

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 242**

51 Int. Cl.:

F25C 1/04 (2008.01)

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 7/00 (2006.01)

F25B 41/00 (2011.01)

F25C 1/22 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2016 PCT/US2016/067996**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17112758**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2016 E 16880020 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024 EP 3394529**

54 Título: **Máquina de fabricación de hielo con evaporador de doble circuito para un refrigerante de hidrocarburos**

30 Prioridad:
21.12.2015 US 201562270391 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2024

73 Titular/es:
**TRUE MANUFACTURING CO., INC. (100.0%)
2001 E. Terra Lane
O'Fallon, Missouri 63366, US**

72 Inventor/es:
KNATT, KEVIN

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 991 242 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

Máquina de fabricación de hielo con evaporador de doble circuito para un refrigerante de hidrocarburos

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere en general a máquinas automáticas de fabricación de hielo y, más específicamente, a máquinas de fabricación de hielo que utilizan refrigerantes de hidrocarburos, como por ejemplo propano, con un evaporador único que comprende una sola placa de congelación unida a circuitos de refrigerante dobles e independientes que están diseñados de tal manera que garantizan la producción uniforme de hielo a través del evaporador, permitiendo así una mayor capacidad de producción de hielo dentro del límite permitido de carga del sistema.

15 **Antecedentes de la invención**

Las máquinas de fabricación de hielo se emplean en aplicaciones comerciales y residenciales en todo el mundo. En aplicaciones domésticas, las máquinas de fabricación de hielo se colocan normalmente en un compartimento congelador. El hielo resultante es generalmente de mala calidad debido a la retención de aire e impurezas durante el proceso de congelación. En aplicaciones comerciales, las máquinas de fabricación de hielo generalmente congelan el hielo en una posición vertical, de manera que se eliminan las impurezas y se crean cubitos de hielo puros y transparentes. Entre otras referencias, son conocidas la patente estadounidense n.º 5.237.837 y la publicación de patente n.º 2010/0251746, y en las mismas se explican las realizaciones de este proceso en detalle. Las máquinas de fabricación de hielo comerciales consisten tradicionalmente en una sola unidad de fabricación de hielo colocada sobre un recipiente de almacenamiento de hielo o un dispensador automático para acceder al hielo. Un sensor de nivel de hielo indica cuando el nivel del recipiente o del dispensador está lleno, momento en el cual, la unidad de fabricación de hielo se apaga hasta que se vuelva a producir una demanda. A medida que se dispensa o se extrae hielo del recipiente, el hielo queda cada vez más alejado del sensor y se reanuda la producción. La publicación de patente estadounidense n.º 2008/0110186 es conocida, en la cual se explica este proceso en detalle. Estas máquinas han recibido una amplia aceptación y son especialmente deseables para instalaciones comerciales como restaurantes, bares, moteles y diversos establecimientos minoristas de bebidas que tienen una demanda alta y continua de hielo fresco.

La selección del refrigerante constituye un elemento clave en el diseño de la máquina de fabricación de hielo. Los evaporadores de máquinas de fabricación de hielo funcionan a una temperatura media a baja, con una temperatura óptima que oscila entre -10 °C y -20 °C. En septiembre de 1987, el Protocolo de Montreal prohibió el uso de CFC y comenzó la eliminación progresiva del R-22. En su lugar, los refrigerantes HFC que no dañan la capa de ozono se convirtieron en el estándar para las aplicaciones de fabricación de hielo. En particular, el R-404a, la mezcla pseudoazeotrópica de HFC-125, HFC-143a y HFC-134a, proporciona una temperatura casi estable durante todo el proceso de evaporación, lo que resulta fundamental para producir una placa de hielo uniforme en el evaporador. Además, no es inflamable y, por lo tanto, no tiene ninguna limitación de carga en su uso en máquinas de fabricación de hielo comerciales. Se pueden lograr mayores capacidades de producción de hielo simplemente aumentando el tamaño del evaporador, el compresor y la unidad condensadora y, a su vez, aumentando la cantidad de refrigerante necesaria para proporcionar la carga adecuada para el sistema. Las máquinas de fabricación de hielo más grandes con unidades condensadoras autónomas pueden contener hasta 2268 gramos (5 libras) de R-404a, y los sistemas con unidades condensadoras remotas pueden tener más de 4536 gramos (10 libras) de R-404a, dependiendo de la longitud de los conjuntos de líneas de conexión.

A pesar de ser óptimo para las aplicaciones, el R-404a está recibiendo una atención cada vez más negativa sobre su efecto sobre el medio ambiente. El índice GWP (*global warming potential*, potencial de calentamiento global) es la medida de la masa dada de gas de efecto invernadero que se estima que contribuye al calentamiento global. Su escala relativa se compara con la del gas de dióxido de carbono (CO₂), que por convención tiene un GWP de 1. Se estima que el R-404A tiene un GWP de 3.922. Su liberación directa a la atmósfera está prohibida. Sin embargo, la liberación indirecta de refrigerante durante la vida útil del equipo debido a fugas infinitesimales puede ser casi imposible de determinar. Existe un impacto aún mayor con el efecto indirecto del aumento del consumo de energía requerido por el equipo que funciona con una carga reducida. En este caso, el impacto se manifiesta con un aumento de las emisiones de carbono liberadas a la atmósfera durante la creación de esa energía adicional. De esta forma, la eliminación progresiva de los refrigerantes HFC ha ganado impulso mundial. La Unión Europea ha adoptado medidas para reducir dos tercios de las emisiones de gases fluorados con efecto invernadero para 2030 mediante la aprobación de los "Reglamentos sobre los gases fluorados", que entraron en vigor en enero de 2015. Los Estados Unidos ha seguido ese ejemplo al aprobar programas de eliminación progresiva similares que entrarán en vigor a partir de enero de 2016. Algunos estados también han aceptado este desafío. En concreto, el estado de California propuso una norma en junio de 2015 para prohibir todos los refrigerantes con un GWP superior a 150 antes de enero de 2021. Hasta la fecha, existen varios refrigerantes alternativos que ofrecen una posible sustitución directa, como el R-407A o mezclas de HFO como el R-448, pero ninguno está por debajo del límite de 150 GWP de California. Además, específicamente por lo que respecta a las máquinas de fabricación de hielo, es un requisito que cualquier fluido de trabajo alternativo tenga un deslizamiento de temperatura insignificante con el fin de fabricar hielo de manera uniforme sobre la superficie de

5 evaporación. Las mezclas de HFO mencionadas anteriormente poseen un deslizamiento de temperatura comparativamente alto, lo que las hace inapropiadas para esta aplicación. Los fabricantes de máquinas de fabricación de hielo no tendrán otra opción que cumplir con las nuevas leyes que se están imponiendo y, en última instancia, se pondrá fin al uso de HFC y de las mezclas alternativas de HFO propuestas, por lo que será necesario rediseñar por completo los equipos de fabricación de hielo.

10 Con la eliminación progresiva mencionada anteriormente a la que se enfrentan los fabricantes de máquinas de fabricación de hielo, los argumentos en favor de los refrigerantes naturales cada vez son mayores. El propano (R-290) es una alternativa muy eficiente y respetuosa con el medio ambiente que tiene un GWP de solo 2. En esencia, se puede incorporar a los sistemas existentes sin modificaciones importantes; sin embargo, el R-290 plantea su propio conjunto de desafíos de diseño debido a su inflamabilidad. La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) ha impuesto un límite de carga de refrigerante de 150 gramos en un esfuerzo por mitigar ese riesgo. Para aprovechar los beneficios del R-290, los fabricantes deben desarrollar técnicas para limitar la carga de refrigerante del sistema. Una de esas técnicas se explica en la patente estadounidense n.º 9.052.130, en donde un condensador tradicional de tubo con aletas ha sido reemplazado por un condensador de microcanal equivalente con un volumen interno de 100 a 15 250 mililitros. Sin embargo, los condensadores de microcanales son tradicionalmente más caros que los condensadores de tubo con aletas, y con un volumen de solo 250 ml, sigue existiendo un límite en la capacidad máxima de hielo que se puede obtener con un condensador de este tipo. Los fabricantes de hielo han logrado fabricar con éxito 20 227 kg (500 libras) de hielo al día con 150 gramos de propano, pero no existe ninguna solución para las máquinas de fabricación de hielo que requieren una mayor capacidad en un solo sistema. Lógicamente, para lograr mayores capacidades de hielo, los expertos en la materia se verían obligados a utilizar múltiples sistemas en una sola máquina. En la patente estadounidense n.º 4.384.462 se describe un sistema de múltiples compresores que incluye una pluralidad de evaporadores y dispositivos de expansión que responden de forma ventajosa a una demanda creciente haciendo funcionar los sistemas en ciclos de conformidad con dicha demanda. Aunque no está directamente 25 relacionado con las máquinas de fabricación de hielo, se podría imaginar un sistema similar para una máquina de fabricación de hielo comercial que respondiera de forma similar a la demanda de hielo. Sin embargo, el coste de múltiples sistemas haría que el producto no fuera rentable. El evaporador, al estar fabricado con un material de alta conductividad térmica, como por ejemplo el cobre, es en algunos casos el componente más caro de una máquina de fabricación de hielo. Además del coste del material, la fabricación, los costes generales y cualquier coste adicional de los recubrimientos de alto rendimiento, como por ejemplo el níquelado químico, pueden alcanzar hasta una tercera parte del coste total del material de una máquina de fabricación de hielo. También podría haber algunos inconvenientes importantes relacionados con el rendimiento. Un sistema de evaporador doble con control de ciclos produciría incrustaciones o corroería un evaporador más rápidamente que el otro, lo que tendría como resultado errores más frecuentes de un lado y reduciría de hecho la capacidad de fabricación de hielo a la mitad. Los mayores costes de 35 garantía para un sistema de evaporador doble de hidrocarburos afectan drásticamente las justificaciones económicas y consumen cualquier beneficio potencial si los comparamos con el estándar de evaporador de sistema único de HFC actual. Por lo tanto, las soluciones actuales presentadas para R-290 desgraciadamente apenas ofrecen soluciones para máquinas de fabricación de hielo más grandes en un mercado competitivo impulsado por la reducción de costes generales, especialmente con fabricantes emergentes de todo el mundo que se están sumando a la competencia.

40 Una sola máquina de fabricación de hielo con un sistema de R-290 sigue ofreciendo la mejor solución, ya que reduce el número de componentes necesarios y minimiza los costes, pero debe existir un medio para aumentar la capacidad de hielo sin añadir significativamente carga de refrigerante. Aunque no tiene este objetivo específico, un método que podría incorporarse es el descrito en la patente estadounidense n.º 7.017.355, el cual utiliza dos placas de congelación de evaporador con un circuito de refrigeración. Se utiliza un conducto de sección transversal rectangular entre las dos placas de evaporador, lo que aumenta la eficiencia del sistema al recuperar el calor que tradicionalmente se pierde en el lado opuesto del tubo de refrigerante. Sin embargo, este método no está probado en el mercado y existe poca evidencia de que un conducto plano dure la vida útil de la máquina de fabricación de hielo debido a la alta probabilidad de separación de la placa y el tubo. Las imperfecciones de la superficie en la planicidad causarían bolsas de aire entre la placa y el tubo, y en última instancia causarían la acumulación de hielo entre las dos superficies. Con la repetición 50 de ciclos térmicos, el hielo se expandiría y se propagaría detrás de la placa de congelación, lo que reduciría la capacidad de hielo y, en última instancia, provocaría una avería total. Por el contrario, se ha demostrado que los evaporadores de máquinas de fabricación de hielo con tubo redondo unido a la superficie de la placa de congelación son superiores a los conductos planos, ya que resisten 10 o más años de ciclos térmicos sin separarse.

55 En EP2284460 se describe un dispositivo de fabricación de hielo que comprende un mecanismo de fabricación de hielo de tipo barrena cilíndrica enfriado por dos circuitos de refrigeración de hidrocarburos.

60 Por consiguiente, sigue existiendo la necesidad de una única máquina de fabricación de hielo comercial capaz de fabricar más de 227 kg (500 libras) de hielo por día y que utilice R-290 como refrigerante. La solución requiere que: (1) los sistemas individuales cumplan las limitaciones establecidas para los hidrocarburos; (2) los costes de fabricación se limiten reduciendo el número de componentes y sistemas costosos; y (3) se pueda repetir un método probado y fiable para producir un evaporador con buena adhesión a la placa de congelación. La presente divulgación permite mayores capacidades de hielo en caso de que las limitaciones de carga aumenten para los sistemas individuales de 65 R-290 más allá de los 150 gramos. No obstante, siempre existirá una limitación de carga para el uso de refrigerantes inflamables para equipos comerciales ubicados e instalados en interiores. Los expertos en la materia habrán

determinado la capacidad máxima de hielo permitida teniendo en cuenta el límite de refrigerante y, en este caso, seguiría siendo aplicable la esencia de la presente divulgación al permitir capacidades de hielo aún mayores.

Sumario de la invención

5 Brevemente, por lo tanto, una realización de la invención está relacionada con un conjunto de fabricación de hielo para formar hielo utilizando refrigerante capaz de realizar la transición entre los estados líquido y gaseoso, en donde el conjunto incluye dos circuitos de refrigeración con un único conjunto de evaporador, como se define en la reivindicación 1. Preferentemente, el primer y segundo tubos de refrigerante están intercalados entre sí como parte del conjunto de evaporador. Preferentemente, el sistema de agua del conjunto de fabricación de hielo tiene una bomba de agua, un distribuidor de agua por encima de la placa de congelación, una válvula de purga, una válvula de entrada de agua y un depósito de agua ubicado debajo de la placa de congelación y adaptado para contener agua. La bomba de agua está en comunicación fluida con el depósito y el distribuidor de agua para hacer circular el agua sobre la placa de congelación.

15 La presente invención proporciona mayores capacidades de hielo mientras opera de manera segura dentro de las limitaciones de diseño de los refrigerantes de hidrocarburos. Para resolver este problema y los otros problemas mencionados anteriormente, la presente invención comprende un conjunto de evaporador único, en donde una sola placa de congelación está unida a sistemas de refrigeración de hidrocarburos dobles e independientes. La invención descrita minimiza el coste del material en comparación con una máquina de fabricación de hielo de sistema doble tradicional al emplear un único evaporador, un único sistema de circulación de agua y un único microprocesador para supervisar y controlar la producción eficiente de hielo.

Breve descripción de las figuras

25 Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención resultarán más evidentes al leer la siguiente descripción detallada, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos, en donde los dibujos ilustran características de conformidad con ejemplos de realizaciones de la invención, y en donde:

- 30 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina de fabricación de hielo;
- La Figura 2 es un dibujo esquemático de un sistema de fabricación de hielo, de acuerdo con una realización de la presente invención, que ilustra los circuitos de refrigeración dobles conectados a un solo evaporador;
- La Figura 3 es un dibujo esquemático del primer tubo para su fijación a la placa de congelación, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 35 La Figura 4 es un dibujo esquemático del segundo tubo para su fijación a la placa de congelación, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 5 es un dibujo esquemático de la vista frontal del conjunto de evaporador, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 6 es un dibujo esquemático de la vista trasera del conjunto de evaporador, de acuerdo con una realización de la presente invención; y
- 40 La Figura 7 es un diagrama del sistema de control, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada

45 Antes de explicar en detalle cualquier realización de la invención, deberá entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes que se exponen en la siguiente descripción o que se ilustran en los siguientes dibujos. La invención es susceptible de otras realizaciones y de ser llevada a la práctica o llevada a cabo de diversas formas. Asimismo, deberá entenderse que la fraseología y la terminología utilizadas en el presente son a título descriptivo y no deben considerarse limitativas. El uso de las expresiones “que incluye/n”, “que comprende/n” o “que tiene/n” y variaciones de las mismas en el presente pretende abarcar los elementos que se enumeran a continuación de las mismas y sus equivalentes, así como elementos adicionales. Se deberá entender que todos los números que expresan medidas y elementos similares utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones están modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. También deberá tenerse en cuenta que cualquier referencia en el presente a la parte frontal y la parte posterior o trasera, a la derecha y a la izquierda, a la parte superior y a la parte inferior y los términos “superior” e “inferior” se utilizan a fin de facilitar la descripción y no para limitar una invención descrita en el presente o sus componentes a cualquier orientación posicional o espacial.

60 La Figura 1 ilustra una máquina de fabricación de hielo comercial convencional 10 que tiene un conjunto de fabricación de hielo dispuesto dentro de un armario 12 que puede montarse sobre un recipiente de almacenamiento de hielo 14. El recipiente de almacenamiento de hielo 14 puede incluir una puerta 16 que puede abrirse para proporcionar acceso al hielo almacenado en el mismo. La máquina de fabricación de hielo 10 puede tener otros componentes convencionales no descritos en este documento sin abandonar el ámbito de la invención.

65 La Figura 2 ilustra ciertos componentes principales de una realización de un conjunto de fabricación de hielo 20 que tiene un circuito de agua 22 y dos circuitos de refrigeración, 24 y 26. Los circuitos de refrigeración pueden estar

- 5 formados con componentes idénticos y, por lo tanto, dichos componentes se describirán utilizando números de referencia similares. El circuito de agua 22 puede incluir un depósito de agua 26, una bomba de agua 28 que hace circular agua hasta un colector o tubo de distribución de agua 30 para su distribución a través de un conjunto de evaporador 32. Durante el funcionamiento del conjunto de fabricación de hielo 20, a medida que la bomba de agua 28 bombea agua desde el depósito de agua 26 a través de una línea de agua y fuera del colector o tubo de distribución 30, el agua incide sobre el conjunto de evaporador 32, fluye sobre las cavidades de la placa de congelación 34 y se congela para formar hielo. El depósito de agua 26 puede estar situado debajo del conjunto de evaporador 32 para captar el agua que sale del conjunto 32, de modo que la bomba de agua 28 pueda recircular el agua.
- 10 El circuito de agua 22 puede incluir además una línea de suministro de agua 36, un filtro de agua 38 y una válvula de entrada de agua 40 dispuestos en el mismo para llenar el depósito de agua 26 con agua procedente de un suministro de agua, en donde parte o la totalidad del agua suministrada puede congelarse para formar hielo. El depósito de agua 26 puede incluir alguna forma de sensor de nivel de agua, como por ejemplo un flotador o un medidor de conductividad, como se conoce en la técnica. El circuito de agua 22 puede incluir además una línea de purga de agua 42 y una válvula de purga 44 dispuestas en el mismo. El agua y/o cualquier contaminante que quede en el depósito 26 después de que se haya formado hielo puede purgarse mediante la válvula de purga 44 y a través de la línea de purga 42.
- 20 Cada uno de los circuitos de refrigeración 24 y 26 puede incluir un compresor 50, un condensador 52 para condensar el vapor de refrigerante comprimido descargado desde el compresor 50, un ventilador de condensación 54 posicionado para soplar un medio de enfriamiento gaseoso a través del condensador 52, un secador 56, un intercambiador de calor 58, un dispositivo de expansión térmica 60 para reducir la temperatura y la presión del refrigerante, un filtro 62 y una válvula de derivación de gas caliente 64. Como se describe en mayor detalle en otra parte del presente, una forma de refrigerante circula a través de estos componentes.
- 25 El dispositivo de expansión térmica 60 puede incluir –pero no está limitado a– un tubo capilar, una válvula de expansión termostática o una válvula de expansión electrónica. En determinadas realizaciones, donde el dispositivo de expansión térmica 60 es una válvula de expansión termostática o una válvula de expansión electrónica, el circuito de agua 22 también puede incluir un bulbo sensor de temperatura colocado en la salida del conjunto de evaporador 32 para controlar el dispositivo de expansión térmica 60. En otras realizaciones, donde el dispositivo de expansión térmica 60 es una válvula de expansión electrónica, el circuito de agua 22 también puede incluir un sensor de presión (no mostrado) situado en la salida del conjunto de evaporador 32 para controlar el dispositivo de expansión térmica 60, como se conoce en la técnica.
- 30 Los circuitos de refrigeración 24 y 26, así como el circuito de agua 22, pueden ser controlados por el controlador 70 para los ciclos de arranque, congelación y recolección a través de una serie de relés. El controlador 70 puede incluir un procesador, junto con un medio legible por el procesador, que almacena código y que representa instrucciones para hacer que el procesador ejecute un proceso. El procesador 182 puede ser, por ejemplo, un microprocesador disponible comercialmente, un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC, *Application-Specific Integrated Circuit*) o una combinación de diversos ASIC que están diseñados para lograr una o más funciones específicas, o habilitar uno o más dispositivos o aplicaciones específicos. En otra realización adicional, el controlador 70 puede ser un circuito analógico o digital, o una combinación de múltiples circuitos. El controlador 70 también puede incluir uno o más componentes de memoria (no mostrados) para almacenar datos en una forma recuperable por el controlador 70. El controlador 70 puede almacenar datos en el componente o los componentes de memoria o recuperar datos de los mismos. El controlador 70 también puede incluir un temporizador para medir el tiempo transcurrido. El temporizador puede implementarse a través de hardware y/o software en el controlador 70 y/o en el procesador de cualquier manera conocida en la técnica sin abandonar el ámbito de la invención.
- 35 Tras haber descrito cada uno de los componentes individuales de una realización de los circuitos de refrigeración 24 y 26, la manera en que los componentes interactúan y funcionan en varias realizaciones puede ahora describirse haciendo referencia de nuevo a la Figura 2. Inicialmente, cada uno de los circuitos de refrigeración se carga con un refrigerante de hidrocarburos, por ejemplo, propano R290, hasta un cierto límite de carga, entre 100 y 300 gramos, o preferentemente hasta aproximadamente 150 gramos. Durante el funcionamiento de los circuitos de refrigeración, cada compresor 50 recibe un refrigerante sustancialmente gaseoso de baja presión desde el conjunto de evaporador 32 a través de una línea asociada (la línea 76 para el primer circuito de refrigeración 24 y la línea 78 para el segundo circuito de refrigeración 26). El compresor 50 presuriza el refrigerante y descarga refrigerante sustancialmente gaseoso de alta presión al condensador 52. Se puede determinar la diferencia de presión entre el lado de succión del compresor 50 y el lado de descarga del compresor 50 utilizando dos sensores de presión ubicados en las líneas de succión y descarga, Ps 82 y Pd 84. En el condensador 52, se elimina el calor del refrigerante, lo que hace que el refrigerante sustancialmente gaseoso se condense en un refrigerante sustancialmente líquido.
- 40 Después de salir del condensador 52, el refrigerante sustancialmente líquido de alta presión se enruta a través del secador 56 para eliminar la humedad y, si el secador 56 incluye una forma de filtro como una malla, para eliminar ciertas partículas en el refrigerante líquido. El refrigerante pasa a continuación a través de un intercambiador de calor 58, el cual utiliza el refrigerante líquido tibio que sale del condensador 52 para calentar el vapor de refrigerante frío que sale del conjunto de evaporador 32, y hacia el interior del dispositivo de expansión térmica 60, lo que reduce

la presión del refrigerante sustancialmente líquido para su introducción en el conjunto de evaporador 32 a través de la conexión en T 68 por las líneas 72 y 74. A medida que el refrigerante expandido de baja presión pasa a través del tubo del conjunto de evaporador 32, el refrigerante absorbe calor de los tubos contenidos dentro del conjunto de evaporador 32 y se vaporiza cuando el refrigerante pasa a través de los tubos, enfriando así el evaporador 32. El refrigerante sustancialmente gaseoso de baja presión se descarga desde la salida del conjunto de evaporador 32 a través de una línea de succión (la línea 76 para el primer circuito de refrigeración 24 y la línea 78 para el segundo circuito de refrigeración 26) y se reintroduce en la entrada de cada compresor 50.

Las Figuras 3 y 4 ilustran el primer tubo 90 y el segundo tubo 92 del conjunto de evaporador 32. El primer tubo 90 tiene una entrada 94 conectada a la línea de succión 72 y una salida 96 conectada a la línea de succión 76. De manera similar, el segundo tubo 92 tiene una entrada 98 conectada a la línea de succión 74 y una salida 100 conectada a la línea de succión 78. De este modo, en cada circuito de refrigeración, el refrigerante circula desde el condensador al compresor y a los tubos evaporadores 90 y 92.

La Figura 5 ilustra el primer tubo 90 y el segundo tubo 92 acoplados térmicamente al lado trasero de la placa de congelación 102 del conjunto de evaporador 32. La Figura 6 muestra la vista frontal de la placa de congelación 102 del conjunto de evaporador 32. El primer tubo 90 y el segundo tubo 92 tienen preferentemente una forma serpenteante de modo que puedan intercalarse entre sí, como se ilustra en la Figura 5. Este tipo de configuración ayuda a garantizar una temperatura constante a lo largo de la placa de congelación 102 y, por consiguiente, a maximizar la producción de hielo al permitir un grosor de puente uniforme durante la fabricación de hielo, mientras que al mismo tiempo se minimiza el porcentaje de hielo derretido necesario para liberar el lote completo durante la recolección. Utilizando esta configuración, los circuitos de refrigeración 24 y 26 pueden cargarse cada uno a un nivel aceptable para cumplir con las limitaciones de la CEI, mientras que a la vez proporcionan una capacidad de enfriamiento lo suficientemente alta como para satisfacer las necesidades de la industria de fabricación de hielo comercial. Los tubos primero y segundo 90 y 92 representados en la Figura 5 tienen una sección transversal circular y están dispuestos en forma serpenteante, de modo que la combinación de los dos tubos se distribuye sobre la placa de congelación para proporcionar un enfriamiento sustancialmente uniforme sobre la placa de congelación.

La Figura 7 ilustra las entradas y salidas principales al controlador 70 que pueden incluirse en una o más realizaciones del conjunto de máquina de fabricación de hielo 20. Las entradas pueden incluir alguna combinación de un sensor de nivel de agua 110 que mide el nivel del agua del depósito 26, una sonda de temperatura 112 que mide la temperatura cerca del conjunto de evaporador 32, un interruptor de relé de recolección 114 que se activa en función de una determinada cantidad de hielo formado en la placa de congelación, un interruptor de control de recipiente 116 que detecta el llenado del recipiente de almacenamiento de hielo 14, y un sensor de presión 118 que puede usarse para detectar la presión del agua próxima al fondo del depósito 26, que puede correlacionarse con el nivel de agua en el depósito 26.

El controlador 70 emite señales para controlar la válvula de gas caliente 64, el ventilador del condensador 54 y el compresor 50 de cada circuito de refrigeración 24 y 26, y la bomba de circulación 28, la válvula de agua 40 y la válvula de purga 44 del circuito de agua 22. El controlador 70 recibe potencia de funcionamiento a través de una fuente de alimentación convencional 108.

Tras haber descrito cada uno de los componentes individuales de las realizaciones de la máquina de fabricación de hielo 10, incluido el conjunto de fabricación de hielo 20, ahora puede describirse la forma en que los componentes interactúan y funcionan. El hielo se produce al hacer funcionar simultáneamente los sistemas de refrigeración y circulación de agua. Durante una fase de arranque, puede ser deseable no poner en marcha ambos compresores y condensadores al mismo tiempo. Durante el funcionamiento del conjunto de fabricación de hielo 20 en un ciclo de enfriamiento, que comprende tanto un ciclo sensible como un ciclo latente, cada compresor 50 recibe refrigerante sustancialmente gaseoso de baja presión del conjunto de evaporador 32 a través de las líneas de succión 76 y 78, presuriza el refrigerante y descarga refrigerante sustancialmente gaseoso de alta presión al condensador 52. En el condensador 52, se elimina el calor del refrigerante, lo que hace que el refrigerante sustancialmente gaseoso se condense en un refrigerante sustancialmente líquido.

Después de salir del condensador 52, el refrigerante sustancialmente líquido de alta presión se enruta a través del secador 56, por el intercambiador de calor 58 y hacia el dispositivo de expansión térmica 60, el cual reduce la presión del refrigerante sustancialmente líquido para su introducción en el primer y segundo tubo 90 y 92 del conjunto de evaporador 32 a través de las líneas 72 y 74 respectivamente. A medida que el refrigerante expandido de baja presión pasa a través del primer tubo 90 y el segundo tubo 92 del conjunto de evaporador 32, el refrigerante absorbe calor de los tubos contenidos dentro del conjunto de evaporador 32 y se vaporiza cuando el refrigerante pasa a través de los tubos, enfriando así la placa de congelación. El refrigerante sustancialmente gaseoso de baja presión se descarga desde la salida del conjunto de evaporador 32 a través de las líneas 74 y 78, pasa a través del intercambiador de calor 58 y se reintroduce en la entrada del compresor 50.

En determinadas realizaciones, suponiendo que todos los componentes funcionan correctamente, al comienzo del ciclo de enfriamiento, puede abrirse la válvula de entrada de agua 40 para suministrar agua al depósito 26. Después de que se suministra el nivel deseado de agua al depósito 26, la válvula de entrada de agua 40 puede cerrarse. La

bomba de agua 28 hace circular el agua desde el depósito 26 hasta la placa de congelación 102 a través del colector o tubo de distribución 30. El compresor 50 hace que el refrigerante fluya a través del sistema de refrigeración. El agua que es suministrada por la bomba de agua 28 después, durante el ciclo de enfriamiento sensible, comienza a enfriarse a medida que entra en contacto con la placa de congelación 30, regresa al depósito de agua 26 debajo de la placa de congelación 102 y es recirculada por la bomba de agua 28 hasta la placa de congelación 102. Una vez que el ciclo de enfriamiento entra en el ciclo de enfriamiento latente, el agua que fluye a través de la placa de congelación 102 comienza a formar cubitos de hielo. A medida que aumenta el volumen de hielo en la placa de congelación 102, simultáneamente disminuye el volumen de agua en el depósito 26. El controlador 70 puede supervisar la cantidad de hielo que se forma, medida por un sensor de espesor de hielo, la disminución del agua en el depósito 26, medida por el sensor de nivel de agua, o algún otro parámetro del sistema de refrigeración para determinar el peso de lote deseado. De este modo, el estado del ciclo de congelación puede calibrarse en función del nivel de agua en el depósito 26. El controlador 70 puede controlar así el nivel de agua en el depósito 26 y puede controlar, en consecuencia, los distintos componentes.

En ese punto se inicia la parte de recolección del ciclo. El controlador 70 abre la válvula de purga 42 para eliminar el agua restante y las impurezas del depósito 26. Se desactivan el circuito de agua 22 y los circuitos de refrigeración 24 y 26. Después de que se forman los cubitos de hielo, se abre la válvula de gas caliente 64, lo que permite que el gas tibio de alta presión del compresor 50 fluya a través de una línea de derivación de gas caliente, a través del filtro 62 capaz de eliminar partículas del gas, la válvula de retención 80 y la conexión en T 68 para entrar en el tubo del conjunto de evaporador 32, recolectando así el hielo al calentar la placa de congelación 102 para derretir el hielo formado hasta tal grado que el hielo pueda desprenderse de la placa de congelación 102 y caer en el recipiente de almacenamiento de hielo 14, donde el hielo puede almacenarse temporalmente y ser recuperado más tarde. A continuación, se cierra la válvula de gas caliente 64 y se puede repetir el ciclo de enfriamiento.

Se pueden utilizar varios métodos para terminar el ciclo de recolección, cada uno con el objetivo de mejorar el rendimiento del hielo producido y evitar la acumulación de hielo no recolectado de un ciclo a otro. Un método consiste en controlar la temperatura de salida del evaporador, esperar a que alcance un valor mínimo y luego incorporar un retardo temporal por seguridad. Este método indirecto de terminar la recolección puede resultar poco fiable durante la vida útil de la máquina de fabricación de hielo debido a la formación de incrustaciones en el evaporador a partir de sedimentos y minerales pesados en el suministro de agua potable. Un método más eficiente consiste en utilizar un relé mecánico para activar el final de una recolección, eliminando así el tiempo perdido. En uno de estos casos, el relé está unido a una solapa horizontal debajo del conjunto de evaporador 32 y se coloca directamente en la trayectoria del hielo deslizante. A medida que el hielo se desliza alejándose de la placa de congelación 102, el relé se activa y envía una señal al controlador 70 para terminar inmediatamente la recolección. Cuando finaliza la recolección, la válvula de suministro de agua 40 se abre durante un breve tiempo para rellenar el depósito 26 con agua fresca. La máquina de fabricación de hielo continúa alternando ciclos de congelación y recolección hasta que el sensor del recipiente de hielo esté satisfecho, la máquina de fabricación de hielo satisfaga algún programa preestablecido almacenado en la memoria del controlador o la unidad se apague de forma manual o automática desde algún dispositivo de seguridad o función incorporada en el controlador.

Existen ciertas variaciones del sistema descrito anteriormente. Por ejemplo, los circuitos de refrigeración 24 y 26 pueden incluir compresores de una sola velocidad 50 junto con dos válvulas de expansión termostáticas 60 para mantener un ajuste de sobrecalentamiento en la salida de cada circuito individual. Se pueden utilizar métodos conocidos tradicionalmente para mantener un sistema equilibrado asegurando la carga apropiada de R-290 (u otro refrigerante de hidrocarburos) para cada circuito individual con el fin de asegurar una instalación consistente del elemento termostático. Alternativamente, los circuitos de refrigeración 24 y 26 pueden incluir dos compresores de velocidad variable 50 junto con dos válvulas de expansión electrónicas 60 para mantener un ajuste de sobrecalentamiento en la salida de cada circuito individual. Asimismo, los circuitos de refrigeración pueden incluir dispositivos de detección, como por ejemplo la tecnología de sistemas microelectromecánicos (SMEM) piezorresistivos, para determinar las características operativas de cada circuito y aplicar una función generadora de frecuencia para alterar la velocidad de los compresores en un esfuerzo por equilibrar las temperaturas de succión del bucle de refrigeración, manteniendo así un diferencial uniforme y más estable en toda la placa de congelación. Este mismo control, de conformidad con la realización actual, también podría modificar otros componentes de velocidad variable, similares a los enumerados en la solicitud de patente estadounidense n.º 14/591.650, incorporada a la presente memoria como referencia, con el fin de lograr la misma función estabilizadora.

El conjunto de fabricación de hielo 20 puede incluir además medios para su funcionamiento en caso de error de uno de los dos circuitos de refrigeración. Con un solo sistema en funcionamiento, se supone que la capacidad de fabricación de hielo se reduciría a la mitad, como sería el caso de un sistema de fabricación de hielo doble tradicional. Sin embargo, el tiempo del ciclo puede extenderse en caso de error, proporcionando así un "modo de seguridad" al permitir que la fabricación de hielo continúe hasta que se solucione el fallo del sistema. El evaporador seguiría funcionando y extendiéndose en una escala proporcional al tiempo de funcionamiento real del sistema, y no sería necesario emplear ningún programa de limpieza adicional o alternativo. El controlador podría notificar además al usuario final, a través de una pantalla externa, que la máquina de fabricación de hielo estaba funcionando en dicho "modo de seguridad". El conjunto de fabricación de hielo también puede incluir la capacidad de funcionar en un modo de capacidad reducida, en el que solo uno de los circuitos de refrigeración estaría en funcionamiento y, por lo tanto, la mitad de la capacidad

de hielo podría utilizarse durante períodos de baja demanda de hielo o cuando se intenta reducir el consumo de energía.

5 En otra realización adicional de la invención, los circuitos de refrigeración pueden utilizar condensadores enfriados por agua con tubos espirales en lugar de los condensadores tradicionales enfriados por aire de tubo con aletas. Entre otras alternativas figuran el uso de intercambiadores de calor de placas soldadas como aparato de condensación. En todos los casos, los condensadores se podrían emplear en tándem en circuitos separados o como un único intercambiador de calor con dos puertos para minimizar aún más el número de componentes necesarios para el conjunto de fabricación de hielo.

10 Por consiguiente, se han mostrado y descrito aparatos novedosos de una máquina de fabricación de hielo que incluye un sistema de refrigeración diseñado para refrigerantes de hidrocarburos, y particularmente propano (R-290), que incluye sistemas de refrigeración independientes dobles y un conjunto de evaporador único que tiene una sola placa de congelación unida a dos circuitos de enfriamiento. El conjunto de evaporador utiliza dos secciones de tubo de forma serpenteante diseñadas en un patrón ventajoso que promueve la eficiencia al garantizar la formación de puentes uniformes de hielo durante la congelación y minimizar el derretimiento no deseado durante la recolección al proporcionar una distribución uniforme de la carga de calor.

15

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de fabricación de hielo (20) para formar hielo utilizando un refrigerante capaz de realizar la transición entre los estados líquido y gaseoso, comprendiendo la máquina de fabricación de hielo:
 - 5 un primer circuito de refrigeración (24) que comprende un compresor (50), un condensador (52), una válvula de gas caliente (64), un dispositivo de expansión (60) y líneas de interconexión (76) para los mismos, en donde el refrigerante es aproximadamente de 100 a 300 gramos de refrigerante de hidrocarburos;
 - 10 un segundo circuito de refrigeración (26) que comprende un compresor, un condensador, una válvula de gas caliente, un dispositivo de expansión y líneas de interconexión para los mismos, en donde el refrigerante es también aproximadamente de 100 a 300 gramos de refrigerante de hidrocarburos;
 - un solo conjunto de evaporador compartido (32) que comprende:
 - un primer tubo de refrigerante en comunicación fluida con el primer circuito de refrigeración de manera que el refrigerante pueda circular a través del primer tubo de refrigerante y el primer circuito de refrigeración;
 - 15 un segundo tubo de refrigerante en comunicación fluida con el segundo circuito de refrigeración de manera que el refrigerante pueda circular a través del segundo tubo de refrigerante y el segundo circuito de refrigeración; y
 - una placa de congelación (34) acoplada de manera térmica al primer y segundo tubos de refrigerante;
 - 20 y
 - un sistema de agua para suministrar agua a la placa de congelación;
 en donde el primer y el segundo tubo de refrigerante están formados cada uno con una forma serpenteante y las dos secciones de tubo con forma serpenteante durante la recolección proporcionan una distribución uniforme de la carga de calor.
- 25 2. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que el refrigerante de hidrocarburos es propano (R-290).
3. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo tubo de refrigerante están intercalados entre sí como parte del conjunto de evaporador.
- 30 4. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo tubo de refrigerante están distribuidos sobre la placa de congelación para proporcionar un enfriamiento sustancialmente uniforme sobre la placa de congelación.
- 35 5. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, el cual comprende además un controlador (70) para controlar el funcionamiento de todos los circuitos de refrigeración y del circuito de agua.
- 40 6. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 5, en el que el controlador controla el funcionamiento de cada uno de los circuitos de refrigeración y del circuito de agua para un ciclo de arranque, un ciclo de congelación y un ciclo de recolección a través de una serie de relés.
- 45 7. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 5, en el que el controlador interrumpe el funcionamiento de uno de los circuitos de refrigeración de manera que el conjunto de fabricación de hielo funciona en un modo de capacidad reducida.
- 50 8. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que el refrigerante se carga a aproximadamente 150 gramos.
9. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que los compresores del primer y segundo circuitos de refrigeración son compresores de una sola velocidad.
10. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que los compresores del primer y segundo circuitos de refrigeración son compresores de velocidad variable.
- 55 11. El conjunto de fabricación de hielo de la reivindicación 1, en el que el sistema de agua comprende:
 - una bomba de agua (28);
 - un distribuidor de agua por encima de la placa de congelación;
 - una válvula de purga (44);
 - una válvula de entrada de agua (40); y
 - 60 un depósito de agua (26) situado por debajo de la placa de congelación y adaptado para contener agua, en donde la bomba de agua está en comunicación fluida con el depósito y el distribuidor de agua mediante una línea de agua para hacer circular el agua sobre la placa de congelación.

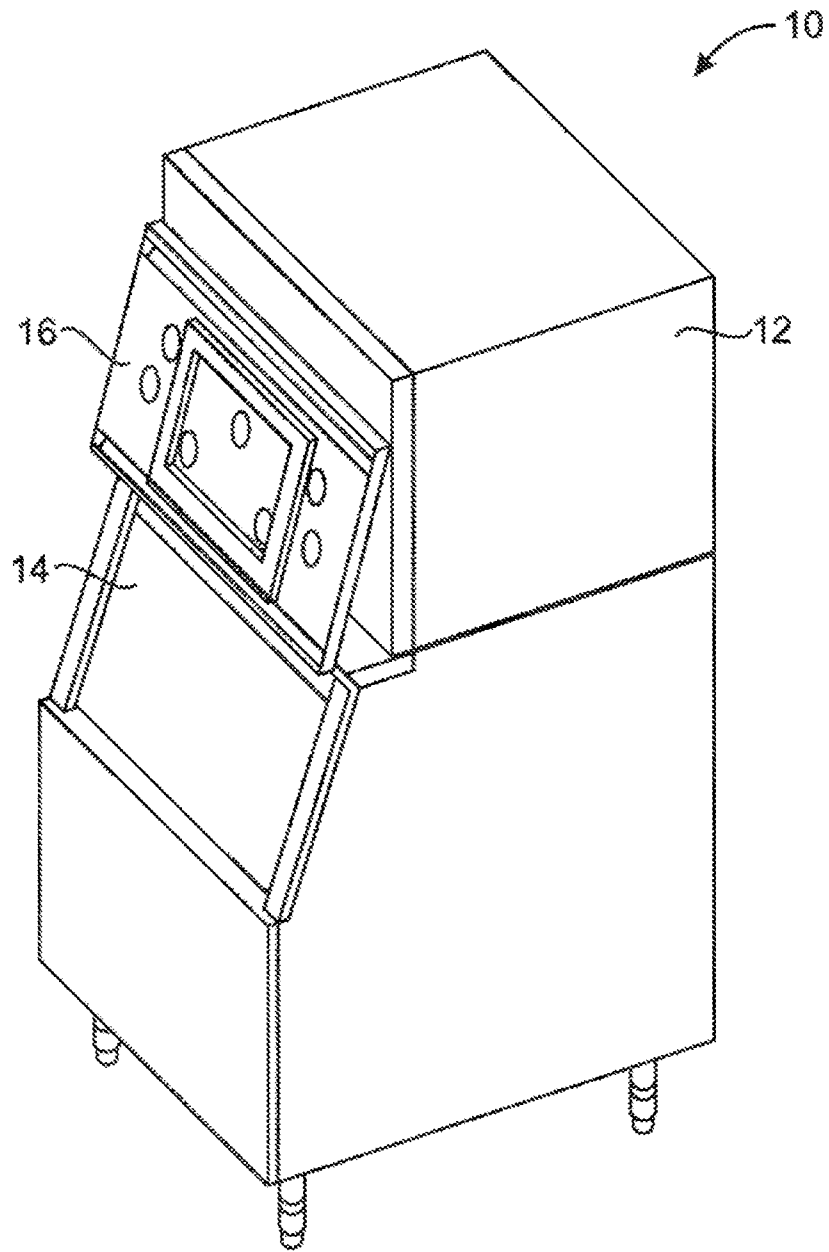


FIG. 1

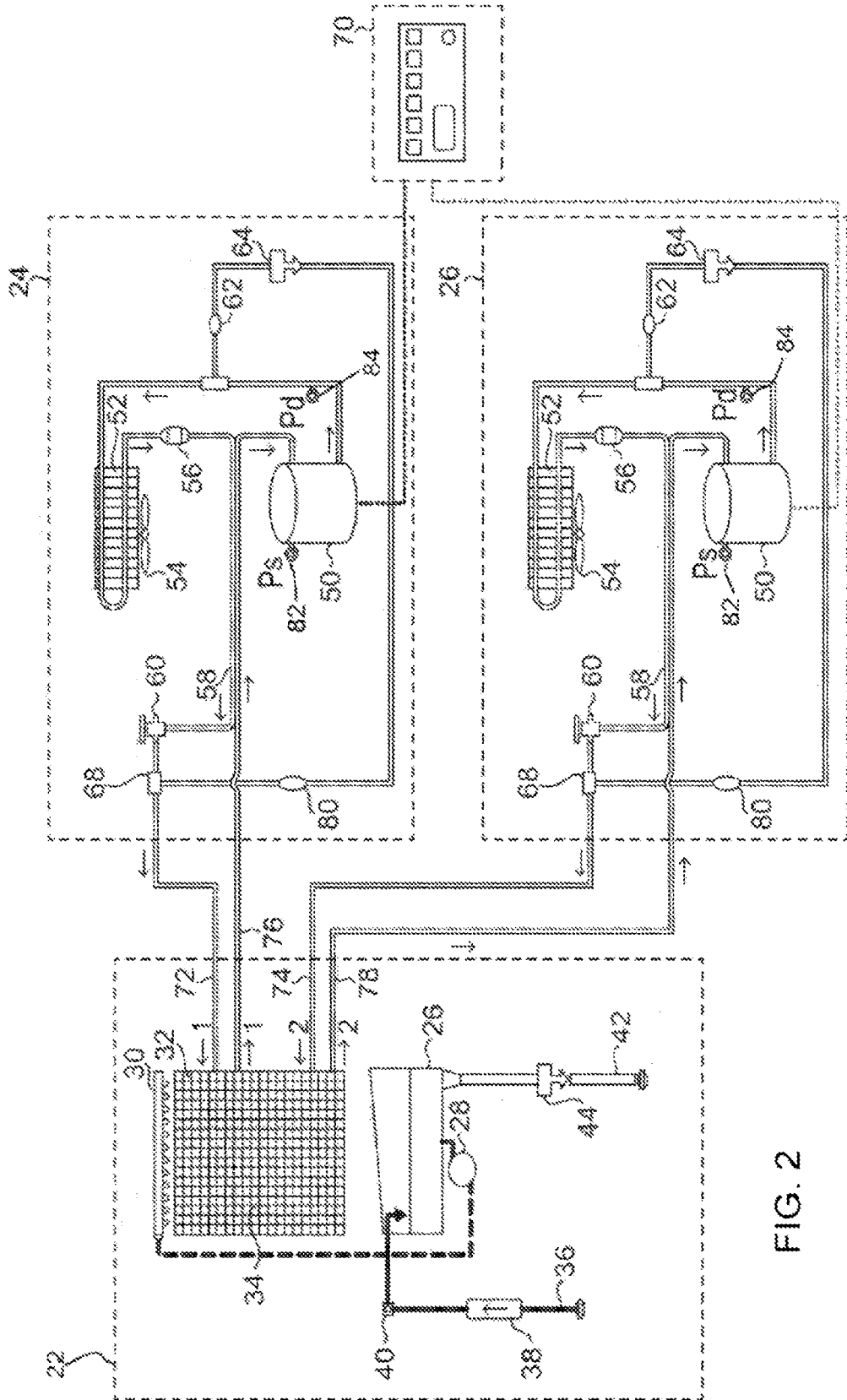


FIG. 2

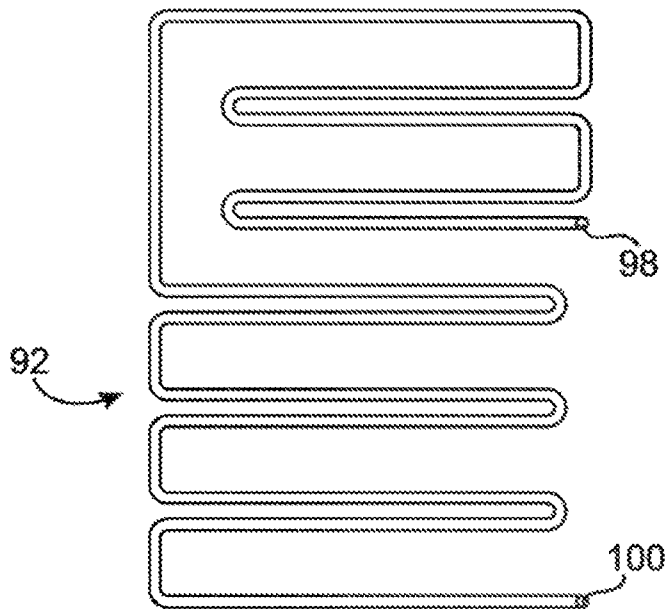
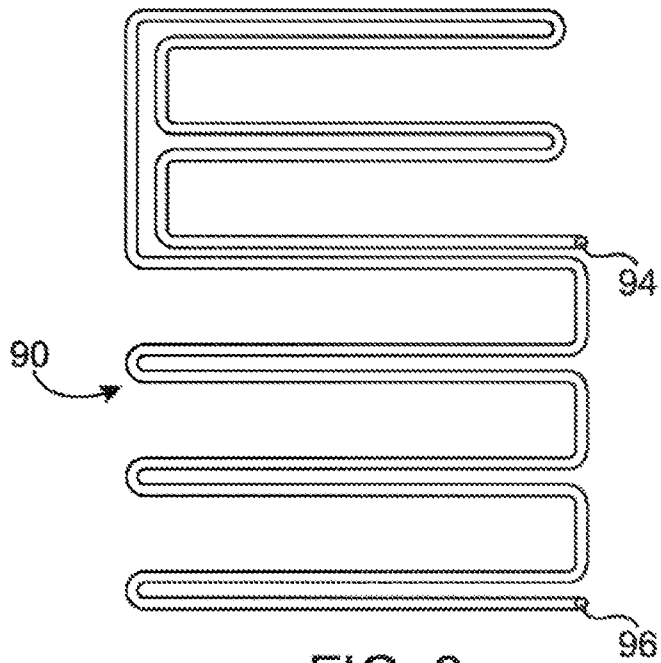


FIG. 5

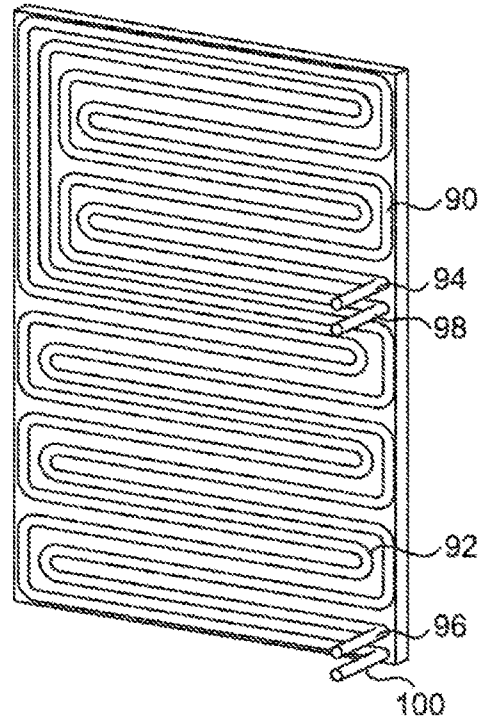
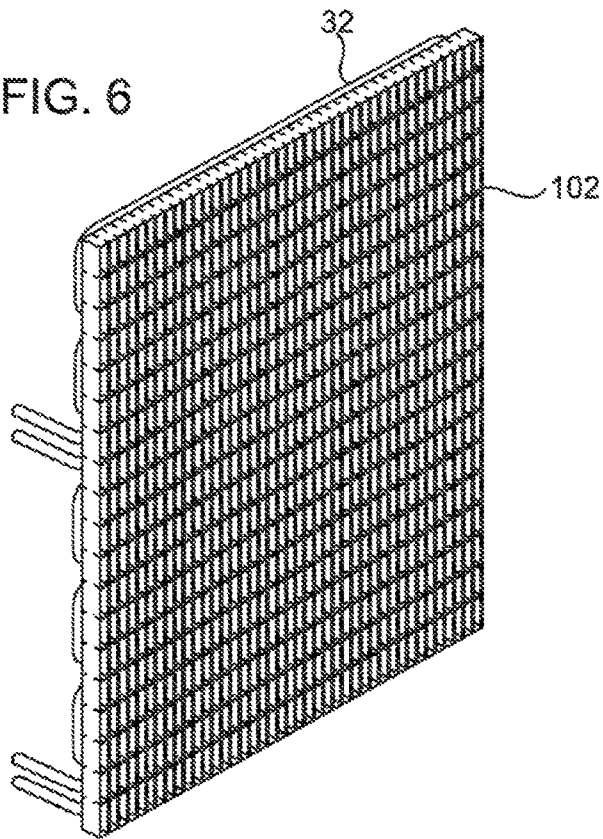


FIG. 6



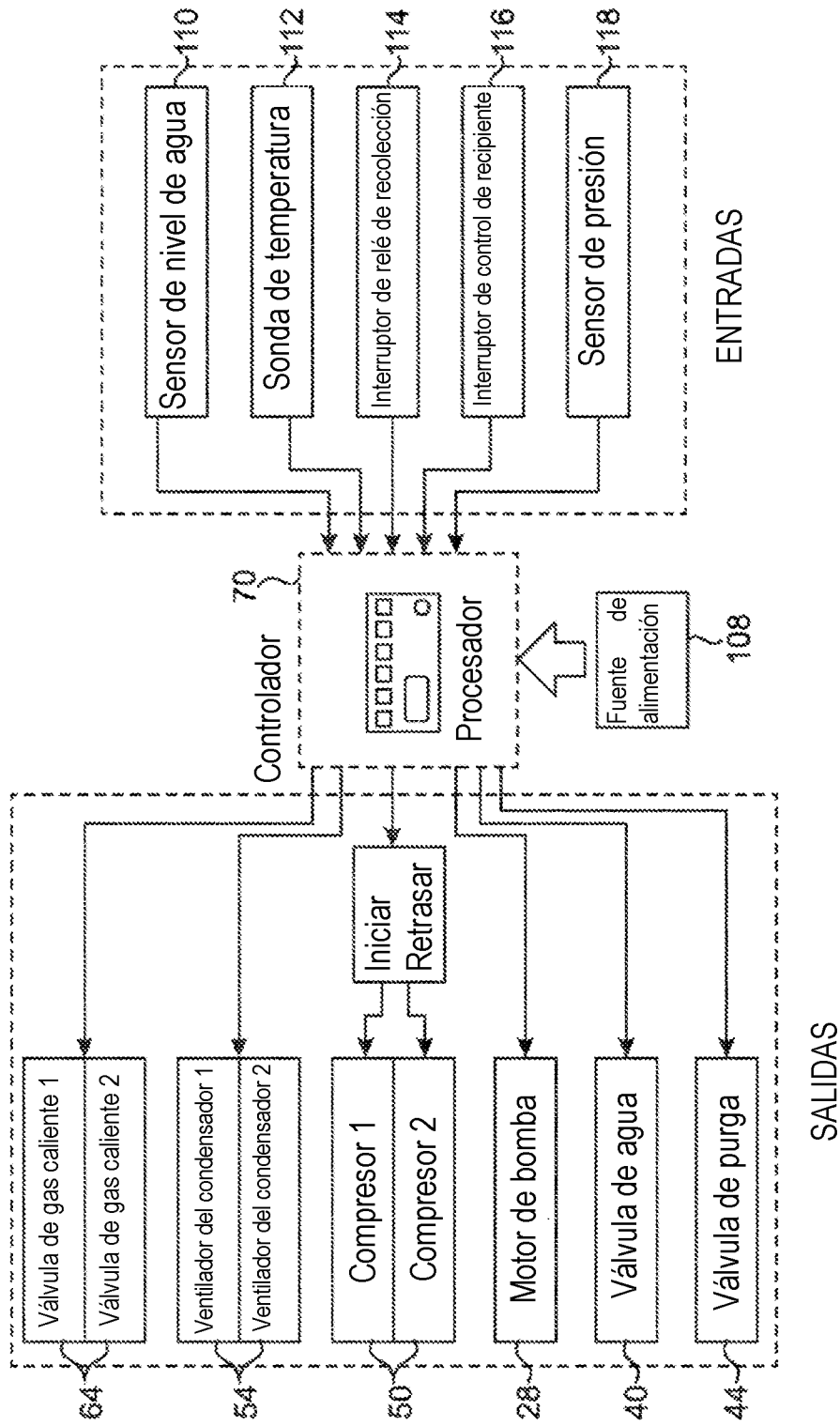


FIG. 7