

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 673**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2020 PCT/US2020/033013**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2020 WO20236536**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2020 E 20729923 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024 EP 3969536**

54 Título: **Sistemas de compresores refrigerantes**

30 Prioridad:

17.05.2019 US 201962849451 P

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

27.11.2024

73 Titular/es:

**THE CHEMOURS COMPANY FC, LLC (100.0%)
1007 Market Street
Wilmington, Delaware 19801, US**

72 Inventor/es:

**SPLETZER, STEPHEN y
MINOR, BARBARA HAVILAND**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 989 673 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

Sistemas de compresores refrigerantes

5 **Campo**

La presente invención se refiere a composiciones refrigerantes para sistemas de compresores refrigerantes.

10 **Antecedentes**

10 Se necesitan refrigerantes con un potencial de calentamiento global muy bajo ($PCG < 150$) para cumplir con los requisitos reguladores para diversas aplicaciones y segmentos del mercado. Se han desarrollado varias alternativas, para reemplazar los refrigerantes convencionales de alto PCG, tal como R-404A. Muchos de los refrigerantes de bajo PCG sugeridos para este reemplazo, tales como R-457A, presentan temperaturas de descarga más altas que los refrigerantes de alto PCG, tal como R-404A al que sustituyen. Esto puede limitar su eficacia al reducir la capacidad operativa de un compresor. Esto puede ser particularmente crítico para los compresores alternativos herméticos de baja contrapresión (CPB), utilizados en refrigeración a baja temperatura, dado que muchos de estos modelos no emplean un sistema de control de temperatura de descarga activo, tal como inyección de líquido o vapor. Si no se controlan, las temperaturas de descarga más altas generadas en estas aplicaciones de CPB podrían reducir potencialmente la longevidad del compresor. Sin la capacidad de mitigar activamente las temperaturas de descarga, el uso de estos compresores puede estar limitado a aplicaciones con temperaturas de evaporador más altas y/o temperaturas de condensación más bajas. Marek Zgliczynski et al: Thermal Profile of a reciprocating compressor using low GWP refrigerants, International Engineering conference, 9 de julio 2018, XP055713035 describe el refrigerante R-457A (HFC-32, HFO-1234yf, HFC-152a en una relación en peso 18/70/12) y R-454C (HFC-32, HFO-1234yf en una relación en peso 21,5/78,5).

25 **Sumario**

30 En una realización ilustrativa, un sistema de refrigeración que incluye un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) y una composición refrigerante, en donde la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en las cantidades definidas en la reivindicación 1 o en donde la composición refrigerante incluye 1,1-difluoroetano (R-152a), difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en las cantidades definidas en la reivindicación 1.

35 En otra realización ilustrativa, un método para reemplazar una primera composición refrigerante que comprende R-404A, R-457A, R-290 o R-454C con una segunda composición refrigerante que comprende entre un 82 y un 83 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y entre un 17 y un 18 por ciento en peso de difluorometano. La sustitución se realiza en un sistema de refrigeración que incluye un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB).

40 En otra realización ilustrativa, un método para operar un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) como parte de un sistema de refrigeración. El método incluye las etapas de recibir mediante un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) una composición refrigerante como se define en la reivindicación 9 que incluye difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) y comprimir mediante un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) la composición refrigerante. La temperatura de descarga del compresor está entre 78,0 °C y 102,0 °C.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada de la realización preferida que ilustra, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de refrigeración, de acuerdo con una realización.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de refrigeración, de acuerdo con una realización.

55 **Descripción detallada**

Se proporcionan composiciones refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global (PCG) que presentan bajas temperaturas de descarga y alta capacidad térmica. Las composiciones refrigerantes son adecuadas para su uso en compresores alternativos herméticos de baja contrapresión (CPB), usados en aplicaciones de refrigeración de baja temperatura.

60 En la figura 1 se muestra una realización de un sistema de refrigeración 100. En la realización de la figura 1, el sistema de refrigeración 100 incluye un tanque receptor 110. El tanque receptor 110 contiene una composición refrigerante y suministra la composición refrigerante a los demás componentes del sistema de refrigeración 100 durante el funcionamiento.

La composición refrigerante puede seleccionarse entre materiales que tienen un potencial de calentamiento global (PCG) bajo. En algunas realizaciones, la composición refrigerante presenta un PCG de menos de 180, menos de 150 y/o menos de 120. En algunas realizaciones, la composición refrigerante puede seleccionarse para reemplazar una composición refrigerante que tiene un alto PCG. En algunas realizaciones, la composición refrigerante puede seleccionarse para reemplazar composiciones refrigerantes tales como R-404A, R-290, R-454C, R-457A y R-507A. Es deseable que las composiciones de reemplazo proporcionen propiedades similares o mejoradas en comparación con R-404A. Propiedades similares pueden incluir inflamabilidad, temperatura de descarga y capacidad de transporte de calor.

Las composiciones refrigerantes adecuadas para reemplazar los refrigerantes R-404A incluyen difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en cantidades como se define en la reivindicación 1 o 9. En algunas realizaciones, las composiciones refrigerantes pueden incluir además 1,1-difluoroetano (R-152a) en cantidades como las definidas en la reivindicación 1 o 9. En algunas realizaciones, la composición refrigerante puede ser una composición refrigerante no azeotrópica.

En una realización, el sistema de refrigeración 100 puede ser un sistema de refrigeración de expansión directa. Durante el funcionamiento del sistema refrigerante 100, la composición refrigerante circula por todo el sistema de refrigeración 100 como parte de los procesos de transferencia de calor. En el ejemplo de la figura 1, el tanque receptor 110 está acoplado operativamente a un evaporador 120 a través de un dispositivo de expansión 125 tal como un tubo de orificio, tubo capilar, válvula de expansión térmica o válvula de expansión electrónica. El dispositivo de expansión 125, suministra la composición refrigerante al evaporador 120. En algunas realizaciones, el tanque receptor 110 es opcional. En dichas realizaciones, el refrigerante se suministra directamente al evaporador 120 sin un receptor. En una realización, la composición refrigerante se transporta entre el tanque receptor 110 y el evaporador 120 a través del dispositivo de expansión 125. En algunas realizaciones, el evaporador 120 puede funcionar en un modo de baja temperatura. Para los fines descritos en el presente documento, el funcionamiento del evaporador a baja temperatura está entre -40 °C y -18 °C. En algunas realizaciones, el evaporador 120 puede funcionar en un modo de temperatura media. Para los fines descritos en el presente documento la temperatura media de funcionamiento del evaporador es entre -20 °C y -5 °C.

El evaporador 120 está conectado operativamente a un compresor 140 a través de una línea de succión 135. El compresor 140 aumenta la presión del refrigerante vaporoso que entra en el compresor 140. En algunas realizaciones, el compresor 140 puede ser un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB). En una realización, la composición refrigerante es una composición no azeotrópica que incluye difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf). En otra realización, la composición refrigerante es una composición no azeotrópica que incluye difluorometano (R-32), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) y 1,1-difluoroetano (R-152a). En algunas realizaciones, la temperatura de descarga del compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) está entre 78,0 °C y 102,0 °C, entre 78,0 °C y 99,0 °C, entre 83,5 °C y 102,0 °C y combinaciones de las mismas.

El compresor 140 está conectado operativamente a un condensador 160. El condensador 160 recibe el refrigerante de vapor presurizado y permite que el evaporador de vapor presurizado transfiera calor a un medio externo y se condense al estado líquido.

El condensador 160 está conectado operativamente al tanque receptor 110. El refrigerante líquido regresa al tanque receptor 110 y nuevamente está disponible para absorber calor al ser suministrado nuevamente al evaporador 120.

En composiciones destinadas a sustituir a los refrigerantes convencionales de alto PCG, es deseable que la composición del refrigerante de reemplazo presente un PCG bajo, así como propiedades refrigerantes similares o mejoradas en comparación con el refrigerante que está reemplazando. En algunas realizaciones, la composición del refrigerante está destinada a reemplazar al R-457A. En una realización, la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) en una cantidad de 17 a 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en una cantidad de 82 a 83 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante. En una realización, la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) en una cantidad de 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en una cantidad de 82 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante.

En una realización, la composición refrigerante es una composición no azeotrópica que incluye difluorometano (R-32), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) y 1,1-difluoroetano (R-152a), en donde la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) en una cantidad de 17 a 19 por ciento en peso y/o aproximadamente 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en una cantidad de 75 a 78 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante, y 1,1-difluoroetano (R-152a) en una cantidad de 4 a 7 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante.

En algunas realizaciones, la composición del refrigerante está destinada a reemplazar al R-457A. En una realización, la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) en una cantidad de 18 por ciento en peso con base en el peso de la composición refrigerante, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en una cantidad de 76 a 77 por ciento en

peso basado en el peso de la composición refrigerante, y 1,1-difluoroetano (R-152a) en una cantidad de 5 a 6 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante. En una realización, la composición refrigerante incluye difluorometano (R-32) en una cantidad de 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) en una cantidad de 82 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante.

Las composiciones refrigerantes pueden comprender además uno o más componentes no refrigerantes opcionales seleccionados entre el grupo que consiste en lubricantes, pigmentos (incluidos pigmentos UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizantes, trazadores, agentes antidesgaste, agentes para presión extrema, inhibidores de la corrosión y la oxidación, reductores de energía de superficie metálica, desactivadores de superficies metálicas, secuestrantes de radicales libres, agentes reguladores de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, depresores del punto de vertido, detergentes, ajustadores de la viscosidad y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los componentes no refrigerantes opcionales pueden denominarse aditivos. De hecho, muchos de estos componentes no refrigerantes opcionales encajan en una o más de estas categorías y pueden tener cualidades que se presten para conseguir una o más características de rendimiento.

Para facilitar el funcionamiento y prolongar la vida útil del compresor 140, se puede incluir un lubricante en la composición refrigerante. La solubilidad y miscibilidad del lubricante con la composición refrigerante pueden mejorar el rendimiento del lubricante y prolongar la vida útil del compresor 140. En algunas realizaciones, el lubricante puede incluir aceite mineral, alquilbenceno, ésteres de poliol, polialquilenglicoles, ésteres de polivinilo, policarbonatos, perfluoropolímeros, siliconas, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, polialfa-olefinas y combinaciones de los mismos. En una realización, el lubricante incluye un éster de poliol.

Un componente no refrigerante opcional utilizado con las composiciones refrigerantes puede ser un estabilizador seleccionado entre el grupo que consiste en fenoles impedidos, tiofosfatos, trifenilfosforotioionatos butilados, organofosforados, o fosfitos, ésteres de arilalquilo, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfuros de arilo, ácido diviniltereftálico, ácido difeniltereftálico, líquidos iónicos y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los estabilizadores desvelados en este párrafo.

El estabilizador se puede seleccionar del grupo que consiste en tocoferol; hidroquinona; hidroquinona *t*-butílica; monotiofosfatos; y ditiofosfatos, comercializados por Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza, a continuación en el presente documento "Ciba", como la marca Irgalube® 63; ésteres de dialquiltiofosfato, comercializados por Ciba como las marcas registradas Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotioionatos butilados, comercializados por Ciba como la marca registrada Irgalube® 232; fosfatos de amina, comercializados por Ciba como la marca registrada Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos impedidos, comercializados por Ciba como Irgafos® 168 y Tris-(*di*-*terc*-butilfenil)fosfito, comercializados por Ciba como la marca registrada Irgafos® OPH; (Fosfito de di-*n*-octilo); y fosfito de iso-decildifenilo, comercializados por Ciba con la marca registrada Irgafos® DDPP; fosfatos de trialquilo, tales como fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo, fosfato de tributilo, fosfato de trioctilo y fosfato de tri(2-etilhexilo); fosfatos de triarilo, incluyendo fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo y fosfato de trixileno; y fosfatos de alquil-arilo mixtos incluidos fosfato de isopropilfenilo (IPPP) y fosfato de bis(*t*-butilfenil)fenilo (TBPP); trifenilfosfatos butilados, tales como los comercializados con la marca registrada Syn-O-Ad® incluyendo Syn-O-Ad® 8784; fosfatos de trifenilo *terc*-butilados tales como los comercializados como la marca registrada Durad®620; fosfatos de trifenilo isopropilados tales como los comercializados con las marcas registradas Durad® 220 y Durad®110; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; mirceno, aloocimeno, limoneno (en particular, *d*-limoneno); retinal; pineno (formas α o β); mentol; geraniol; farnesol; farneseno (formas α o β); fitol; vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fencheno; dipenteno; carotenoides, tales como licopeno, betacaroteno y xantofilas, tales como zeaxantina; retinoides, tales como hepaxantina e isotretinoína; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; éter de *n*-butilglicidilo; trifluorometiloxirano; 1,1-bis (trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-hidroximetil-oxetano, tal como OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((fenoxi)metil)-oxetano, tal como OXT-211 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((2-etilhexiloxi)metil)-oxetano, tal como OXT-212 (Toagosei Co., Ltd); ácido ascórbico; metanotiol (metil mercaptano); etanotiol (etil mercaptano); coenzima A; ácido dimercaptosuccínico (DMSA); mercaptano de pomelo ((*R*)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiol); cisteína (ácido (*R*)-2-amino-3-sulfanil-propanoico); lipoamida (1,2-ditiolano-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletil)-3-[2,3 (o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, comercializado por Ciba con la marca registrada Irganox® HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiodipropionato de dioctadecilo, comercializado por Ciba con la marca registrada Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, comercializado por Ciba como la marca registrada Irganox® PS 800; di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, comercializado por Ciba con la marca registrada Tinuvin® 770; poli-(*N*-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxipiperidil)succinato, comercializado por Ciba con la marca registrada Tinuvin® 622LD (Ciba); bis amina de sebo de metilo; bis amina de sebo; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltrietoxisilano; viniltrimetoxisilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; disulfuro de dibencilo; líquidos iónicos; y mezclas y combinaciones de los mismos.

El componente no refrigerante que se usa con las composiciones de la presente invención puede ser, como alternativa, un trazador. El trazador puede ser un solo compuesto o dos o más compuestos trazadores de la misma clase de

compuestos o de diferentes clases de compuestos. En algunas realizaciones, el trazador está presente en las composiciones a una concentración total de aproximadamente 1 partes por millón en peso (ppm) a aproximadamente 5000 ppm, basado en el peso de la composición total. En otras realizaciones, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 10 ppm a aproximadamente 1000 ppm. En otras realizaciones, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 20 ppm a aproximadamente 500 ppm. En otras realizaciones, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 25 ppm a aproximadamente 500 ppm. En otras realizaciones, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 500 ppm. Como alternativa, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm.

El trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en hidrofluorocarbonos (HFC), hidrofluorocarbonos deuterados, clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluoroclorocarbonos (HCFC), hidrofluoroolefinas (HFO), clorocarbonos, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos y cetonas, óxido nitroso y combinaciones de los mismos. Como alternativa, el trazador puede seleccionarse entre el grupo que consiste en trifluorometano (HFC-23), 1,1,1,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze, cis o trans), 3,3,3-trifluoropropeno (HFO-1243zt), 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (HFO-1225ye, isómero E o Z), diclorodifluorometano (CFC-12), clorodifluorometano HCFC-22), cloruro de metilo (R-40), clorofluorometano (HCFC-31), fluoroetano (HFC-161), 1,1,1-trifluoroetano (HFC-143a), cloropentafluoroetano (CFC-115), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114), 1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114a), 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano (HCFC-124), pentafluoroetano (HFC-125), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (HFC-134), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a), 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ea), 1,1,1,3,3,3-pentafluoropropano (HFC-245fa), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb), 1,1,2,2-tetrafluoropropano (HFC-254cb), 1,1,1,2-tetrafluoropropano (HFC-254eb), 1,1,1-trifluoropropano (HFC-263fb), 1,1-difluoro-2-cloroetileno (HCFC-1122), 2-cloro-1,1,2-trifluoroetileno (CFC-1113), 1,1,1,3,3-pentafluorobutano (HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropentano (HFC-43-10mee), 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoroheptano, hexafluorobutadieno, 3,3,3-trifluoropropino, yodotrifluorometano, hidrocarburos deuterados, hidrofluorocarbonos deuterados, perfluorocarbonos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos, cetonas, óxido nitroso (N₂O) y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, el trazador es una mezcla que contiene dos o más hidrofluorocarbonos o un hidrofluorocarbono en combinación con uno o más perfluorocarbonos. En otras realizaciones, el trazador es una mezcla de al menos un CFC y al menos un HCFC, HFC o PFC.

El trazador puede añadirse a las composiciones de la presente invención en cantidades predeterminadas para permitir la detección de cualquier dilución, contaminación u otra alteración de la composición. Adicionalmente, los trazadores pueden permitir la detección de productos que infringen los derechos de patente existentes, mediante la identificación del producto del titular de la patente frente al producto infractor de la competencia. Además, en una realización, los compuestos trazadores pueden permitir la detección de un proceso de fabricación mediante el cual se produce un producto.

En algunas realizaciones, se puede insertar un tanque de compensación o acumulador 150 opcional entre el evaporador 120 y el compresor 140 para evitar que el refrigerante líquido y/o lubricante entre en el compresor 140. El tanque de compensación 150, de estar presente, puede devolver cualquier líquido acumulado al evaporador 120.

En una realización alternativa, el sistema de refrigeración puede ser un sistema de refrigeración con evaporador inundado 200. La figura 2 ilustra un sistema de refrigeración con evaporador inundado 200. En el ejemplo de la figura 2, los elementos del sistema son los mismos que los descritos anteriormente para el sistema de refrigeración de expansión directa 100 excepto que el tubo capilar 125 no está presente y puede estar presente una bomba opcional 225 para ayudar a la transferencia de refrigerante desde el tanque receptor 110 a un evaporador inundado 220. El tanque de compensación 150, de estar presente, puede devolver cualquier líquido acumulado al tanque receptor 110 para ser suministrado nuevamente al evaporador 220. La conexión operable del condensador 160 al tanque receptor 110 incluye además una válvula de expansión 270.

El rendimiento de las composiciones refrigerantes de la invención, en comparación con R-457A, se presenta en las Tablas 1 a 6 a continuación.

Ejemplos

El rendimiento de refrigeración de las composiciones de la presente invención se comparó con el R-404A (una mezcla de 44 por ciento en peso de HFC-125 (pentafluoroetano), 52 por ciento en peso de HFC-143a (1,1,1-trifluoroetano) y 4 por ciento en peso de HFC-134a (1,1,1,2-tetrafluoroetano)), R-290 (propano), R-454C (una mezcla que contiene 21,5 por ciento en peso de HFC-32 y 78,5 por ciento en peso de HFO-1234yf) y R-457A (una mezcla que contiene 18 por ciento en peso de HFC-32, 70 por ciento en peso de HFO-1234yf y 12 por ciento en peso de HFC-152a (1,1-difluoroetano)). El rendimiento se determinó en condiciones de refrigeración de temperatura baja y media.

TABLA 1

PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES CONVENCIONALES - REFRIGERACIÓN DE BAJA TEMPERATURA							
(40 °C Promedio. Condensador, -35 °C Promedio. Evaporador, RGT -15 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m ³ /min. Desplazamiento, 1 TR)							
ASHRAE N.º	T _{DIS} (°C)	ΔT _{DIS} Rel. a R-404A (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	Capacidad rel. a R-404A (%)	COP	Flujo másico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
R-404A	88,9	0,0	813,4	100,0	1,338	2,046	3.922
R-290	95,9	7,0	752,6	92,5	1,510	0,822	3
R-454C	99,4	10,5	720,9	88,6	1,431	1,632	146
R-457A	102,0	13,1	664,9	81,7	1,465	1,500	139

TABLA 2

PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES CONVENCIONALES - REFRIGERACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA							
(40 °C Promedio. Condensador, -7 °C Promedio. Evaporador, RGT 18 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m ³ /min. Desplazamiento, 1 TR)							
ASHRAE N.º	T _{DIS} (°C)	ΔT _{DIS} Rel. a R-404A (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	Capacidad rel. a R-404A (%)	COP	Flujo másico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
R-404A	79,5	0,0	2684,4	100,0	2,882	1,674	3.922
R-290	82,7	3,2	2254,0	84,0	3,116	0,696	3
R-454C	85,2	5,7	2429,3	90,5	2,999	1,380	146
R-457A	86,5	7,0	2247,6	83,7	3,045	1,284	139

5

TABLA 3

COMPOSICIONES BINARIAS DE R-32/R-1234YF - REFRIGERACIÓN DE BAJA TEMPERATURA

(40 °C Promedio. Condensador, -35 °C Promedio. Evaporador, RGT -15 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m³/min. Desplazamiento, 1 TR)

10

Mezcla (% en peso)	T _{DIS} (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	COP	Flujo másico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
21 % de R-32/79 % de R-1234yf	98,9	714,6	1,431	1,638	145
20 % de R-32/80 % de R-1234yf	98,0	701,7	1,430	1,650	138
19 % de R-32/81 % de R-1234yf	97,1	688,8	1,430	1,668	131
18 % de R-32/82 % de R-1234yf¹	96,2	675,8	1,429	1,680	125
17 % de R-32/83 % de R-1234yf¹	95,2	662,8	1,429	1,698	118
16 % de R-32/84 % de R-1234yf	94,3	649,7	1,428	1,716	111
15 % de R-32/85 % de R-1234yf	93,4	636,5	1,427	1,728	105
14 % de R-32/86 % de R-1234yf	92,4	623,3	1,427	1,746	98
13 % de R-32/87 % de R-1234yf	91,4	610,1	1,426	1,764	91
12 % de R-32/88 % de R-1234yf	90,5	596,9	1,426	1,782	85
11 % de R-32/89 % de R-1234yf	89,5	583,7	1,425	1,800	78
10 % de R-32/90 % de R-1234yf	88,4	570,5	1,425	1,818	71
Mezcla (% en peso)	ΔT _{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad rel. a R-457A (%)	COP rel. a R-457A (%)		
21 % de R-32/79 % de R-1234yf	-3,1	107,5	97,7		
20 % de R-32/80 % de R-1234yf	-4,0	105,5	97,6		

(continuación)

Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad rel. a R-457A (%)	COP rel. a R-457A (%)
19 % de R-32/81 % de R-1234yf	-4,9	103,6	97,6
18 % de R-32/82 % de R-1234yf¹	-5,8	101,6	97,5
17 % de R-32/83 % de R-1234yf¹	-6,7	99,7	97,5
16 % de R-32/84 % de R-1234yf	-7,7	97,7	97,5
15 % de R-32/85 % de R-1234yf	-8,6	95,7	97,4
14 % de R-32/86 % de R-1234yf	-9,6	93,7	97,4
13 % de R-32/87 % de R-1234yf	-10,5	91,8	97,3
12 % de R-32/88 % de R-1234yf	-11,5	89,8	97,3
11 % de R-32/89 % de R-1234yf	-12,5	87,8	97,3
10 % de R-32/90 % de R-1234yf	-13,5	85,8	97,3

¹ según la invención reivindicada**TABLA 4****COMPOSICIONES BINARIAS DE R-32/R-1234YF - REFRIGERACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA**(40 °C Promedio. Condensador, -7 °C Promedio. Evaporador, RGT 18 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m³/min. Desplazamiento, 1 TR)

Mezcla (% en peso)	T_{DIS} (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	COP	Flujo másico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
21 % de R-32/79 % de R-1234yf	84,9	2412,6	3,000	1,386	145
20 % de R-32/80 % de R-1234yf	84,4	2378,7	3,003	1,392	138
19 % de R-32/81 % de R-1234yf	83,8	2344,3	3,006	1,404	131
18 % de R-32/82 % de R-1234yf¹	83,3	2309,3	3,008	1,416	125
17 % de R-32/83 % de R-1234yf¹	82,8	2273,6	3,011	1,428	118
16 % de R-32/84 % de R-1234yf	82,3	2237,4	3,013	1,434	111
15 % de R-32/85 % de R-1234yf	81,7	2200,4	3,015	1,446	105
14 % de R-32/86 % de R-1234yf	81,2	2162,9	3,018	1,458	98
13 % de R-32/87 % de R-1234yf	80,6	2124,6	3,020	1,470	91
12 % de R-32/88 % de R-1234yf	80,1	2085,7	3,022	1,482	85
11 % de R-32/89 % de R-1234yf	79,5	2046,2	3,025	1,494	78
10 % de R-32/90 % de R-1234yf	78,9	2006,0	3,027	1,506	71
Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad Rel. a R-457A (%)	COP Rel. a R-457A (%)		
21 % de R-32/79 % de R-1234yf	-1,6	107,3	98,5		
20 % de R-32/80 % de R-1234yf	-2,1	105,8	98,6		
19 % de R-32/81 % de R-1234yf	-2,7	104,3	98,7		
18 % de R-32/82 % de R-1234yf¹	-3,2	102,7	98,8		
17 % de R-32/83 % de R-1234yf¹	-3,7	101,2	98,9		

5

10

ES 2 989 673 T3

(continuación)

Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad Rel. a R-457A (%)	COP Rel. a R-457A (%)
16 % de R-32/84 % de R-1234yf	-4,2	99,5	98,9
15 % de R-32/85 % de R-1234yf	-4,8	97,9	99,0
14 % de R-32/86 % de R-1234yf	-5,3	96,2	99,1
13 % de R-32/87 % de R-1234yf	-5,9	94,5	99,2
12 % de R-32/88 % de R-1234yf	-6,4	92,8	99,2
11 % de R-32/89 % de R-1234yf	-7,0	91,0	99,3
10 % de R-32/90 % de R-1234yf	-7,6	89,3	99,4

¹ según la invención reivindicada

TABLA 5

COMPOSICIONES TERNARIAS DE R-32/R-1234YF/R-152A - REFRIGERACIÓN DE BAJA TEMPERATURA

(40 °C Promedio. Condensador, -35 °C Promedio. Evaporador, RGT -15 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m³/min. Desplazamiento, 1 TR)

Mezcla (% en peso)	T_{DIS} (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	COP	Flujo máscico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
18 % de R-32/71 % de R-1234yf/11 % de R-152a	101,5	666,0	1,462	1,512	138
18 % de R-32/72 % de R-1234yf/10 % de R-152a	101,0	667,0	1,460	1,530	137
18 % de R-32/73 % de R-1234yf/9 % de R-152a	100,5	668,1	1,457	1,542	136
18 % de R-32/74 % de R-1234yf/8 % de R-152a	100,0	669,1	1,454	1,560	134
18 % de R-32/75 % de R-1234yf/7 % de R-152a¹	99,5	670,0	1,451	1,572	133
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	99,0	671,0	1,448	1,590	132
18 % de R-32/77 % de R-1234yf/5 % de R-152a¹	98,6	671,9	1,445	1,602	131
18 % de R-32/78 % de R-1234yf/4 % de R-152a¹	98,1	672,7	1,442	1,620	130
18 % de R-32/79 % de R-1234yf/3 % de R-152a	97,6	673,5	1,439	1,632	128
18 % de R-32/80 % de R-1234yf/2 % de R-152a	97,1	674,3	1,436	1,650	127
18 % de R-32/81 % de R-1234yf/1 % de R-152a	96,6	675,1	1,433	1,668	126
19 % de R-32/75 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	100,0	683,0	108,3	1,572	139
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	99,0	671,0	108,2	1,590	132
17 % de R-32/77 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	98,1	658,9	108,2	1,602	125
16 % de R-32/78 % de R-1234yf/6 % de R-152a	97,1	646,7	108,1	1,620	119
Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad Rel. a R-457A (%)	COP Rel. a R-457A (%)		
18 % de R-32/71 % de R-1234yf/11 % de R-152a	-0,5	100,2	99,8		
18 % de R-32/72 % de R-1234yf/10 % de R-152a	-1,0	100,3	99,7		
18 % de R-32/73 % de R-1234yf/9 % de R-152a	-1,5	100,5	99,5		

5

10

ES 2 989 673 T3

(continuación)

Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad Rel. a R-457A (%)	COP Rel. a R-457A (%)
18 % de R-32/74 % de R-1234yf/8 % de R-152a	-2,0	100,6	99,2
18 % de R-32/75 % de R-1234yf/7 % de R-152a¹	-2,4	100,8	99,0
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-2,9	100,9	98,8
18 % de R-32/77 % de R-1234yf/5 % de R-152a¹	-3,4	101,1	98,6
18 % de R-32/78 % de R-1234yf/4 % de R-152a¹	-3,9	101,2	98,4
18 % de R-32/79 % de R-1234yf/3 % de R-152a	-4,4	101,3	98,2
18 % de R-32/80 % de R-1234yf/2 % de R-152a	-4,9	101,4	98,0
18 % de R-32/81 % de R-1234yf/1 % de R-152a	-5,3	101,5	97,8
19 % de R-32/75 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-2,0	102,7	98,9
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-2,9	100,9	98,8
17 % de R-32/77 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-3,9	99,1	98,8
16 % de R-32/78 % de R-1234yf/6 % de R-152a	-4,8	97,3	98,8

¹ según la invención reivindicada

TABLA 6

5

COMPOSICIONES TERNARIAS DE R-32/R-1234YF/R-152A REFRIGERACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA

(40 °C Promedio. Condensador, -7 °C Promedio. Evaporador, RGT 18 °C, 0,7 Comp. Eficiencia, Comp. 0,1 m³/min. Desplazamiento, 1 TR)

Mezcla (% en peso)	T_{DIS} (°C)	Capacidad (kJ/m ³)	COP	Flujo másico (kg/min)	PCG 100 años (AR4)
18 % de R-32/71 % de R-1234yf/11 % de R-152a	86,2	2252,8	3,042	1,290	138
18 % de R-32/72 % de R-1234yf/10 % de R-152a	86,0	2258,0	3,040	1,302	137
18 % de R-32/73 % de R-1234yf/9 % de R-152a	85,7	2263,1	3,037	1,314	136
18 % de R-32/74 % de R-1234yf/8 % de R-152a	85,4	2268,3	3,034	1,326	134
18 % de R-32/75 % de R-1234yf/7 % de R-152a¹	85,2	2273,4	3,031	1,332	133
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	84,9	2278,5	3,028	1,344	132
18 % de R-32/77 % de R-1234yf/5 % de R-152a¹	84,6	2283,6	3,025	1,356	131
18 % de R-32/78 % de R-1234yf/4 % de R-152a¹	84,4	2288,7	3,021	1,368	130
18 % de R-32/79 % de R-1234yf/3 % de R-152a	84,1	2293,9	3,018	1,380	128
18 % de R-32/80 % de R-1234yf/2 % de R-152a	83,8	2299,0	3,015	1,392	127
18 % de R-32/81 % de R-1234yf/1 % de R-152a	83,6	2304,1	3,012	1,404	126
19 % de R-32/75 % de R-1234yf/6 % de R-1523¹	85,4	2311,3	3,025	1,338	139
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	84,9	2278,5	3,028	1,344	132
17 % de R-32/77 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	84,4	2245,2	3,03	1,356	125
16 % de R-32/78 % de R-1234yf/6 % de R-152a	83,8	2211,4	3,032	1,368	119

10

Mezcla (% en peso)	ΔT_{DIS} Rel. a R-457A (°C)	Capacidad Rel. a R-457A (%)	COP Rel. a R-457A (%)
18 % de R-32/71 % de R-1234yf/11 % de R-152a	-0,3	100,2	99,9
18 % de R-32/72 % de R-1234yf/10 % de R-152a	-0,5	100,5	99,8
18 % de R-32/73 % de R-1234yf/9 % de R-152a	-0,8	100,7	99,7
18 % de R-32/74 % de R-1234yf/8 % de R-152a	-1,1	100,9	99,6
18 % de R-32/75 % de R-1234yf/7 % de R-152a¹	-1,3	101,1	99,5
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-1,6	101,4	99,4
18 % de R-32/77 % de R-1234yf/5 % de R-152a¹	-1,9	101,6	99,3
18 % de R-32/78 % de R-1234yf/4 % de R-152a¹	-2,1	101,8	99,2
18 % de R-32/79 % de R-1234yf/3 % de R-152a	-2,4	102,1	99,1
18 % de R-32/80 % de R-1234yf/2 % de R-152a	-2,7	102,3	99,0
18 % de R-32/81 % de R-1234yf/1 % de R-152a	-2,9	102,5	98,9
19 % de R-32/75 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-1,1	102,8	99,3
18 % de R-32/76 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-1,6	101,4	99,4
17 % de R-32/77 % de R-1234yf/6 % de R-152a¹	-2,2	99,9	99,5
16 % de R-32/78 % de R-1234yf/6 % de R-152a	-2,7	98,4	99,6

¹ según la invención reivindicada

5 Los resultados muestran que las composiciones de la presente invención presentan temperaturas de descarga del compresor inferiores a las del R-454C y el R-457A. También tienen capacidades y eficiencia energética (COP) comparables a los refrigerantes actuales, y al R-457A en particular.

10 Aunque la invención se ha descrito con referencia a una realización preferida, los expertos en la materia entenderán que pueden realizarse diversos cambios y pueden sustituirse elementos de los mismos por equivalentes sin apartarse del alcance de la invención. Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación o un material particular al contenido de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a la realización particular desvelada como el mejor modo contemplado para realizar la presente invención, sino que la invención incluya todas las realizaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de refrigeración, que comprende:
- 5 un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB);
y una composición refrigerante;
en donde la composición refrigerante comprende:
difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf),
y
- 10 en donde el difluorometano (R-32) está presente en una cantidad de 17 a 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) está presente en una cantidad de 82 a 83 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante; o
en donde la composición refrigerante comprende además 1,1-difluoroetano (R-152a) y el difluorometano (R-32) está presente en una cantidad de 17 a 19 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante, el
- 15 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) está presente en una cantidad de 75 a 78 por ciento en peso con base en el peso de la composición refrigerante, y el 1,1-difluoroetano está presente en una cantidad de 4 a 7 por ciento en peso con base en el peso de la composición refrigerante.
2. El sistema de refrigeración de la reivindicación 1, en donde el difluorometano está presente en una cantidad de 18 por ciento en peso, el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno está presente en una cantidad de 76 a 77 por ciento en peso y el 1,1-difluoroetano está presente en una cantidad de 5 a 6 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante.
3. El sistema de refrigeración de la reivindicación 1 o 2, que comprende además un compuesto no refrigerante en una cantidad de 0,1 a 49 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante,
25 en donde el compuesto no refrigerante incluye preferentemente un lubricante seleccionado entre el grupo que consiste en aceite mineral, alquilbenceno, ésteres de poliol, polialquilenglicoles, éteres de polivinilo, policarbonatos, perfluoropoliéteres, siliconas, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, polialfa-olefinas y combinaciones de los mismos.
- 30 4. El sistema de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3:
comprendiendo además un evaporador;
en donde la temperatura promedio del evaporador es inferior a -20 °C.
- 35 5. El sistema de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4:
en donde la temperatura de descarga del compresor es inferior a la temperatura de descarga del compresor de R-457A.
- 40 6. Un método para reemplazar una primera composición refrigerante que comprende R-404A, R-457A, R-290 o R-454C con una segunda composición refrigerante que comprende entre un 82 y un 83 por ciento en peso de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y entre un 17 y un 18 por ciento en peso de difluorometano, en donde la sustitución se realiza en un sistema de refrigeración que incluye un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB).
- 45 7. El método de la reivindicación 6, en donde la segunda composición refrigerante comprende además un compuesto no refrigerante en una cantidad de 0,1 a 50 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante,
en donde el compuesto no refrigerante incluye preferentemente un lubricante seleccionado entre el grupo que consiste en aceite mineral, alquilbenceno, ésteres de poliol, polialquilenglicoles, éteres de polivinilo, policarbonatos, perfluoropoliéteres, siliconas, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, polialfa-olefinas y
- 50 combinaciones de los mismos.
8. El método de las reivindicaciones 6 o 7, en donde la temperatura de descarga del compresor es inferior a la temperatura de descarga del compresor de R-457A.
- 55 9. Un método para operar un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) como parte de un sistema de refrigeración, que comprende las etapas de:
recibiendo mediante un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) una composición refrigerante que incluye difluorometano (R-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf);
60 comprimiendo mediante un compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) la composición refrigerante;
en donde la temperatura de descarga del compresor está entre 78,0 °C y 102,0 °C,
en donde el difluorometano (R-32) está presente en una cantidad de 17 a 18 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) está presente en una cantidad de 82 a 83
65 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante; o
en donde la composición refrigerante incluye además 1,1-difluoroetano (R-152a) y el difluorometano (R-32) está

presente en una cantidad de 17 a 19 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante, el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (R-1234yf) está presente en una cantidad de 75 a 78 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante y el 1,1-difluoroetano (R-152a) está presente en una cantidad de 4 a 7 por ciento en peso basado en el peso de la composición refrigerante.

- 5
10. El método de la reivindicación 9, en donde el compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) recibe la composición refrigerante de un evaporador que tiene una temperatura de evaporador entre -40 °C y -5 °C.
- 10
11. El método de la reivindicación 9 o 10, en donde el compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) recibe la composición refrigerante de un evaporador que tiene una temperatura de evaporador entre -40 °C y -18 °C.
12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde la temperatura de descarga del compresor está entre 78,0 °C y 99,0 °C.
- 15
13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la composición refrigerante incluye 1,1-difluoroetano (R-152a) y la temperatura de descarga del compresor está entre 83,5 °C y 102,0 °C.
14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13:
- 20
- comprendiendo además la etapa de recibir mediante el compresor alternativo hermético de baja contrapresión (CPB) la composición refrigerante procedente de un evaporador; en donde la temperatura promedio del evaporador es inferior a -5 °C.
- 25
15. El método de la reivindicación 14, en donde la temperatura promedio del evaporador está entre -40 °C y -5 °C, preferentemente entre -40 °C y -18 °C.

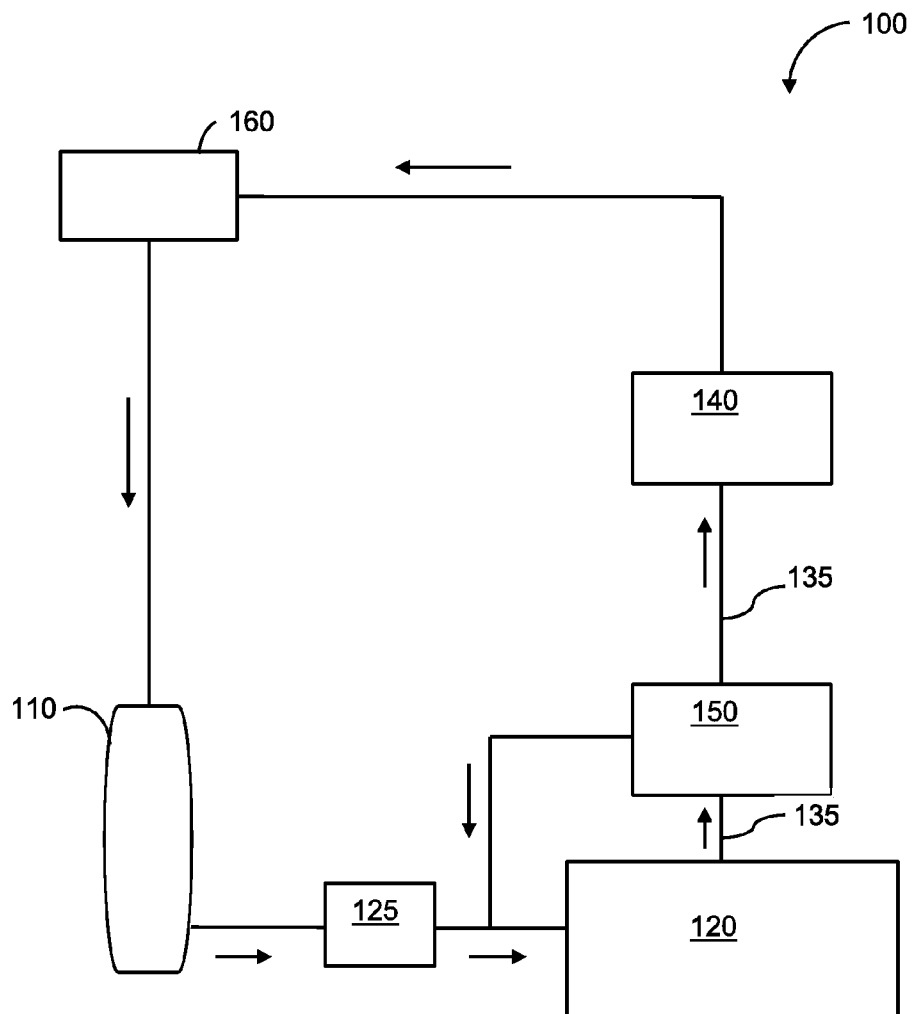


FIG. 1

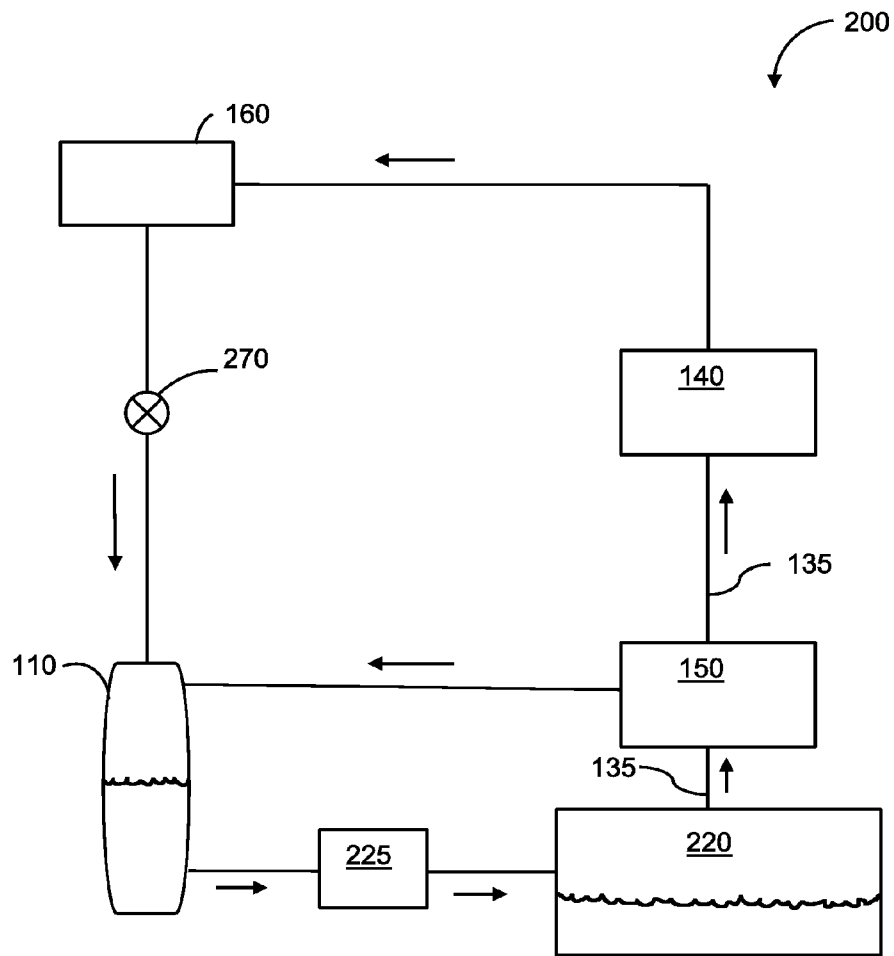


FIG. 2