

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 327**

51 Int. Cl.:

D06F 58/20 (2006.01)

D06F 58/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2015 PCT/IB2015/050984**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2015 WO15136393**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2015 E 15760660 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3117166**

54 Título: **Secadora de condensador de ciclo cerrado con regeneración de calor**

30 Prioridad:

11.03.2014 WO PCT/IB2014/059620
12.01.2015 US 201514594186

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.02.2021

73 Titular/es:

WATERGEN LTD (100.0%)
2 Granit Street
Petah Tiqwa 4951446, IL

72 Inventor/es:

KOHAVI, ARYE y
DULBERG, SHARON

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 804 327 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

Secadora de condensador de ciclo cerrado con regeneración de calor

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a secadoras de ropa y otros aparatos de secado, y particularmente a secadoras de condensador de ciclo cerrado.

10 Antecedentes de la invención

Se conocen diversas técnicas de secado en la técnica. Las técnicas de ejemplo incluyen técnicas de tubos de escape, técnicas basadas en condensadores, técnicas basadas en intercambiadores de calor y técnicas basadas en bombas de calor. Dichas técnicas se implementan, por ejemplo, en secadoras de ropa. Las diversas técnicas de secado difieren entre sí en parámetros tales como el costo y la eficiencia energética.

Por ejemplo, la patente de los Estados Unidos 8,438,751 describe una secadora que tiene una cámara de secado para artículos a secar y un conducto de aire de proceso que se encuentra un calentador para calentar el aire de proceso, un ventilador para impulsar el aire de proceso desde el calentador a través de la cámara de secado, y una disposición de intercambiador de calor. A través de la disposición del intercambiador de calor, se puede extraer calor del aire del proceso que fluye fuera de la cámara de secado, y el aire de proceso que fluye hacia el calentador se puede alimentar al intercambiador de calor.

La patente de Estados Unidos 8,240,064 describe una secadora que incluye una cámara de secado para los artículos a secar, un conducto de suministro de aire, un conducto de aire de proceso, un calentador en el conducto de aire de proceso para calentar el aire de proceso, un ventilador que guía el aire de proceso calentado sobre los artículos a secar, un conducto de aire de escape que dirige el aire de escape a una salida de aire de escape, y un filtro de pelusa que se puede limpiar interna y/o externamente en un conducto de aire recirculado que se divide en un punto de ramificación desde el conducto de aire de proceso al calentador y el conducto de aire de escape que conduce a la salida de aire de escape. El conducto de aire recirculado se une al conducto de suministro de aire aguas arriba del calentador.

La patente de los Estados Unidos 8,353,115 describe una secadora de aire de escape que incluye un flujo de aire de proceso que entra desde el exterior como suministro de aire, que elimina la humedad de la ropa introducida en un compartimento de tratamiento y que emerge hacia el exterior como aire de escape a través de una salida de aire, un intercambiador de calor entre el compartimento de tratamiento y la salida de aire, y una bomba de calor activa vista en la dirección del flujo de aire, que elimina el calor del flujo de aire de proceso, mientras forma condensado, y al mismo tiempo calienta el aire entrante.

La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos 2012/0030959 describe una secadora de tambor giratorio con función de reciclaje de calor y recolección de agua. La secadora seca la ropa rodante mediante energía térmica por calefacción eléctrica. Además, se instala una unidad de intercambio de calor con función de reciclaje de calor entre el flujo de aire a temperatura ambiente y el aire caliente descargado, para precalentar el flujo de aire de entrada por la energía térmica del aire caliente descargado a través de la unidad de intercambio de calor. La humedad se convierte en un estado líquido a través de un efecto de enfriamiento generado a través del intercambio de calor entre el aire caliente contenido en agua y el aire más frío y se recoge.

La patente de los Estados Unidos 8,572,862 describe un aparato de secado que incluye un tambor y una vía de flujo de aire de circuito abierto que se origina en una entrada de aire ambiente, pasa a través del tambor y termina en una salida de escape. Se incluye un intercambiador de calor pasivo para transferir pasivamente el calor del aire que fluye desde el tambor hacia la salida de escape al aire que fluye desde la entrada de aire ambiente hacia el tambor. También se incluye una bomba de calor para transferir activamente el calor del aire que fluye desde el intercambiador de calor pasivo hacia la salida de escape al aire que fluye desde el intercambiador de calor pasivo hacia el tambor. También se incluye un elemento de calentamiento para calentar aún más el aire que fluye desde la bomba de calor hacia el tambor.

La publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos 2012/0233876 describe una secadora de ropa doméstica en la que tanto el aire fresco que entra al tambor de lavadora como el aire que sale del tambor pasan a través de un conducto de recuperación térmica. El sistema de recuperación de calor de la secadora tiene un conducto concéntrico que incluye un paso de alta temperatura a través del cual fluye el aire de escape y un paso separado de baja temperatura a través del cual fluye el aire que entra. El calor del aire que sale se transfiere del paso de alta temperatura al aire que entra en el paso de baja temperatura. Esta transferencia de calor reduce la energía requerida para elevar el aire que entra a una temperatura de secado deseada. Los conductos de la secadora están diseñados para tener un diámetro exterior equivalente al de los conductos de tamaño estándar en las secadoras domésticas.

Las patentes europeas EP 2576889 y EP 2576888 describen secadoras de ropa termoeléctricas con bomba de calor.

La patente de Estados Unidos 7,526,879 describe una lavadora de tambor y una secadora de ropa equipada con un módulo termoeléctrico. El módulo termoeléctrico incluye un lado de absorción de calor y un lado de disipación de calor. El lado de absorción de se dispone en un paso de flujo de aire caliente.

La patente de los Estados Unidos 4,154,003 describe una combinación de lavadora y secadora compuesta de un recipiente interno y externo que están separados para formar una cámara de condensación entre ellos. Un medio refrigerante y el aire húmedo extraído del recipiente de secado interno son forzados simultáneamente a través de esa cámara que enfría el aire y hace que la humedad contenida en él se condense y, por lo tanto, se separe del aire. Se pueden emplear condensadores y separadores de agua adicionales para tratar aún más el aire circulante antes de que el aire se vuelva a calentar y se devuelva al contenedor de secado interno.

El documento GB570541 describe una máquina de secado de ropa y textiles que comprende tres secciones, una que comprende una cámara dividida en dos compartimentos.

Resumen de la invención

Como un ejemplo, que no forma parte de la presente invención, al menos uno del intercambiador de calor de regeneración y el elemento de enfriamiento están fabricados al menos parcialmente de un material que tiene baja conductividad térmica. Como un ejemplo, que no forma parte de la presente invención, al menos uno de los intercambiadores de calor de regeneración y el elemento de enfriamiento están fabricados al menos parcialmente de plástico. Como un ejemplo, que no forma parte de la presente invención, el intercambiador de calor de regeneración y el elemento de enfriamiento se fabrican conjuntamente en un único conjunto mecánico.

Como un ejemplo, que no forma parte de la presente invención, al transferir el calor, el intercambiador de calor de regeneración está configurado para enfriar y opcionalmente condensar el aire extraído del compartimento, y para calentar el aire que sale del elemento de enfriamiento. Como un ejemplo, que no forma parte de la presente invención, el elemento de enfriamiento incluye un intercambiador de calor de enfriamiento que está configurado para enfriar el aire extraído por intercambio de calor con el flujo de fluido externo.

Como ejemplo, que no forma parte de la presente invención, el elemento de calentamiento se configura para calentar el aire antes de reintroducirlo en el compartimento al menos parcialmente transfiriendo calor desde otro flujo de fluido. El otro flujo de fluido puede incluir el aire en la vía de circuito cerrado antes del elemento de enfriamiento. Alternativamente, el otro flujo de fluido puede incluir un flujo de fluido externo que sale del elemento de enfriamiento.

Como ejemplo, que no forma parte de la presente invención, el elemento de enfriamiento se configura para enfriar el aire al menos parcialmente transfiriendo calor a otro flujo de fluido. Como ejemplo, que no forma parte de la presente invención, el elemento de enfriamiento incluye un núcleo enfriado que está montado dentro del intercambiador de calor de regeneración, el núcleo se configura para enfriar el aire que fluye a través del intercambiador de calor de regeneración, y el intercambiador de calor de regeneración se configura para enfriar el aire extraído aguas arriba del núcleo transfiriendo calor al aire enfriado aguas abajo del núcleo, y para calentar el aire extraído aguas abajo del núcleo mediante el uso del calor del aire extraído aguas arriba del núcleo.

Como ejemplos, que no forman parte de la presente invención, el aparato de secado incluye un restrictor para permitir la expansión o contracción volumétrica de la vía de aire de circuito cerrado. En uno, un lado del restrictor está conectado a una ubicación de aire más seco y frío en la vía de circuito cerrado. En otro ejemplo, un lado del restrictor está conectado al flujo de fluido externo calentado por el elemento de enfriamiento. En otro ejemplo, un recinto empaqueta el aparato de secado y se dispone para emitir y absorber aire externo, y un lado del restrictor se configura para intercambiar aire con el lado interno del recinto.

En otro ejemplo, el elemento de enfriamiento se configura para convertir al menos parte de la energía térmica evacuada del aire del circuito cerrado en electricidad. En otro ejemplo, el aparato de secado incluye una vía de fluido externo, que se configura para explotar al menos parte de la energía térmica añadida en el aparato de secado al fluido externo, haciendo circular el fluido externo a través de un sistema externo. En otro ejemplo, el aparato de secado incluye una vía de fluido, que se configura para explotar al menos parte de la energía térmica emitida desde la vía de aire de circuito cerrado almacenando la energía térmica en uno o más depósitos de calor. Los depósitos de calor pueden incluir al menos uno de un fluido, un material de cambio de fase (PCM) y un material que almacena la energía térmica al reaccionar químicamente.

La presente invención proporciona, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, un aparato de secado que incluye al menos un primer y un segundo compartimentos para contener objetos a secar, caracterizado por una vía de aire de circuito cerrado. La vía de aire de circuito cerrado se configura para hacer circular el aire en cascada a través de al menos el primer y segundo compartimento, extraer aire del primer compartimento, secar y recalentar el aire extraído del primer compartimento e introducir el aire seco y recalentado en el segundo compartimento; y un intercambiador de calor de regeneración, que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado.

En algunas modalidades, el aparato de secado en donde el intercambiador de calor de regeneración se configura para

secar y recalentar el aire extraído del primer compartimento mediante el uso del calor del aire extraído del segundo compartimento. En algunas modalidades, el aparato de secado incluye un segundo intercambiador de calor de regeneración que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para secar y recalentar el aire que entra al primer compartimento mediante el uso del calor del aire enfriado en el intercambiador de calor de regeneración.

En otra modalidad, el aparato de secado en donde el intercambiador de calor de regeneración se configura para secar y recalentar el aire que entra al primer compartimento mediante el uso del calor del aire extraído del segundo compartimento. En aún otra modalidad, el aparato de secado incluye un elemento de calentamiento, que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para calentar el aire antes de la entrada al segundo compartimento. En aún otra modalidad, el aparato de secado incluye un elemento de enfriamiento, que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para eliminar la humedad del aire de la vía de aire de circuito cerrado evacuando calor del aire después de la extracción del segundo compartimento y antes de entrar en el primer compartimento.

Se proporciona, además de acuerdo con una modalidad de la presente invención, un método de secado.

La presente invención se entenderá más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de las modalidades de la misma, tomada junto con los dibujos en los que:

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1 y 2 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente las secadoras de ropa basadas en condensadores de ciclo cerrado;
La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa basada en bombas de calor;
Las Figuras 4-7 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente secadoras de ropa basadas en condensadores;
La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa que usa un intercambiador de calor que tiene un núcleo enfriado;
La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un intercambiador de calor que tiene un núcleo enfriado usado en la secadora de ropa de la Figura 8;
La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la secadora de ropa de la Figura 8;
Las Figuras 11-14 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente secadoras de ropa que tienen múltiples compartimentos, de acuerdo con modalidades de la presente invención;
Las Figuras 15 y 16 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente secadoras de ropa que exportan calor a un sistema externo; y
La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa que tiene un generador termoeléctrico (TEG) que sirve como elemento de enfriamiento.

Descripción detallada de modalidades

Descripción general

Las modalidades de la presente invención que se describen en la presente descripción proporcionan métodos y sistemas mejorados para el secado. Las modalidades descritas en la presente descripción se refieren principalmente a secadoras de ropa, pero las técnicas descritas se pueden usar en varias otras aplicaciones adecuadas que implican secado.

En algunos ejemplos, una secadora comprende un compartimento que contiene objetos para secar, por ejemplo, un tambor para mantener la ropa a secar. Una vía de circuito cerrado se extrae del aire del compartimento que incluye humedad en forma de vapor. La vía de circuito cerrado enfría el aire extraído mediante el uso de un elemento de enfriamiento. La operación de enfriamiento hace que al menos parte de la humedad se condense y, por lo tanto, seca el aire extraído. La vía de circuito cerrado vuelve a calentar el aire frío y seco con un elemento de calentamiento y reintroduce el aire recalentado en el compartimento.

Para mejorar la eficiencia energética de la secadora, se inserta un intercambiador de calor de regeneración en la vía de aire de circuito cerrado. El intercambiador de calor de regeneración intercambia calor entre el aire extraído del compartimento y el aire enfriado por el elemento de enfriamiento antes del recalentamiento: El aire extraído del compartimento se enfría y condensa por el aire que sale del elemento de enfriamiento y el aire que sale del enfriamiento se calienta por el aire extraído del compartimento.

Al realizar la operación de intercambio de calor descrita anteriormente dentro de la vía de aire de circuito cerrado, una porción considerable de energía térmica, que se ha eliminado del aire y del vapor de agua de condensación, se reutiliza y se retroalimenta al compartimento. En consecuencia, la eficiencia energética de la secadora mejora considerablemente, por ejemplo, en un factor de 10-20 %.

La solución descrita se puede ver como un esquema de circuito cerrado que tiene dos operaciones de intercambio de

calor: una como elemento de enfriamiento y otra como un intercambiador de calor de regeneración. En el presente contexto, el término "intercambiador de calor de regeneración insertado en la vía de circuito cerrado" significa que el intercambiador de calor realiza el intercambio de calor de regeneración entre el aire en dos ubicaciones diferentes a lo largo de la vía de circuito cerrado que tiene diferentes estados termodinámicos: El aire extraído del compartimento y el aire enfriado por el elemento de enfriamiento.

En la presente descripción se describen varias implementaciones de ejemplo de este esquema. En algunos ejemplos, el elemento de enfriamiento comprende un intercambiador de calor adicional que intercambia calor con aire externo. En otros ejemplos, el elemento de enfriamiento y el elemento de calentamiento son parte de una bomba de calor. En aún otros ejemplos, el elemento de enfriamiento comprende un núcleo enfriado que está montado dentro del intercambiador de calor. Los aspectos de deshumidificación del uso de un intercambiador de calor que tiene un núcleo enfriado se abordan en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos 2014/0261764 y la publicación internacional PCT WO 2014/141059.

En algunos ejemplos, el intercambiador de calor de regeneración y/o el elemento de enfriamiento están fabricados de un material que tiene baja conductividad térmica, tal como el plástico. En un ejemplo, el intercambiador de calor de regeneración y el elemento de enfriamiento se fabrican en un único conjunto mecánico, por ejemplo, mediante el uso de una o más duplicaciones de hojas de plástico similares.

En otros ejemplos que se describen en la presente descripción, el aire que vuelve a entrar en el compartimento se calienta mediante un enfriador termoeléctrico (TEC). En algunos de estos ejemplos, el lado frío del TEC está en contacto con el aire húmedo antes de entrar al elemento de enfriamiento. En ejemplos alternativos, el lado frío del TEC está en contacto con el aire externo antes de salir de la secadora. En algunos ejemplos, una bomba de calor puede reemplazar la funcionalidad TEC, y *viceversa*.

En otros ejemplos descritos, una secadora comprende múltiples compartimentos, por ejemplo, para secar múltiples tipos diferentes de ropa. La vía de circuito cerrado atraviesa los múltiples compartimientos en cascada. Cada compartimento está acoplado a un intercambiador de calor respectivo, que intercambia calor entre el aire que entra al compartimento y el aire eliminado del último compartimento en la cascada. Al reutilizar el calor en múltiples etapas de esta manera, se puede lograr una eficiencia considerablemente alta.

En otros ejemplos, el calor que elimina el elemento de enfriamiento se reutiliza para calentar un sistema externo, por ejemplo, una lavadora o algún sistema de calefacción central. El calor eliminado puede almacenarse alternativamente y usarse posteriormente internamente, por ejemplo, en un ciclo de secado posterior.

En otros ejemplos, el elemento de enfriamiento comprende un generador termoeléctrico (TEG) u otro generador de calor, que convierte parte del calor eliminado en electricidad. La electricidad cosechada puede usarse internamente en la secadora para mejorar aún más su eficiencia, o exportarse a un sistema externo.

SECADORA BASADA EN CONDENSADORES CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REGENERACIÓN E INTERCAMBIADOR DE CALOR DE ENFRIAMIENTO

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa basada en condensadores 20, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. La secadora 20 comprende un compartimento para contener objetos para secar, en el presente ejemplo un tambor 24 para contener ropa 28 para secar. El tambor 24 puede estar girando, por ejemplo, mediante el uso de un motor eléctrico. Alternativamente, se puede usar cualquier otro tipo de compartimento adecuado.

La secadora 20 seca la ropa 28 mediante el uso de un ciclo de aire de circuito cerrado, denominado en la presente descripción una vía de circuito cerrado. El término "circuito cerrado" significa que el aire se extrae del tambor 24, se deshumidifica y luego se reintroduce en el tambor. En otras palabras, un ciclo de secado de circuito cerrado generalmente no introduce aire del exterior de la secadora en el tambor y no extrae aire del tambor al exterior de la secadora. (En algunos ejemplos, se puede liberar una pequeña cantidad de aire del circuito cerrado o agregarse al circuito cerrado, por ejemplo, a través de un restrictor o boquilla adecuados, cuya función se explicará a continuación. No se considera que este mecanismo viole el ciclo de circuito cerrado. Además, la fuga de aire hacia o desde los elementos de ciclo cerrado, que es común en cualquier implementación práctica de ciclo cerrado, tampoco se considera una violación del ciclo de circuito cerrado).

En la vía de circuito cerrado de ejemplo de la Figura 1, un ventilador 36 extrae aire caliente y húmedo 40 del tambor 24 a través de un filtro de fibra 32. El aire 40 pasa a través de un intercambiador de calor de regeneración 44, cuya función se describe en detalle a continuación. El aire 48 que sale del intercambiador de calor 44 es más frío y típicamente tiene una humedad relativa más alta que el aire 40 que entra al intercambiador de calor. Típicamente, la condensación ocurrirá en el intercambiador de calor 44, a medida que el aire 40 se enfría, satura y continúa enfriándose, produciendo así agua condensada 92.

El aire 48 sale del intercambiador de calor 44 y puede pasar por el lado frío de un dispositivo 52 de Enfriador

Termoeléctrico (TEC). Típicamente, la condensación también ocurrirá en el lado frío del dispositivo TEC, ya que el aire 44 continúa enfriándose, produciendo así más agua condensada 92. El aire 48 sale del lado frío del dispositivo TEC como aire 56 y continúa hacia un elemento de enfriamiento.

En el ejemplo de la Figura 1, el elemento de enfriamiento comprende un intercambiador de calor 60 (también denominado intercambiador de calor de enfriamiento) que enfría el aire 48 intercambiando calor con aire externo 80. En el presente ejemplo, el lado frío de un dispositivo TEC también es parte del elemento de enfriamiento. El aire externo 80 pasa a través de un filtro de polvo 82 para convertirse en aire filtrado 84, y entra al intercambiador de calor 60 como medio de enfriamiento. El aire 56 se enfría y se condensa en el intercambiador de calor 60, produciendo así más agua condensada 92, mientras se calienta el aire externo 84. El agua 92 normalmente se elimina mediante una bomba 94 y una tubería de drenaje 96.

El aire 64 que sale del intercambiador de calor 60 es, típicamente, ligeramente más caliente que la temperatura ambiente, saturado de humedad, pero tiene una humedad absoluta baja. El aire 64 entra al intercambiador de calor de regeneración 44, y fluye contra el aire caliente y húmedo 40 que se extrajo del tambor 24. El intercambio de calor en el intercambiador de calor de regeneración 44 tiene dos efectos: el aire 68 sale del intercambiador de calor 44 está más caliente y seco que el aire 64 que entra al intercambiador de calor; y el aire 48 sale del intercambiador de calor 44 es más frío y tiene una humedad relativa más alta que el aire 40 entra al intercambiador de calor.

Para concluir el proceso de circuito cerrado, el aire 68 se calienta aún más mediante un elemento de calentamiento, para producir aire caliente y seco 76, y el aire 76 se reintroduce en el tambor 24. En algunos ejemplos, el elemento de calentamiento comprende un calentador eléctrico 72. Adicional o alternativamente, el elemento de calentamiento puede comprender el lado caliente del dispositivo TEC 52. Un ventilador 88 elimina el aire 86 del intercambiador de calor 60 al entorno externo.

Dado que se agrega energía térmica a la vía de circuito cerrado (por ejemplo, mediante el uso del elemento de calentamiento, ya sea el calentador 72, TEC 52 o cualquier otra alternativa o combinación), el aire extraído 86 debe estar más caliente que el ambiente para disponer de la energía agregada. Tenga en cuenta que no se agrega humedad al aire eliminado y, por lo tanto, el proceso eventualmente condensará casi toda el agua que se extrajo del tambor 24.

En algunos ejemplos, un restrictor 100 (por ejemplo, una tobera) se une entre la ubicación donde el aire es más seco y frío en la vía de circuito cerrado y entre la ubicación más caliente en el proceso externo. El restrictor permite pequeños cambios volumétricos de aire en el ciclo de circuito cerrado. Por ejemplo, cuando el volumen de aire del circuito cerrado se expande (por ejemplo, debido al calentamiento y/o la evaporación del agua), el exceso de aire frío y seco puede liberarse del ciclo cerrado a través del restrictor hacia el aire de proceso externo. Como otro ejemplo, cuando el volumen de aire de circuito cerrado se contrae (por ejemplo, debido a enfriamiento y/o condensación de agua), el aire caliente del proceso externo se puede agregar al circuito cerrado a través del restrictor, para compensar el volumen contraído.

Sin embargo, en algunos ejemplos, un lado del restrictor puede colocarse en cualquier otra ubicación adecuada en la vía de circuito cerrado, y el otro lado del restrictor puede colocarse en cualquier otra ubicación adecuada en el aire de proceso externo.

En ejemplos alternativos, TEC 52 puede ser reemplazado por una bomba de calor. Dicha bomba de calor usa típicamente un ciclo de refrigerante, que hace circular un refrigerante a través de un evaporador de refrigerante, un compresor, un condensador de refrigerante y una válvula de expansión. El evaporador de refrigerante funciona como el lado frío de TEC 52, y el condensador de refrigerante funciona como el lado caliente de TEC 52.

En general, en todos los ejemplos descritos en la presente descripción, un dispositivo TEC puede ser reemplazado por una bomba de calor, y *viceversa*.

En algunos ejemplos, un controlador 104, por ejemplo, un microprocesador adecuado, controla y gestiona el funcionamiento de la secadora.

En algunos ejemplos, el intercambiador de calor 44 y/o el intercambiador de calor 60 están fabricados a partir de un material que tiene baja conductividad térmica, por ejemplo, plástico u otro material no metálico. En algunos ejemplos, los dos intercambiadores de calor en la secadora 20 (intercambiador de calor 44 y elemento de enfriamiento 60) se fabrican en un único conjunto mecánico. Por ejemplo, los intercambiadores de calor 44 y 60 pueden tener estructuras foliares similares, y pueden fabricarse en plástico usando un solo molde (con o sin pequeñas variaciones).

En ejemplos alternativos, la funcionalidad del intercambiador de calor 44 puede incluirse en el dispositivo TEC 52, y los dos elementos pueden unirse e implementarse en un solo componente.

SECADORA BASADA EN CONDENSADORES CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REGENERACIÓN UNIFICADO E INTERCAMBIADOR DE CALOR DE ENFRIAMIENTO

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa basada en condensadores 22, de acuerdo con otros ejemplos de la presente invención. Los ciclos de flujo generales y la funcionalidad de la secadora 22 son los mismos que los de la secadora 20 en la Figura 1. Sin embargo, en los ejemplos de la Figura 2, un conjunto de intercambiador de calor unificado 170 comprende tanto un intercambiador de calor de regeneración 144 como un elemento de enfriamiento 160 en una estructura mecánica unificada. El intercambiador de calor 144 lleva a cabo la funcionalidad del intercambiador de calor 44 en la Figura 1. El intercambiador de calor 160 lleva a cabo la funcionalidad del intercambiador de calor 60 en la Figura 1.

SECADORA BASADA EN BOMBAS DE CALOR CON INTERCAMBIADOR DE CALOR ADICIONAL

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa 200 con bomba de calor basada en refrigerante, de acuerdo con aún otro ejemplo de la presente invención. La secadora 200 comprende una bomba de calor que tiene un ciclo de refrigerante, que hace circular un refrigerante a través de un evaporador de refrigerante 204, un compresor 208, un condensador de refrigerante 212 y una válvula de expansión 206. Así, en el presente ejemplo, el evaporador de refrigerante 204 sirve como elemento de enfriamiento, y el condensador de refrigerante 212 sirve como elemento de calentamiento.

El exceso de calor se elimina del evaporador refrigerante 204 mediante el uso del aire externo y filtrado 84, impulsado por el ventilador 88. El aire sale del sistema más caliente de lo que entra, marcado como 86. En algunos ejemplos, el evaporador refrigerante 204 se puede dividir en dos evaporadores refrigerantes diferentes (no mostrados en la figura), uno para ser usado como elemento de enfriamiento del ciclo cerrado y otro para ser enfriado por la corriente de aire externa.

El aire 48 fluye a través del elemento de enfriamiento 204, se enfría y condensa produciendo de esta manera más agua de condensación 92, y luego sale del elemento de enfriamiento como aire 264. El aire 264 es frío, tiene una humedad relativa alta, pero tiene una humedad absoluta baja. El aire 264 se calienta mediante el intercambiador de calor de regeneración 44, y sale como aire 268 que es más caliente y más seco. El aire 268 continúa fluyendo a través del elemento de calentamiento 212, y también puede ser calentado por el calentador eléctrico 72 para producir aire caliente y seco 276. Para concluir el proceso de circuito cerrado, el aire 276 se reintroduce en el tambor 24.

SECADORA BASADA EN CONDENSADORES CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REGENERACIÓN, UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REFRIGERACIÓN Y CON REUTILIZACIÓN DE CALOR EMITIDA

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa basada en condensadores 300, de acuerdo con aún un ejemplo de la presente invención. En la secadora 300, el elemento de calentamiento comprende el lado caliente de un dispositivo TEC 70 que usa el calor de flujo externo para calentar el flujo de aire seco de ciclo cerrado que entra al tambor.

El aire 48 entra al intercambiador de calor 60, se enfría por transferencia de calor al aire 84 y existe como aire 62. El aire 62 que sale del intercambiador de calor 60 entra al intercambiador de calor de regeneración 44, se calienta por transferencia de calor desde el aire 40 y sale como aire 66. El lado caliente del dispositivo TEC 70 calienta el aire 66 mediante el uso de algo del calor del aire externo 86 que previamente se calentó en el intercambiador de calor 60. El elemento de calentamiento también puede comprender un calentador 74.

Después de pasar algo de calor al lado frío de TEC 70, un ventilador 88 elimina el aire 90 de la secadora 300 al ambiente externo.

Las Figuras 5-7 describen varias variaciones posibles de la secadora 300 de acuerdo con algunos ejemplos de la presente invención. El ejemplo de la Figura 5 incluye un intercambiador de calor unificado 370 que comprende intercambiadores de calor 344 y 360 en un único conjunto mecánico. El intercambiador de calor 344 funciona como intercambiador de calor 44 en la Figura 4, y el intercambiador de calor 360 funciona como intercambiador de calor 60 en la Figura 4. La Figura 6 incluye una bomba de calor (que comprende un evaporador de refrigerante 224, un compresor 232, un condensador de refrigerante 236 y una válvula de expansión 228) que reemplaza al TEC 70 mencionado en la Figura 4. La Figura 7 es una combinación de las variaciones descritas en ambas Figuras 5 y 6: La bomba de calor reemplaza el dispositivo TEC y los intercambiadores de calor están unificados.

SECADORA CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE NÚCLEO ENFRIADO

En algunos ejemplos de la presente invención, el elemento de enfriamiento comprende un núcleo enfriado que está montado dentro del intercambiador de calor. La deshumidificación mediante el uso de un intercambiador de calor que tiene un núcleo enfriado se aborda en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos 2014/0261764 y la publicación internacional PCT WO 2014/141059, citadas anteriormente. Estas referencias también proporcionan ejemplos de configuraciones mecánicas de tales intercambiadores de calor. Cualquiera de las configuraciones descritas en estas referencias puede usarse en el ciclo de circuito cerrado de las secadoras descritas en la presente descripción.

Las Figuras 8 y 9 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente una secadora de ropa 350 que usa un intercambiador de calor que tiene un núcleo enfriado, y detalles de este intercambiador de calor, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. En este ejemplo, la secadora comprende un conjunto integrado de refrigeración e intercambio de calor 390. El conjunto 390 usa aire externo 80 para enfriar un núcleo 360 que se coloca dentro de un intercambiador de calor 344. El aire que sale del núcleo se denota 86. (En ejemplos alternativos, el núcleo 360 puede enfriarse mediante el uso de líquido, gas, refrigerante o cualquier otro fluido externo adecuado). El núcleo enfriado 360 sirve como elemento de enfriamiento de la secadora.

El aire 40, que se extrajo del tambor 24, se divide en dos flujos denominados 40A y 40B. Los dos flujos se aplican a dos entradas respectivas del intercambiador de calor 344, y fluyen uno a través del otro en vías de contraflujo alternantes del intercambiador de calor. El flujo 40A se enfría primero en el intercambiador de calor 344A (antes de alcanzar el núcleo 360) mediante intercambio de calor con el flujo 62B que abandona el núcleo. De manera similar, el flujo 40B se enfría primero en el intercambiador de calor 344B (antes de alcanzar el núcleo 360) mediante intercambio de calor con el flujo 62A que abandona el núcleo. Los dos flujos se enfrían entonces fluyendo sobre el núcleo 360 contra el aire externo 84 que absorbe el calor durante este proceso.

El aire externo 80, impulsado por el ventilador 88, entra a la secadora y es filtrado por el filtro de aire 82 para eliminar el polvo y la suciedad. El aire filtrado 84 entra al núcleo enfriado 360 como el medio de enfriamiento. Mientras que el flujo 84 enfría los flujos 48A y 48B en el intercambiador de calor 360, los flujos 84A y 84B se calientan más y salen del intercambiador de calor 360 como flujo 86, que es más caliente que el ambiente y seco.

En otras palabras, cada uno de los flujos 40A y 40B se somete a tres procesos sucesivos en el conjunto 390: enfriamiento en un primer lado del intercambiador de calor 344 transfiriendo el calor al otro flujo que ya estaba enfriado por el núcleo 360; enfriamiento adicional fluyendo sobre el núcleo 360; y finalmente calentamiento en el otro lado del intercambiador de calor 344 mediante el uso del calor del otro flujo que está entrando en el intercambiador de calor.

Como un resultado de esta operación de unión (que es similar a las operaciones separadas de enfriamiento por el condensador 60 y el intercambio de calor por el intercambiador de calor 44 de la Figura 4), el aire 62 que sale del conjunto 390 es considerablemente más seco que el aire 40 que entra en el conjunto 390. La humedad extraída por el conjunto 360 se condensa para producir agua condensada 92.

En un ejemplo, una unión 352 está conectada al restrictor 100 (conjunto exterior 390). El restrictor 100 (por ejemplo, una tobera) permite liberar o agregar pequeñas cantidades de aire desde/hacia la vía de circuito cerrado según sea necesario. El restrictor 100 realiza una función similar al restrictor 100 de las Figuras 1-7 arriba.

Como en ejemplos anteriores, el aire 86 se calienta y luego se reintroduce en el tambor 24. En el presente ejemplo, el aire 86 se calienta mediante una bomba de calor (evaporador de refrigerante 224, compresor 232, condensador de refrigerante 236 y válvula de expansión 228) mediante el uso del calor del aire externo calentado que está a punto de salir de la secadora. Alternativamente, el calentamiento puede ser realizado por TEC 72, como se explicó anteriormente. Además o alternativamente, el aire 86 puede calentarse mediante el calentador eléctrico 74 antes de volver a entrar en el tambor 24.

En algunos ejemplos de esta invención, el núcleo 360 se enfría por aire externo 84, produciendo de esta manera aire caliente 86. (Como se señaló anteriormente, el núcleo puede enfriarse alternativamente usando cualquier líquido, gas, refrigerante u otro fluido adecuado).

La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la secadora de ropa 350, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención descrita en las Figuras 8 y 9. Esta figura muestra un ejemplo ilustrativo de implementación del conjunto 390. Las implementaciones de este tipo se describen, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos 2014/0261764, citada anteriormente.

Como puede verse en la figura, los flujos de aire 40A y 40B entran en el conjunto 390 a través de vías adecuadas en la parte superior del conjunto, y los flujos de aire 66A y 66B salen del conjunto 390 a través de vías adecuadas en la parte inferior del conjunto. El aire externo 84, para enfriar el núcleo 360, entra por detrás del conjunto y el aire 86 sale del núcleo por la parte delantera.

SECADOR DE CONDENSADOR DE TAMBOR MÚLTIPLE CON INTERCAMBIADORES DE CALOR DE REGENERACIÓN MÚLTIPLE

Las Figuras 11-14 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente secadoras de ropa que tienen múltiples compartimentos, de acuerdo con ejemplos de la presente invención. En las configuraciones descritas, una vía de aire de circuito cerrado atraviesa los compartimentos múltiples (por ejemplo, tambores) en cascada. Cada compartimento está acoplado a un intercambiador de calor de regeneración respectivo, que intercambia calor entre el aire retirado del último compartimento y el aire que entra a los otros compartimentos en la cascada. La vía de circuito cerrado típicamente comprende un único elemento de enfriamiento.

Los ejemplos a continuación se refieren a tres compartimentos, en aras de la claridad. Alternativamente, sin embargo, las técnicas descritas pueden usarse para implementar secadores de múltiples compartimentos que tengan cualquier otro número adecuado de compartimentos.

La Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa de tambor múltiple 400, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La secadora 400 tiene tres tambores 24A...24C para secar la ropa 28A...28C, respectivamente. Una vía de aire de circuito cerrado atraviesa los tres tambores en cascada: el aire extraído de un tambor determinado se seca y calienta, y luego se introduce en el siguiente tambor en la cascada. El último tambor en la cascada, en el presente ejemplo del tambor 24A, es el más caliente de los tres.

El calor del aire caliente y húmedo 40A, retirado del tambor más caliente, se transfiere mediante el uso de los respectivos intercambiadores de calor de regeneración al aire que entra a cada tambor. El flujo de aire cae en cascada desde la salida de un tambor a la entrada del siguiente, es decir, desde el tambor 24C hacia el tambor 24B, y desde el tambor 24B hacia el tambor 24A. En esta forma de conexión, la energía requerida para secar los objetos en todos los tambores es casi igual a la energía requerida para secar objetos en un solo tambor. La energía térmica se evacua al ambiente mediante el uso del elemento de enfriamiento 60 intercambiando calor al flujo de aire externo.

En el ejemplo de la vía de circuito cerrado de la Figura 11, un ventilador 36 extrae aire caliente y húmedo 40A del tambor 24A a través de un filtro de fibra 32A. El aire 40A pasa a través de un intercambiador de calor de regeneración 44A. El aire 40A sale del intercambiador de calor 44A como aire 40B, que es más frío y típicamente tiene una humedad relativa más alta que el aire 40A que entra al intercambiador de calor. Típicamente, la condensación ocurrirá en el intercambiador de calor de regeneración 44A, a medida que el aire 40A se enfría, satura y continúa enfriándose, produciendo así agua condensada 92.

El aire 40B fluye hacia el intercambiador de calor 44B para un enfriamiento adicional mediante intercambio de calor. A medida que el aire 40B continúa enfriándose, produciendo así más agua condensada 92, sale del intercambiador de calor de regeneración 44B como aire 40C. El aire 40C fluye hacia el intercambiador de calor de regeneración 44C para un enfriamiento adicional mediante intercambio de calor. A medida que el aire 40C continúa enfriándose, produciendo así más agua condensada 92, sale del intercambiador de calor 44C como aire 48.

En algunas modalidades, el aire 48 fluye hacia el lado frío de un dispositivo TEC 52 para enfriamiento adicional, y para reutilizar parte del calor de condensación para el elemento de calentamiento. El aire 48 sale del lado frío del dispositivo TEC como aire 56.

Ya sea que se use o no el dispositivo TEC 52, el aire 48 continúa y se convierte en aire 56 para ser enfriado mediante el uso del elemento de enfriamiento 60 mediante intercambio de calor, produciendo así más agua condensada 92. El aire sale del elemento de enfriamiento como aire 64C y entra al intercambiador de calor de regeneración 44C. En el intercambiador de calor 44C, el aire 64C se calienta por intercambio de calor y sale más caliente y más seco como aire 68C. El aire 68C entra al tambor 24C para secar los objetos dentro de ese tambor.

El aire sale del tambor 24C a través del filtro de fibra 32C como aire 64B, y entra en el intercambiador de calor de regeneración 44B. En el intercambiador de calor 44B, el aire 64B se calienta por intercambio de calor y sale más caliente y más seco como aire 68B. El aire 68B entra al tambor 24B para secar los objetos dentro de ese tambor.

El aire sale del tambor 24B a través del filtro de fibra 32B como aire 64A, y entra en el intercambiador de calor de regeneración 44A. En el intercambiador de calor 44A, el aire 64A se calienta mediante intercambio de calor y sale más caliente y más seco como aire 68A. El aire 68A podría calentarse por el lado caliente de un dispositivo TEC 52 y/u otro elemento de calentamiento, tal como el calentador eléctrico 72. Después de calentar, el aire se calienta y se seca como aire 76 y entra en el tambor 24A para secar los objetos dentro de ese tambor, para concluir la operación del ciclo cerrado. En el presente ejemplo, el aire en el ciclo cerrado es impulsado por el ventilador 36, que puede ubicarse en cualquier ubicación práctica en el ciclo cerrado.

El ventilador 88 impulsa el proceso de aire externo para enfriar el elemento refrigerante 60 mediante intercambio de calor. El aire externo 80 entra a la secadora a través de un filtro de polvo y suciedad 82, procede como aire limpio y relativamente frío 84 hacia el elemento de enfriamiento 60, se calienta en el elemento de enfriamiento mediante intercambio de calor y sale más caliente hacia el ambiente.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa de tambor múltiple 450, de acuerdo con otra modalidad de la presente invención. La funcionalidad de la secadora 450 es similar a la funcionalidad de la secadora 400 de la Figura 11, con varias diferencias:

- El tambor 24A no es necesariamente el tambor más caliente. Las relaciones de temperatura entre los tambores pueden establecer los diversos elementos de calentamiento (TEC y/o calentadores).
- Los flujos de aire 68A...68C se calientan por los lados calientes de los respectivos dispositivos TEC 52A...52C (y/o por calentadores eléctricos 72A...72C) antes de entrar en los tambores 24A...24C a medida que el aire fluye 76A...76C, respectivamente.

- El flujo 48 en la secadora 450 se divide en 3 flujos. Los tres flujos son impulsados por ventiladores respectivos separados 36A...36C. Alternativamente, el flujo 48 puede ser impulsado por un solo ventilador y dividido por un distribuidor (no se muestra en el diagrama).

- Los lados fríos de los dispositivos TEC 52A...52C fluyen en frío 68A...68C, respectivamente, produciendo típicamente más agua condensada 92. Los flujos continúan como flujos 56A...56C, respectivamente, y se unen para formar el flujo 56.

La Figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa de tambor múltiple 500, de acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención. En el ejemplo de la vía de circuito cerrado de la Figura 13, un ventilador 36 extrae aire caliente y húmedo 40A del tambor 24A a través de un filtro de fibra 32A. El aire 40A pasa a través de un intercambiador de calor de regeneración 44A. El aire 40A sale del intercambiador de calor 44A como aire 40B, que es más frío y típicamente tiene una humedad relativa más alta que el aire 40A que entra al intercambiador de calor. Típicamente, la condensación ocurrirá en el intercambiador de calor de regeneración 44A, a medida que el aire 40A se enfría, satura y continúa enfriándose, produciendo así agua condensada 92.

El aire 40B fluye hacia el intercambiador de calor 44B para un enfriamiento adicional mediante intercambio de calor. A medida que el aire 40B continúa enfriándose, produciendo así más agua condensada 92, sale del intercambiador de calor de regeneración 44B como aire 40C. El aire 40C fluye hacia el intercambiador de calor de regeneración 44C para un enfriamiento adicional mediante intercambio de calor. A medida que el aire 40C continúa enfriándose, produciendo así más agua condensada 92, sale del intercambiador de calor 44C como aire 48.

El aire 48 entra al intercambiador de calor 60, se enfría por transferencia de calor al aire 84 y existe como aire 62C. El aire 62C que sale del intercambiador de calor 60 entra al intercambiador de calor de regeneración 44C, se calienta por transferencia de calor desde el aire 40C, sale como aire 66C y entra en el tambor 24C.

El aire 62B sale del tambor 24C (después de pasar a través del filtro 32C) entra al intercambiador de calor de regeneración 44B, se calienta por transferencia de calor del aire 40B, sale como aire 66B y entra al tambor 24B. El aire 62A sale del tambor 24B (después de pasar a través del filtro 32B) entra al intercambiador de calor de regeneración 44A, se calienta por transferencia de calor del aire 40A y sale como aire 66A.

El lado caliente del dispositivo TEC 70 calienta el aire 66A mediante el uso de algo del calor del aire externo 86 que previamente se calentó en el intercambiador de calor 60. El elemento de calentamiento también puede comprender un calentador 74. Para concluir el ciclo cerrado, el aire 78 entra en el tambor 24A. Después de pasar algo de calor al lado frío de TEC 70, un ventilador 88 elimina el aire 90 de la secadora 500 al ambiente externo.

La Figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa de tambor múltiple 550, de acuerdo con otra modalidad de la presente invención. La funcionalidad de la secadora 550 es similar a la funcionalidad de la secadora 500, con varias diferencias:

- El tambor 24A no es necesariamente el tambor más caliente. Las relaciones de temperatura entre los tambores pueden establecer los diversos elementos de calentamiento (TEC y/o calentadores).

- Los flujos de aire 66A...66C se calientan por los lados calientes de los dispositivos TEC 70A...70C (y/o por los calentadores eléctricos 78A...78C) antes de entrar en los tambores 24A...24C a medida que el aire fluye 78A...78C, respectivamente.

- El flujo 86 en la secadora 550 se divide en 3 flujos 86A...86C. Los tres flujos son impulsados por ventiladores respectivos separados 88A...88C, respectivamente. Alternativamente, el flujo 86 puede ser impulsado por un solo ventilador antes de dividirlo.

- Los lados fríos de los dispositivos TEC 70A...70C fluyen en frío 86A...86C, respectivamente, produciendo típicamente más agua condensada 92. Los flujos continúan como los flujos 90A...90C, respectivamente, y salen al ambiente.

Las configuraciones de secador de compartimentos múltiples de las Figuras 11-14 se representan únicamente a modo de ejemplo. En modalidades alternativas, puede usarse cualquier otra configuración de secador adecuada, en la que una vía de circuito cerrado circule el aire en cascada a través de múltiples compartimentos de secado.

SECADORA BASADA EN CONDENSADORES CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REGENERACIÓN Y INTERCAMBIADOR DE CALOR DE ENFRIAMIENTO CON EXPLOTACIÓN DE CALOR EMITIDA

Las Figuras 15 y 16 son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente las secadoras de ropa basadas en condensadores 600 y 601 que reutilizan el calor emitido en el proceso externo, de acuerdo con los ejemplos de la presente invención. El calor emitido puede usarse, por ejemplo, para calentar un depósito de agua, un sistema de aire acondicionado central, un sistema de calefacción por suelo radiante o para cualquier otro propósito adecuado.

Por simplicidad, las Figuras 15 y 16 demuestran la técnica descrita mediante el uso del ciclo cerrado de la secadora 20, descrito en la Figura 1 anterior. En general, sin embargo, la técnica de reutilización de calor descrita se puede usar con cualquiera de los otros ciclos cerrados que se muestran en las figuras anteriores.

En la Figura 15, se agrega una bomba adicional 688 (que reemplaza el ventilador 88) a la secadora para hacer circular el líquido, para enfriar el elemento de enfriamiento 60 mediante intercambio de calor. Un depósito 690 contiene fluido, por ejemplo, agua u otro material. El fluido está frío al comienzo de la operación de secado. El fluido que entra a la secadora (marcado 680) pasa a través de un filtro de suciedad 682 y continúa como flujo 684 hacia el elemento de enfriamiento 60. El flujo se calienta por intercambio de calor en el elemento refrigerante 60 y se emite como flujo 686, más caliente que en el depósito. Luego entra al depósito para elevar su temperatura. Durante el proceso de secado, el calor emitido se mantiene dentro del depósito. Alternativamente al uso de agua, el depósito puede comprender cualquier otro material adecuado, como el material de cambio de fase (PCM) o un material que almacena calor mediante una reacción química.

Una abertura 610 en la secadora 600 permite el intercambio de una pequeña cantidad de aire entre el entorno y el lado interno de la carcasa de la secadora. El lado interno del gabinete de la secadora es típicamente más caliente que el ambiente debido a las pérdidas de calor del tambor, los intercambiadores de calor y otros elementos.

En algunos ejemplos, un restrictor 100 (por ejemplo, una boquilla) se une entre la ubicación donde el aire es más seco y más frío, en la vía de circuito cerrado y entre el volumen interno del recinto de la secadora, que generalmente es más caliente que el ambiente. El restrictor permite pequeños cambios volumétricos de aire en el ciclo de circuito cerrado bajo varias condiciones. Por ejemplo, cuando el volumen de aire de circuito cerrado se expande (por ejemplo, debido al calentamiento y/o la evaporación del agua), el exceso de aire frío y seco puede liberarse del ciclo cerrado a través del restrictor hacia el volumen del recinto interior, y desde allí a través de la abertura 610 hacia el medio ambiente. Como otro ejemplo, cuando el volumen de aire de circuito cerrado se contrae (por ejemplo, debido a la refrigeración y/o condensación de agua), el aire caliente del volumen del recinto interior puede compensar el volumen contraído en el ciclo cerrado. El volumen externo del recinto se llena del ambiente por el aire externo a través de la abertura 610.

Alternativamente, la bomba 688 y/o el filtro 682 pueden ubicarse fuera de la secadora 600 como característica adicional (no se muestra en la figura). En algunos ejemplos, se puede usar una combinación de proceso de circulación de agua como se muestra en la Figura 15 y proceso de aire externo como se muestra en la Figura 1 para enfriar el elemento de enfriamiento (no se muestra en la figura).

Se puede usar un sensor de temperatura como entrada al controlador 104, por ejemplo, para elegir los medios de enfriamiento, para controlar el sobrecalentamiento del depósito, o para cualquier otro propósito adecuado. Se pueden usar uno o más sensores de control de flujo como entrada al controlador 104, por ejemplo, para controlar el caudal y/o el nivel de agua, o para cualquier otro propósito adecuado.

La Figura 16 muestra una secadora 601, que también explota el calor emitido de manera similar a la Figura 15. Sin embargo, en la secadora 601, el calor líquido circulado se evacua en lugar de acumularse en un depósito. En el ejemplo de la figura 16, se usa un intercambiador de calor externo 692 para impulsar el calor desde el flujo 686 hacia el flujo 696. El flujo 696 es impulsado por el ventilador 694. El aire 696 puede tomarse de la casa y/o del ambiente, calentarse mediante el intercambio de calor en el intercambiador de calor 692 y evacuarse a la casa y/o al ambiente más caliente de lo que entró.

En otro ejemplo, la evacuación de calor del intercambiador de calor 692 no se realiza por flujo activo de aire 696, por el ventilador 694. El calor puede transferirse a la calefacción por suelo radiante, al radiador u otro sistema adecuado. En algunos ejemplos, el fluido pasa a través del elemento de enfriamiento, en el que se calienta mediante el intercambio de calor y se calienta más de lo que se pone. El líquido puede mantenerse dentro de un depósito u otro medio, y puede originarse en un depósito u otra fuente (no se muestra en la figura).

En casos donde el fluido externo tiene su propia potencia de accionamiento, la bomba 688 no es obligatoria. En los casos en que el fluido externo esté relativamente limpio, se puede omitir el filtro 682.

En algunos ejemplos, el calor emitido puede reutilizarse internamente en la secadora. Por ejemplo, el calor emitido en el flujo 686 puede almacenarse en algún depósito (por ejemplo, mediante el uso de un material de cambio de fase (PCM) adecuado), y luego reutilizarse para calentar la ropa en un ciclo de secado posterior.

SECADORA BASADA EN CONDENSADORES CON INTERCAMBIADOR DE CALOR DE REGENERACIÓN Y GENERACIÓN ELÉCTRICA

La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente una secadora de ropa basado en condensador 700, de acuerdo con otro ejemplo de la presente invención. En la secadora, el elemento de enfriamiento del ciclo de circuito cerrado se implementa mediante el uso de un generador de calor, por ejemplo, un generador termoeléctrico (TEG) 710.

En el presente ejemplo, TEG 710 comprende una cascada de múltiples (por ejemplo, tres) dispositivos TEG 710A...710C. Múltiples dispositivos TEG generalmente logran un mejor rendimiento que un solo dispositivo TEG,

aunque una implementación de un solo TEG también es factible.

El TEG 710 usa el diferencial de temperatura entre los flujos 48 y 84 para producir electricidad. Durante este proceso, el flujo 48 se enfría y típicamente produce más agua condensada 92, y el aire 48 deja el lado caliente de los dispositivos TEG más calientes, como el aire 714. El aire 84 se calienta debido al calor transferido por los dispositivos TEG y sale más caliente como aire 86. El aire 714 entra al intercambiador de calor 44, y fluye contra el aire caliente y húmedo 40 que se extrajo del tambor 24.

El ejemplo de la Figura 17 demuestra la técnica descrita mediante el uso de un ciclo cerrado simplificado, en aras de la claridad. En ejemplos alternativos, se puede usar un elemento de enfriamiento basado en TEG en cualquiera de las configuraciones de secadora descritas anteriormente.

En algunos ejemplos, la energía eléctrica recolectada por TEG 710 puede ser realimentada a algunos de los dispositivos de secado, tal como el calentador o el ventilador. En ejemplos alternativos, el dispositivo TEG se puede reemplazar por cualquier otro tipo adecuado de dispositivo de recolección de calor que convierta el calor en electricidad.

Las configuraciones de la secadora que se muestran en las Figuras 1-17 son configuraciones de ejemplo que se eligen exclusivamente en aras de la claridad conceptual. En modalidades alternativas, se puede usar cualquier otra configuración adecuada que use un ciclo de circuito cerrado que tenga un intercambiador de calor de regeneración y un elemento de enfriamiento.

Por ejemplo, cualquiera de los intercambiadores de calor descritos en las Figuras 1-17 (por ejemplo, intercambiadores de calor 44, 44A-44C, 60, 170, 212, 204, 370, 224, 236, 370 y 390) pueden implementarse como intercambiadores de calor de flujo cruzado, intercambiador de calor de contraflujo, flujo paralelo intercambiador de calor, o cualquier otro tipo de intercambiador de calor adecuado. Además, la funcionalidad del intercambiador de calor puede ser reemplazada por un TEC o una bomba de calor.

En cualquiera de las configuraciones de vía de circuito cerrado, el recalentamiento del aire puede realizarse mediante un calentador (por ejemplo, calentadores 72, 72A-72C, 74, 74A-74C), por el lado caliente de un TEC (por ejemplo, TEC 52, 52A-52C, 70 y 70A-70C) o mediante el condensador de refrigerante de una bomba de calor (por ejemplo, condensador de refrigerante 236 y condensador de refrigerante 212).

En cualquiera de las configuraciones de vía de circuito cerrado, el elemento de enfriamiento puede comprender un intercambiador de calor que usa fluido externo (por ejemplo, el intercambiador de calor 60, 360), por el lado frío de un TEC (por ejemplo, TEC 52, 52A-52C, 70 y 70A-70C), por el evaporador de refrigerante de una bomba de calor (por ejemplo, condensador de refrigerante 204, 224), por el lado caliente del TEG (por ejemplo, TEG 710, 710A, 710B, 710C) o por el lado caliente de un dispositivo de recolección de calor (por ejemplo, motor Stirling, etc.).

En los ejemplos de las Figuras 1-17, los ventiladores (por ejemplo, los ventiladores 36, 36A-36C, 88 y 88A-88C) se colocan en ubicaciones específicas en sus respectivas vías. Sin embargo, estas posiciones de los ventiladores se representan solo por medio de ejemplo, y los ventiladores se pueden omitir o colocar alternativamente en cualquier otra ubicación adecuada a lo largo de las vías de aire.

Aunque las modalidades descritas en la presente descripción se refieren principalmente a las secadoras de ropa, los métodos y sistemas descritos en la presente descripción también se pueden usar en otras aplicaciones que implican el secado de diversos objetos o materiales, como alimentos, madera, papel y secado de pulpa, regeneración de desecante, destilación de alcohol, pintura secado, extracción de aceite y más.

Aunque las modalidades descritas en la presente descripción se refieren principalmente al secado de agua, las técnicas descritas pueden usarse para secar alcohol, disolvente u otros materiales adecuados. Aunque las modalidades descritas en la presente descripción se refieren principalmente al aire que circula en la vía de circuito cerrado, las técnicas descritas pueden usarse con otros gases adecuados que circulan.

En algunas modalidades, los elementos de la secadora (por ejemplo, el compartimento, el tubo y/o los intercambiadores de calor) pueden aislarse térmicamente para reducir la pérdida de energía.

Aunque las modalidades descritas en la presente descripción se refieren a la condensación por intercambio de calor con aire externo (por ejemplo, aire 80), las técnicas descritas pueden implementarse por intercambio de calor con cualquier otro fluido externo adecuado, ya sea gas o líquido. Por ejemplo, en una modalidad, el fluido externo puede comprender agua del grifo, en cuyo caso el ventilador 88 puede ser reemplazado por un restrictor o un grifo controlado.

Por lo tanto, se apreciará que las modalidades descritas anteriormente se citan por medio de ejemplo, y que la presente invención no se limita a lo que se ha mostrado y descrito particularmente en la presente descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de secado, que comprende: al menos un primer (24C) y segundo (24A) compartimentos para contener objetos a secar (28C, 28A);
5 caracterizado por que comprende además una vía de aire de circuito cerrado, que se configura para hacer circular el aire en cascada a través de al menos el primer (24C) y segundo (24A) compartimentos, para extraer el aire (64B) del primer compartimento (24C), para secar y recalentar el aire (62B y/o 64B) extraído del primer compartimento (24C), y para introducir el aire seco y recalentado (66A o 68A) en el segundo compartimento (24A); y un intercambiador de calor de regeneración (44A, 44B y/o 44C), que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado.
10
2. El aparato de secado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el intercambiador de calor de regeneración (44B) se configura para secar y recalentar el aire (64B) extraído del primer compartimento (24C) mediante el uso del calor del aire (64B) extraído del segundo compartimento (24C).
- 15 3. El aparato de secado de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además un segundo intercambiador de calor de regeneración (44C), que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para secar y recalentar el aire (64C) que entra al primer compartimento (24C) mediante el uso del calor del aire (40C) enfriado en el intercambiador de calor de regeneración (44C).
- 20 4. El aparato de secado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el intercambiador de calor de regeneración (44C) se configura para secar y recalentar el aire (64C) que entra al primer compartimento (24C) mediante el uso del calor del aire (40C) extraído del segundo compartimento (24A).
- 25 5. El aparato de secado de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende un elemento de calentamiento (52 o 72) que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para calentar el aire antes de la entrada al segundo compartimento (24A).
- 30 6. El aparato de secado de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende un elemento de enfriamiento (60), que se inserta en la vía de aire de circuito cerrado y se configura para eliminar la humedad del aire de la vía de aire del circuito cerrado evacuando el calor del aire después de la extracción del segundo compartimento (24A) y antes de entrar al primer compartimento (24C).
7. Un método de secado, que comprende:
35 usar una vía de aire de circuito cerrado que comprende un intercambiador de calor de regeneración (44A, 44B y/o 44C), haciendo circular el aire en cascada a través de al menos el primer y segundo compartimentos (24C y 24A) que contienen objetos a secar (28C y 28A);
extraer aire del primer compartimento (24C);
secar y recalentar el aire extraído del primer compartimento (24C); e
40 introducir el aire seco y recalentado (66A o 68A) en el segundo compartimento (28A).

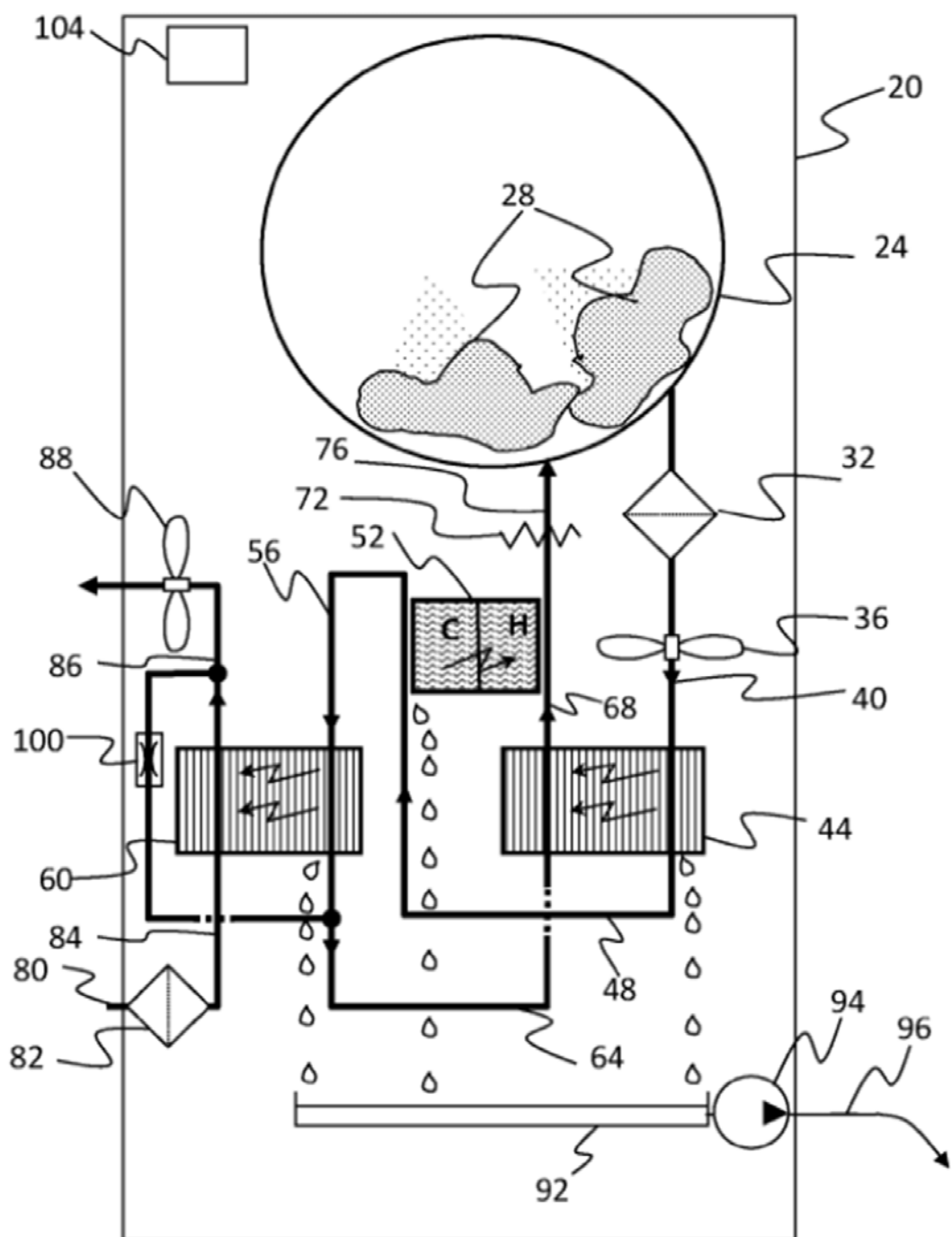


FIGURE 1

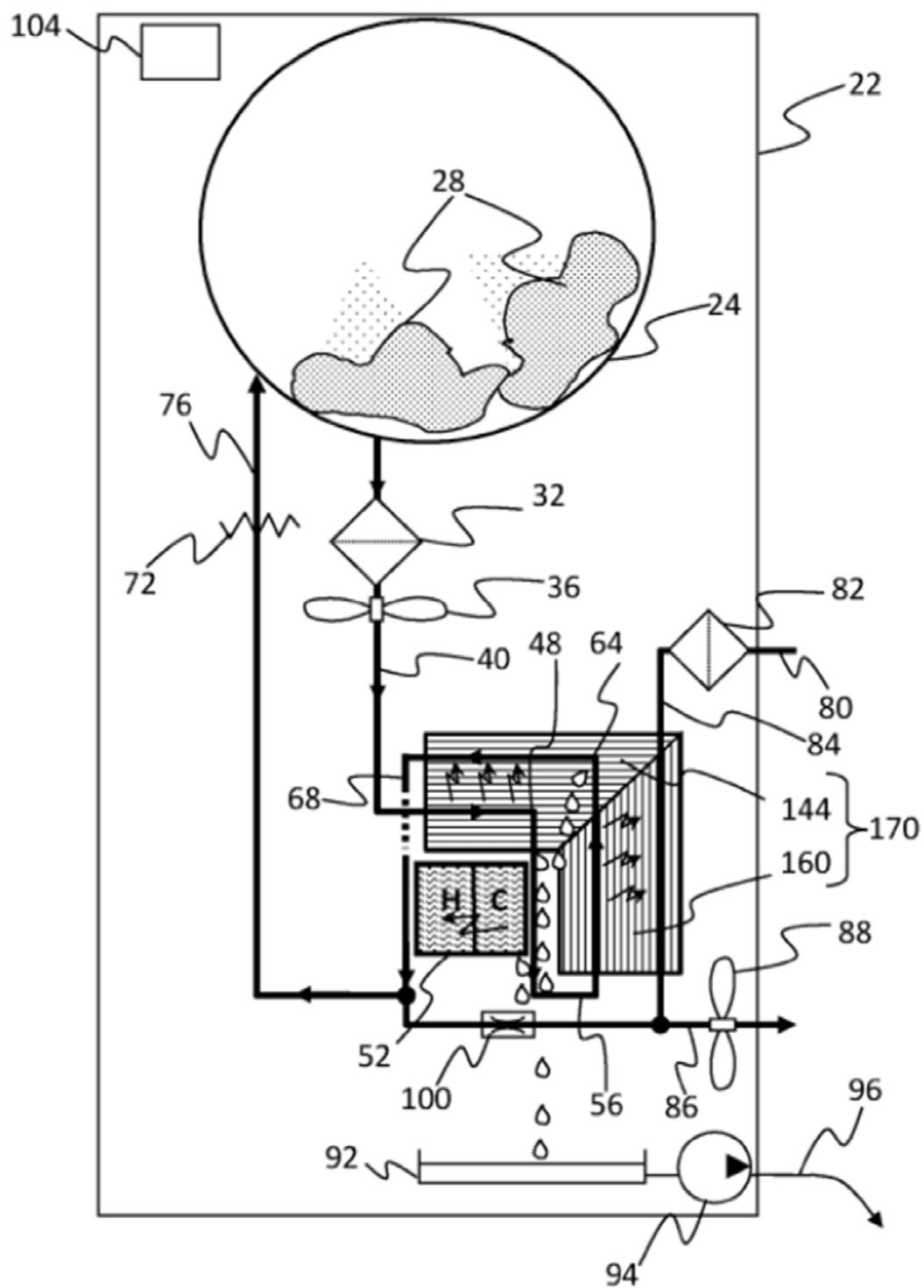


FIGURE 2

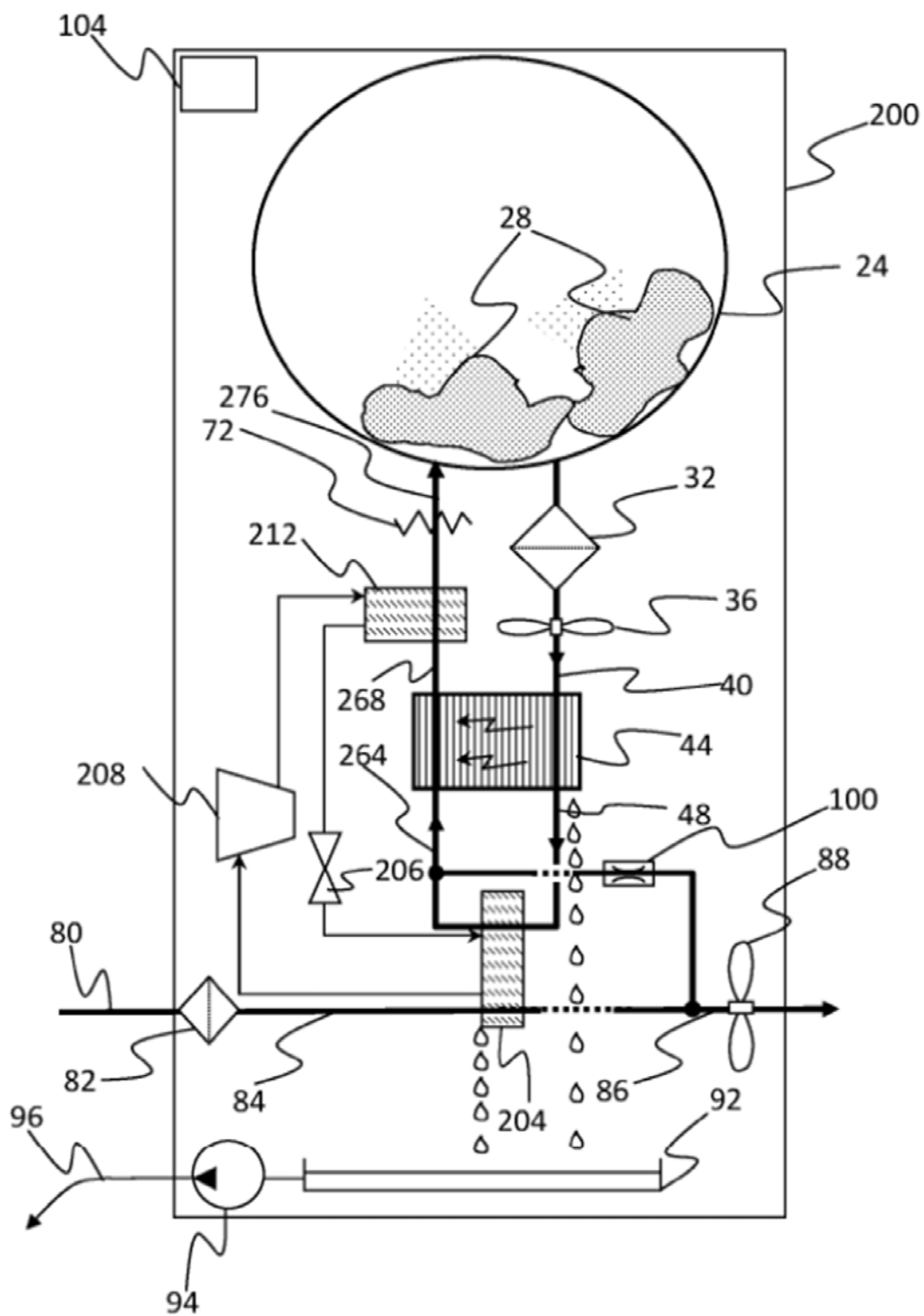


FIGURE 3

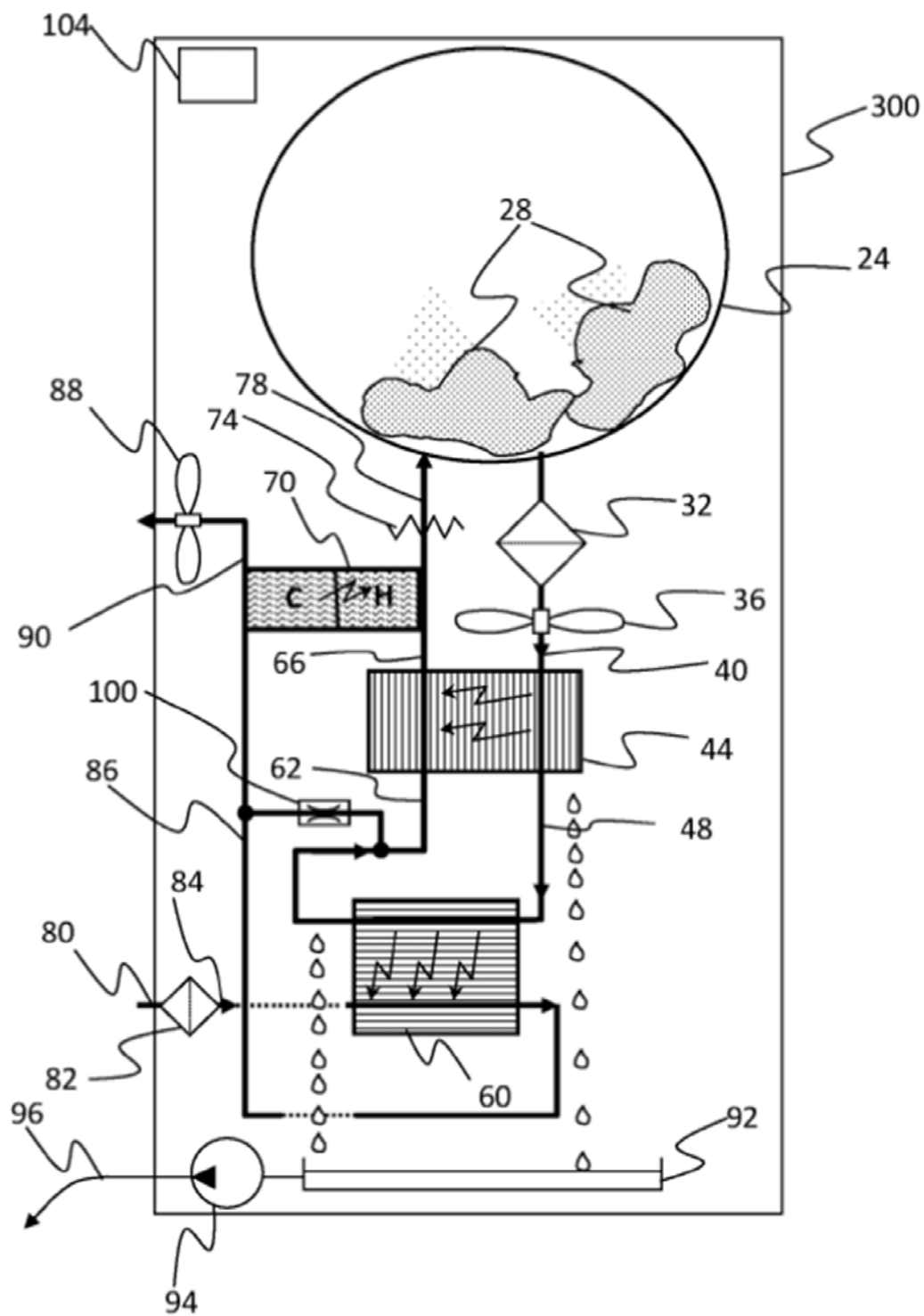


FIGURA 4

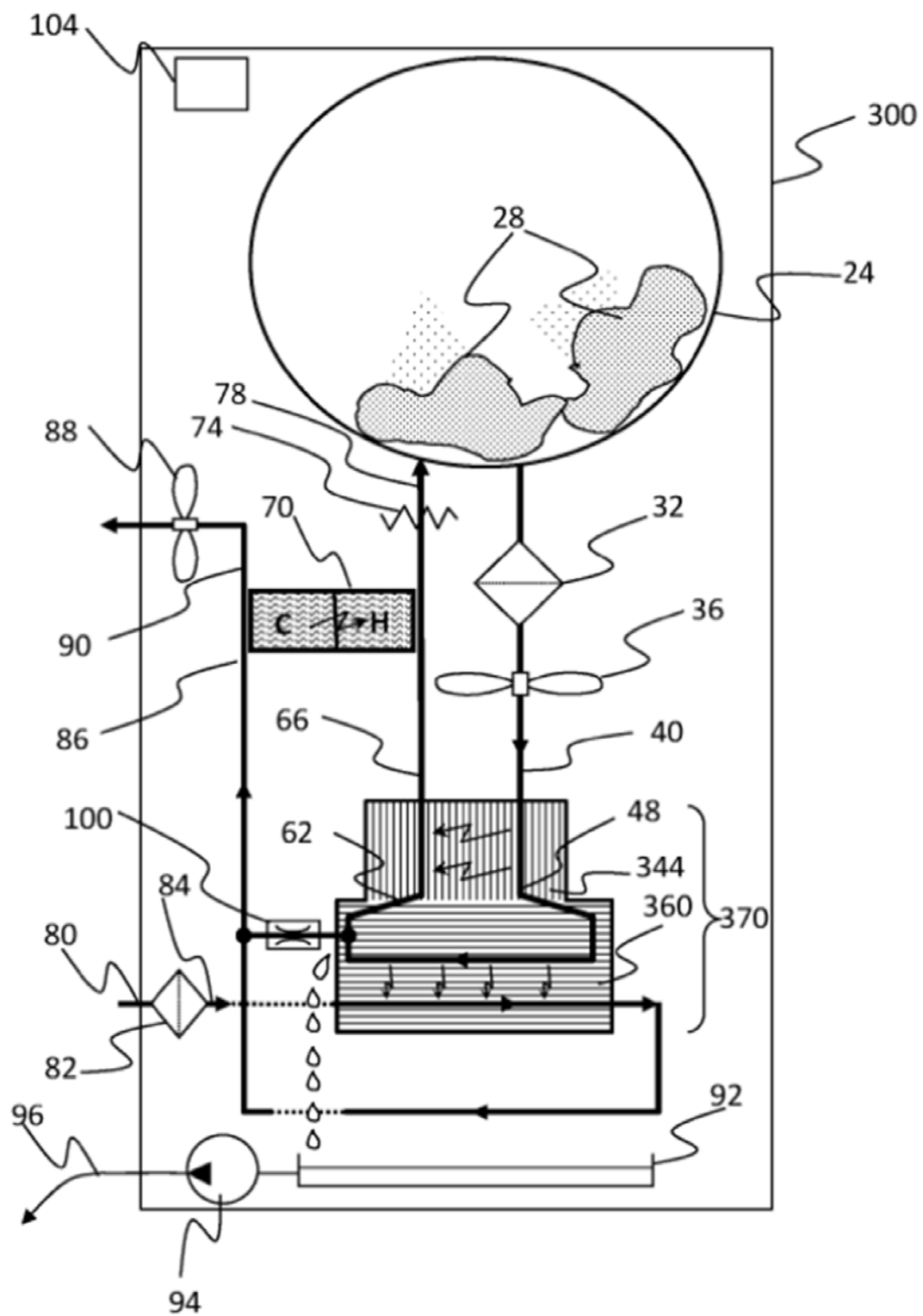


FIGURE 5

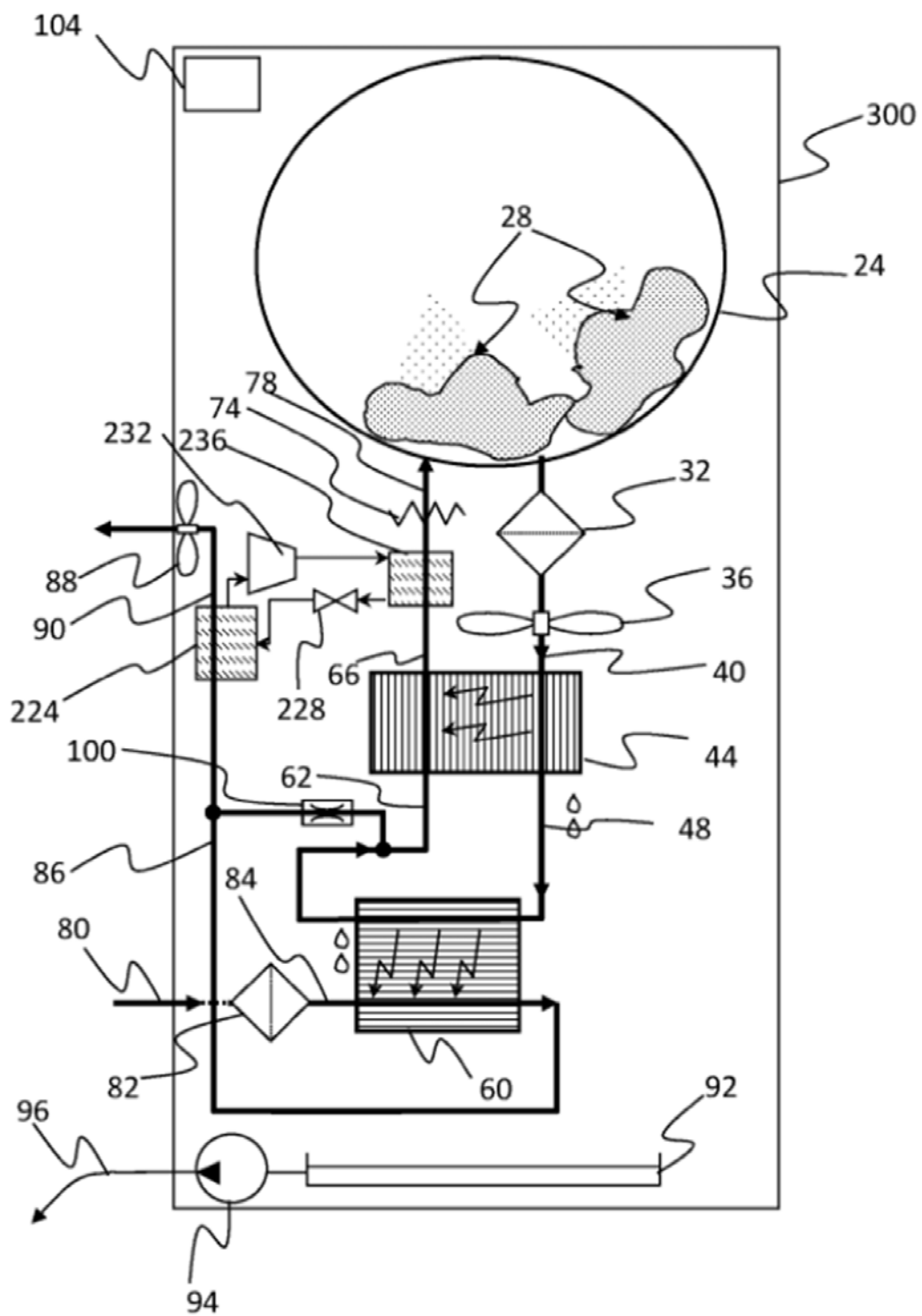


FIGURE 6

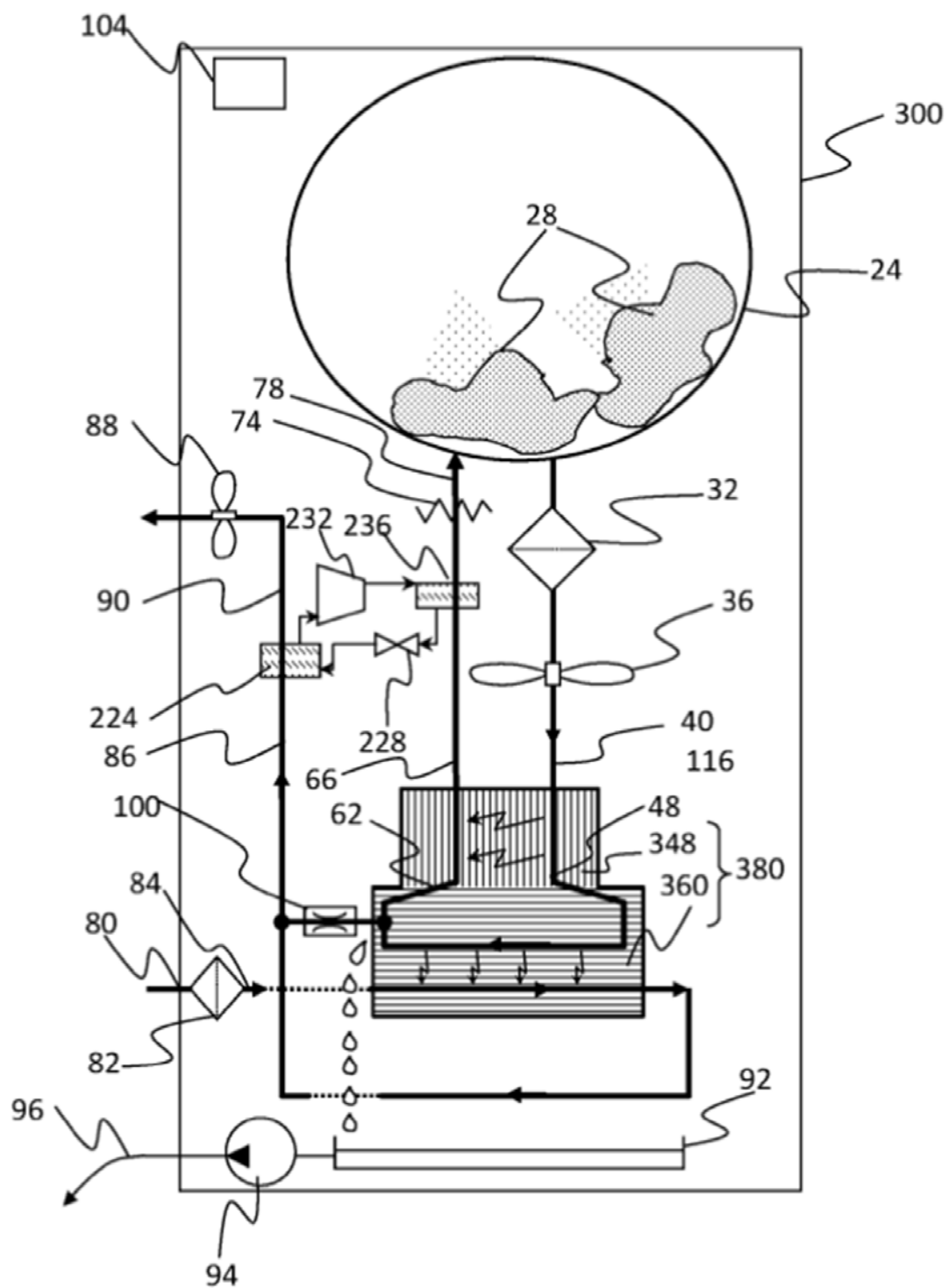


FIGURE 7

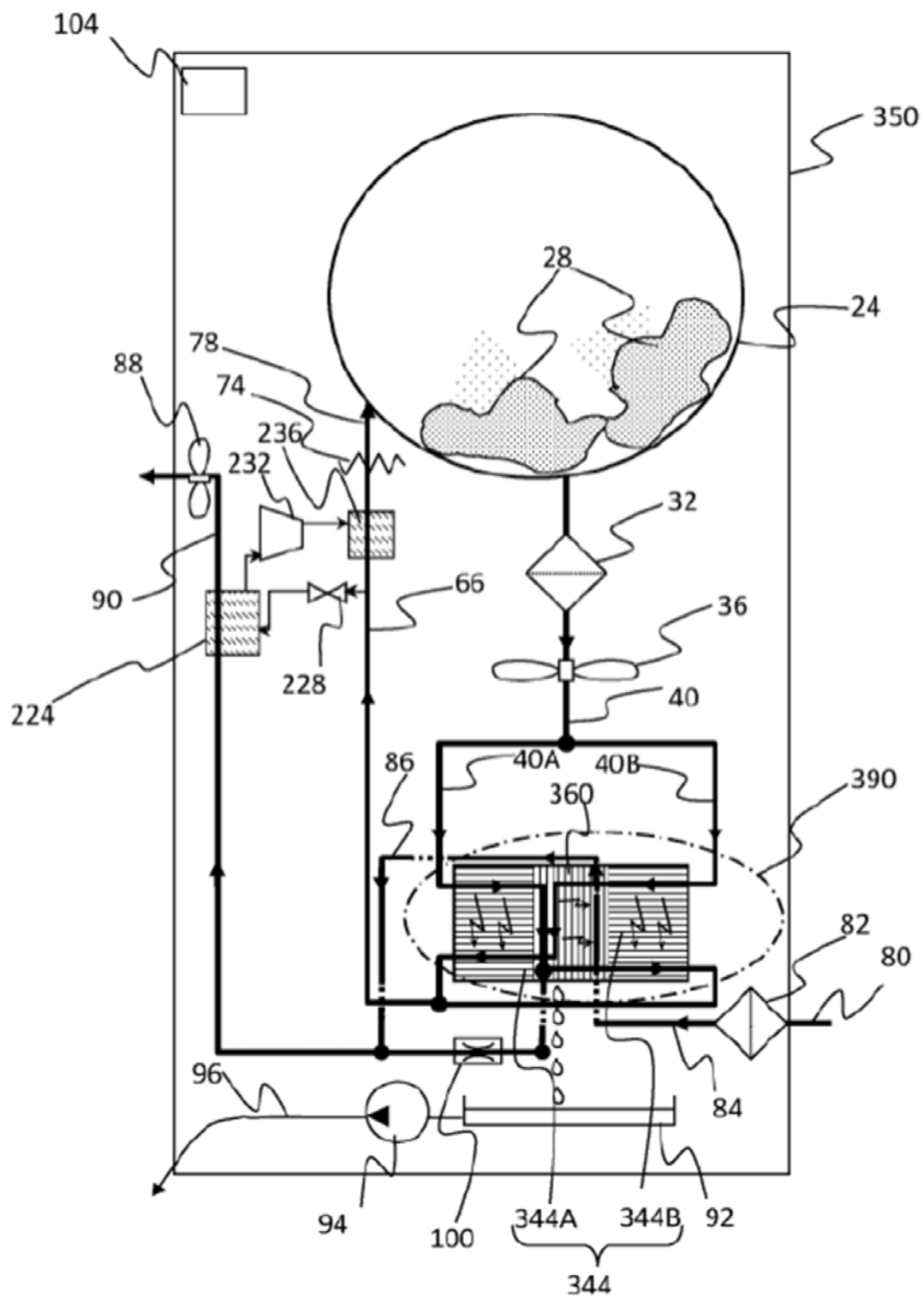


FIGURE 8

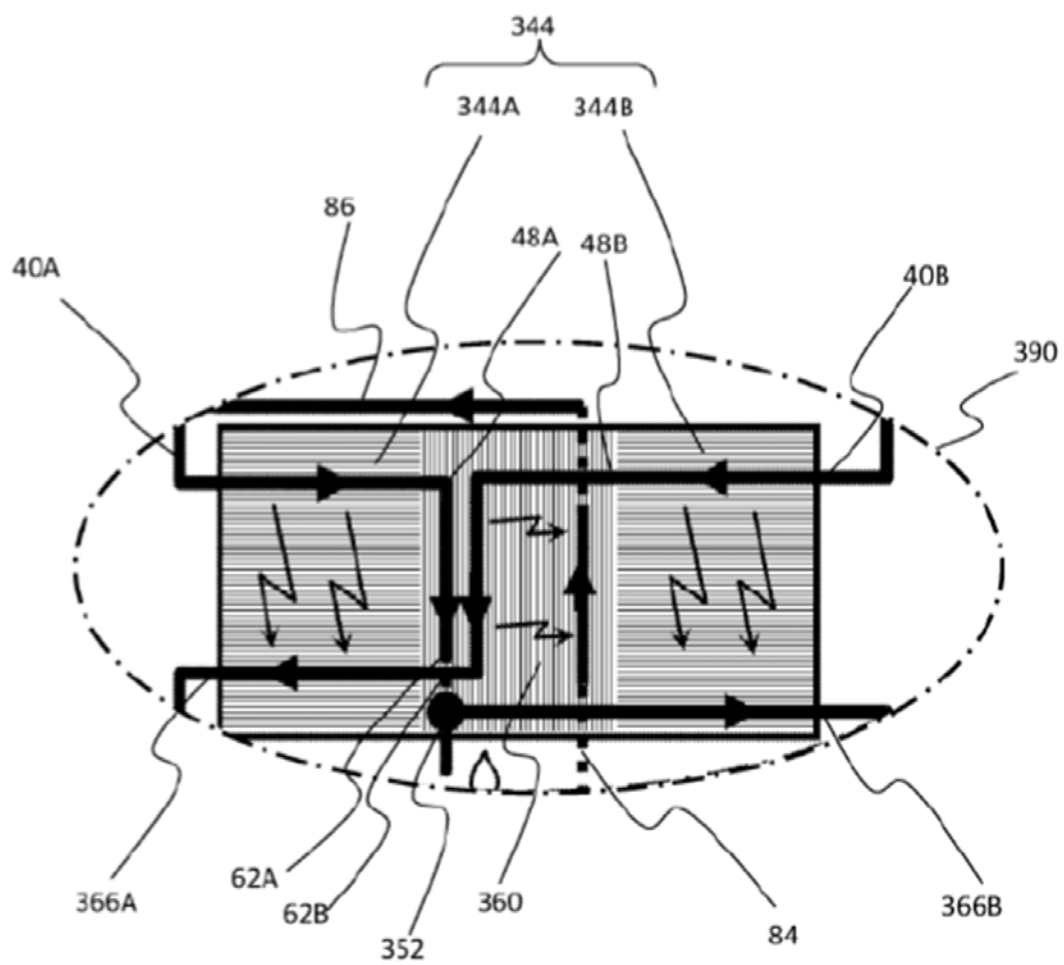


FIGURA 9

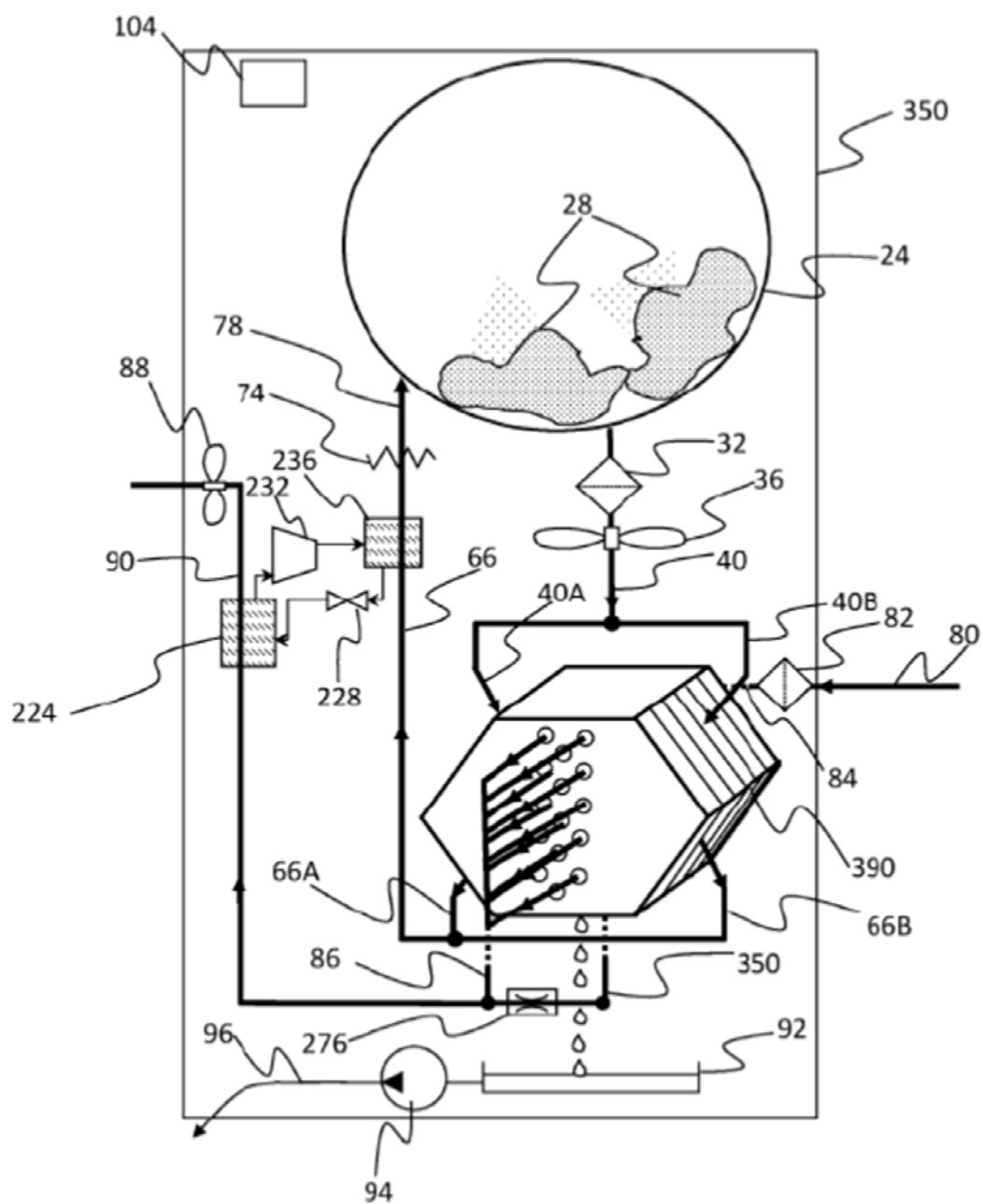


FIGURA 10

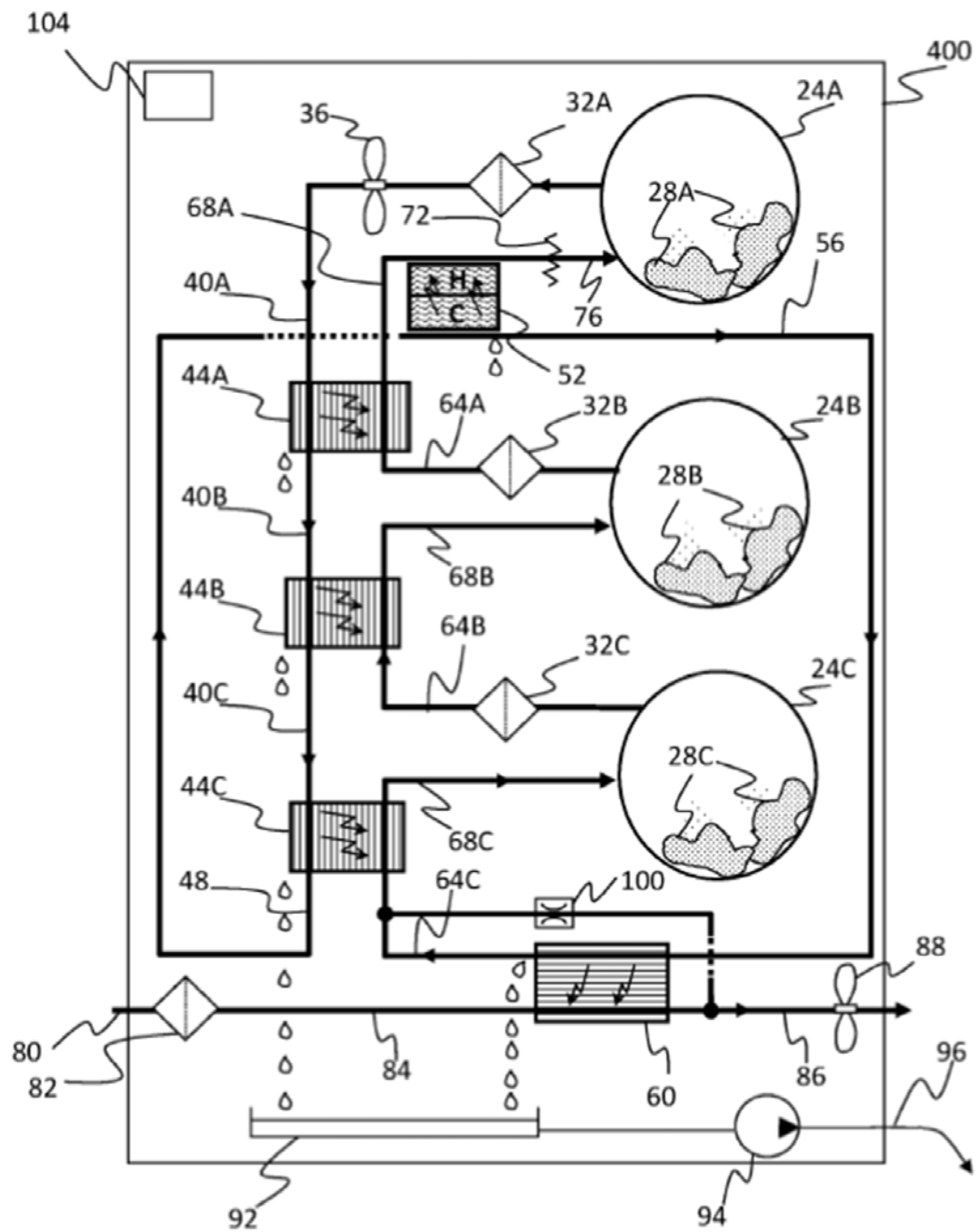


FIGURE 11

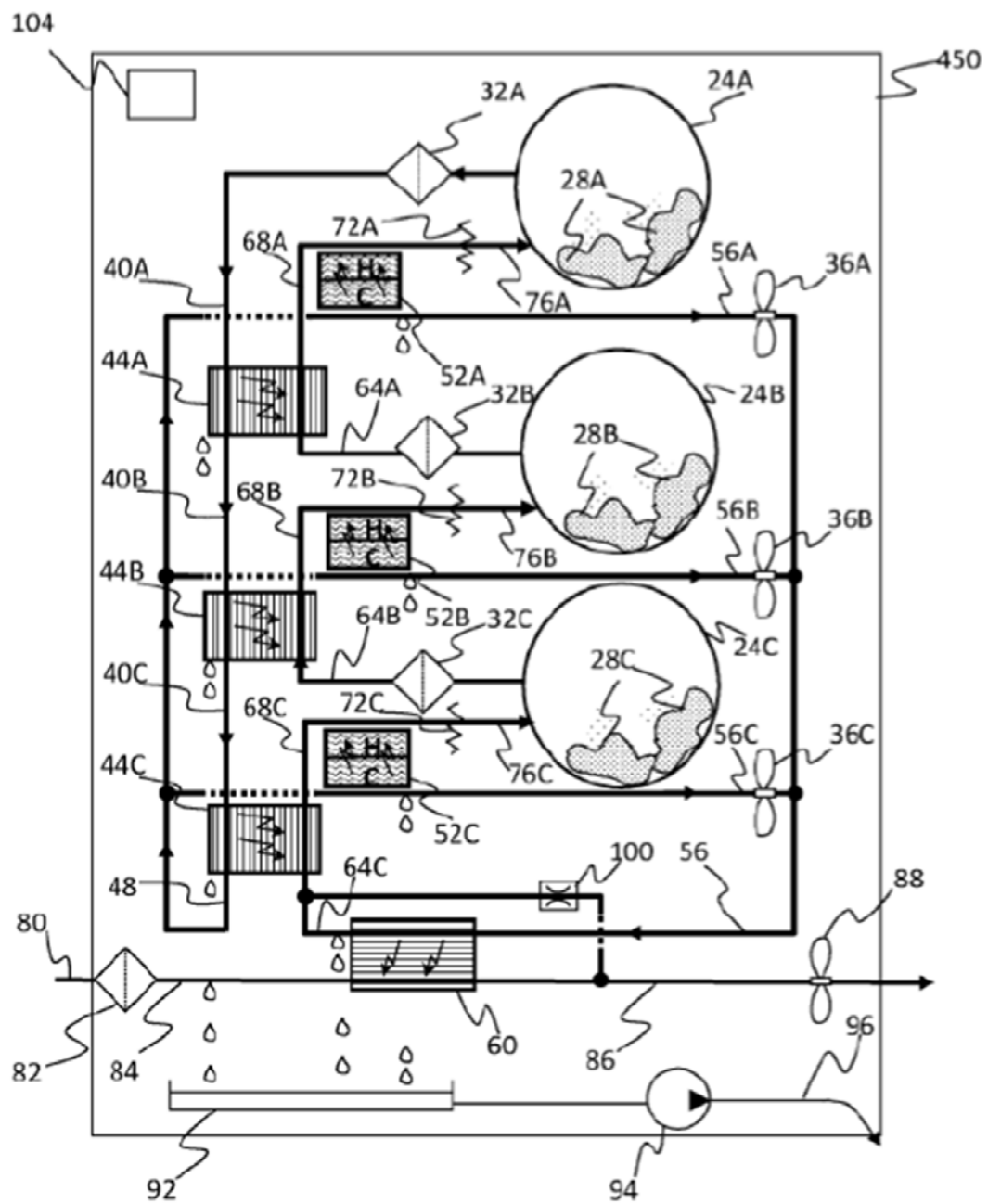


FIGURE 12

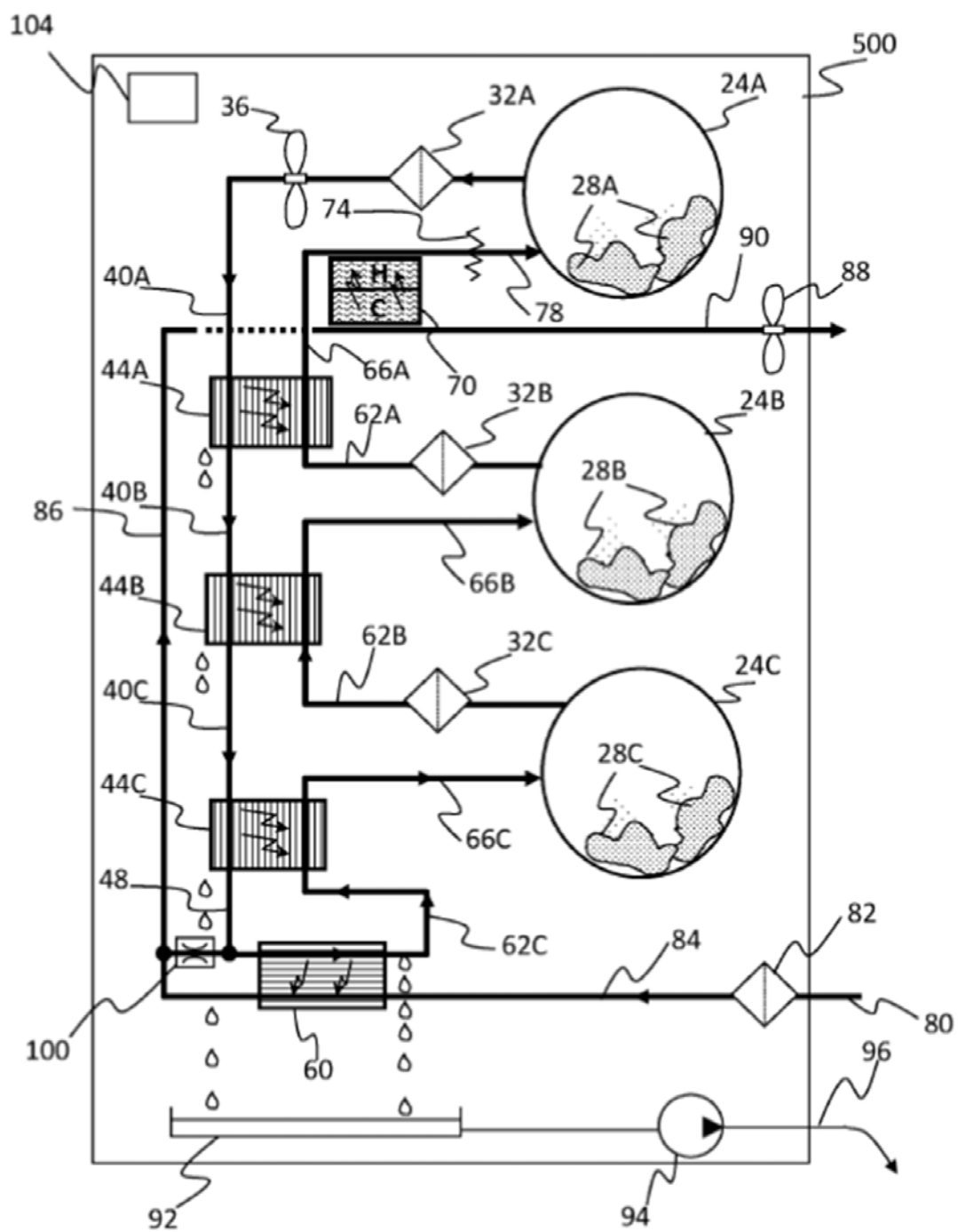


FIGURE 13

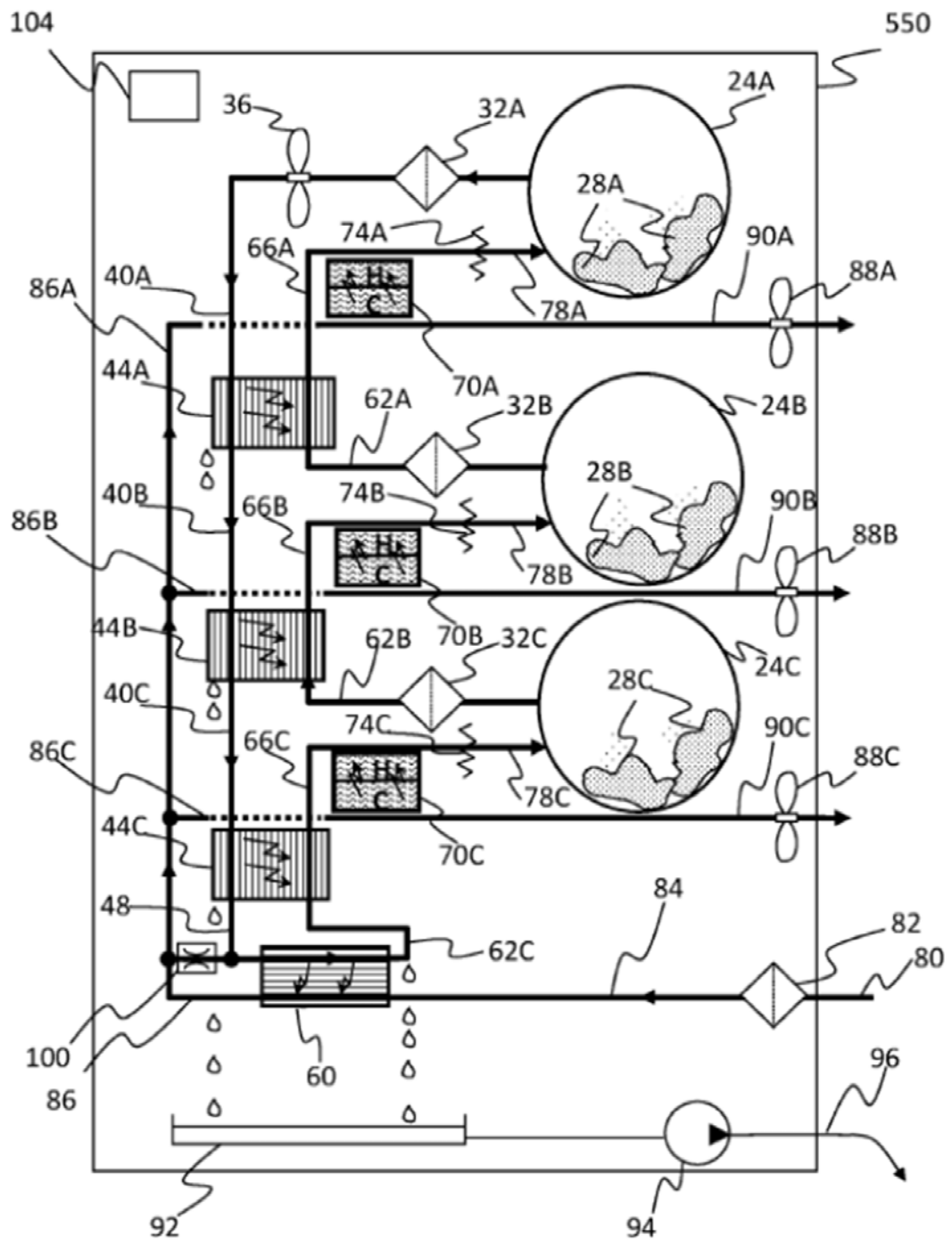


FIGURE 14

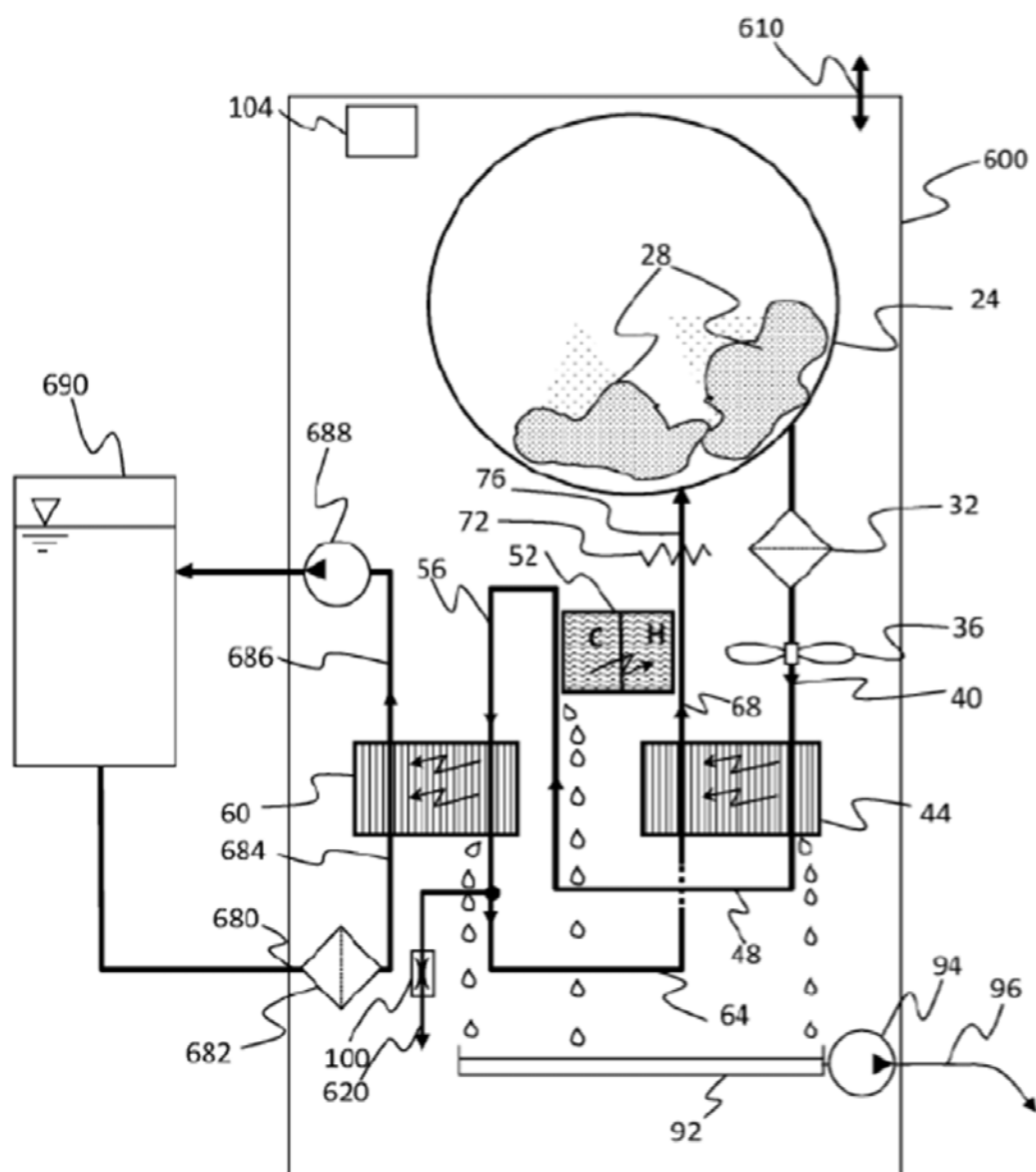


FIGURE 15

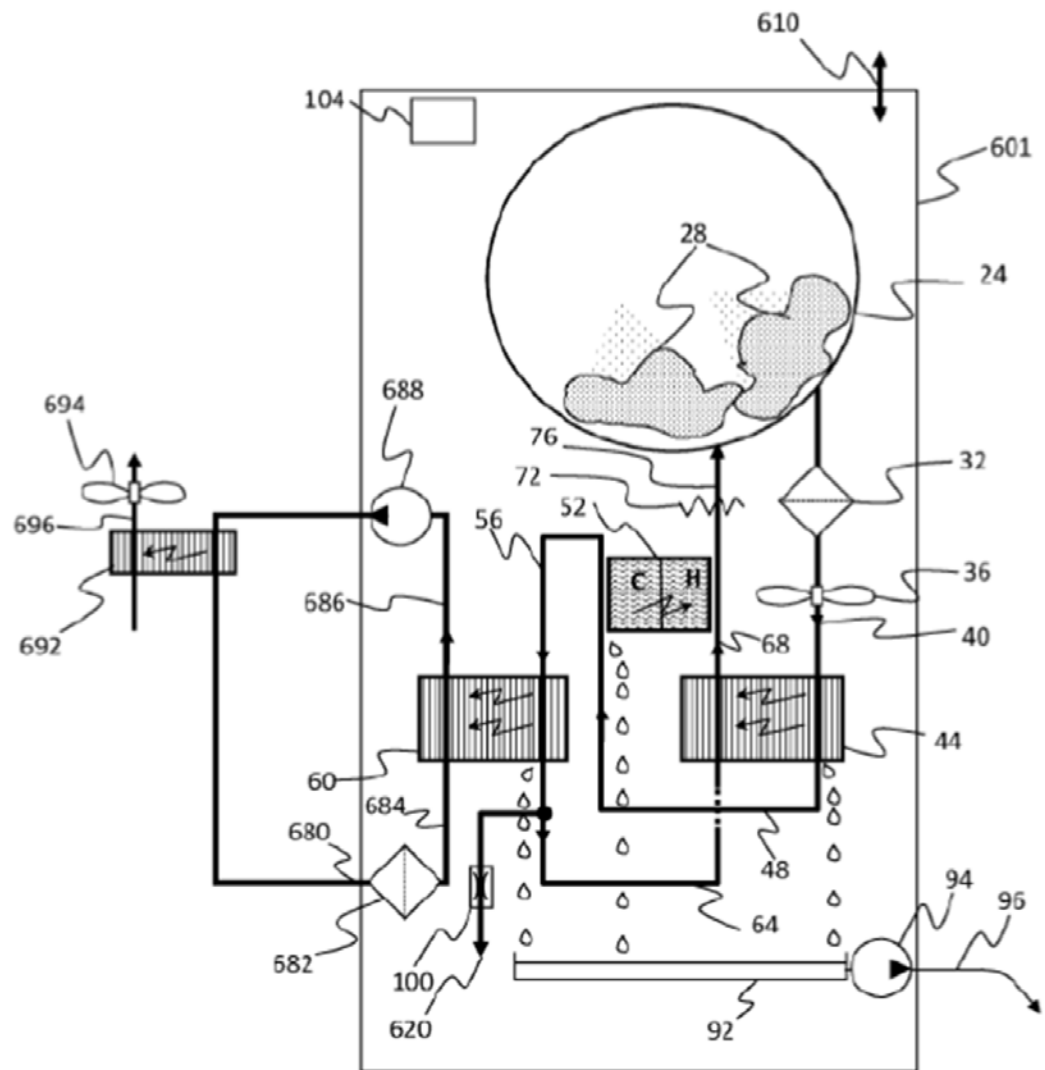


FIGURA 16

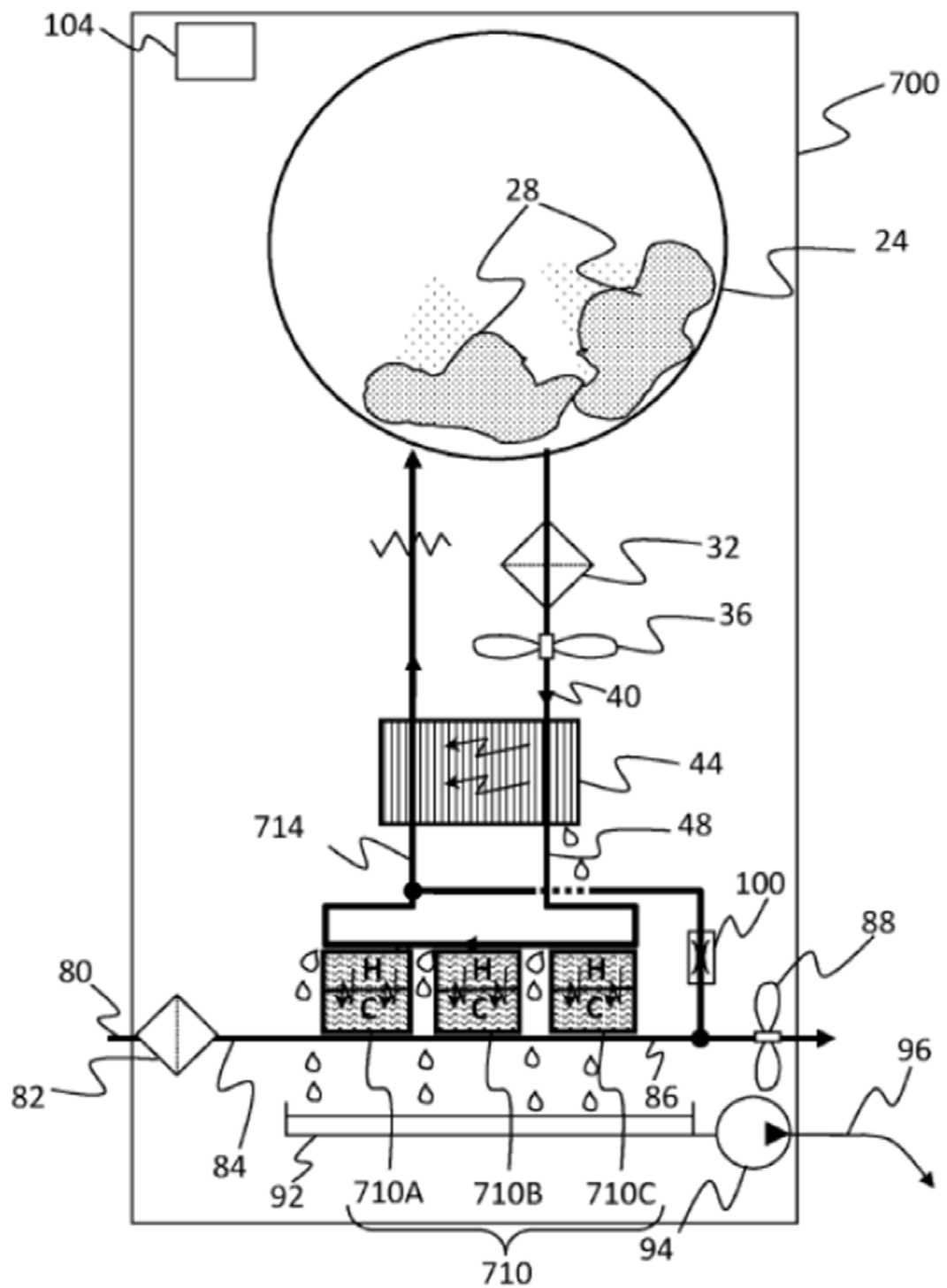


FIGURA 17