

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 845 218**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 43/00 (2006.01)

F25B 43/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2018 E 18205247 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020 EP 3483530**

54 Título: **Sistema de purga de refrigeración**

30 Prioridad:

09.11.2017 US 201715808837

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

26.07.2021

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
17900 Beeline Highway
Jupiter, FL 33478, US**

72 Inventor/es:

**RANJAN, RAJIV;
CORDATOS, HARALAMBOS;
DARDAS, ZISSIS A.;
ZAFIRIS, GEORGIOS S.;
FENG, YINSHAN;
VERMA, PARMESH y
STARK, MICHAEL A.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 845 218 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 purga de refrigeración

5 La presente descripción se refiere en general a sistemas enfriadores utilizados en sistemas de aire acondicionado, y más en concreto a un sistema de purga para eliminar contaminantes de un sistema de refrigeración.

10 Sistemas enfriadores tales como lo que utilizan compresores centrífugos, pueden incluir secciones que funcionan por debajo de la presión atmosférica. En consecuencia, las fugas en el sistema enfriador pueden hacer que entre aire en el sistema contaminando el refrigerante. Esta contaminación reduce el rendimiento del sistema enfriador. Para hacer frente a este problema, los enfriadores de baja presión que existen incluyen una unidad de purga para eliminar contaminación. Las unidades de purga existentes utilizan un ciclo de compresión de vapor para separar gas contaminante del refrigerante. Las unidades de purga existentes son complicadas y pierden refrigerante en el proceso de eliminación de contaminación. El documento US 5 044 166 A da a conocer un sistema de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 La presente invención proporciona un sistema de refrigeración como el de la reivindicación 1 y un método de funcionamiento de un sistema de refrigeración como el de la reivindicación 12. Se da a conocer un sistema de refrigeración que incluye un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor configurado para permitir que un refrigerante circule por su interior. Una salida de gas de purga está en comunicación funcional con el circuito de circulación de fluido de transferencia de calor. El sistema también incluye al menos una membrana permeable al gas que tiene un primer lado en comunicación funcional con la salida de gas de purga y un segundo lado. La membrana incluye un material inorgánico poroso con poros que tienen un tamaño para permitir el paso de contaminantes a través de la membrana y restringir el paso del refrigerante a través de la membrana. El sistema también incluye una salida de permeado en comunicación funcional con el segundo lado de la membrana.

20 En algunas realizaciones, el sistema también incluye un motor principal acoplado de manera funcional a la salida de permeado, y el motor principal está configurado para mover gas desde el segundo lado de la membrana hasta un orificio de escape que va hasta el exterior del circuito de circulación de fluido.

25 En una o más de las realizaciones anteriores, el circuito de circulación de fluido de transferencia de calor incluye un compresor, un intercambiador de calor de rechazo de calor, un dispositivo de expansión y un intercambiador de calor de absorción de calor, conectados entre sí en orden mediante conducto, y la salida de gas de purga está en comunicación funcional con al menos uno del intercambiador de calor de rechazo de calor, el intercambiador de calor de absorción de calor y la membrana.

30 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un conducto de retorno de retenido que acopla de manera funcional el primer lado de la membrana al circuito de circulación de fluido. En algunas realizaciones, el motor principal es una bomba de vacío.

35 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un colector de gas de purga acoplado de manera funcional a la salida de purga y la membrana.

40 En una o más de las realizaciones anteriores, el colector de gas de purga incluye en su interior gas de purga que comprende gas refrigerante y contaminantes, estando dicho gas de purga en una configuración estratificada con una mayor concentración de refrigerante hacia la salida de purga y una mayor concentración de contaminantes hacia la membrana.

45 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un serpentín enfriador dispuesto en el colector de gas de purga, estando el serpentín en comunicación funcional con el circuito de circulación de fluido.

50 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además una fuente de calor, estando dicha fuente de calor en comunicación térmica controlable con al menos uno de la membrana o el colector de gas de purga

55 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además una fuente de calor en comunicación térmica controlable solo con la membrana o tanto con la membrana como con un colector de gas de purga, entre la salida de purga y la membrana.

60 En una o más de las realizaciones anteriores, la membrana incluye una cerámica.

65 En una o más de las realizaciones anteriores, la al menos una membrana permeable al gas incluye una pluralidad de membranas permeables al gas; en donde la mayor parte de membranas permeables al gas están dispuestas en comunicación en serie o paralela.

En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un segundo motor principal y un conducto para mover permeado desde el segundo lado de la membrana al primer lado de la membrana.

En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un filtro o un separador de vórtice entre la salida de purga y la membrana.

- 5 En una o más de las realizaciones anteriores, el sistema incluye además un controlador configurado para hacer funcionar un circuito de circulación de fluido en respuesta a una señal de demanda de enfriamiento y para hacer funcionar el motor principal en respuesta a una verificación de contaminantes en el circuito de circulación de fluido.

10 También se da a conocer un método de funcionamiento de un sistema de refrigeración que incluye hacer circular un refrigerante a través de un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor por compresión de vapor en respuesta a una señal de demanda de enfriamiento. El circuito de circulación de fluido incluye un lado de rechazo de calor de un primer intercambiador de calor, un dispositivo de expansión y el lado de absorción de calor de un segundo intercambiador de calor, conectados entre sí en orden mediante un conducto en condiciones en las que el refrigerante está a una presión por debajo de la presión atmosférica en al menos una parte del circuito de circulación de fluido. El gas de purga que incluye contaminantes se recoge de una salida de purga, se acumula en el circuito de circulación de fluido y se transfiere a través de una membrana permeable con un motor principal. La membrana incluye un material inorgánico poroso con poros que tienen un tamaño para permitir el paso de los contaminantes a través de la membrana y restringir el paso del refrigerante a través de la membrana.

- 20 En algunas realizaciones, el método incluye además recoger el gas de purga y acumularlo en un colector de gas de purga entre la salida de purga y la membrana.

25 En una o más de las realizaciones anteriores, el método incluye estratificar gas de purga en el colector de gas de purga con una mayor concentración de refrigerante hacia la salida de purga y una mayor concentración de contaminantes hacia la membrana.

En una o más de las realizaciones anteriores, el método incluye además devolver el refrigerante del primer lado de la membrana al circuito de circulación de fluido.

- 30 A continuación, se describen realizaciones preferidas de la invención solo a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, según se enumeran a continuación. Las siguientes descripciones no deben considerarse limitativas de ninguna manera. Con referencia a los dibujos que se acompañan, los elementos iguales se numeran del mismo modo:

35 La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de purga de membrana para un sistema de refrigeración; La figura 2 es una representación esquemática de un sistema de refrigeración que incluye un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor;

40 La figura 3 es una representación esquemática de un sistema de purga de membrana con colector de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor;

La figura 4 es una representación esquemática de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con retenido de unidad de membrana dirigido hacia el evaporador de sistema;

45 La figura 5 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con un elemento de enfriamiento en un colector de purga;

La figura 6 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con separador centrífugo;

50 La figura 7 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con un reciclado de permeado;

La figura 8 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con unidades de membrana en una configuración en cascada; y

55 La figura 9 es una representación esquemática de otro ejemplo de un sistema de purga y componentes pertinentes de un circuito de circulación de fluido refrigerante de transferencia de calor por compresión de vapor, con un motor principal térmico.

- 60 Una descripción detallada de una o más realizaciones del aparato y método descritos se presentan en este documento a modo de ejemplo y no de limitación con referencia a las figuras.

65 Con referencia ahora a la figura 1, se muestra un ejemplo de un sistema de purga que se puede conectar a un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor como el que se muestra en la figura 2. Tal como se muestra en la figura 1, el sistema de purga recibe gas que comprende gas refrigerante y contaminantes (p. ej., nitrógeno, oxígeno o agua) de un sistema de refrigeración que contiene refrigerante, tal como se muestra en la figura 12, a través de una

conexión de purga 52 a un separador de membrana 54 en un primer lado de una membrana 56. Los contaminantes pueden comprender un gas no condensable tal como componentes del aire atmosférico (p. ej., nitrógeno, oxígeno). Un motor principal, tal como una bomba de vacío 58 conectada al separador de membrana 54 a través de la conexión 60, proporciona una fuerza motriz para hacer pasar las moléculas contaminantes a través de la membrana 56 y salir del sistema desde un segundo lado de la membrana 56 por una salida 58. El motor principal puede estar en el circuito de fluido, por ejemplo, una bomba o compresor de refrigerante. El gas refrigerante tiende a permanecer en el primer lado de la membrana 56 y puede volver al circuito de circulación de fluido a través de una conexión 64. Un controlador 50, cuyo funcionamiento se describe con más detalle a continuación, está en comunicación funcional con los componentes del sistema de refrigeración.

La membrana 56 incluye un material inorgánico poroso. Ejemplos de materiales inorgánicos porosos pueden incluir cerámicas tales como óxidos o silicatos metálicos, más en concreto aluminosilicatos (p. ej., zeolita de estructura chabazita (CHA), zeolita de tipo linde A (LTA), carbono poroso, vidrio poroso, arcillas (p. ej., montmorillonita, halloysita). Los materiales inorgánicos porosos también pueden incluir metales porosos tales como platino y níquel. También se pueden utilizar materiales híbridos orgánicos-inorgánicos tales como una estructura metal-orgánica (MOF). En la membrana pueden estar presentes otros materiales tales como un portador en el que se puede dispersar un material microporoso, que se puede incluir por cuestiones estructurales o de proceso.

Los materiales de estructura metal-orgánica son bien conocidos en la técnica y comprenden iones metálicos o grupos de iones metálicos coordinados con ligantes orgánicos para formar estructuras unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales. Una estructura metal-orgánica se puede caracterizar como una red de coordinación con ligantes orgánicos que contienen huecos. La red de coordinación se puede caracterizar como un compuesto de coordinación que se extiende, a través de entidades de coordinación repetidas, en una dimensión, aunque con enlaces cruzados entre dos o más cadenas, circuitos o espiro-enlaces individuales, o un compuesto de coordinación que se extiende, a través de entidades de coordinación repetidas, en dos o tres dimensiones. Los compuestos de coordinación pueden incluir polímeros de coordinación con entidades de coordinación repetidas que se extienden en una, dos o tres dimensiones. Ejemplos de ligantes orgánicos incluyen, entre otros, carboxilatos bidentados (p. ej., ácido oxálico, ácido succínico, isómeros de ácido ftálico, etc.), carboxilatos tridentados (p. ej., ácido cítrico, ácido trimésico), azoles (p. ej., 1,2,3-triazol), así como otros ligantes orgánicos conocidos. Se puede incluir una amplia variedad de metales en una estructura metal-orgánica. Ejemplos de materiales de estructura metal-orgánica específicos incluyen, entre otros, estructura de imidazol zeolítica (ZIF), HKUST-1.

Los tamaños de poro se pueden caracterizar por una distribución de tamaño de poro con un tamaño de poro medio de 2,5 Å a 10,0 Å, y una distribución de tamaño de poro de al menos 0,1 Å. El tamaño de poro medio para el material poroso puede estar en un intervalo con un límite inferior de 2,5 Å a 4,0 Å y un límite superior de 2,6 Å a 10,0 Å. El tamaño de poro medio puede estar en un intervalo que tenga un límite inferior de 2,5 Å, 3,0 Å, 3,5 Å y un límite superior de 3,5 Å, 5,0 Å o 6,0 Å. Estas variables de intervalo pueden combinarse de manera independiente para formar una serie de intervalos diferentes y en el presente documento, se describen todos los intervalos para cada combinación posible de variables de intervalo. La porosidad del material puede estar en un intervalo que tenga un límite inferior de 5 %, 10 % o 15 % y un límite superior de 85 %, 90 %, o 95 % (porcentajes en volumen). Estas variables de intervalo se pueden combinar de manera independiente para formar una serie de intervalos diferentes y en el presente documento, se describen todos los intervalos para cada combinación posible de variables de intervalo.

Los materiales microporosos anteriores se pueden sintetizar mediante el uso de técnicas hidrotermales o solvotermales (p. ej., sol-gel), en las que se generan cristales lentamente a partir de una solución. Se pueden proporcionar plantillas para la microestructura mediante una unidad de construcción secundaria (SBU) y los ligantes orgánicos. También hay disponibles técnicas de síntesis alternativas, tales como deposición física de vapor o deposición química de vapor, en las que se depositan capas precursoras de óxido metálico, ya sea como material microporoso principal o como precursor de una estructura MOF formada mediante la exposición de las capas precursoras a moléculas de ligante sublimadas para impartir una transformación de fase a una red cristalina de MOF.

Los materiales de membrana descritos anteriormente pueden proporcionar un efecto técnico para facilitar la separación de contaminantes (por ejemplo, moléculas de nitrógeno, oxígeno y/o agua) del gas refrigerante, que se puede condensar. Otros materiales permeables al aire, tales como polímeros porosos o no porosos, pueden someterse a interacción de disolvente con el material de matriz, que puede intervenir en la separación efectiva. En algunas realizaciones, las capacidades de los materiales descritos en este documento pueden proporcionar un efecto técnico para fomentar la implementación de varias realizaciones ejemplares de sistemas de refrigeración con purga, como se describe con más detalle con referencia a las siguientes realizaciones ejemplares.

El material de membrana puede ser autoportante o puede ser soportado, por ejemplo, como una capa sobre un soporte poroso o integrado con un material de soporte de matriz. El espesor de un soporte para una membrana soportada puede oscilar de 50 nm a 1000 nm, más en concreto de 100 nm a 750 nm, e incluso más en concreto de 250 nm a 500 nm. En el caso de membranas tubulares, los diámetros de fibra pueden oscilar de 100 nm a 2000 nm y las longitudes de fibra pueden oscilar de 0,2 m a 2 m.

El material microporoso se puede depositar sobre un soporte como partículas en un polvo o disperso en un portador de líquido utilizando varias técnicas, tales como revestimiento por pulverización, revestimiento por inmersión, fundición en solución, etc. La dispersión puede contener varios aditivos, tales como ayudas a la dispersión, modificadores de reología, etc. Se pueden utilizar aditivos poliméricos; sin embargo, no se necesita un aglutinante de polímero, aunque se puede incluir un aglutinante de polímero y se puede incluir con una membrana de matriz mixta que comprenda un material inorgánico microporoso (p. ej., partículas cerámicas microporosas) en una matriz orgánica (p. ej., polímero orgánico). Sin embargo, un aglutinante de polímero presente en una cantidad suficiente para formar una fase de polímero contigua puede proporcionar vías de paso en la membrana para que moléculas más grandes se desvíen de las partículas de tamiz molecular. En consecuencia, en algunos ejemplos se excluye un aglutinante de polímero. En otros ejemplos, un aglutinante de polímero puede estar presente en una cantidad inferior a la necesaria para formar una fase de polímero contigua, tal como disposiciones en las que la membrana está en serie con otras membranas que pueden ser más restrictivas. Se pueden aplicar partículas del material microporoso (p. ej., partículas con tamaños de 0,01 μm a 10 μm , o en algunas realizaciones de 0,5 μm a 10 μm) como un polvo o dispersas en un portador de líquido (por ejemplo, un disolvente orgánico o un portador de líquido acuoso) y recubriendo el soporte después de la retirada del líquido. La aplicación de partículas sólidas de material microporoso de una composición líquida en la superficie de soporte se puede facilitar con la aplicación de un diferencial de presión a través del soporte. Por ejemplo, se puede aplicar un vacío desde el lado opuesto del soporte como la composición líquida que comprende las partículas microporosas sólidas para ayudar en la aplicación de las partículas sólidas sobre la superficie del soporte. Una capa revestida de material microporoso se puede secar para eliminar disolvente residual y, opcionalmente calentar para fusionar las partículas microporosas en una capa contigua. Se pueden utilizar varias configuraciones de estructura de membrana, incluidas, entre otras, configuraciones lisas, configuraciones planas, configuraciones tubulares o configuraciones en espiral. La membrana puede incluir un revestimiento de polímero protector o puede utilizar reflujos o calentamiento para regenerar la membrana, como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con número de serie 62/584073, titulada «Low Pressure Refrigeration System with Membrane Purge».

El material microporoso se puede configurar como nanoplaquetas, tales como nanoláminas de zeolita. Las partículas de nanoláminas de zeolita pueden tener espesores que van de 2 a 50 nm, más concretamente de 2 a 20 nm e incluso más específicamente de 2 nm a 10 nm. El diámetro medio de las nanoláminas puede oscilar entre 50 nm y 5000 nm, más específicamente entre 100 nm y 2500 nm, e incluso más concretamente entre 100 nm y 1000 nm. El diámetro medio de una partícula tabular con forma irregular se puede determinar calculando el diámetro de una partícula tabular con forma circular con la misma superficie en la dirección x-y (es decir, a lo largo de la superficie plana tabular) que la partícula con forma irregular. Zeolitas tales como nanoláminas de zeolita, pueden estar formadas por cualquiera de las diferentes estructuras de zeolita, incluidas entre otras el tipo de estructura MFI, MWW, FER, LTA, FAU y mezclas de las anteriores entre sí o con otras estructuras de zeolita. En un grupo más específico de ejemplos, zeolitas tales como nanoláminas de zeolita, pueden comprender estructuras de zeolita seleccionadas del tipo de estructura MFI, MWW, FER, LTA. Se pueden preparar nanoláminas de zeolita utilizando técnicas conocidas tales como exfoliación de precursores de estructura cristalina de zeolita. Por ejemplo, se pueden preparar nanoláminas de zeolita MFI y MWW sonicando los precursores en capas (silicalita multilaminar-1 e ITQ-1, respectivamente) en disolvente. Antes de la sonicación, las capas de zeolita se pueden hinchar opcionalmente, por ejemplo, con una combinación de base y tensioactivo, y/o mezcla de fusión con poliestireno. Los precursores en capas de zeolita se preparan típicamente utilizando técnicas convencionales de preparación de materiales microporosos, tales como métodos sol-gel.

La purga de membrana mostrada en la figura 1 se puede utilizar con varios tipos de sistemas de refrigeración. Un sistema ejemplar es un sistema de refrigeración de ciclo de compresión de vapor, un ejemplo del cual se muestra en la figura 2. Un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 2. Tal como se muestra en la figura 2, un compresor 10 presuriza fluido de transferencia de calor en su estado gaseoso, que calienta el fluido y proporciona presión para que circule por todo el sistema. El fluido de transferencia de calor, o refrigerante, puede comprender un compuesto orgánico. El refrigerante puede comprender un hidrocarburo o un hidrocarburo sustituido. El refrigerante puede comprender un hidrocarburo sustituido por un halógeno. El refrigerante puede comprender un hidrocarburo sustituido por un fluoro o por un cloro-fluoro. El fluido de transferencia de calor gaseoso presurizado caliente que sale del compresor 10 fluye a través del conducto 15 a un intercambiador de calor de rechazo de calor, tal como un condensador 20, que funciona como un intercambiador de calor para transferir calor del fluido de transferencia de calor al entorno circundante, lo que deriva en una condensación del fluido de transferencia de calor gaseoso caliente en un líquido presurizado a temperatura moderada. El fluido de transferencia de calor líquido que sale del condensador 20 fluye a través del conducto 25 a una válvula de expansión 30, donde se reduce la presión. El fluido de transferencia de calor líquido a presión reducida que sale de la válvula de expansión 30 fluye a través del conducto 35 hasta un intercambiador de calor de absorción de calor, tal como un evaporador 40, que funciona como un intercambiador de calor para absorber calor del ambiente circundante y hervir el fluido de transferencia de calor. El fluido de transferencia de calor gaseoso que sale del evaporador 40 fluye a través del conducto 45 hacia el compresor 10, completando así el circuito de fluido de transferencia de calor. El sistema de transferencia de calor tiene el efecto de transferir calor del ambiente que rodea el evaporador 40 al ambiente que rodea el condensador 20. Las propiedades termodinámicas del fluido de transferencia de calor deben permitirle alcanzar una temperatura suficientemente alta cuando se comprime de manera que sea mayor que la del ambiente que rodea al condensador 20, permitiendo que se transfiera calor al ambiente circundante. Las propiedades termodinámicas del fluido de transferencia de calor también deben tener un punto de ebullición en su presión de

postexpansión que permita que la temperatura que rodea al evaporador 40 proporcione calor para vaporizar el fluido de transferencia de calor líquido.

5 Con referencia ahora a la figura 3, se muestra un sistema de purga conectado a un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor por compresión de vapor tal como en la figura 2 (no se muestran todos los componentes de la figura 2). Tal como se muestra en la figura 3, un colector de purga 66 recibe gas de purga que incluye gas refrigerante y contaminantes (p. ej., nitrógeno, oxígeno) de una conexión de purga 52 conectada al condensador 20. El gas de purga se dirige desde el colector de purga 66 a un primer lado de una membrana 56 en un separador de membrana 54. El separador de membrana 54 y el colector de purga 66 pueden integrarse en una sola unidad colocando la
10 membrana 56 en la salida del colector de purga 66. Un motor principal, tal como una bomba de vacío 58 conectada al separador de membrana 54, proporciona una fuerza motriz para hacer pasar las moléculas de gas contaminante a través de la membrana 56 y salir del sistema desde un segundo lado de la membrana 56 por una salida. Un controlador 50 recibe datos de sistema (p. ej., presión, temperatura, caudales máxicos) y control de sistema o de operario (p. ej., encendido/apagado, recepción de señal de demanda de refrigeración) y utiliza componentes de control electrónicos (p. ej., un microprocesador) para controlar componentes de sistema tales como varias bombas, válvulas, interruptores.

La conexión de la conexión de purga 52 al condensador puede hacerse en un punto alto de la estructura de condensador. El colector de purga 66 puede proporcionar un efecto técnico de favorecer concentraciones más altas de contaminantes en el separador de membrana 54, lo que puede favorecer de manera más eficaz una transferencia de masa y una separación. Este efecto puede producirse a través de una estratificación de gas en el colector de purga 66 en el que se concentran contaminantes más ligeros hacia la parte superior del colector de purga 66 y gas refrigerante más pesado se concentra hacia la parte inferior del colector de purga 66. El colector de purga 66 puede ser cualquier tipo de recipiente o cámara con un volumen o un espacio abierto en sección transversal para recoger gas de purga y una baja velocidad de gas durante el funcionamiento de la bomba de vacío de sistema de purga 58 para favorecer la estratificación. La estratificación también puede producirse en cualquier momento cuando el sistema de purga no esté funcionando (incluso durante el funcionamiento del circuito de circulación de fluido de sistema de refrigeración), ya que el colector de purga 66 permanece en comunicación de fluido con la conexión de purga 52 con gas esencialmente estancado en el colector de purga 66. También se pueden emplear otras disposiciones para favorecer concentraciones más altas de contaminantes en el separador de membrana 54, como se explica con más
20 detalle a continuación.

El refrigerante procedente del primer lado de la membrana 56 puede devolverse al circuito de circulación de fluido refrigerante. Como se muestra en la figura 4, una conexión 67 devuelve gas retenido procedente del primer lado de la membrana 56 al circuito de circulación de fluido refrigerante en el evaporador 40, a través de un dispositivo de control, tal como una válvula de expansión 68, utilizado para adaptar el diferencial de presión entre el primer lado de la membrana 56 (que está cerca de la presión en el condensador 20) y la presión en el evaporador 40. Cabe señalar que el dispositivo de control puede controlar uno o ambos de un flujo o caída de presión a través del dispositivo de control, y la válvula de expansión 68 se muestra como una unidad de dispositivo de control integrada que realiza ambas funciones para aclarar la ilustración, aunque podrían ser componentes independientes, tales como una válvula de control y un orificio de expansión. El uso de un retorno de refrigerante desviado puede proporcionar el efecto técnico de favorecer mayores concentraciones de contaminantes en el primer lado de la membrana 56 mediante la separación de gas de la membrana 56 que se concentra con refrigerante después de la separación de moléculas de gas contaminante a través de la membrana 56, de modo que el gas refrigerante concentrado puede desplazarse con gas procedente del colector de purga 66 que tiene una mayor concentración de contaminantes. El desvío 67 también puede incluir una válvula de control o de cierre, que puede integrarse en un dispositivo de expansión (es decir, una válvula de expansión), como se describe con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. con número de serie 62/584,012. En disposiciones alternativas (no mostradas), el conducto de desvío 67 puede devolver gas cargado de refrigerante a un lado más frío del condensador 20 o entrada del compresor 10, en cuyo caso puede que no sea necesario un dispositivo de expansión debido a un diferencial de presión más bajo comparado con el de un retorno desviado al evaporador 40. En tal caso, la conexión 67 puede utilizar un dispositivo de control, tal como una válvula de control o de cierre 69, que no proporcione expansión de gas.

Como se analiza anteriormente, la estratificación de gas en el colector de purga 66 puede proporcionar el efecto técnico de favorecer concentraciones más altas de contaminantes en el primer lado de la membrana 56, que a su vez puede favorecer de manera más eficaz la transferencia de masa a la membrana y una separación más eficaz. Las figuras 5 y 6 muestran representaciones esquemáticas de disposiciones que pueden favorecer la estratificación y/o distribución de concentraciones más altas de contaminantes a la membrana 56. Tal como se muestra en la figura 5, un elemento de enfriamiento, tal como un circuito de serpentín de intercambio de calor 70 en comunicación de fluido con refrigerante frío del evaporador, puede disponerse en el colector de purga 66 para favorecer la estratificación mediante densificación inducida térmicamente de gas refrigerante y/o mediante la condensación de gas refrigerante. Como se muestra en la figura 6, un separador centrífugo 72 puede favorecer la estratificación en el colector de purga 66 dirigiendo gas refrigerante relativamente denso radialmente hacia fuera (desde donde puede dirigirse hacia abajo o hacia atrás al circuito de circulación de fluido refrigerante) mientras que gases contaminantes relativamente menos densos pueden fluir hacia arriba a través del colector de purga 66 y al separador de membrana 54. Los separadores centrífugos pueden utilizar una paleta inductora de vórtice u otro conjunto aguas arriba del separador y componentes (p. ej., paredes y canales) dispuestos radialmente hacia fuera para recoger gas separado de mayor densidad.

En otro ejemplo que puede favorecer una mayor concentración correspondiente de contaminantes en el primer lado de la membrana 56, la figura 7 muestra un reciclado de permeado 74 que dirige una parte de los contaminantes que están en el segundo lado de la membrana 56 de nuevo al primer lado de la membrana. El reciclado 74 puede incluir un conducto con una bomba (p. ej., una bomba estilo Venturi que utiliza fluido presurizado del circuito de circulación de fluido refrigerante o una bomba mecánica pequeña).

El análisis anterior se refiere a ejemplos de realizaciones específicas y pueden hacerse otras variaciones y modificaciones. Por ejemplo, se representa una sola membrana para aclarar la ilustración en las figuras analizadas anteriormente. Sin embargo, se pueden utilizar múltiples membranas (o unidades de separación de membrana), ya sea en configuraciones en cascada o en paralelo. Un ejemplo de configuración en cascada se representa esquemáticamente en la figura 8. Tal como se muestra en la figura 8, unas unidades de separación de membrana 54a y 54b (con membranas 56a y 56b) están dispuestas en una configuración en cascada en la que permeado procedente de la unidad de separación 54a se alimenta al primer lado de la segunda unidad de separación 54b. El retenido del primer lado de las membranas 56a y 56b se guía a través de las conexiones 67a y 67b al circuito de circulación de fluido refrigerante en el evaporador 40, con dispositivos de expansión 68a y 68b utilizados para adaptar el diferencial de presión entre el primer lado de las membranas 56a y 56b (que está cerca de la presión en el condensador 20) y la presión en el evaporador 40. En la solicitud de patente de EE. UU. con número de serie 62/584.073, se describen otras variantes para proteger la membrana mediante una capa de polímero o circulación inversa regenerativa o ciclos de calentamiento.

Otras variantes del sistema pueden referirse al motor principal. Los ejemplos analizados anteriormente utilizan una bomba de vacío en comunicación con el lado de permeado de la membrana, aunque se pueden utilizar otros motores principales. Como alternativa a las bombas de vacío mecánicas, tales como una bomba de paletas o una bomba de pistón recíprocante, se pueden usar bombas de estilo Venturi en las que un flujo de fluido, p. ej., refrigerante que fluye a través del circuito de flujo de fluido refrigerante, se guía a través de un dispositivo Venturi en comunicación de fluido con el lado de permeado de la membrana para crear un vacío en el lado de permeado de la membrana. Otro ejemplo de un motor principal se muestra en la figura 9, en la que una fuente de calor 76 se puede activar para calentar el gas que está en el colector de purga 66 en combinación con el aislamiento del colector de purga del condensador, tal como con una válvula de cierre o válvula de retención para crear expansión térmica y por tanto proporcionar fuerza motriz para conducir gas hacia y a través de la membrana 56. La fuente de calor 76 (o una fuente de calor diferente) también se puede utilizar para controlar la temperatura de la membrana durante el funcionamiento para lograr características de rendimiento de membrana objetivo o para calentar la membrana para la regeneración de membrana.

Tal como se menciona anteriormente, el sistema incluye un controlador tal como un controlador 50 para controlar el funcionamiento del circuito de flujo de refrigerante de transferencia de calor y el sistema de purga. Un controlador de sistema de refrigeración o enfriador puede hacer funcionar el circuito de flujo de transferencia de calor de refrigerante en respuesta a una señal de demanda de enfriamiento, que puede generar externamente un controlador maestro para el sistema o puede ser introducida por un operario humano. Algunos sistemas pueden configurarse para hacer funcionar el circuito de flujo continuamente durante periodos de tiempo prolongados. El controlador está configurado para hacer funcionar también el dispositivo de control en el conducto de retorno de retenido, o el motor principal, o tanto el dispositivo de control como el motor principal, en respuesta a una señal de purga. La señal de purga se puede generar en respuesta a varios criterios. En algunas realizaciones, la señal de purga puede ser en respuesta a un lapso predeterminado (por ejemplo, al simple paso del tiempo, o de horas de funcionamiento rastreadas) rastreado por los circuitos de controlador. La señal de purga puede ser en respuesta a una entrada de operario humano. La señal de purga puede ser en respuesta a parámetros medidos del circuito de flujo de fluido refrigerante, tal como un sensor de presión.

El término «aproximadamente», si se usa, se pretende que incluya el grado de error asociado a la medición de la cantidad particular basada en el equipamiento disponible en el momento de presentar la solicitud. Por ejemplo, «aproximadamente» puede incluir un intervalo de $\pm 8\%$ o 5% , o 2% de un valor dado y, por tanto, cualquier referencia a «aproximadamente» debe entenderse que incluye esos intervalos posibles.

La terminología utilizada en este documento es para describir únicamente realizaciones particulares y no se pretende que limite la presente descripción. Tal como se utiliza en este documento, se entiende que las formas singulares «un», «uno, una» y «el, la» incluyen también sus plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá también que los términos «comprende» y/o «que comprende», cuando se utilizan en esta memoria descriptiva, indican la presencia de características, elementos esenciales, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, elementos esenciales, etapas, operaciones, elementos y/o componentes y/o grupos de estos.

Aunque la presente descripción se ha descrito con referencia a una o varias realizaciones ejemplares, los expertos en la materia entenderán que se pueden hacer varios cambios y se pueden sustituir equivalentes por elementos de estos sin apartarse del ámbito de aplicación de las reivindicaciones. Además, pueden hacerse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente descripción. Por tanto, se pretende que la presente invención no se vea limitada a la realización particular descrita como el mejor modo contemplado para llevar

a cabo esta presente descripción, aunque la presente invención incluirá todas las realizaciones que estén dentro del ámbito de aplicación de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración que comprende

5 un circuito de circulación de fluido de transferencia de calor configurado para permitir que un refrigerante circule por su interior;
 una salida de gas de purga en comunicación funcional con el circuito de circulación de fluido de transferencia de calor;
 10 al menos una membrana permeable al gas (56) que tiene un primer lado en comunicación funcional con la salida de gas de purga y un segundo lado, comprendiendo dicha membrana un material inorgánico poroso con poros que tienen un tamaño para permitir el paso de contaminantes a través de la membrana y restringir el paso del refrigerante a través de la membrana;
 una salida de permeado en comunicación funcional con el segundo lado de la membrana; y
 15 un motor principal (58) configurado para proporcionar una fuerza motriz para hacer pasar los contaminantes a través de la membrana a la salida de permeado, caracterizado por que:

el sistema incluye una fuente de calor (76) en comunicación térmica controlable con la membrana o con un colector de gas de purga (66) acoplado de manera funcional a la salida de gas de purga y a la membrana, y/o
 20 el sistema incluye un controlador (50) configurado para hacer funcionar el circuito de circulación de fluido en respuesta a una señal de demanda de enfriamiento y para hacer funcionar el motor principal en respuesta a una verificación de contaminantes en el circuito de circulación de fluido, y/o
 el sistema incluye un segundo motor principal y un conducto configurados para mover permeado del segundo lado de la membrana al primer lado de la membrana.

25 2. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, que comprende un conducto de retorno de retenido que acopla de manera funcional el primer lado de la membrana al circuito de circulación de fluido.

30 3. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1 o 2, en el que el motor principal se acopla de manera funcional a la salida de permeado, y está configurado para mover gas del segundo lado de la membrana hasta un orificio de escape que va hasta el exterior del circuito de circulación de fluido.

35 4. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de circulación de fluido de transferencia de calor comprende un compresor, un intercambiador de calor de rechazo de calor, un dispositivo de expansión y un intercambiador de calor de absorción de calor, conectados entre sí en orden mediante conducto; y
 en el que la salida de gas de purga está en comunicación funcional con al menos uno del intercambiador de calor de rechazo de calor, el intercambiador de calor de absorción de calor y la membrana.

40 5. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el motor principal comprende una bomba de vacío.

45 6. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un colector de gas de purga acoplado de manera funcional a la salida de purga y la membrana.

50 7. Sistema de refrigeración según la reivindicación 6, en el que el colector de gas de purga comprende en su interior gas de purga, comprendiendo el gas de purga gas refrigerante y contaminantes, estando dicho gas de purga en una configuración estratificada con una mayor concentración de refrigerante hacia la salida de purga y una mayor concentración de contaminantes hacia la membrana.

8. Sistema de refrigeración según las reivindicaciones 6 o 7, que comprende un serpentín enfriador dispuesto en el colector de gas de purga, estando el serpentín en comunicación funcional con el circuito de circulación de fluido.

55 9. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la membrana comprende una cerámica.

60 10. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una membrana permeable al gas comprende una pluralidad de membranas permeables al gas; en el que la mayor parte de membranas permeables al gas están dispuestas en comunicación en serie o paralela.

11. Sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un filtro o un separador de vórtice entre la salida de purga y la membrana.

65 12. Método de funcionamiento de sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método:

hacer circular un refrigerante a través del circuito de circulación de fluido en respuesta a una señal de demanda de enfriamiento;
recoger gas de purga que comprende contaminantes de la salida de gas de purga; y
hacer funcionar el motor principal para transferir contaminantes a través de la membrana permeable.

5

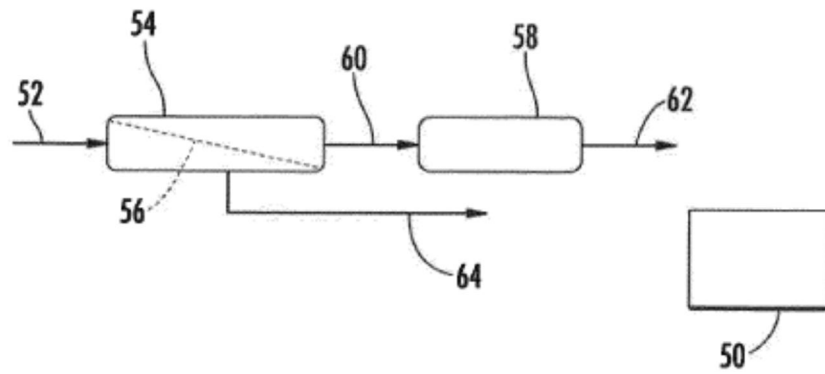


FIG. 1

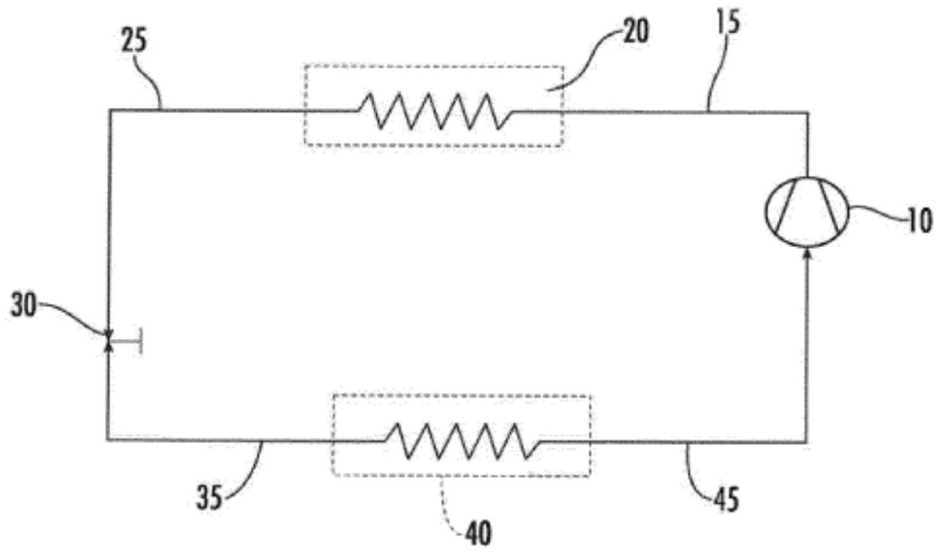


FIG. 2

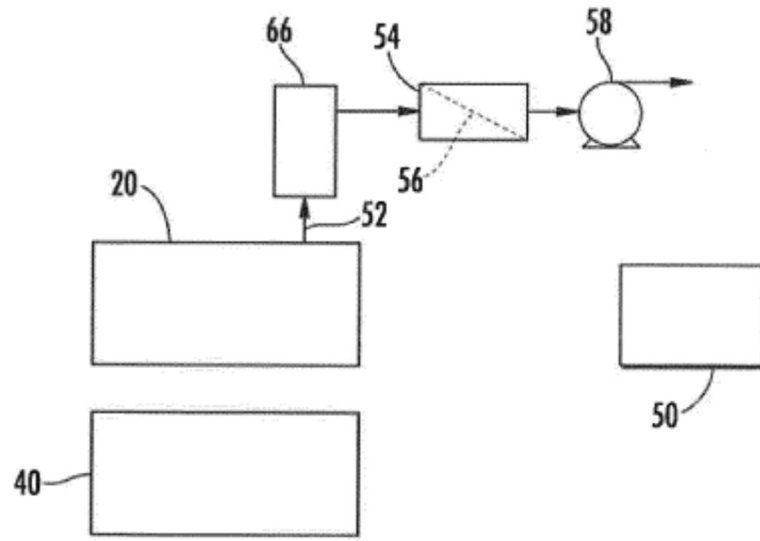


FIG. 3

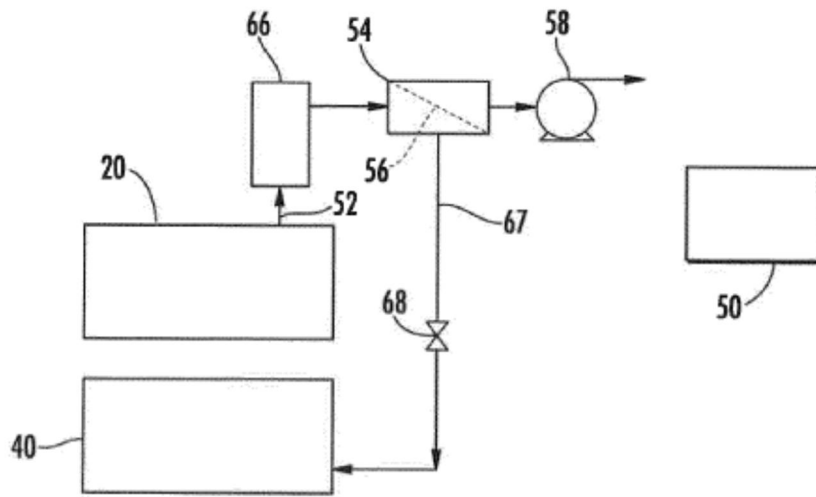


FIG. 4

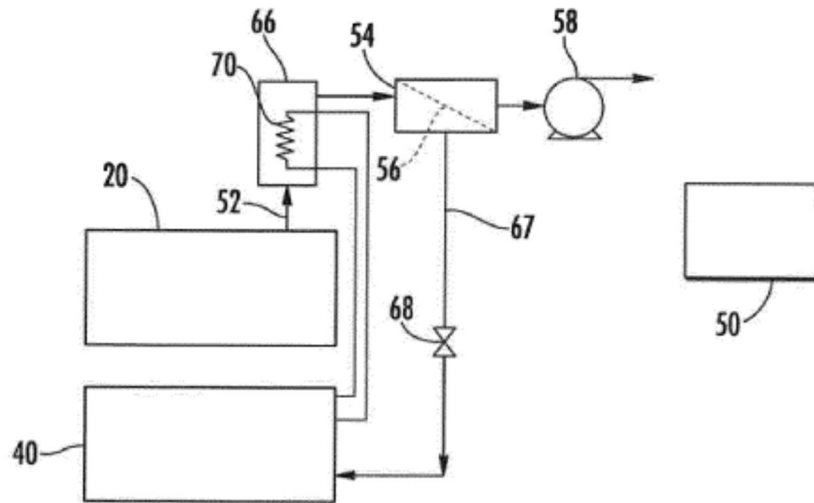


FIG. 5

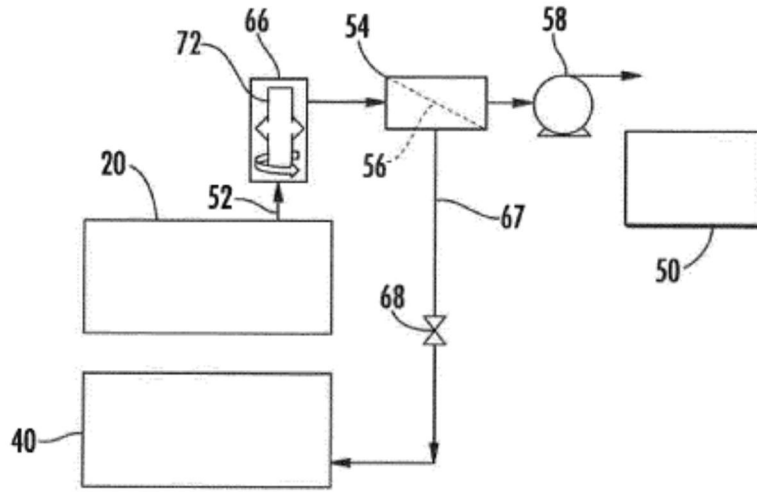


FIG. 6

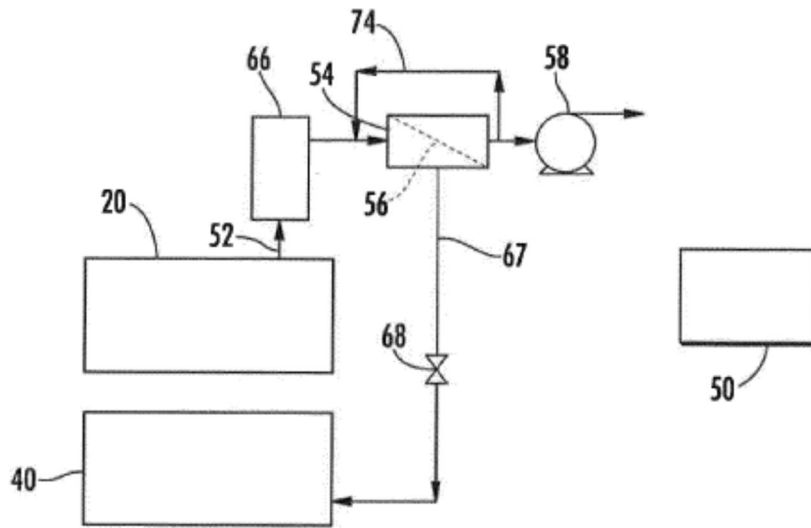


FIG. 7

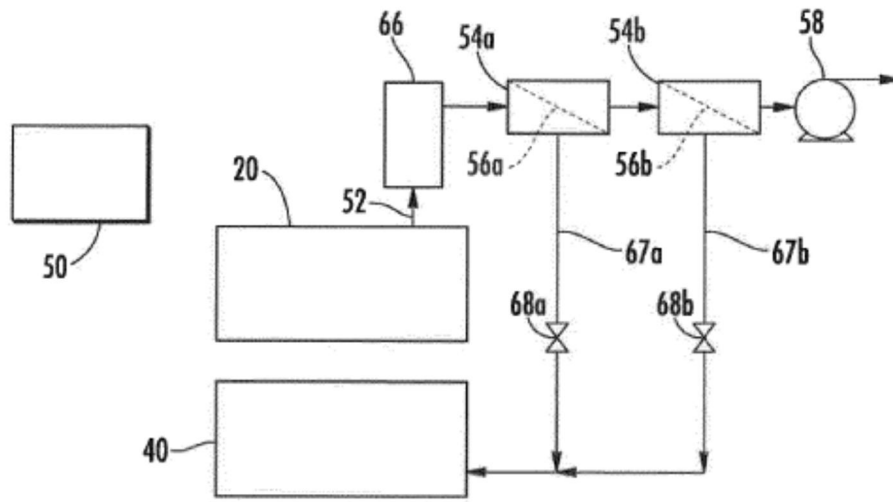


FIG. 8

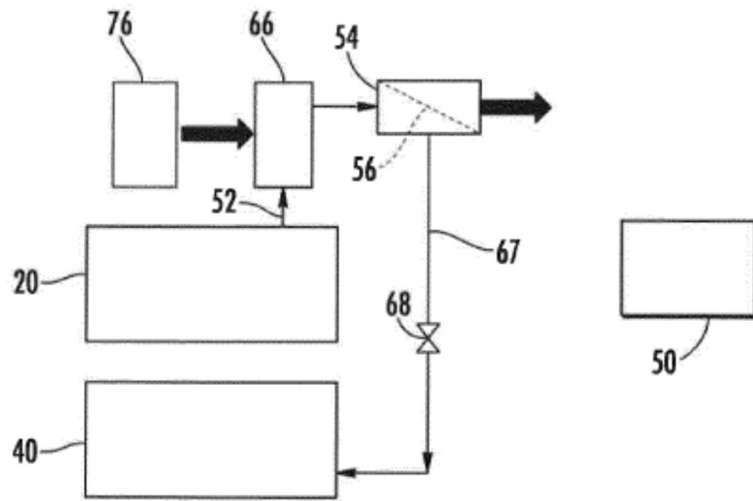


FIG. 9