistema de circuito de agua caliente o un sistema de circuito de vapor.

De acuerdo con una o más modalidades, el conjunto de placa de membrana de desecante líquido montado en la altura del techo recibe desecante líquido concentrado o diluido desde una instalación de regeneración central. En algunas modalidades, la instalación de regeneración es una instalación central que sirve a múltiples grupos de placas de membrana desecante líquida montadas en la altura del techo. En algunas modalidades, la instalación de regeneración central también sirve un desecante líquido de Sistema de Aire Exterior Dedicado (DOAS). En algunas modalidades, el DOAS proporciona aire exterior a los diversos espacios en un edificio. En algunas modalidades, el DOAS es un DOAS convencional que no utiliza desecantes líquidos.

De acuerdo con una o más modalidades, un desecante líquido DOAS proporciona una corriente de aire exterior tratado a un sistema de distribución de conductos en un edificio. En algunas modalidades, el desecante líquido DOAS comprende varios conjuntos de grupos de placa de membrana desecante líquida con fluidos de transferencia de calor para eliminar o agregar calor a los desecantes líquidos. En algunas modalidades, un primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe una corriente de aire exterior. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida también recibe un fluido de transferencia de calor frío. En algunas modalidades, la corriente de aire que sale del primer conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige a un segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida, que también recibe un fluido de transferencia de calor frío. En algunas modalidades, el segundo conjunto de placas recibe un desecante líquido concentrado. En algunas modalidades, el desecante líquido concentrado se proporciona por una instalación central de regeneración de desecante líquido. En algunas modalidades, el aire tratado por el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige hacia un edificio y se distribuye a varios espacios en el mismo. En algunas modalidades, se retira una cantidad de aire de dichos espacios y se devuelve al desecante líquido DOAS. En algunas modalidades, el aire de retorno se dirige a un tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un fluido de transferencia de calor caliente. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor caliente es proporcionado por una instalación central de agua caliente. En algunas modalidades, la instalación central de agua caliente es una sala de calderas, o una instalación central de calor y energía. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un desecante líquido del tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida a través de un intercambiador de calor. En algunas modalidades, el desecante líquido circula por un sistema de bombeo de desecante líquido, y utiliza uno o más tanques de recolección de desecante líquido.

De acuerdo con una o más modalidades, un desecante líquido DOAS proporciona una corriente de aire exterior tratado a un sistema de distribución de conductos en un edificio. En algunas modalidades, el desecante líquido DOAS comprende varios conjuntos de grupos de placa de membrana desecante líquida con fluidos de transferencia de calor para eliminar o agregar calor a los desecantes líquidos. En algunas modalidades, un primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe una corriente de aire exterior. En algunas modalidades, la corriente de aire que sale del primer conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige a un segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida, que reciben un fluido de transferencia de calor frío. En algunas modalidades, el segundo conjunto de placas recibe un desecante líquido concentrado. En algunas modalidades, el desecante líquido concentrado se proporciona por una instalación central de regeneración de desecante líquido. En algunas modalidades, el aire tratado por el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige hacia un edificio y se distribuye a varios espacios en el mismo. En algunas modalidades, se retira una cantidad de aire de dichos espacios y se devuelve al desecante líquido DOAS. En algunas modalidades, el aire de retorno se dirige a un tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un desecante líquido del tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida también recibe un fluido de transferencia de calor del tercer conjunto de placas. En algunas modalidades, el sistema recupera energía sensible y latente de la corriente de aire de retorno que ingresa al tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el desecante líquido circula por un sistema de bombeo de desecante líquido, y utiliza uno o más tanques de recolección de desecante líquido. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor circula entre el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida y el tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida.

De acuerdo con una o más modalidades, un desecante líquido DOAS proporciona una corriente de aire exterior tratado a un sistema de distribución de conductos en un edificio. En algunas modalidades, el desecante líquido DOAS comprende varios conjuntos de grupos de placa de membrana desecante líquida con fluidos de transferencia de calor para eliminar o agregar calor a los desecantes líquidos. En algunas modalidades, un primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe una corriente de aire exterior. En algunas modalidades, la corriente de aire que sale del primer conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige a un segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida, que reciben un fluido de transferencia de calor frío. En algunas modalidades, el segundo conjunto de placas recibe un desecante líquido concentrado. En algunas modalidades, el desecante líquido concentrado se proporciona por una instalación central de regeneración de desecante líquido. En algunas modalidades, el aire tratado por el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige hacia un edificio y se distribuye a varios espacios en el mismo. En algunas modalidades, se retira una cantidad de aire de dichos espacios y se devuelve al desecante líquido DOAS. En algunas modalidades, este aire de retorno se dirige a un tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un desecante líquido del tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida también recibe un fluido de transferencia de calor del tercer conjunto de placas. En algunas modalidades, el sistema recupera energía sensible y latente de la corriente de aire de retorno que ingresa al tercer conjunto de placas de membrana

desecante líquida. En algunas modalidades, el aire que sale del tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige a un cuarto conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el cuarto conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un fluido de transferencia de calor caliente desde una instalación central de agua caliente. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor caliente que se recibe por el cuarto conjunto de placas de membrana desecante líquida se usa para regenerar el desecante líquido presente en el cuarto conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el desecante líquido concentrado del cuarto conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige al segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida mediante un sistema de bombeo de desecante líquido a través de un intercambiador de calor. En algunas modalidades, el desecante líquido entre el primer y el tercer conjunto de placas de membrana de desecante líquido circula por un sistema de bombeo de desecante líquido, y utiliza uno o más tanques de recolección de desecante líquido. En algunas modalidades, circula un fluido de transferencia de calor entre el primer y el tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida para transferir energía sensible entre el primer y el tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida.

De acuerdo con una o más modalidades, un desecante líquido DOAS proporciona una corriente de aire exterior tratado a un sistema de distribución de conductos en un edificio. En algunas modalidades, el desecante líquido DOAS comprende varios conjuntos de grupos de placa de membrana desecante líquida y serpentines de enfriamiento o calentamiento convencionales con fluidos de transferencia de calor para eliminar o agregar calor a los desecantes líquidos y serpentines de calentamiento y enfriamiento. En algunas modalidades, un primer serpentín de enfriamiento recibe una corriente de aire exterior. En algunas modalidades, el primer serpentín de enfriamiento también recibe un fluido de transferencia de calor frío de tal manera que condensa la humedad de la corriente de aire exterior. En algunas modalidades, la corriente de aire que sale del primer conjunto de serpentín de enfriamiento se dirige a un primer conjunto de placas de membrana desecante líquida, que también reciben un fluido de transferencia de calor frío. En algunas modalidades, el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida recibe un desecante líquido concentrado. En algunas modalidades, el aire tratado por el primer conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige hacia un edificio y se distribuye a varios espacios en el mismo. En algunas modalidades, se retira una cantidad de aire de dichos espacios y se devuelve al desecante líquido DOAS. En algunas modalidades, este aire de retorno se dirige a un primer serpentín de agua caliente. En algunas modalidades, los primeros serpentines de agua caliente reciben agua caliente de una instalación central de agua caliente. En algunas modalidades, la instalación de agua caliente es un sistema de caldera central. En algunas modalidades, el sistema central de agua caliente es una instalación combinada de calor y energía. En algunas modalidades, el aire que sale del primer serpentín de agua caliente se dirige a un segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida también recibe un fluido de transferencia de calor caliente desde una instalación central de agua caliente. En algunas modalidades, el fluido de transferencia de calor caliente recibido por el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida se usa para regenerar el desecante líquido presente en el segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida. En algunas modalidades, el desecante líquido concentrado del segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida se dirige al primer conjunto de placas de membrana desecante líquida mediante un sistema de bombeo de desecante líquido a través de un intercambiador de calor. En algunas modalidades, el desecante líquido entre el primer y el segundo conjunto de placa de membrana de desecante líquido circula mediante un sistema de bombeo de desecante líquido, y utiliza uno o más tanques de recogida de desecante líquido.

De acuerdo con una o más modalidades, un DOAS desecante líquido proporciona una corriente de aire exterior tratado a un sistema de distribución de conductos en un edificio. En algunas modalidades, el DOAS desecante líquido comprende un primer y un segundo conjunto de grupos de módulos de membrana desecante líquido y un sistema de bomba convencional de calor de agua a agua. En algunas modalidades, el sistema de bomba de calor de agua a agua se acopla térmicamente a los circuitos de agua fría de un edificio. En algunas modalidades, uno de un primer conjunto de módulos de membrana se expone al aire exterior y también se acopla térmicamente al circuito de agua fría del edificio. En algunas modalidades, la bomba de calor de agua a agua se acopla de modo que enfría el agua de enfriamiento del edificio antes de que alcance el primer conjunto de módulos de membrana, lo que da como resultado una temperatura de suministro de aire más baja desde los módulos de membrana. En algunas modalidades, la bomba de calor de agua a agua se acopla de modo que enfría el agua de enfriamiento del edificio después de haber interactuado con el primer conjunto de módulos de membrana, lo que da como resultado una temperatura de suministro de aire más alta al edificio. En algunas modalidades, el sistema se configura para controlar la temperatura del suministro de aire al edificio controlando cómo fluye el agua del edificio a la bomba de calor de agua a agua y al primer conjunto de módulos de membrana. De acuerdo con una o más modalidades, la bomba de calor de agua a agua proporciona agua caliente o fluido de transferencia de calor caliente a un segundo conjunto de módulos de membrana. En algunas modalidades, el calor del fluido de transferencia de calor caliente se usa para regenerar un desecante líquido en los módulos de membrana. En algunas modalidades, el segundo conjunto de módulos de membrana recibe aire de retorno del edificio. En algunas modalidades, el segundo conjunto de módulos de membrana recibe aire exterior del edificio. En algunas modalidades, el segundo conjunto de módulos de membrana recibe una mezcla de aire de retorno y aire exterior. En algunas modalidades, el aire exterior dirigido al primer conjunto de módulos de membrana se trata previamente mediante una primera sección de un sistema de recuperación de energía y el aire dirigido al segundo conjunto de módulos de membrana se trata previamente mediante una segunda sección de un sistema de recuperación de energía. En algunas modalidades, el sistema de recuperación de energía es una rueda desecante, una rueda de entalpía, una rueda de calor o similar. En algunas modalidades, el sistema de recuperación de energía comprende un conjunto de tubos de calor o un intercambiador de calor aire a aire o cualquier dispositivo conveniente de recuperación de energía. En algunas modalidades, la recuperación

de energía se logra con un tercer y cuarto conjunto de módulos de membrana en donde la energía sensible y/o latente se recupera y pasa entre el tercer y cuarto conjunto de módulos de membrana.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1 ilustra un edificio de varios pisos en donde una unidad central de tratamiento de aire exterior proporciona aire fresco a los espacios y una planta de enfriamiento central proporciona agua fría o caliente para enfriar o calentar los espacios.
- 10 La Figura 2 muestra un esquema detallado de un ventiloincubador montado en techo como se usa en la Figura 1.
- La Figura 3 muestra un módulo de membrana desecante líquida de 3 vías que puede deshumidificar y enfriar una corriente de aire horizontal.
- 15 La Figura 4 ilustra un concepto de una estructura de placa de membrana única en el módulo de membrana desecante líquido de la Figura 3.
- La Figura 5 ilustra un sistema de enfriamiento y deshumidificación de membrana desecante líquido en la técnica anterior que es capaz de tratar el 100% del aire exterior.
- 20 La Figura 6 ilustra un módulo de deshumidificación de membrana montado en techo que puede enfriar y deshumidificar una corriente de aire en una ubicación montada en techo de acuerdo con una o más modalidades.
- La Figura 7 muestra como el sistema de la Figura 6 se puede montar en un edificio de varios pisos simplemente reemplazando los ventiloincubadores existentes de acuerdo con una o más modalidades.
- 25 La Figura 8 muestra una unidad central de tratamiento de aire que utiliza un conjunto de módulos desecantes líquidos de membrana para la recuperación de energía y un módulo separado para tratar el aire exterior requerido para acondicionamiento del espacio de acuerdo con una o más modalidades.
- 30 La Figura 9 muestra una implementación alternativa del sistema de la Figura 8 donde solo se necesita proporcionar agua fría o agua caliente pero no ambas simultáneamente de acuerdo con una o más modalidades.
- La Figura 10 muestra una implementación alternativa del sistema de la Figura 8 donde se usan simultáneamente agua fría y agua caliente de acuerdo con una o más modalidades.
- 35 La Figura 11 muestra una implementación alternativa del sistema de la Figura 8 donde el circuito de agua fría se usa para preenfriar el aire que va al acondicionador y el circuito de agua caliente se usa para precalentar el aire que va al regenerador de acuerdo con una o más modalidades.
- 40 La Figura 12 ilustra un ejemplo de diagrama de proceso (psicrométrico) de un proceso de recuperación de energía usando módulos desecantes líquidos de 3 vías de acuerdo con una o más modalidades.
- La Figura 13 ilustra una manera de proporcionar integración de las unidades centrales de tratamiento de aire de las Figuras 8-10 con un sistema de agua fría del edificio existente, en donde las unidades centrales de tratamiento de aire usan un sistema de compresor local que solo genera calor para la regeneración del desecante líquido de acuerdo con una o más modalidades.
- 45 La Figura 14 ilustra el efecto que el sistema de la Figura 13 tiene sobre las temperaturas del agua en el edificio y la unidad de tratamiento de aire de acuerdo con una o más modalidades.
- 50

Descripción detallada

- 55 La Figura 1 representa una implementación típica de un sistema de aire acondicionado para un edificio moderno en donde el aire exterior y el enfriamiento y calefacción del espacio se proporcionan por sistemas separados. Dichas implementaciones se conocen en la industria como Sistemas de Aire Exterior Dedicados o DOAS. El edificio de ejemplo tiene dos pisos con una unidad central de tratamiento de aire 100 en el techo 105 del edificio. La unidad central de tratamiento de aire 100 proporciona una corriente de aire fresco tratado 101 al edificio que tiene una temperatura que generalmente está ligeramente por debajo de las condiciones neutras de la habitación (65-70F) y tiene una humedad relativa del 50% más o menos. Un sistema de conductos 103 proporciona aire a los diversos espacios y puede ser conducido a los espacios directamente o dentro de un ventiloincubador 107 montado en una cavidad de falso techo 106. El ventiloincubador 107 extrae aire 109 del espacio 110 y lo empuja a través de un serpentín de enfriamiento o calentamiento 115 montado dentro del ventiloincubador 107. El aire enfriado o calentado 108 se dirige nuevamente al espacio donde proporciona un ambiente confortable para los ocupantes. Para mantener la calidad del aire, parte del aire 109 se retira del espacio y se expulsa a través de los conductos 104 y se dirige de nuevo a la unidad central de tratamiento de aire 100. Dado que el aire de retorno 102 a la unidad de tratamiento de aire 100 todavía es relativamente frío y seco
- 60
- 65

(en verano o cálido y húmedo en invierno, según sea el caso), la unidad central de tratamiento de aire 100 puede construirse para recuperar o usar algo de la energía presente en la corriente de aire de retorno. Esto a menudo se logra con ruedas de energía total, ruedas de entalpía, ruedas desecantes, unidades de recuperación de energía aire-aire, tuberías de calor, intercambiadores de calor y similares.

Los ventiloconvectores 115 en la Figura 1 también requieren agua fría (para la operación de enfriamiento) o agua tibia (para la operación de calefacción). La instalación de líneas de agua en edificios es costosa y, a menudo, solo se instala un solo circuito de agua. Esto puede causar problemas en ciertas situaciones en las que algunos espacios pueden requerir enfriamiento y otros espacios pueden requerir calefacción. En los edificios donde hay un circuito de agua caliente y de agua fría disponibles al mismo tiempo, este problema puede resolverse haciendo que algunos ventiloconvectores 115 proporcionen enfriamiento donde otros proporcionan calefacción a los espacios respectivos. Los espacios 110 a menudo pueden dividirse en zonas por paredes físicas 111 o por separación física de ventiloconvectores.

Los ventiloconvectores 107 utilizan de este modo algún tipo de sistema de suministro de agua fría y caliente 112, así como un sistema de retorno 113. Una planta central de calderas y/o enfriadoras 114 está usualmente disponible para proporcionar el agua caliente y/o fría requerida a los ventiloconvectores.

La Figura 2 ilustra una vista más detallada de un ventiloconvector 107. La unidad incluye un ventilador 201, que elimina el aire 109 del espacio de abajo. El ventilador empuja el aire a través del serpentín 202 que tiene una línea de suministro de agua 204, una línea de retorno de agua 203. El calor en el aire 109 se rechaza al agua de enfriamiento 204, produciendo así un aire más frío 108 y agua más caliente 203. Si el aire 109 que ingresa al serpentín ya está relativamente húmedo, es posible que se produzca condensación en el serpentín ya que el agua de enfriamiento se proporciona típicamente a temperaturas de 50F o menos. Luego se requiere instalar una bandeja de drenaje 205 y se debe drenar el agua condensada para no crear problemas con el agua estancada que puede provocar hongos, bacterias y otros agentes potencialmente causantes de enfermedades como los legionarios. Los edificios modernos a menudo son mucho más herméticos que los edificios antiguos, lo que puede amplificar el problema del control de la humedad. Además, en los edificios modernos, el calor generado internamente se retiene mejor, lo que resulta en una mayor demanda de enfriamiento a principios de la temporada. Los dos efectos se combinan para aumentar la humedad en el espacio y dar como resultado un mayor consumo de energía de lo que podría haberse esperado.

La Figura 3 muestra un intercambiador de calor y masa de 3 vías flexible, protegido por membrana y contraflujo descrito en Publicación de Solicitud de Patente de los Estados Unidos Núm. 20140150662 destinado a capturar vapor de agua de una corriente de aire mientras se enfría o calienta simultáneamente la corriente de aire. Por ejemplo, una temperatura alta, una corriente de aire de humedad alta 401 ingresa en una serie de placas de membrana 303 que enfrían y deshumidifican la corriente de aire. El aire que sale seco, frío 402 se suministra a un espacio tal como, por ejemplo, un espacio en un edificio. Se suministra un desecante a través de los puertos de suministro 304. Se proporcionan dos puertos 304 a cada lado de la estructura de bloque de placa 300 para asegurar una distribución uniforme del desecante en las placas de membrana 303. La película desecante cae por gravedad y se recoge en el fondo de la placa 303 y sale a través de los puertos de drenaje 305. Se suministra un fluido de enfriamiento (o fluido de calentamiento según sea el caso) a través de los puertos 405 y 306. Los puertos de suministro de fluido refrigerante están separados de manera que proporcionen un flujo de fluido refrigerante uniforme dentro de las placas de membrana 303. El fluido refrigerante corre en dirección contraria a la dirección de la corriente de aire 401 dentro de las placas de membrana 303 y sale de las placas de membrana 303 a través de los puertos 307 y 404. Las cubiertas frontales/traseras 308 y superiores/inferiores 403 proporcionan soporte estructural y aislamiento térmico y aseguran que el aire no salga por los lados del intercambiador de calor y de masa.

La Figura 4 muestra un detalle esquemático de una de las estructuras de placa de la Figura 3. La corriente de aire 251 fluye en contra de una corriente de fluido refrigerante 254. Las membranas 252 contienen un desecante líquido 253 que cae a lo largo de la pared 255 que contiene un fluido de transferencia de calor 254. El vapor de agua 256 arrastrado en la corriente de aire puede hacer la transición de la membrana 252 y se absorbe en el desecante líquido 253. El calor de condensación del agua 258 que se libera durante la absorción se conduce a través de la pared 255 al fluido de transferencia de calor 254. El calor sensible 257 de la corriente de aire también se conduce a través de la membrana 252, el desecante líquido 253 y la pared 255 hacia el fluido de transferencia de calor 254.

La Figura 5 muestra un nuevo tipo de sistema desecante líquido como se muestra en Publicación de Solicitud de Patente de los Estados Unidos Núm. 20120125020. El acondicionador 451 comprende un conjunto de estructuras de placa que son internamente huecas. Se genera un fluido de transferencia de calor frío en la fuente fría 457 y se introduce en las placas. La solución desecante líquida en 464 se lleva a la superficie externa de las placas y baja por la superficie externa de cada una de las placas. En algunas modalidades -descritas más abajo- 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 exterior 453 ahora se 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 recogen el desecante cerca del fondo de cada placa. El aire tratado 454 ahora se coloca en el edificio directamente sin la necesidad de ningún tratamiento adicional.

El desecante líquido se recoge en el fondo de las placas onduladas en 461 y se transporta a través de un intercambiador de calor 463 a la parte superior del regenerador hasta el punto 465 donde el desecante líquido se distribuye a través de las placas del regenerador. El aire de retorno u opcionalmente el aire exterior 455 se sopla a través de las placas regeneradoras y el vapor de agua se transporta desde el desecante líquido a la corriente de aire saliente 456. Una fuente de calor opcional 458 proporciona la fuerza impulsora para la regeneración. El fluido de transferencia caliente 460 de la fuente de calor puede ponerse dentro de las placas del regenerador de forma similar al fluido de transferencia de calor frío en el acondicionador. Nuevamente, el desecante líquido se recoge en el fondo de las placas 452 sin la necesidad de una bandeja colectora o tina para que también en el regenerador el aire pueda ser vertical. Puede usarse una bomba de calor opcional 466 para proporcionar enfriamiento y calentamiento del desecante líquido, pero también puede usarse para proporcionar calor y frío como reemplazo del enfriador 457 y el calentador 458.

La Figura 6 ilustra un ventiloconvector en techo 501 de acuerdo con una o más modalidades que usa un módulo desecante líquido de membrana de 3 vías 502 para deshumidificar el aire en un espacio. El aire 109 desde el espacio es empujado por el ventilador 503 a través del módulo de membrana de 3 vías 502 en donde el aire se enfría y deshumidifica. El aire deshumidificado y enfriado 108 se canaliza luego al espacio donde proporciona enfriamiento y comodidad. El calor que se libera durante la deshumidificación y el enfriamiento en el módulo de membrana 502 se rechaza a un circuito de agua en circulación 511, que circula desde el módulo de membrana 502 al intercambiador de calor 509 y la bomba de agua 510. El intercambiador de calor 509 recibe agua fría del circuito de agua fría del edificio 204, que finalmente rechaza el calor de enfriamiento y deshumidificación. Para lograr la función de deshumidificación, se proporciona un desecante 506 al módulo de membrana 502. El desecante drena en un pequeño tanque de almacenamiento 508. El desecante del tanque 508 se bombea al módulo de membrana 502 mediante la bomba de desecante líquido 507. Dado que, en última instancia, el desecante líquido se diluye más y más mediante el proceso de deshumidificación, se agrega un desecante concentrado mediante un circuito de desecante líquido 504. El desecante líquido diluido se retira del tanque 508 y se bombea a través de las líneas 505 a una instalación de regeneración central (no se muestra).

La Figura 7 ilustra cómo el ventiloconvector de membrana desecante líquida en techo de la Figura 6 puede desplegarse en el edificio de la Figura 1 donde reemplaza los ventiloconvectores convencionales. Como puede verse en la figura, el ventiloconvector 501 que contiene el módulo de membrana 502 ahora está reemplazando los ventiloconvectores convencionales. Las líneas de distribución de desecante líquido 504 y 505 un desecante líquido receptor de un sistema de regeneración central 601. Las líneas centrales de suministro de desecante líquido 602 y 603 pueden usarse para dirigir el desecante líquido a múltiples pisos, así como a un desecante líquido basado en techo DOAS. La unidad de tratamiento de aire 604 puede ser también un DOAS desecante no líquido convencional.

La Figura 8 ilustra una modalidad alternativa de la DOAS 604 de la Figura 7 en donde el sistema usa placas de membrana desecante líquida similares a las placas 452 mostradas en la Figura 6. El DOAS 701 de la Figura 8 toma el exterior 706 y lo dirige a través de un primer conjunto de placas de membrana desecante líquida 703 que se enfrían internamente por un circuito de agua fría 704 y se deshumidifican mediante un desecante líquido en un circuito 717. El aire luego pasa a un segundo conjunto de placas de membrana desecante líquida 702, que también se enfría internamente por el circuito de agua fría 704. La corriente de aire 706 se ha deshumidificado y enfriado dos veces y procede como suministro de aire 101 a espacios en el edificio como se muestra en la Figura 7. El calor liberado por los procesos de enfriamiento y deshumidificación se libera al agua fría 704 y el agua retorna 705 a una planta de enfriamiento central es, por lo tanto, más caliente que el agua fría entrante.

El aire de retorno 102 desde los espacios en el edificio se dirige sobre un tercer conjunto de placas de membrana desecante líquida 720. Estas placas se calientan internamente por el circuito de agua caliente 708. El aire calentado se dirige al exterior, donde se expulsa como la corriente de aire 707. El desecante líquido que corre sobre las placas de membrana 720 se recoge en un pequeño tanque de almacenamiento 715, y luego se bombea por la bomba 716 a través del circuito 717 y el intercambiador de calor líquido a líquido 718 al primer conjunto de placas 703. El agua caliente dentro del conjunto de placas 720 ayuda a concentrar el desecante que corre sobre la superficie del conjunto de placas 704. El desecante concentrado se puede usar para deshumidificar previamente la corriente de aire 706 en el conjunto de placas 703, que funciona esencialmente como un dispositivo de recuperación de energía latente. Se usa un segundo bucle desecante 714 para deshumidificar aún más la corriente de aire 706 en el segundo conjunto de placas 702. El desecante se recoge en un segundo tanque de almacenamiento 712, y se bombea mediante la bomba 713 a través del circuito 714 a las placas 702. El desecante diluido se retira a través del bucle desecante 711 y el desecante líquido concentrado se agrega al tanque 712 por la línea de suministro 710.

La Figura 9 ilustra otra modalidad similar al sistema de la Figura 8 en donde se ha omitido el circuito de agua caliente 708-709. En cambio, se usa un circuito de agua circulante 802 proporcionado por la bomba 801 para el calor sensible de transferencia desde la corriente de aire entrante. El sistema así configurado es capaz de eliminar la humedad de la corriente de aire entrante 706 en el conjunto de placa de membrana 703 por el circuito desecante líquido 717 y agregar esta humedad al aire de retorno 102 en el conjunto de placa de membrana 704. Simultáneamente, el calor del aire entrante 706 es movido por el circuito 802 y se rechaza a la corriente de aire de retorno 102. De esta manera, el sistema puede recuperar calor sensible y latente de la corriente de aire de retorno 102 y usarlo para enfriar y deshumidificar previamente la corriente de aire entrante 706. Luego se proporciona enfriamiento adicional por el conjunto de placa de membrana 702 y la línea de suministro 710 proporciona desecante líquido nuevo como antes.

La Figura 10 ilustra otra modalidad más similar a los sistemas de la Figura 8 y la Figura 9 en donde la energía se recupera como se muestra en la Figura 9 de la corriente de aire entrante 706 y aplicada a la corriente de aire de retorno 102. Como se muestra en la Figura 8 el enfriamiento y la deshumidificación restantes se proporcionan por el conjunto de placas de membrana 702 que se enfría internamente por el circuito de agua fría 704. Sin embargo, en esta modalidad se emplea un cuarto conjunto de placas de membrana 903 que recibe agua caliente del circuito de agua caliente 708. El desecante líquido se proporciona por la bomba 901 y el circuito 902 y el desecante líquido concentrado se devuelve al tanque desecante 712. Esta disposición elimina la necesidad de las líneas externas de suministro y retorno de desecante líquido (710 y 711 en la figura 8), ya que las placas de membrana 903 funcionan como un sistema de regeneración integrado para el desecante líquido.

La Figura 11 ilustra otra modalidad de los sistemas discutidos previamente. En la figura, un serpentín de preenfriamiento 1002 se conecta mediante el suministro 1001 al circuito de agua fría 704. El aire exterior entrante 706 que normalmente tiene una humedad alta se condensará en el serpentín 1002 y el agua se drenará del serpentín. El enfriamiento y la deshumidificación restantes se realizan nuevamente mediante el módulo 702 de membrana desecante líquida. La ventaja de esta disposición es que el agua que se condensa en el serpentín no termina en el desecante y, por lo tanto, no necesita regenerarse. También se muestra en la figura un serpentín de precalentamiento 1003 suministrado por las líneas 1004 desde un circuito de agua caliente 708. El serpentín de precalentamiento 1003 aumenta la temperatura de la corriente de aire de retorno 102, lo que mejora la eficiencia del módulo de membrana de regeneración 903 ya que el desecante líquido 902 no se enfría tanto por la corriente de aire 102 como sería el caso.

La Figura 12 ilustra los procesos psicrométricos típicamente involucrados con los métodos de recuperación de energía que se mostraron en las figuras anteriores. El eje horizontal muestra la temperatura del bulbo seco (en grados Celsius) y el eje vertical muestra la relación de humedad (en g/kg). El Aire Exterior 1101 (OA) a 35C y 18g/kg ingresa al sistema al igual que el aire de retorno 1102 (RA) del espacio, que generalmente está a 26C, 11g/kg. La recuperación de energía latente como se muestra en la Figura 8 reduce la humedad del aire exterior a una humedad más baja (y una temperatura algo más baja) a 1105 (OA'). Al mismo tiempo, el aire de retorno absorbe la humedad (y algo del calor) a 1104 (RA'). Un sistema de recuperación de energía sensible habría dado como resultado los puntos 1107 (OA'') y 1108 (RA''). La recuperación latente y sensible simultánea como se mostró en la Figura 9 y 10 resultan en una transferencia de calor y humedad de la corriente de aire entrante a la corriente de aire de retorno, puntos 1106 (OA'') y 1103 (RA'').

En muchos edificios solo está disponible un sistema central de agua fría y puede que no haya una fuente simple de agua caliente disponible para la regeneración del desecante líquido. Esto se puede resolver usando un sistema que se muestra en la Figura 13 similar a los sistemas centrales de tratamiento de aire de la Figura 8-10, pero en donde el conjunto primario de módulos de membrana 702 se acopla a un circuito de agua fría del edificio como antes, pero la regeneración es proporcionada por un sistema de compresor interno que está allí para proporcionar calor para la regeneración del desecante líquido en los módulos de membrana 1215. Debe quedar claro que al igual que la Figura 8-10, podría proporcionarse otro conjunto de módulos de membrana 703 y 720 para proporcionar una recuperación de energía latente o sensible o ambas, desde el aire saliente 102 del edificio. Esto no se muestra en la figura para no complicar demasiado la figura. También debe quedar claro que dicha recuperación de energía podría proporcionarse por otros medios más convencionales, como un desecante- (entalpía-) o ruedas de calor o un sistema de tubería de calor u otros métodos convencionales de recuperación de energía, como circuitos de agua e intercambiadores de calor de aire a aire. Generalmente, una parte de dicho sistema de recuperación de energía se implementaría en la corriente de aire 102 antes de que ingrese a los módulos de membrana 1215, y la otra parte del sistema de energía se implementaría en la corriente de aire 706 antes de que ingrese a los módulos de membrana 702. En edificios donde hay poco o ningún aire de retorno 102 disponible, la corriente de aire 102 puede simplemente ser aire exterior.

En la Figura 13 la corriente de aire exterior 706 ingresa en un conjunto de placas de membrana de 3 vías o módulos de membrana 702. Los módulos de membrana 702 reciben un fluido de transferencia de calor 1216 que se proporciona por la bomba de líquido 1204 a través del intercambiador de calor de agua a agua 1205. El intercambiador de calor 1205 es una forma conveniente de proporcionar aislamiento de presión entre el circuito de agua del edificio 704 generalmente más alto (60-90 psi) y el circuito de fluido de transferencia de calor de baja presión 1216/1217 que generalmente es de solo 0,5-2 psi. El fluido de transferencia de calor 1216 es enfriado por el agua del edificio 704 en el intercambiador de calor 1205. El agua de enfriamiento del edificio que sale 1206 también se dirige a través de un intercambiador de calor de agua a refrigerante 1207 que se acopla a una bomba de calor de agua a agua convencional. El fluido de transferencia de calor frío 1216 proporciona enfriamiento a los módulos de membrana 702 que también reciben un desecante líquido concentrado 714. El desecante líquido 714 se bombea por la bomba 713 y absorbe vapor de agua de la corriente de aire 706 y el aire se enfría y deshumidifica simultáneamente como se discute, por ejemplo, en la Publicación de Solicitud de Patente de los Estados Unidos Núm. 2014-0150662, y se suministra al edificio como suministro de aire 101. El desecante líquido diluido 1218 que sale de los módulos de membrana 702 se recoge en el tanque desecante 712 y ahora necesita ser regenerado. Un sistema de compresor convencional (conocido en la industria de HVAC como una bomba de calor de agua a agua) que comprende un compresor 1209, un intercambiador de calor de condensador de líquido a refrigerante 1201, un dispositivo de expansión 1212 y un intercambiador de calor evaporador de líquido a refrigerante 1207. El refrigerante gaseoso 1208 sale del evaporador 1207 e ingresa en el compresor 1209 donde se comprime el refrigerante, que libera calor. El refrigerante gaseoso caliente 1210 ingresa al intercambiador de calor del condensador 1201 donde el calor se elimina y se transfiere al fluido de transferencia de calor 1214 y el refrigerante se condensa a un líquido. El refrigerante líquido 1211 luego ingresa al dispositivo de expansión 1212 donde se enfría rápidamente. El refrigerante

líquido frío 1213 luego ingresa al intercambiador de calor del evaporador 1207 donde recoge el calor del circuito de agua del edificio 704, reduciendo así la temperatura del agua del edificio. El fluido de transferencia de calor así calentado 1214 crea un fluido de transferencia de calor líquido caliente 1202 que se dirige a los módulos de membrana regeneradora 1215 que son de naturaleza similar a los módulos de membrana de acondicionador 702 pero podrían dimensionarse de manera diferente para tener en cuenta las diferencias en las corrientes de aire y temperaturas. El fluido de transferencia de calor caliente 1202 ahora hace que el desecante líquido diluido 902 libere su exceso de agua en los módulos de membrana 1215 que se descarga en la corriente de aire 102 dando como resultado una corriente de aire caliente y húmedo 707 que sale de dichos módulos de membrana 1215. Puede emplearse un intercambiador de calor economizador 1219 para reducir la carga de calor desde el regenerador de desecante líquido caliente 1220 hasta el desecante líquido frío en el tanque desecante 712.

El fluido de transferencia de calor caliente se bombea por la bomba 1203 a los módulos de membrana del regenerador 1215, y el fluido de transferencia de calor más frío 1214 se dirige de regreso al intercambiador de calor del condensador 1201 donde nuevamente recoge el calor. La ventaja de la configuración discutida anteriormente es clara: la bomba de calor local de agua a agua solo se usa si el desecante líquido necesita regenerarse y, por lo tanto, puede usarse en momentos en que la electricidad es económica ya que el desecante líquido concentrado puede almacenarse en el tanque 712 para su uso cuando sea necesario. Además, cuando la bomba de calor de agua a agua está funcionando, en realidad enfría el circuito de agua del edificio 704, reduciendo así la carga de calor en la planta central de agua fría. Además, cuando un edificio solo tiene un circuito de agua fría, que suele ser el caso, no es necesario instalar un sistema central de agua caliente. Y, por último, el sistema de regeneración podría funcionar incluso si no hay aire de retorno disponible, y si hay aire de retorno, se puede agregar una rueda de energía o un sistema de recuperación de energía convencional, o se pueden agregar un conjunto separado de módulos de recuperación de energía desecante líquido como se muestra en las Figuras. 8-10.

La Figura 14 ilustra las temperaturas del fluido de transferencia de calor (a menudo agua corriente) en las líneas de agua del sistema de la Figura 13. El agua del edificio 704 ingresa a la temperatura del agua T, en el intercambiador de calor del evaporador 1207. El fluido de transferencia de calor es enfriado por el refrigerante en el evaporador 1207 como se discutió anteriormente dando como resultado que el fluido salga a la temperatura del agua Tagua, después de la evap. hx 1206. El fluido de transferencia de calor luego ingresa al intercambiador de calor del acondicionador 1205 donde recoge el calor del circuito de fluido del acondicionador 1216/1217. El circuito de transferencia de calor 1216/1217 (indicado por el perfil de temperatura 1301 y 1302 en el intercambiador de calor 1205) generalmente se implementa en una orientación de contraflujo que da como resultado una temperatura del agua ligeramente más cálida Tagua, en cond. hmx que da servicio a los módulos de membrana 702. El fluido de transferencia de calor sale del sistema en 705 y retorna a la planta de enfriamiento central (no se muestra) donde se enfría. Debería ser obvio que los intercambiadores de calor 1205 y 1207 también pueden invertirse en orden u operarse en paralelo. El orden de los intercambiadores de calor hace poca diferencia en la energía operativa, pero afectará la temperatura de salida para el suministro de aire 701: generalmente el suministro de aire 701 será más frío si el agua del edificio ingresa primero al intercambiador de calor 1207 (como se muestra). Se proporciona aire más cálido si el agua del edificio ingresa primero al intercambiador de calor 1205 (como sucedería si se invierte el flujo de 704 a 705). Obviamente, esto también puede utilizarse para proporcionar un mecanismo de control de temperatura para el suministro de aire.

El circuito de fluido de transferencia de calor de regeneración también se ilustra en la Figura 14. El fluido de transferencia de calor (a menudo agua) que tiene temperatura Tagua, en 1214 que ingresa al intercambiador de calor del condensador 1201, se calienta primero por el refrigerante, lo que produce la temperatura Tagua, después de cond.hx en 1202. El fluido de transferencia de calor caliente 1202 se dirige luego al módulo de membrana del regenerador dando como resultado en Tagua, después del regenerador en 1214. Como este también es un circuito cerrado, la temperatura del agua es la misma que al principio del gráfico, como se indica con la flecha 1303. Por simplicidad, en la figura se han omitido pequeños aumentos de temperatura parásitas, como las causadas por las bombas, y pequeñas pérdidas, como las causadas por las pérdidas de la tubería.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aire exterior dedicado (DOAS) (701) para proporcionar una corriente de aire exterior tratado a un edificio, que comprende:
 - 5 un primer acondicionador (703) para tratar una corriente de aire (706) que se recibe desde el exterior del edificio, incluyendo el primer acondicionador una pluralidad de estructuras (452) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada una de las estructuras (452) tiene al menos una superficie a través del cual puede fluir un desecante líquido y un paso interno a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, en donde la corriente de aire (706) que se recibe desde el exterior del edificio fluye entre las estructuras (452) de modo que el desecante líquido deshumidifica y enfría la corriente de aire (706), cada una de las estructuras (452) incluye además un colector de desecante separado en un extremo inferior de al menos una superficie de las estructuras para recoger el desecante líquido que ha fluido a través de al menos una superficie de las estructuras, dichos colectores de desecante separados entre sí para permitir el flujo de aire entre ellos;
 - 10 una fuente fría (704) que se conecta a dicho primer acondicionador (703) para enfriar el fluido de transferencia de calor en el primer acondicionador;
 - 15 un regenerador (720) que se conecta al primer acondicionador (703) para recibir el desecante líquido que se usa en el primer acondicionador (703), para concentrar el desecante líquido y devolver el desecante líquido concentrado al primer acondicionador (703), el regenerador incluye una pluralidad de estructuras (452) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada una de las estructuras (452) tiene al menos una superficie a través de la cual puede fluir el desecante líquido y un paso interno a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, en donde una corriente de aire (102) fluye entre las estructuras (452) de modo que el desecante líquido humedezca y caliente la corriente de aire (102), cada una de las estructuras (452) incluye además un colector de desecante separado en un extremo inferior de al menos una superficie de las estructuras (452) para recoger el desecante líquido que ha fluido a través de al menos una superficie de las estructuras (452), dichos colectores desecantes están separados entre sí para permitir el flujo de aire entre ellos; y
 - 20 una fuente de calor (708) que se conecta al regenerador (720) para calentar el fluido de transferencia de calor en el regenerador (720);
 - 25 siendo el sistema de aire exterior dedicado caracterizado por:
 - 30 un segundo acondicionador (702) para tratar la corriente de aire (706) tratada por el primer acondicionador (703), el segundo acondicionador (702) que incluye una pluralidad de estructuras (452) dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada una de las estructuras (452) que tiene al menos una superficie a través de la cual puede fluir un desecante líquido y un paso interno a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, en donde la corriente de aire (706) que se recibe desde el primer acondicionador (702) fluye entre las estructuras (452) de modo que el desecante líquido deshumidifica y enfría la corriente de aire (706), cada una de las estructuras (452) incluye además un colector desecante separado en el extremo inferior de al menos una superficie de las estructuras (452) para recoger el desecante líquido que ha fluido al menos una superficie de las estructuras (452), dichos colectores desecantes están separados entre sí para permitir el flujo de aire entre ellos.
 - 35
- 40 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la fuente fría (704) también se conecta a dicho segundo acondicionador (702) para enfriar el fluido de transferencia de calor en el segundo acondicionador (702).
- 45 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde el desecante líquido que se usa en el segundo acondicionador (702) se transfiere a una instalación de regeneración central (601) para reconcentrar el desecante diluido.
- 50 4. El sistema de la reivindicación 1, en donde la fuente fría (704) comprende un circuito de agua fría, y la fuente de calor comprende un circuito de agua caliente.
- 55 5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una lámina de material (252) que se coloca próxima a al menos una superficie de cada estructura en el primer acondicionador y el regenerador entre el desecante líquido y la corriente de aire (706, 102) que fluye a través del acondicionador y regenerador, dicha lámina de material (252) guía el desecante líquido dentro de un colector desecante y permite la transferencia de vapor de agua entre el desecante líquido y la corriente de aire.
- 60 6. El sistema de la reivindicación 5, en donde la lámina de material comprende una membrana, un material hidrófilo o una membrana microporosa hidrófoba.
- 65 7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sistema también es operable en un modo de operación en clima frío, en donde la corriente de aire (706) que se trata por el primer acondicionador (703) es calentada y humidificada, y en donde la corriente de aire (102) tratada por el regenerador (720) se enfría y deshumidifica, y en donde el sistema comprende además una fuente de frío que se conecta a dicho regenerador (720) configurado para enfriar el fluido de transferencia de calor en el modo de operación en clima frío.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde la corriente de aire (102) en el regenerador (720) comprende aire de retorno desde el edificio.

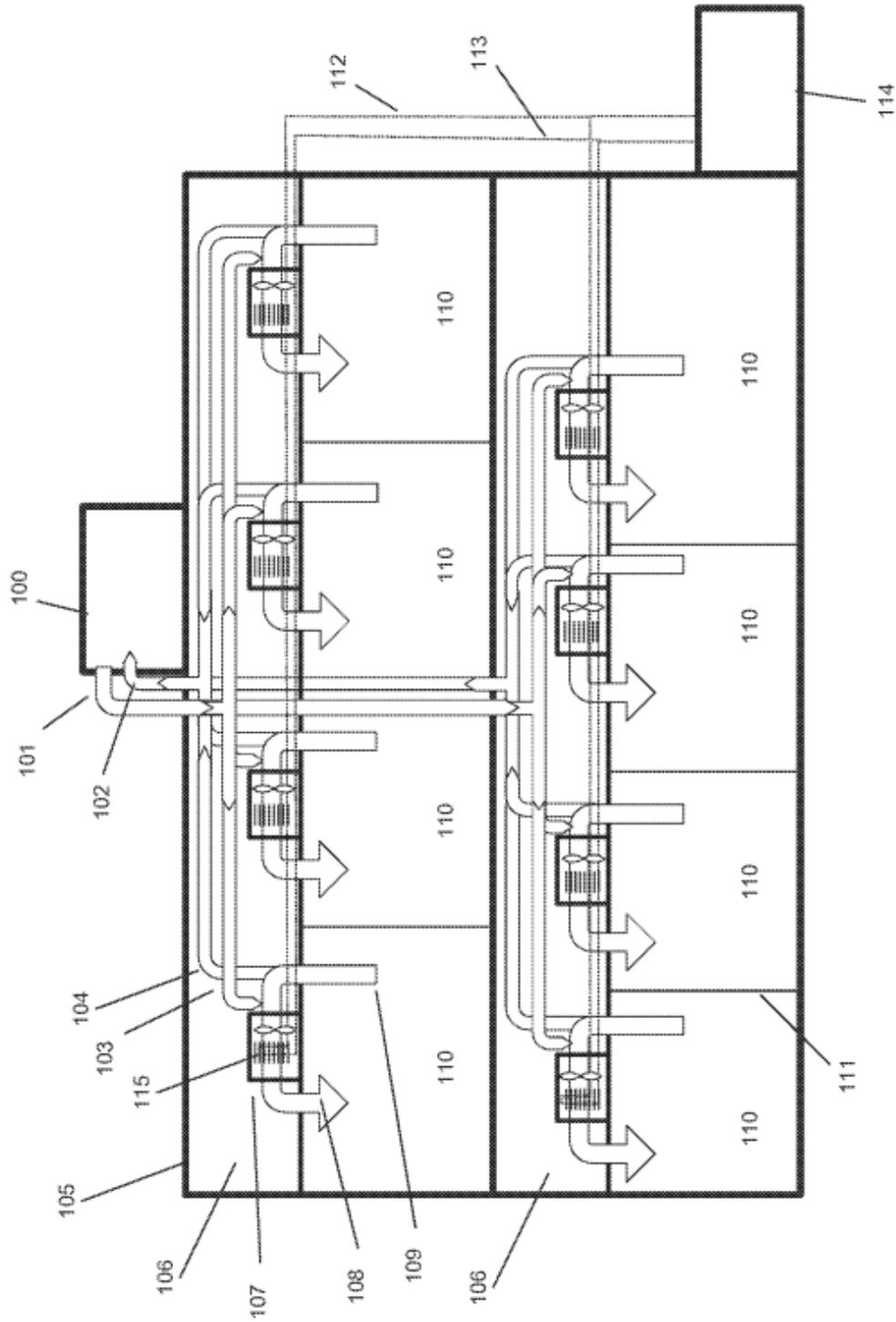


FIG. 1

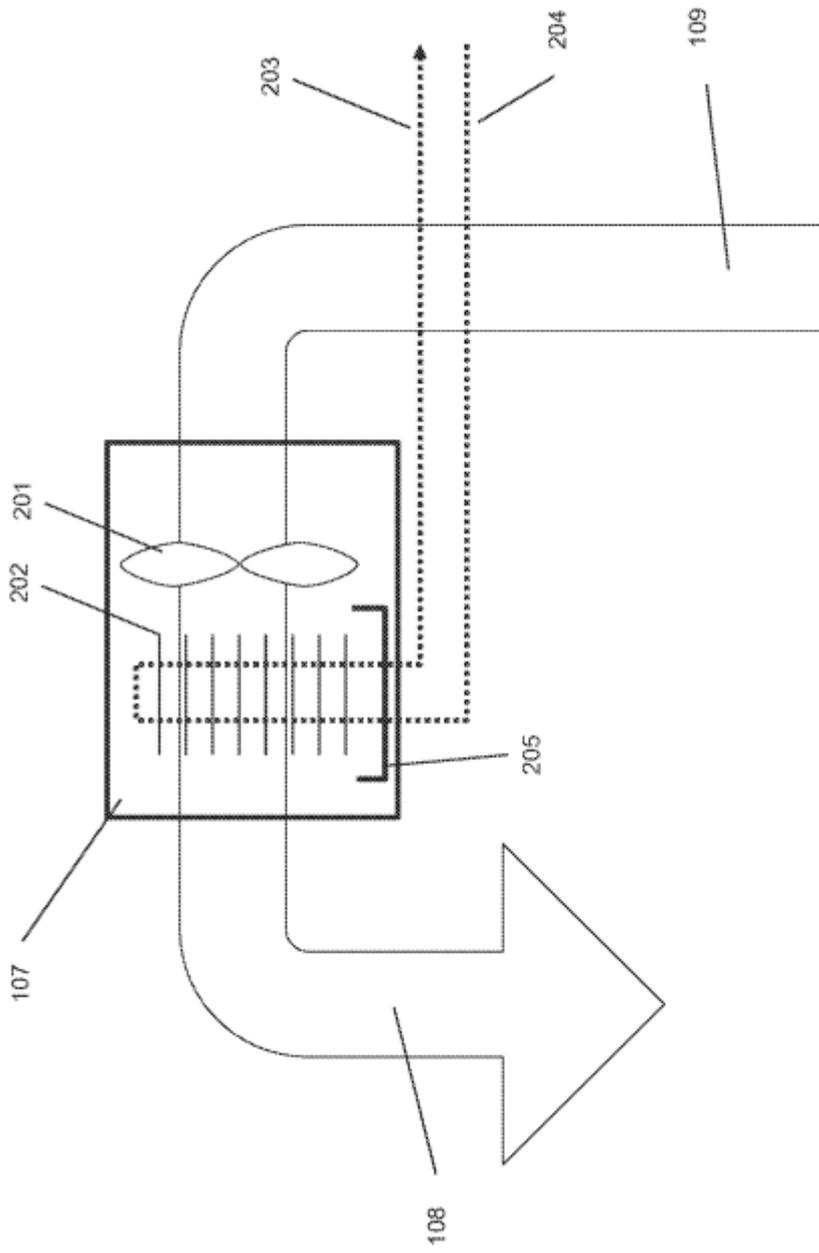


FIG. 2

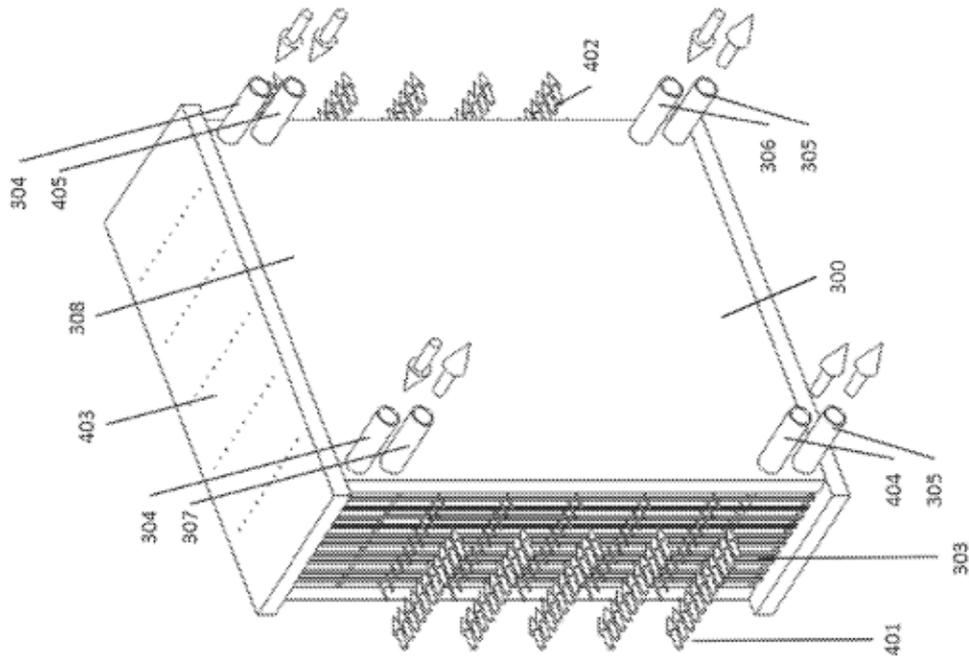


FIG. 3

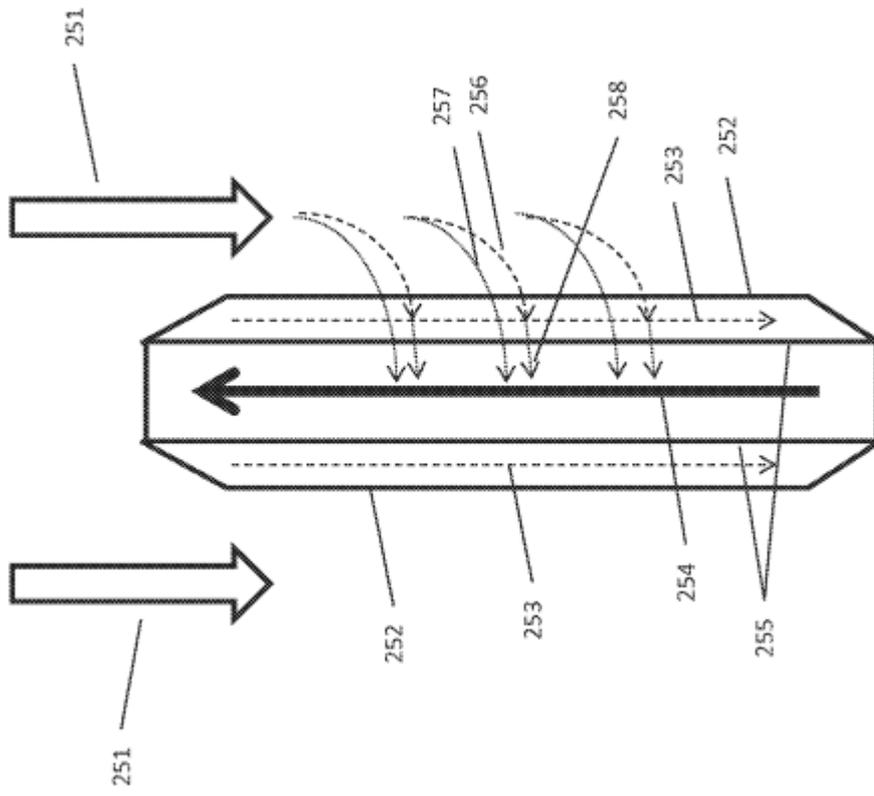


FIG. 4

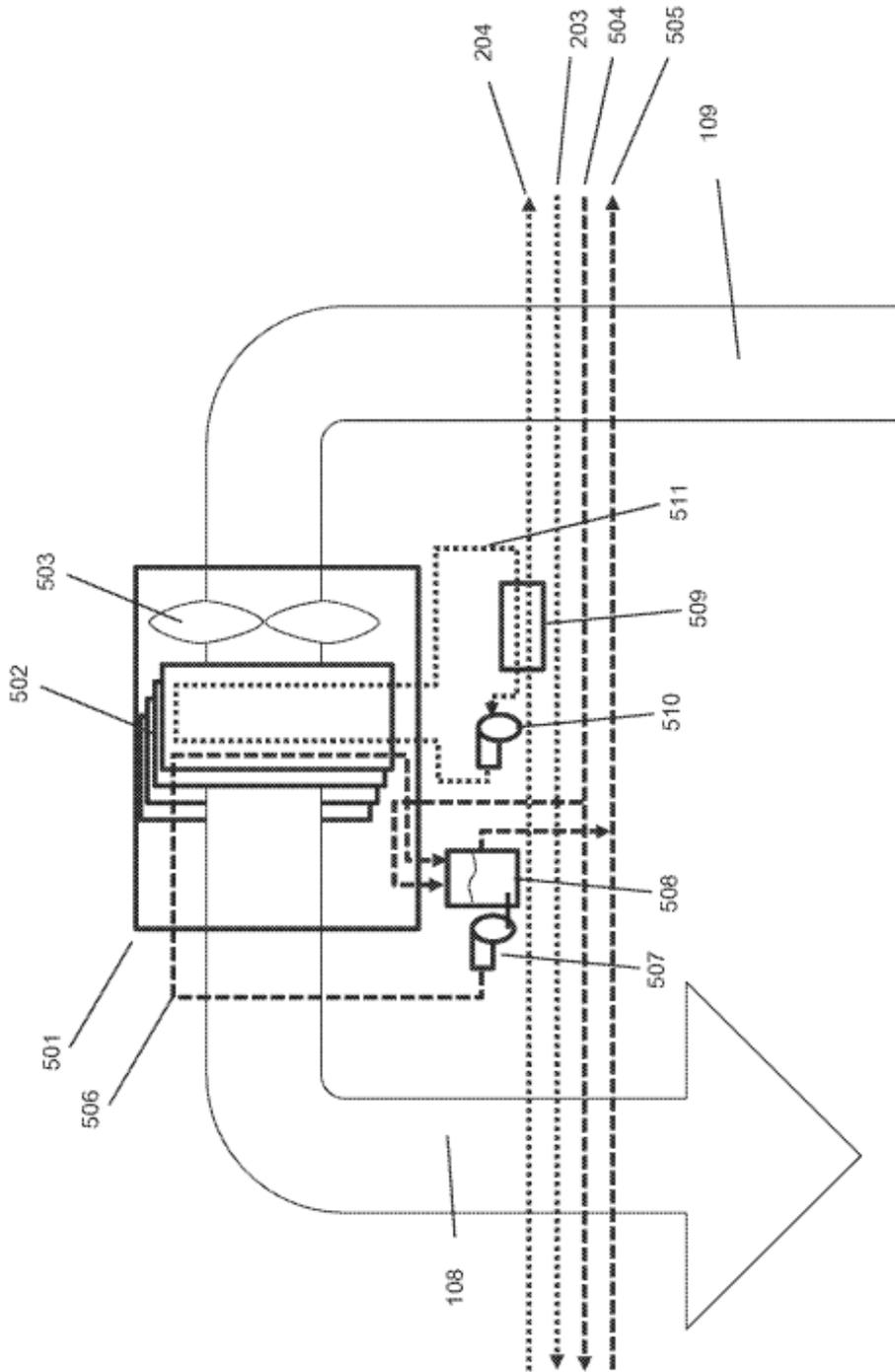


FIG. 6

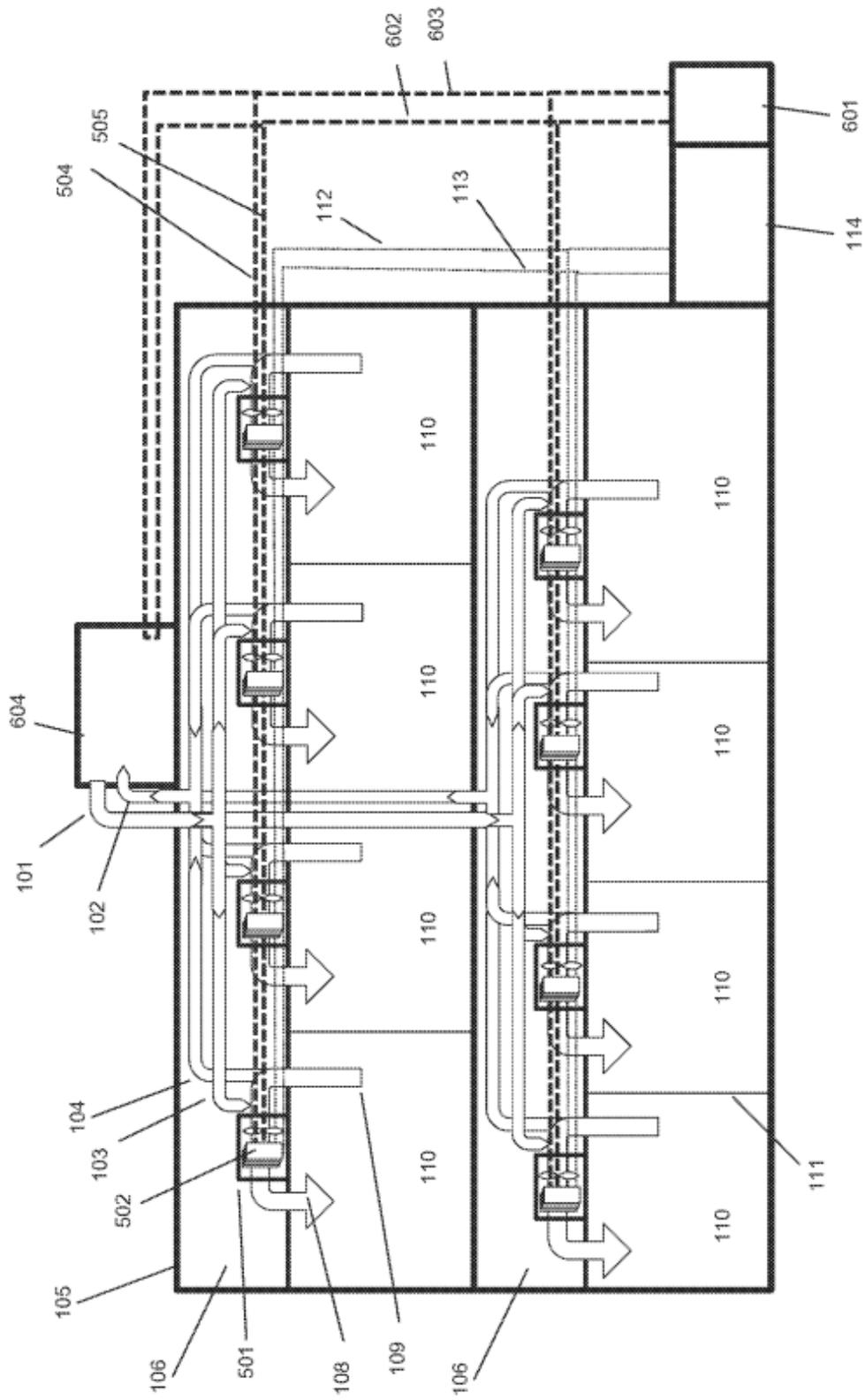


FIG. 7

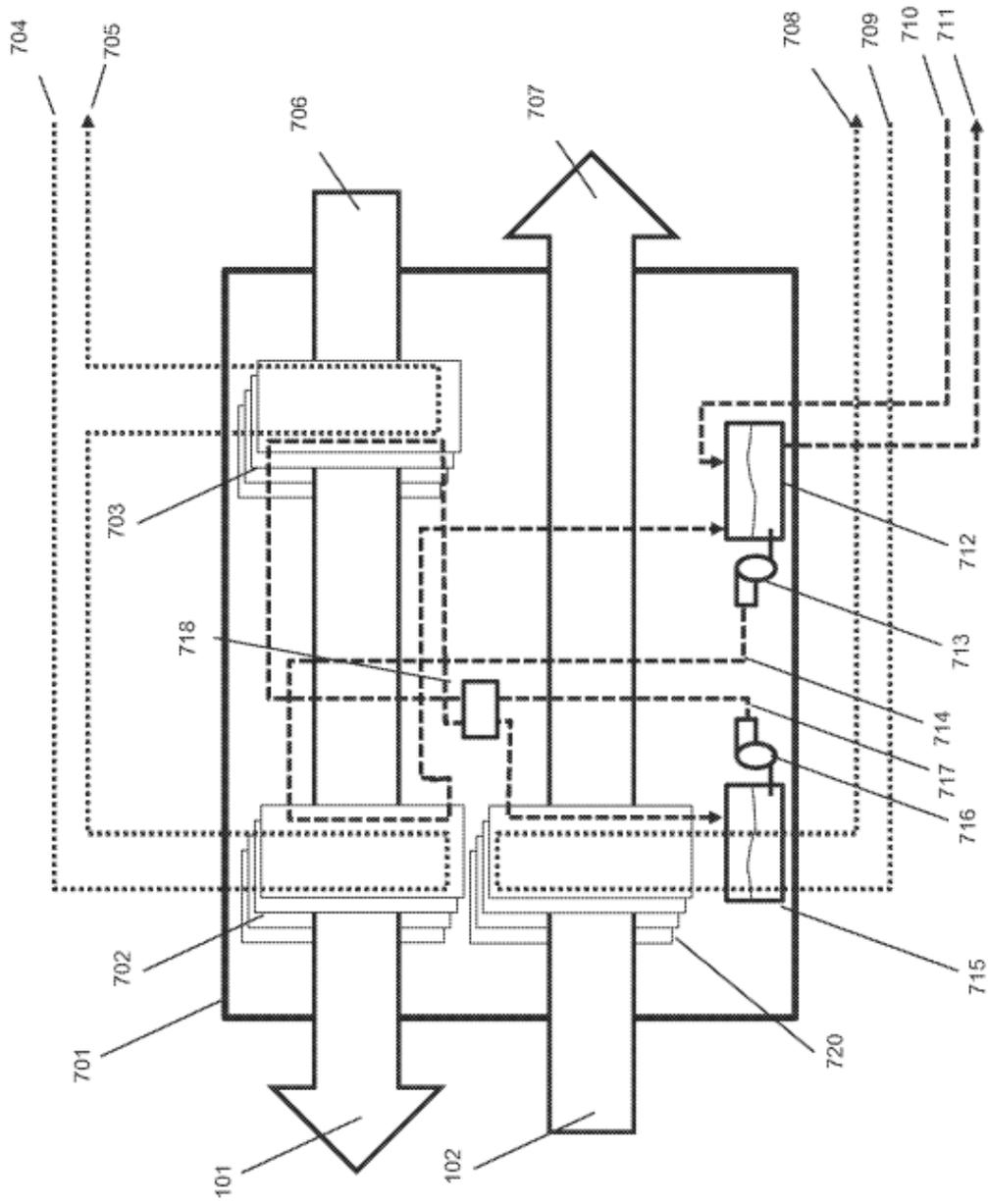


FIG. 8

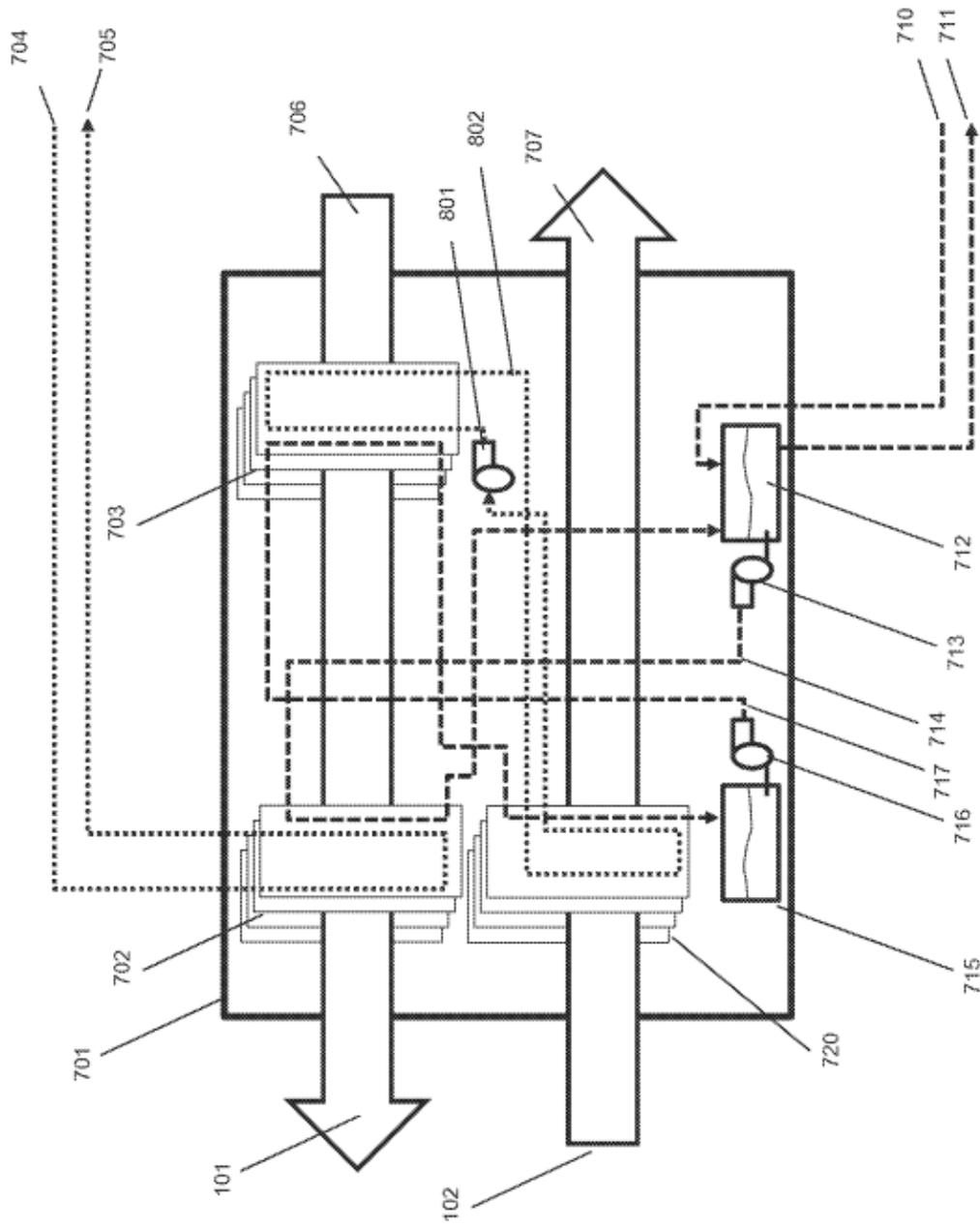


FIG. 9

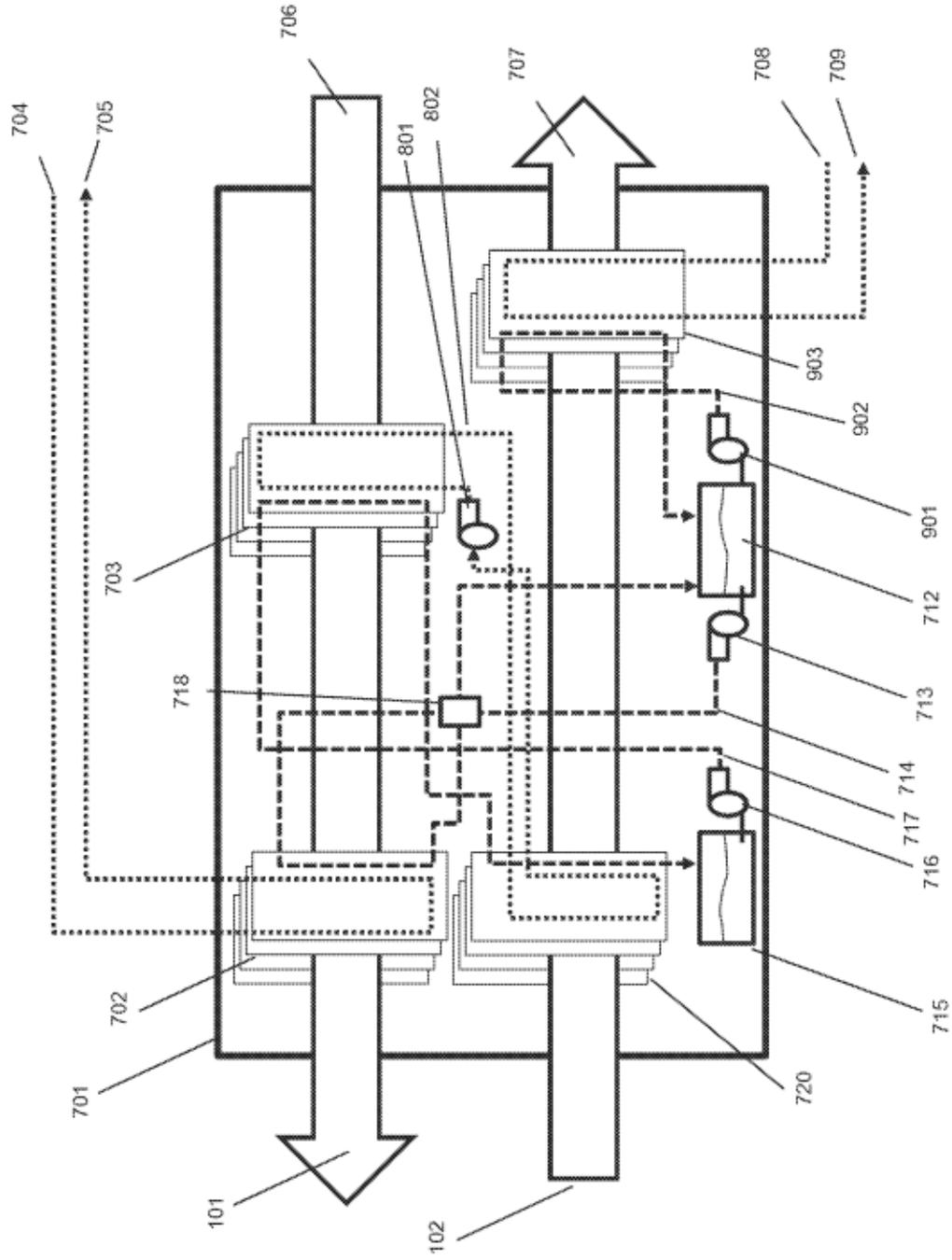


FIG. 10

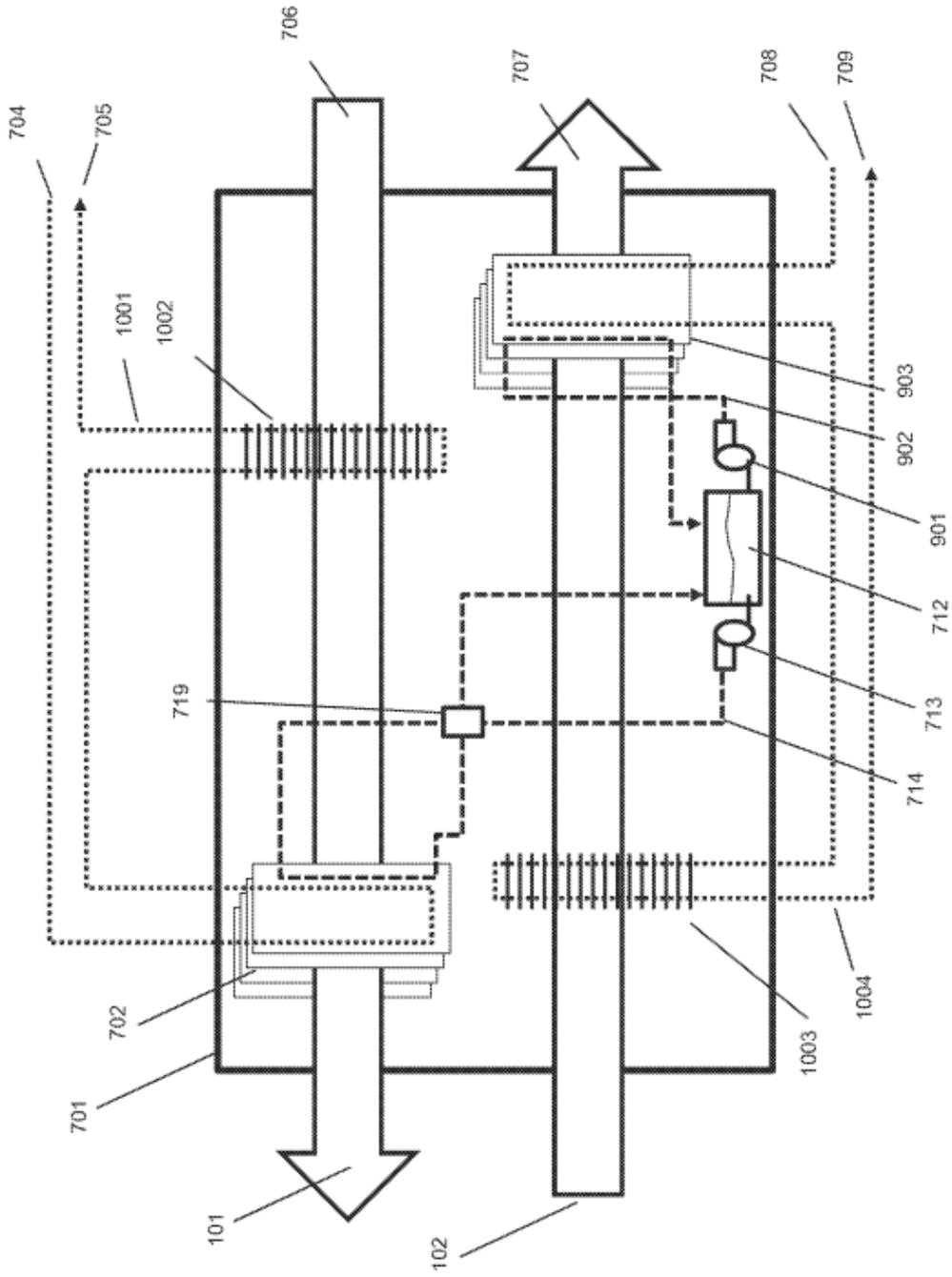


FIG. 11

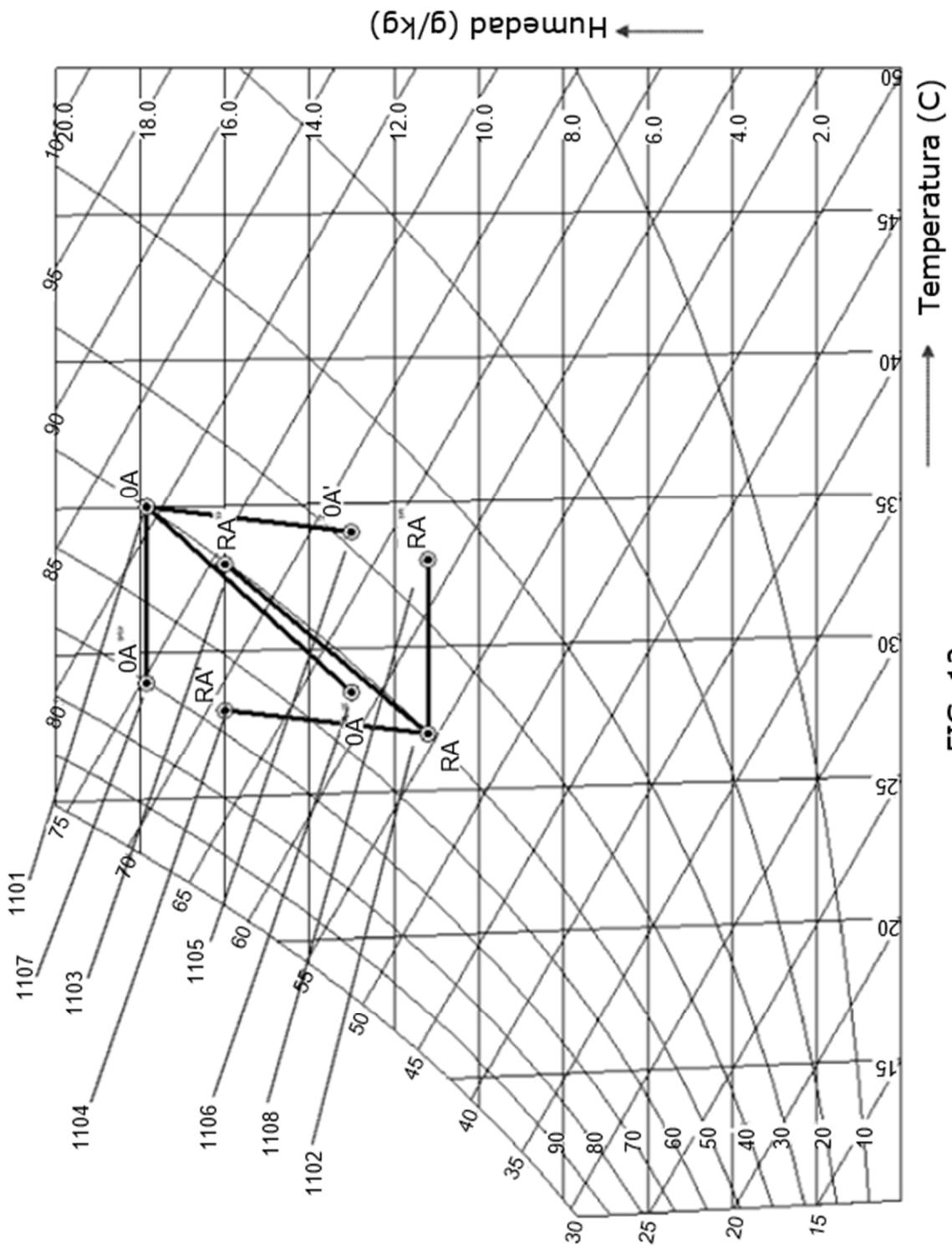


FIG. 12

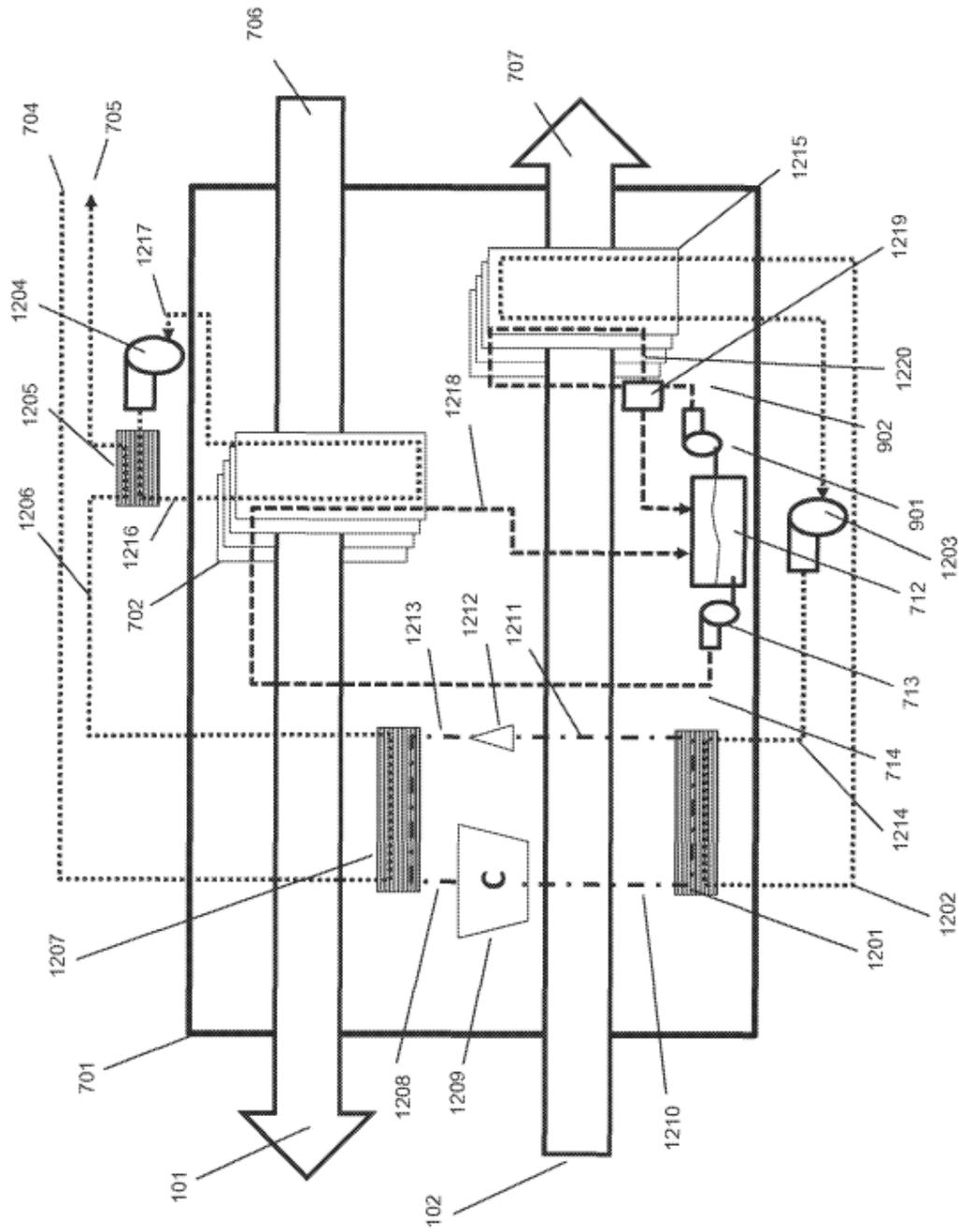


FIG. 13

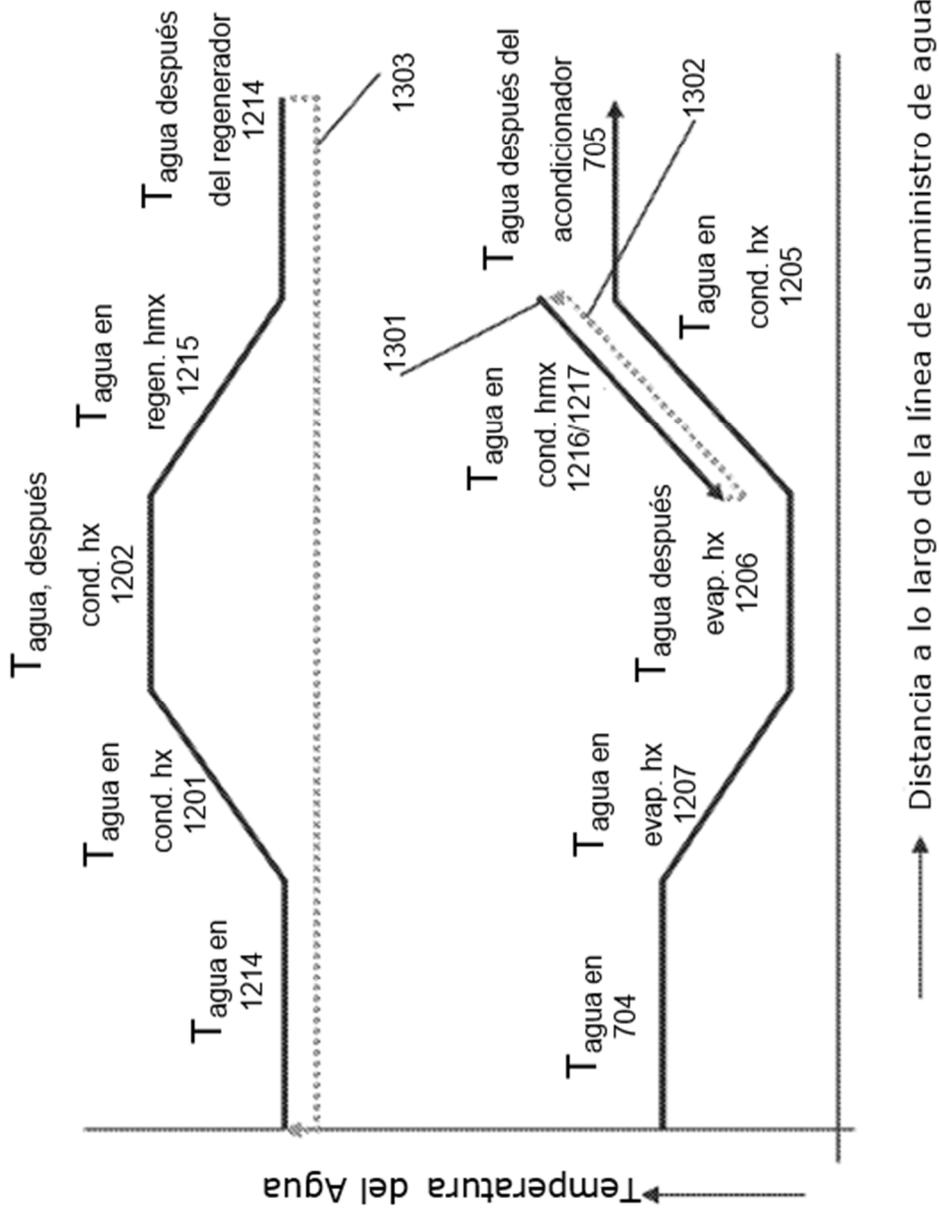


FIG. 14