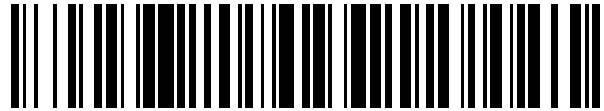


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 516**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2010 E 10757527 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2478065**

54 Título: **Aparato enfriador que contiene trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno y procedimientos para producir enfriamiento en él**

30 Prioridad:

16.09.2009 US 242873 P

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

06.09.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KONTOMARIS, KONSTANTINOS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 581 516 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

Aparato enfriador que contiene trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno y procedimientos para producir enfriamiento en él

Antecedentes de la invención

5 1. Campo de la invención

La presente divulgación se refiere al campo de los refrigerantes para uso en un equipo de acondicionamiento de aire o de refrigeración. En particular, la presente divulgación se refiere a refrigerantes para uso en enfriadores, que incluyen enfriadores de evaporador inundado o enfriadores de expansión directa.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Se está buscando que fluidos de trabajo para diversas aplicaciones tengan poco, si lo tuvieran, impacto ambiental. Los fluidos de trabajo hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC), adoptados como sustitutos de los fluidos de trabajo clorofluorocarbonos (CFC), tienen menor o ningún potencial de agotamiento del ozono (PAO), pero se ha encontrado que contribuyen al calentamiento atmosférico. Además, los HCFC alcanzarán finalmente el plazo de retirada progresiva establecido por el Protocolo de Montreal debido al PAO. Con la pronta entrada en vigor de la normativa basada en el potencial de calentamiento atmosférico, incluso los HFC con cero PAO, no serán, probablemente, fluidos de trabajo aceptables para el medio ambiente.

Por lo tanto, se buscan sustitutos de los CFC, HCFC y HFC actualmente en uso como refrigerantes, fluidos de transferencia de calor, disolventes de limpieza, propulsores de aerosoles, agentes para la fabricación de espumas y agentes de extinción o de supresión de incendios.

20 Con el fin de servir como sustitutos inmediatos en los equipos existentes, los sustitutos deben tener propiedades aproximadas o coincidentes con el fluido de trabajo original para el que se diseñó el equipo. Sería deseable identificar las composiciones que proporcionan un equilibrio de las propiedades que permitirán la sustitución de los refrigerantes existentes y que también servirán como refrigerantes en el nuevo equipo diseñado para aplicaciones similares.

25 En la búsqueda de un sustituto para 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (HFC-236fa), y/o 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114), en particular en aplicaciones enfriadoras, sería deseable considerar los fluorocarbonos insaturados. Los fluorocarbonos insaturados tienen cero PAO y un PCA significativamente menor que los refrigerantes existentes actualmente en uso.

30 Los documentos US 2006/242985 y US 2007/108403 divulgan varios refrigerantes que incluyen 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno (HFO-1336mzz), y varios usos potenciales de estos refrigerantes, incluyendo el uso en un compresor centrífugo. Sin embargo, no existen datos que comparan las propiedades de HFO-1336mzz con CFC-114 o HFC-236fa.

El documento WO 2008/154612 divulga el uso de trans-HFO-1336mzz como refrigerante combinado con otros compuestos.

35 **Compendio de la invención**

Se ha encontrado que el trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno proporciona un rendimiento de enfriamiento dentro de los parámetros requeridos (lo cual significa buena eficiencia energética y razonable capacidad de enfriamiento), y tiene un bajo PCA, cero PAO y es no inflamable.

40 Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, en el presente documento se divulgan un aparato enfriador centrífugo que usa trans-HFO-1336mzz, un procedimiento para producir enfriamiento en un aparato enfriador centrífugo que usa trans-HFO-1336mzz y un procedimiento para sustituir el refrigerante HFC-236fa o CFC-114 en un aparato enfriador centrífugo que usa trans-HFO-1336mzz, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 es un diagrama esquemático de una realización de un enfriador de evaporador inundado que utiliza trans-HFO-1336mzz.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una realización de un enfriador de expansión directa que utiliza trans-HFO-1336mzz.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Antes de abordar detalles de las realizaciones descritas a continuación, se definen o aclaran algunos términos.

50 El potencial de calentamiento atmosférico (PCA) es un índice para estimar la contribución relativa al calentamiento

atmosférico debido a la emisión a la atmósfera de un kilogramo de un gas de efecto invernadero particular comparado con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. El PCA se puede calcular para diferentes horizontes temporales que muestran el efecto de la permanencia en la atmósfera de un gas determinado. El PCA para el horizonte temporal de 100 años es comúnmente el valor de referencia.

5 El potencial de agotamiento del ozono (PAO) se define en "The Scientific Assessment of Ozone Depletion, de 2002, A report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project", sección 1.4.4, páginas 1.28 a 1.31 (véase el primer párrafo de esta sección). El PAO representa la extensión del agotamiento del ozono en la estratosfera esperada de un compuesto sobre una base de masa frente a masa similar en relación con el fluorotriclorometano (CFC-11).

10 La capacidad de refrigeración (a veces referido como la capacidad de enfriamiento) es un término para definir el cambio en entalpía de un refrigerante en un evaporador por libra (0,4536 kg) de refrigerante circulado, o el calor eliminado por el refrigerante en el evaporador por unidad de volumen de vapor del refrigerante que sale del evaporador (capacidad volumétrica). La capacidad de refrigeración es una medida de la capacidad de un refrigerante o de una composición de transferencia de calor para producir enfriamiento. Por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad volumétrica, mayor será el enfriamiento que se produce. La velocidad de enfriamiento se refiere al calor eliminado por el refrigerante en el evaporador por unidad de tiempo.

15 Coeficiente de rendimiento (COP) es la cantidad de calor eliminado dividida entre la entrada de energía requerida para el funcionamiento del ciclo. Cuanto mayor sea el COP, mayor será la eficiencia energética. El COP está directamente relacionado con el índice de eficiencia energética (EER), es decir, el índice de eficiencia del equipo de refrigeración o de acondicionamiento del aire a un conjunto específico de temperaturas internas y externas.

Como se usa en el presente documento, un sistema de transferencia de calor puede ser cualquier sistema de refrigeración, refrigerador, sistema de acondicionamiento de aire, acondicionador de aire, bomba de calor, enfriador, y similar que utiliza una composición de transferencia de calor.

25 Como se usa en el presente documento, una composición de transferencia de calor, fluido de transferencia de calor o medio refrigerante comprende una composición usada para llevar calor desde una fuente de calor a un disipador de calor o para transferir enfriamiento desde un enfriador hasta un cuerpo a enfriar.

Como se usa en el presente documento, un refrigerante comprende un compuesto o mezcla de compuestos que funcionan como una composición de transferencia de calor en un ciclo en el que la composición experimenta un cambio de fase de líquido a vapor y de nuevo a líquido en un ciclo de repetición.

30 La inflamabilidad es un término usado para referirse a la capacidad de una composición para encender y/o propagar una llama. Para los refrigerantes y otras composiciones de transferencia de calor, el límite inferior de inflamabilidad ("LIL") es la mínima concentración de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y aire en condiciones de ensayo especificadas en ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales) E681-2001. El límite superior de inflamabilidad ("UFL") es la concentración máxima de la composición de transferencia de calor en el aire que es capaz de propagar una llama a través de una mezcla homogénea de la composición y el aire como se determina por la ASTM E-681. Para un refrigerante de un solo componente o una mezcla de refrigerante azeotrópico, la composición no cambia durante una fuga y, por lo tanto, el cambio de la composición durante las fugas no será un factor en la determinación de la inflamabilidad. Para muchas aplicaciones de refrigeración y acondicionamiento de aire se requiere que el refrigerante o fluido de trabajo no sea inflamable.

35 Como se usa en el presente documento, los términos "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "tiene", "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos, están destinados a abarcar una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, procedimiento, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado a sólo esos elementos sino que pueden incluir otros elementos no mencionados expresamente o inherentes a tal proceso, procedimiento, artículo o aparato. Además, salvo que se indique expresamente lo contrario, "o" se refiere a una o inclusiva y no a una o exclusiva. Por ejemplo, una condición A o B es satisfecha por una cualquiera de las siguientes: A es verdadero (o presente) y B es falso (o no presente), A es falso (o no presente) y B es verdadero (o presente) y tanto A como B son verdadero (o presente).

45 También, el uso de "un" o "uno" se emplea para describir elementos y componentes descritos en el presente documento. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Esta descripción debería leerse incluyendo uno o al menos uno y el singular incluye también el plural salvo que sea obvio que se entiende lo contrario.

50 Salvo que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado comúnmente entendido por un experto ordinario en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque en la práctica o ensayo de realizaciones de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento, a continuación se describen procedimientos y materiales adecuados. Todas las publicaciones, solicitudes de patentes, patentes y otras referencias mencionadas en el presente documento se incorporan por referencia en su totalidad, salvo que se cite

un pasaje particular. En caso de conflicto, la presente memoria descriptiva, incluyendo las definiciones, prevalecerá. Además, los materiales, procedimientos y ejemplos son sólo ilustrativos y no pretenden ser limitantes.

La presente divulgación proporciona procedimientos para producir enfriamiento en un aparato enfriador que utiliza trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno como refrigerante. Se ha encontrado que el trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno proporciona un rendimiento de enfriamiento en enfriadores dentro de los parámetros requeridos (lo cual significa buena eficiencia energética y razonable capacidad de enfriamiento), y tiene un bajo PCA, cero PAO y es no inflamable.

El trans-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno, también conocido como trans-HFO-1336mzz se puede fabricar por procedimientos conocidos en la técnica, tales como los descritos en la publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos n.º US 2009/0012335 A1, por hidrodeshloración de 2,3-dicloro-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno.

El HFO-1336mzz existe como uno de los dos isómeros configuracionales, cis- (también denominado algunas veces como isómero Z) y trans- (también denominado como isómero E). En las muestras de cualquiera de los isómeros "puros", existirá alguna cantidad del otro isómero. Como se usa en el presente documento, se entiende que trans-HFO-1336mzz se refiere al isómero trans- puro y HFO-1336mzz, que es esencialmente el isómero trans, de tal manera que funciona en aplicaciones de sistemas de enfriamiento de forma equivalente o sustancialmente de forma equivalente al trans isómero puro.

En una realización, el trans-HFO-1336mzz divulgado en el presente documento se puede usar en combinación con un desecante en un enfriador, para ayudar a eliminar la humedad. Los desecantes pueden estar compuestos de alúmina activada, gel de sílice, o tamices moleculares basados en zeolitas. Los tamices moleculares representativos incluyen MOLSIV XH-7, XH-6, XH-9 y XH-11 (UOP LLC, Des Plaines, IL).

En una realización, el trans-HFO-1336mzz divulgado en el presente documento se puede usar en combinación con al menos un lubricante seleccionado del grupo que consiste en poli(alquilenglicoles), ésteres de poliol, poli(éteres de vinilo), aceites minerales, alquilbencenos, parafinas sintéticas, naftenos sintéticos y poli(alfa-olefinas).

En una realización, los lubricantes pueden comprender los adecuados para su uso con aparatos de refrigeración o acondicionamiento de aire. Entre estos lubricantes están los utilizados convencionalmente en un aparato de refrigeración por compresión de vapor que utiliza refrigerantes clorofluorocarbonos. En una realización, los lubricantes comprenden los comúnmente conocidos como "aceites minerales" en el campo de la lubricación de refrigeración por compresión. Los aceites minerales comprenden parafinas (es decir, hidrocarburos saturados de cadena lineal y de cadena carbonada ramificada), naftenos (es decir, parafinas cíclicas) y aromáticos (es decir, hidrocarburos insaturados cíclicos que contienen uno o más anillos caracterizados por dobles enlaces alternos). En una realización, los lubricantes comprenden los comúnmente conocidos como "aceites sintéticos" en el campo de la lubricación de refrigeración por compresión. Los aceites sintéticos comprenden alquilarilos (es decir, alquilbencenos de alquilo lineal y ramificado), parafinas sintéticas y naftenos y poli (alfa-olefinas). Lubricantes convencionales representativos son BVM 100 N (aceite mineral parafínico vendido por BVA Oils) comercialmente disponible, aceite mineral nafténico comercialmente disponible de Crompton Co. bajo las marcas comerciales Suniso[®] 3GS y Suniso[®] 5GS, aceite mineral nafténico comercialmente disponible de Pennzoil bajo la marca comercial Sontex[®] 372LT, aceite mineral nafténico comercialmente disponible de Calumet Lubricants bajo la marca comercial Calumet[®] RO-30, alquilbencenos lineales comercialmente disponibles de Shrieve Chemicals bajo las marcas comerciales Zerol[®] 75, Zerol[®] 150 y Zerol[®] 500, y HAB 22(alquilbenceno ramificado vendido por Nippon Oil).

En otra realización, los lubricantes pueden comprender también los que han sido diseñados para su uso con refrigerantes hidrofluorocarbonos y son miscibles con refrigerantes de la presente invención bajo las condiciones de funcionamiento del aparato de refrigeración por compresión y de acondicionamiento de aire. Tales lubricantes incluyen, pero no se limitan a, ésteres de poliol (POE), tales como Castrol[®] 100 (Castrol, Reino Unido), polialquilenglicoles (PAG), tales como RL-488A de Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan), poli(éteres de vinilo) (PVE) y policarbonatos (PC).

Los lubricantes utilizados con trans-HFO-1336mzz se seleccionan teniendo en cuenta unos requisitos determinados del compresor y el medio ambiente al que el lubricante estará expuesto.

En una realización, el trans-HFO-1336mzz divulgado en el presente documento puede comprender además un aditivo seleccionado del grupo que consiste en compatibilizadores, colorantes UV, agentes solubilizantes, trazadores, estabilizantes, perfluoropoliéteres (PFPE) y perfluoropoliéteres funcionalizados.

En una realización, se puede utilizar trans-HFO-1336mzz con aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de un estabilizador, eliminador de radicales libres o antioxidante. Otros aditivos de este tipo incluyen, pero no se limitan a, nitrometano, fenoles impedidos, hidroxilaminas, tioles, fosfitos o lactonas. Pueden utilizarse aditivos individuales o combinaciones.

Opcionalmente, en otra realización, se pueden añadir ciertos aditivos de sistemas de refrigeración o de acondicionamiento de aire, según se desee, a trans-HFO-1336mzz con el fin de mejorar el rendimiento y la estabilidad del sistema. Estos aditivos son conocidos en el campo de la refrigeración y del acondicionamiento de

aire, e incluyen, pero no se limitan a, agentes antidesgaste, lubricantes de extrema presión, inhibidores de corrosión y de oxidación, desactivadores de superficies metálicas, eliminadores de radicales libres y agentes de control de espumas. En general, estos aditivos pueden estar presentes en las composiciones de la invención en pequeñas cantidades en relación con la composición total. Normalmente, se utilizan concentraciones desde menos de

5 aproximadamente 0,1 por ciento en peso hasta tanto como aproximadamente 3 por ciento en peso de cada aditivo. Estos aditivos se seleccionan sobre la base de los requisitos individuales del sistema. Estos aditivos incluyen miembros de la familia triarilfosfato de aditivos de lubricidad de EP (extrema presión), tales como trifenilfosfatos butilados (BTPP), u otros ésteres de triarilfosfato alquilado, por ejemplo, Syn-0-Ad 8478 de Akzo Chemicals, tricresilfosfatos y compuestos relacionados. Además, los dialquilditiofosfatos de metal (por ejemplo,

10 dialquilditiofosfato de cinc (o ZDDP), Lubrizol 1375 y otros miembros de esta familia de productos químicos se pueden utilizar en composiciones de la presente invención. Otros aditivos antidesgaste incluyen aceites de productos naturales y aditivos de lubricación de polihidroxiolos asimétricos, tales como Synergol TMS (International Lubricantes). De forma similar, se pueden emplear estabilizadores tales como antioxidantes, eliminadores de radicales libres y captadores de agua. Los compuestos de esta categoría pueden incluir, pero no se limitan a,

15 hidroxitolueno butilado (BHT), epóxidos y mezclas de los mismos. Los inhibidores de corrosión incluyen ácido dodecenilsuccínico (DDSA), fosfato de amina (AP), oleoilscarcosina, derivados de imidazona y sulfonatos sustituidos. Los desactivadores de superficies metálicas incluyen areoxalyl-bis(benciliden)hidrazida (n.º de reg. CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxi-hidrocinnamoyl)hidrazina (n.º de reg. CAS 32687-78-8), 2,2'-oxamido-bis-etil-(3,5-di-ter-butil-4-hidroxi-hidrocinnamato (n.º de reg. CAS 70331-94-1), N,N'-(disaliciliden)-1,2-diaminopropano (N.º de reg. CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminotetraacético (n.º de reg. CAS 60-00-4) y sus sales, y sus mezclas.

Los aditivos adicionales incluyen estabilizadores que comprenden al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en fenoles impedidos, tiofosfatos, trifenilfosforotriónatos butilados, organofosfatos u organofosfitos, éteres de arilalquilo, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfuros de arilo, ácido

25 diviniltereftálico, ácido difeniltereftálico, líquidos iónicos, y mezclas de los mismos. Compuestos estabilizadores representativos incluyen pero no se limitan a hidroxitolueno butilado (BHT), tocoferol; hidroquinona; t-butilhidroquinona; monotiofosfatos; y ditionfosfatos, comercialmente disponibles de Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza, en lo sucesivo "Ciba", bajo la marca registrada Irgalube[®] 63; ésteres dialquiltiofosfato, comercialmente disponibles de Ciba bajo las marcas comerciales Irgalube[®] 353 e Irgalube[®] 350, respectivamente;

30 trifenilfosforotriónatos butilados, comercialmente disponibles de Ciba bajo la marca comercial Irgalube[®] 232; fosfatos de aminos, comercialmente disponibles de Ciba bajo la marca comercial Irgalube[®] 349 (Ciba); fosfitos impedidos, comercialmente disponibles de Ciba como Irgafos[®] 168; un fosfato tal como (Tris-(di-ter-butilfenilo), comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Irgafos[®] OPH; (Di-n-octilfosfito), e difenil isodcil fosfito, comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Irgafos[®] DPDP; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; d-limoneno; retinal; pineno; mentol; Vitamina A; terpineno; dipenteno; licopeno; beta-caroteno; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno, éter de n-butyl-glicidilo; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etil-3-hidroxi-metil-oxetano, como OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((fenoxi)metil)-oxetano, como OXT-211 (Toagosei Co., Ltd); 3-etil-3-((2-etil-hexiloxi)metil)-oxetano, como OXT-212 (Toagosei Co., Ltd); ácido ascórbico; metanotiol (metilmercaptano); etanotiol (etilmercaptano); Coenzima A; ácido

40 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, comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Irganox[®] HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiopropionato de dioctadecilo, comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Irganox[®] PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Irganox[®] PS 800; sebacato de di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Tinuvin[®] 770; succinato de poli-(N-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidilo, comercialmente disponible de Ciba bajo la marca comercial Tinuvin[®] 622LD (Ciba); metil-bis-sebo-amina; bis-sebo-amina; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltritoxisilano; viniltrimetoxisilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-

50 dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; sulfuro de dibencilo; líquidos iónicos, y otros.

Los estabilizadores líquidos iónicos comprenden al menos un líquido iónico. Los líquidos iónicos son sales orgánicas que son líquidas o que tienen puntos a menos de 100°C. En otra realización, los estabilizadores líquidos iónicos comprenden sales que contienen cationes seleccionados del grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio,

55 pirazinio, imidazolio, pirazolio, tiazolio, oxazolio y triazolio; y aniones seleccionados del grupo que consiste en [BF₄]-, [PF₆]-, [SbF₆]-, [CF₃SO₃]-, [HCF₂CF₂SO₃]-, [CF₃HFCF₂SO₃]-, [HCClCF₂SO₃]-, [(CF₃SO₂)₂N]-, [(CF₃CF₂SO₂)₂N]-, [(CF₃SO₂)₃C]-, [CF₃CO₂]- y F-. Estabilizadores líquidos iónicos representativos incluyen BF₄ de emim (tetrafluoroborato de 1-etil-3-metilimidazolio); BF₄ de bmim (tetraborato de 1-butyl-3-metilimidazolio); PF₆ de emim (hexafluorofosfato de 1-etil-3-metilimidazolio); y PF₆ de bmim (hexafluorofosfato de 1-butyl-3-metilimidazolio), todos los cuales están disponibles de Fluka (Sigma-Aldrich).

En una realización, el trans-HFO-1336mzz divulgado aquí se puede utilizar con un aditivo perfluoropoliéter. Una característica común de perfluoropoliéteres es la presencia de restos de éter de perfluoroalquilo. Perfluoropoliéter es sinónimo de perfluoropoli(alquiléter). Otros términos sinónimos utilizados con frecuencia incluyen "PFPE", "PFAE",

"aceite de PFPE", "fluido PFPE", y "PFPAE". Por ejemplo, un perfluoropoliéter, que tiene la fórmula $CF_3-(CF_2)_2-O-[CF(CF_3)-CF_2-O]_j-R'f$, está comercialmente disponible de DuPont bajo la marca comercial Krytox[®]. En la fórmula, j' es 2-100, ambos incluidos, y R'f es CF_2CF_3 , un grupo perfluoroalquilo de C3 a C6, o combinaciones de los mismos.

5 También se pueden utilizar otros PFPE, comercialmente disponibles de Ausimont de Milán, Italia, bajo las marcas comerciales Fomblin[®] y Galden[®], y producidos por fotooxidación de perfluoroolefina. PFPE comercialmente disponible bajo la marca comercial Fomblin[®]-Y puede tener la fórmula $CF_3O(CF_2CF(CF_3)-O)_m(CF_2-O)_n-R_{1f}$. También es adecuada $CF_3O[CF_2CF(CF_3)O]_m(CF_2CF_2O)_o(CF_2O)_n-R_{1f}$. En la fórmula, R_{1f} es CF_3 , C_2F_5 , C_3F_7 , o combinaciones de dos o más de los mismos; $(m+n)$ es 8-45, ambos incluidos; y m/n es 20-1.000, ambos incluidos; o' es 1; $(m'+n'+o')$ es 8-45, ambos incluidos; m'/n' es 20-1.000, ambos incluidos.

10 PFPE comercialmente disponible bajo la marca Fomblin[®]-Z puede tener la fórmula $CF_3O(CF_2CF_2-O)_p(CF_2-O)_q-CF_3$ donde $(p+q)$ es 40-180 y p/q es 0,5-2, ambos incluidos.

15 También se puede utilizar otra familia de PFPE, comercialmente disponible bajo la marca comercial Demnum[®] de Daikin Industries, Japón. Se pueden obtener por oligomerización y fluoración secuenciales de 2,2,3,3-tetrafluoroacetano, produciendo la fórmula $F-[(CF_2)_3-O]_t-R_{2f}$ donde R_{2f} es CF_3 , C_2F_5 , o combinaciones de los mismos y t' es 2-200, ambos incluidos.

Los dos grupos terminales de perfluoropoliéter, independientemente, pueden estar funcionalizados o no funcionalizados. En un perfluoropoliéter no funcionalizado, el grupo terminal pueden ser grupos terminales de radical perfluoroalquilo de cadena ramificada o lineal. Ejemplos de tales perfluoropoliéteres pueden tener la fórmula $C_rF_{(2r+1)-A}-C_rF_{(2r+1)}$ en la que cada r' es independientemente 3 a 6; A puede ser $O-(CF(CF_3)CF_2-O)_w$, $O-(CF_2-O)_x(CF_2CF_2-O)_y$, $O-(C_2F_4-O)_w$, $O-(C_2F_4-O)_x(C_3F_6-O)_y$, $O-(CF(CF_3)CF_2-O)_x(CF_2-O)_y$, $O-(CF_2CF_2CF_2-O)_w$, $O-(CF(CF_3)CF_2-O)_x(CF_2CF_2-O)_y-(CF_2-O)_z$, o combinaciones de dos o más de los mismos; preferiblemente A es $O-(CF(CF_3)CF_2-O)_w$, $O-(C_2F_4-O)_w$, $O-(C_2F_4-O)_x(C_3F_6-O)_y$, $O-(CF_2CF_2CF_2-O)_w$, o combinaciones de dos o más de los mismos; w' es 4 a 100; x' e y' son cada uno, independientemente, 1 a 100. Ejemplos específicos incluyen, pero no se limitan a, $F(CF(CF_3)-CF_2-O)_9-CF_2CF_3$, $F(CF(CF_3)-CF_2-O)_9-CF(CF_3)_2$, y combinaciones de los mismos. En tales PFPE, hasta 30% de los átomos de halógeno pueden ser halógenos distintos de flúor, tal como, por ejemplo, átomos de cloro.

Los dos grupos terminales de perfluoropoliéter, independientemente, también pueden estar funcionalizados. Un típico grupo terminal funcionalizado se puede seleccionar del grupo que consiste en ésteres, hidroxilos, aminas, amidas, cianos, ácidos carboxílicos y ácidos sulfónicos.

30 Grupos terminales éster representativos incluyen $-COOCH_3$, $-COOCH_2CH_3$, $-CF_2COOCH_3$, $-CF_2COOCH_2CH_3$, $-CF_2CF_2COOCH_3$, $-CF_2CF_2COOCH_2CH_3$, $-CF_2CH_2COOCH_3$, $-CF_2CF_2CH_2COOCH_3$, $-CF_2CH_2CH_2COOCH_3$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOCH_3$.

Grupos terminales hidroxilo representativos incluyen $-CF_2OH$, $-CF_2CF_2OH$, $-CF_2CH_2OH$, $-CF_2CF_2CH_2OH$, $-CF_2CH_2CH_2OH$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2OH$.

35 Grupos terminales amina representativos incluyen $-CF_2NR^1R^2$, $-CF_2CF_2NR^1R^2$, $-CF_2CH_2NR^1R^2$, $-CF_2CF_2CH_2NR^1R^2$, $-CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2NR^1R^2$, en los que R^1 y R^2 son, independientemente, H, CH_3 o CH_2CH_3 .

Grupos terminales amida representativos incluyen $-CF_2C(O)NR^1R^2$, $-CF_2CF_2C(O)NR^1R^2$, $-CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$, $-CF_2CF_2CH_2C(O)NR^1R^2$, $-CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2C(O)NR^1R^2$, en los que R^1 y R^2 son, independientemente, H, CH_3 o CH_2CH_3 .

40 Grupos terminales ciano representativos incluyen $-CF_2CN$, $-CF_2CF_2CN$, $-CF_2CH_2CN$, $-CF_2CF_2CH_2CN$, $-CF_2CH_2CH_2CN$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2CN$.

Grupos terminales de ácido carboxílico representativos incluyen $-CF_2COOH$, $-CF_2CF_2COOH$, $-CF_2CH_2COOH$, $-CF_2CF_2CH_2COOH$, $-CF_2CH_2CH_2COOH$ y $-CF_2CF_2CH_2CH_2COOH$.

45 Grupos terminales ácido sulfónicos representativos incluyen $-S(O)(O)OR^3$, $-S(O)(O)R^4$, $-CF_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)OR^3$, $-CF_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2CH_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2CF_2CH_2CH_2S(O)(O)OR^3$, $-CF_2OS(O)(O)R^4$, $-CF_2CF_2OS(O)(O)R^4$, $-CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$, $-CF_2CF_2CH_2OS(O)(O)R^4$, $-CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$, $-CF_2CF_2CH_2CH_2OS(O)(O)R^4$, en los que R^3 es H, CH_3 , CH_2CH_3 , CH_2CF_3 , CF_3 o CF_2CF_3 , R^4 es CH_3 , CH_2CH_3 , CH_2CF_3 y CF_3 , o CF_2CF_3 , R^4 es CH_3 , CH_2CH_3 , CH_2CF_3 , CF_3 o CF_2CF_3 .

Enfriadores

En una realización, se proporciona un aparato enfriador, referido alternativamente en el presente documento como un enfriador, que contiene refrigerante, caracterizado porque dicho refrigerante es HFO-1336mzz, que es un isómero trans. La presente divulgación se refiere a un enfriador por compresión de vapor. Tales enfriadores por compresión

de vapor pueden ser bien un enfriador de evaporador inundado, que se muestra en la Figura 1, o bien un enfriador de expansión directa, que se muestra en la Figura 2. Tanto un enfriador de evaporador inundado como un enfriador de expansión directa pueden ser enfriados por aire o enfriados por agua. En la realización en la que los enfriadores son enfriados por agua, tales enfriadores están generalmente asociados con torres de enfriamiento para la evacuación del calor del sistema. En la realización en la que los enfriadores son enfriados por aire, los enfriadores están equipados con serpentines y ventiladores del condensador refrigerante-aire de tubos y aletas para evacuar el calor del sistema. Los sistemas de enfriadores enfriados por aire son generalmente menos costosos que los sistemas enfriadores de capacidad equivalente enfriados por agua que incluyen la torre de enfriamiento y la bomba de agua. Sin embargo, los sistemas enfriados por agua pueden ser más eficientes en muchas condiciones de funcionamiento debido a menores temperaturas de condensación.

Los enfriadores, que incluyen tanto enfriadores de evaporador inundado como de expansión directa, se pueden acoplar con un sistema de tratamiento y distribución de aire para proporcionar acondicionamiento de aire confortable (enfriando y deshumidificando el aire) para grandes edificios comerciales, incluidos hoteles, edificios de oficinas, hospitales, universidades y similares. En otra realización, los enfriadores, lo más probablemente enfriadores de expansión directa enfriados por aire, han encontrado una utilidad adicional en navíos de superficie y submarinos.

Para ilustrar cómo funcionan los enfriadores, se hace referencia a las Figuras. Un enfriador de evaporador inundado enfriado por agua se muestra ilustrado en la Figura 1. En este enfriador, un primer medio refrigerante, que es un líquido caliente, que comprende agua, y, en algunas realizaciones, aditivos, tal como un glicol (por ejemplo, etilenglicol o propilenglicol), entra en el enfriador desde un sistema de refrigeración, tal como un sistema de refrigeración de un edificio, entrada que se muestra por la flecha 3, a través de un serpentín 9, en un evaporador 6, que tiene una entrada y una salida. El primer medio refrigerante caliente se suministra al evaporador, donde es enfriado por el refrigerante líquido, que se muestra en la parte inferior del evaporador. El refrigerante líquido se evapora a una temperatura más baja que la del primer medio refrigerante caliente que circula a través del serpentín 9. El primer medio refrigerante enfriado vuelve a circular por el sistema de refrigeración del edificio, como se muestra por la flecha 4, a través de una parte de retorno del serpentín 9. El refrigerante líquido, que se muestra en la parte inferior del evaporador 6 en la Figura 1, es evaporado y enviado a un compresor 7, que aumenta la presión y temperatura del vapor refrigerante. El compresor comprime este vapor de manera que se puede condensar en un condensador 5 a una presión y temperatura más altas que la presión y temperatura del vapor refrigerante cuando sale del evaporador. Un segundo medio refrigerante, que es un líquido en el caso de un enfriador enfriado por agua, entra en el condensador a través de un serpentín 10 en el condensador 5 desde una torre de enfriamiento por la flecha 1 en la Figura 1. El segundo medio refrigerante es calentado en el proceso y devuelto a través de un bucle de retorno del serpentín 10 y la flecha 2 hasta una torre de enfriamiento o al medio ambiente. Este segundo medio refrigerante enfría el vapor en el condensador y hace que el vapor condense a refrigerante líquido, de modo que hay refrigerante líquido en la parte inferior del condensador, como se muestra en la Figura 1. El refrigerante líquido condensado en el condensador vuelve a circular hasta el evaporador a través de un dispositivo 8 de expansión, que puede ser un orificio, tubo capilar o válvula de expansión. El dispositivo 8 de expansión reduce la presión del refrigerante líquido, y transforma el refrigerante líquido parcialmente en vapor, es decir que el refrigerante líquido se evapora rápidamente a medida que la presión cae entre el condensador y el evaporador. La evaporación rápida enfría el refrigerante, es decir, tanto el refrigerante líquido como el vapor refrigerante a la temperatura de saturación a la presión del evaporador, de modo que tanto el refrigerante líquido como el vapor refrigerante están presentes en el evaporador.

Cabe señalar que para una composición refrigerante de un solo componente, tal como trans-HFO-1336mzz como en la presente invención, la composición del refrigerante vapor en el evaporador es la misma que la composición del refrigerante líquido en el evaporador. En este caso, la evaporación se producirá a una temperatura constante. Sin embargo, si se usa una mezcla refrigerante (o combinación), el refrigerante líquido y el vapor refrigerante en el evaporador (o en el condensador) pueden tener diferentes composiciones. Esto puede conducir a sistemas ineficientes y dificultades en el mantenimiento del equipo, por ello un refrigerante de un solo componente es más deseable.

Los enfriadores con capacidades de refrigeración superiores a 700 kW emplean generalmente evaporadores inundados, donde el refrigerante en el evaporador y en el condensador rodea un serpentín u otro conducto para el medio refrigerante (es decir, el refrigerante está en el lado de la carcasa). Los evaporadores inundados requieren mayores cargas de refrigerante, pero permiten temperaturas de aproximación más cercanas y mayores eficiencias. Los enfriadores con capacidades inferiores a 700 kW emplean comúnmente evaporadores con refrigerante que circula dentro de los tubos y medio refrigerante en el evaporador y en el condensador que rodea los tubos, es decir, el medio refrigerante está en el lado de la carcasa. Los enfriadores de este tipo se denominan enfriadores de expansión directa (DX). Un enfriador de expansión directa enfriado por agua se ilustra en la Figura 2. En el enfriador ilustrado en la Figura 2, el primer medio refrigerante líquido, que es un líquido caliente, tal como agua caliente, entra en un evaporador 6' en la entrada 14. El refrigerante mayormente líquido (con una pequeña cantidad de vapor refrigerante) entra en un serpentín 9' en el evaporador por la flecha 3' y se evapora, volviendo a vapor. Como resultado, el primer medio refrigerante líquido es enfriado en el evaporador, y un primer medio refrigerante líquido enfriado sale del evaporador por la salida 16, y se envía a un cuerpo a enfriar, tal como un edificio. En esta realización de la Figura 2, este primer medio refrigerante líquido enfriado es el que enfría el edificio u otro cuerpo a enfriar. El vapor refrigerante sale del evaporador por la flecha 4' y se envía a un compresor 7', donde es comprimido

y sale como vapor refrigerante a alta temperatura y alta presión. Este vapor refrigerante entra en un condensador 5' a través de un serpentín 10' del condensador por 1'. El vapor refrigerante es enfriado por un segundo medio refrigerante líquido, tal como agua, en el condensador y se transforma en líquido. El segundo medio refrigerante líquido entra en el condensador a través de una entrada 20 del medio refrigerante en el condensador. El segundo medio refrigerante líquido extrae calor del vapor refrigerante de condensación, que se transforma en refrigerante líquido, y esto calienta el segundo medio refrigerante líquido en el condensador. El segundo medio refrigerante líquido sale a través del condensador a través de la salida 18 del medio refrigerante del condensador. El líquido refrigerante condensado sale del condensador a través del serpentín inferior 10' como se muestra en la Figura 2 y circula a través de un dispositivo 12 de expansión, que puede ser un orificio, tubo capilar o válvula de expansión. El dispositivo 12 de expansión reduce la presión del refrigerante líquido. Una pequeña cantidad de vapor, producida como resultado de la expansión, entra en el evaporador con refrigerante líquido a través del serpentín 9' y el ciclo se repite.

Los enfriadores por compresión de vapor se pueden identificar por el tipo de compresor que emplean. En la invención, el trans-HFO-1336mzz es útil en enfriadores centrífugos, que es un enfriador que utiliza un compresor centrífugo, como se describirá a continuación.

Un compresor centrífugo utiliza elementos giratorios para acelerar el vapor refrigerante de forma radial, y normalmente incluye un impulsor y un difusor alojados en una carcasa. Los compresores centrífugos suelen recibir fluido de un ojo impulsor, o entrada central de un impulsor circulante, y lo aceleran radialmente hacia fuera. Cierta aumento de la presión estática se produce en el impulsor, pero la mayor parte del aumento de presión se produce en la sección del difusor de la carcasa, donde la velocidad se transforma en presión estática. Cada conjunto impulsor-difusor es una etapa del compresor. Los compresores centrífugos se construyen con desde 1 a 12 o más etapas, dependiendo de la presión final deseada y el volumen de refrigerante que se manejará.

La relación de presión, o relación de compresión, de un compresor es la relación entre la presión de descarga absoluta frente a la presión de entrada absoluta. La presión suministrada por un compresor centrífugo es prácticamente constante en un intervalo relativamente amplio de capacidades. La presión que un compresor centrífugo puede desarrollar depende de la velocidad en la periferia del impulsor. La velocidad periférica es la velocidad del impulsor medida en su periferia y está relacionada con el diámetro del impulsor y sus revoluciones por minuto. La capacidad del compresor centrífugo es determinada por el tamaño de los pasajes a través del impulsor. Esto hace el tamaño del compresor más dependiente de la presión requerida que de la capacidad.

30 Procedimientos

En una realización, un procedimiento para producir enfriamiento comprende evaporar trans-HFO-1336mzz en un evaporador en las proximidades de un cuerpo a enfriar, produciendo de este modo el enfriamiento. Este procedimiento puede incluir también las etapas de comprimir dicha composición de vapor trans-HFO-1336mzz producida en el evaporador en un compresor y, después de eso, condensar dicha composición de vapor trans-HFO-1336mzz en un condensador.

En una realización, un cuerpo a enfriar puede ser cualquier espacio, objeto o fluido que se puede enfriar. En una realización, un cuerpo a enfriar puede ser una habitación, edificio, compartimento de pasajeros de un automóvil, refrigerador, congelador, o en la vitrina expositora de un supermercado o tienda de autoservicio. Alternativamente, en otra realización, un cuerpo a enfriar puede ser un medio refrigerante o un fluido de transferencia de calor.

En una realización, el procedimiento para producir enfriamiento comprende producir enfriamiento en un enfriador de evaporador inundado como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 1. En este procedimiento, trans-HFO-1336mzz se evapora para formar un vapor refrigerante en las proximidades de un primer medio refrigerante. El medio refrigerante es un líquido caliente, tal como agua, que es transportado hasta el evaporador a través de una tubería desde un sistema de refrigeración. El líquido caliente es enfriado y se hace pasar a un cuerpo a enfriar, tal como un edificio. El vapor refrigerante es condensado entonces en las proximidades de un segundo medio refrigerante, que es un líquido enfriado que es incorporado desde, por ejemplo, una torre de enfriamiento. El segundo medio refrigerante enfría el vapor refrigerante de tal manera que es condensado para formar un refrigerante líquido. En este procedimiento, también puede usarse un enfriador de evaporador inundado para enfriar hoteles, edificios de oficinas, hospitales y universidades.

En otra realización, el procedimiento para producir refrigeración comprende producir enfriamiento en un enfriador de expansión directa como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 2. En este procedimiento, el trans-HFO-1336mzz se hace pasar a través de un evaporador y se evapora para producir un vapor refrigerante. Un primer medio refrigerante líquido es enfriado por el refrigerante que se evapora. El primer medio refrigerante líquido se evacua del evaporador hasta un cuerpo a enfriar. En este procedimiento, también puede usarse el enfriador de expansión directa para enfriar hoteles, edificios de oficinas, hospitales, universidades, así como submarinos o navíos de superficie.

En otra realización, se proporciona un procedimiento para sustituir el refrigerante HFC-236fa o CFC-114 en un aparato enfriador, comprendiendo dicho procedimiento proporcionar HFO-1336mzz a dicho aparato enfriador en

lugar del refrigerante sustituido, en el que dicho HFO-1336mzz es un isómero trans.

5 Los refrigerantes y fluidos de transferencia de calor que necesitan sustitutos, basados en los cálculos del PCA publicados por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático), incluyen pero no se limitan a HFC-236fa. Por lo tanto, según la presente invención, se proporciona un procedimiento para sustituir el refrigerante HFC-236fa en un enfriador con trans-HFO-1336mzz. El procedimiento comprende proporcionar trans-HFO-1336mzz a un enfriador en lugar de dicho refrigerante.

En este procedimiento de sustitución de HFC-236fa, el trans-HFO-1336mzz es útil en enfriadores centrífugos que pueden haber sido diseñados y fabricados originalmente para funcionar con HFC-236fa.

10 Otro refrigerante que necesita ser sustituido debido al PAO (PAO = 0,94) y al PCA (PCA = 10.000) es el CFC-114. El HFC-236fa se utilizaba originalmente en enfriadores como un sustituto del CFC-114. Pero el CFC-114 puede estar utilizándose todavía en ciertas áreas del mundo. Por lo tanto, según la presente invención, se ha proporcionado un procedimiento para sustituir el refrigerante CFC-114 en un enfriador con trans-HFO-1336mzz. El procedimiento comprende proporcionar el trans-HFO-1336mzz a un enfriador en lugar de dicho refrigerante.

15 En este procedimiento de sustituir el CFC-114, el trans-HFO-1336mzz es útil en enfriadores centrífugos que pueden haber sido originalmente diseñados y fabricados para operar con CFC-114.

Al sustituir el CFC-114 o HFC-236fa en los equipos existentes, se pueden obtener ventajas adicionales haciendo ajustes al equipo o a las condiciones de funcionamiento, o a ambos. Por ejemplo, el diámetro del impulsor y la velocidad del impulsor se pueden ajustar en un enfriador centrífugo en el que se usa el trans-HFO-1336mzz como refrigerante sustituto.

20 Alternativamente, en este procedimiento de sustituir HFC-236fa o CFC-114, el trans-HFO-1336mzz divulgado en el presente documento puede ser útil en el nuevo equipo, tal como un nuevo enfriador de evaporador inundado o un nuevo enfriador de expansión directa.

Ejemplos

Ejemplo 1

25 Rendimiento de enfriamiento para trans-HFO-1336mzz en un enfriador centrífugo

La Tabla 1 muestra el rendimiento de trans-HFO-1336mzz comparado con CFC-114 y HFC-236fa en condiciones típicas para un enfriador centrífugo. En la Tabla 1, COP es el coeficiente de rendimiento (análogo a eficiencia energética). Los datos se basan en las siguientes condiciones.

Temperatura del evaporador	4.4°C (40°F)
Temperatura del condensador	37.8°C (100°F)
La eficiencia del compresor es	70%

Tabla 1

	CFC-114	HFC-236fa	trans-HFO-1336mzz	trans-HFO-1336mzz en relación con CFC-114 (%)	trans-HFO-1336mzz en relación con HFC-236fa (%)
Presión del evaporador (kPa)	104.1	129	89.3	-14.2	-30.8
Presión del condensador (kPa)	316.1	406.8	298.6	-5.6	-26.6
COP	4.87	4.83	4.93	1.2	2
Capacidad volumétrica (kJ/m ³)	819.1	1035	775.7	-5.3	-25.1
Velocidad en la periferia del impulsor del compresor (m/s)	144.8	155.3	154.7	6.9	-0.4
PCA *	10,000	9,810	32	-99.7	-99.7
PAO **	0.94	0	0		

* Valor PCA del CFC-114 para un horizonte temporal de 100 años según lo informado en el IPCC Fourth Assessment Report (2007). Valor PCA para trans-HFO-1336mzz estimado a partir de las predicciones de permanencia en la atmósfera.

** Valor PAO del CFC-114 se informa en "The Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002, A report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project", pág. 1.30, Tabla 1-5 como se determina con las permanencias actualizadas (véase la nota b a pie de página).

Los datos de la Tabla 1 indican que el trans-HFO-1336mzz genera presiones más bajas del evaporador y condensador que cualquiera de CFC-114 o HFC-236fa. Por lo tanto, el equipo enfriador diseñado para resistir las presiones generadas por el CFC-114 o el HFC-236fa resistirían también las presiones generadas por el trans-HFO-1336mzz.

5 Los datos de la Tabla 1 indican, además, que el trans-HFO-1336mzz proporciona, sorprendentemente, eficiencia energética (COP) y capacidad volumétrica de enfriamiento similares a las del CFC-114. Además, el trans-HFO-1336mzz requiere una velocidad en la periferia del impulsor para levantar el refrigerante del evaporador a las condiciones del condensador comparables con las del CFC-114. Como resultado, se reduce el coste y el riesgo de desarrollar nuevos diseños de enfriadores, optimizados por el nuevo refrigerante. Además, el trans-HFO-1336mzz
10 podría usarse, con pequeñas modificaciones, para sustituir el CFC-114 en los enfriadores existentes sin un deterioro indebido de la eficiencia energética. Por lo tanto, el trans-HFO-1336mzz es un candidato atractivo para sustituir el CFC-114 en los enfriadores a fin de lograr una reducción significativa (99,7%) del PCA del refrigerante.

15 Los datos de la Tabla 1 indican, además, que el trans-HFO-1336mzz proporciona, sorprendentemente, un COP un poco mejor que el del HFC-236fa y requiere una velocidad en la periferia del impulsor casi idéntica a la que se necesita para el HFC-236fa. Como resultado, se reduce el coste y el riesgo de desarrollar nuevos diseños de enfriadores, optimizados por el refrigerante nuevo. Además, el trans-HFO-1336mzz podría usarse, con pequeñas modificaciones, para sustituir el HFC-236fa en los enfriadores existentes, a pesar de su capacidad volumétrica de enfriamiento algo más baja, sin un deterioro indebido de la eficiencia energética. Por lo tanto, el trans-HFO-1336mzz
20 es un candidato atractivo para sustituir el HFC-236fa en los enfriadores con el fin de lograr una reducción significativa (99,7%) del PCA.

En un escenario de readaptación de un enfriador existente, el refrigerante CFC-114 se sustituiría por el refrigerante nuevo pero se retendría el impulsor del compresor. En este escenario, un aumento relativamente pequeño en la velocidad de rotación del impulsor generaría la velocidad en la periferia más alta requerida para levantar el refrigerante nuevo del evaporador a condiciones del condensador y la velocidad de flujo volumétrico del refrigerante
25 más alta requerida para restablecer la capacidad nominal de enfriamiento del enfriador. La eficiencia del compresor en el nuevo conjunto de condiciones de funcionamiento no se desviaría sustancialmente de la eficiencia del compresor antes de la readaptación. Suponiendo que el compresor operaba a máxima eficiencia antes de la readaptación, tendría que aceptarse solamente una pequeña pérdida de eficiencia a cambio de los beneficios del nuevo refrigerante a un coste de conversión mínimo.

30 Ejemplo 2

Ensayo de no inflamabilidad

La falta de inflamabilidad de trans-HFO-1336mzz se determina según el procedimiento de ensayo ASTM E681-2001 como se requiere en la norma ASHRAE 34-2007 y se describe en el Apéndice p a la norma ASHRAE 34-2007. Las condiciones de ensayo fueron 60°C y 100°C, con una humedad relativa del 50% como se prepara a 23°C.

35 Se encontra que trans-HFO-1336mzz era no inflamable a 60°C y 100°C. Esto muestra otra característica de importancia para las industrias de acondicionamiento de aire y refrigeración. Los refrigerantes no inflamables se requieren para muchas aplicaciones. Así, la calificación no inflamable de cis-HFO-1336mzz permitirá un amplio uso de trans-HFO-1336mzz.

Ejemplo 3 - Comparativo

40 Rendimiento de enfriamiento para cis-HFO-1336mzz en un enfriador centrífugo

La Tabla 2 muestra el rendimiento de cis-HFO-1336mzz comparado con CFC-114 y HFC-236fa en condiciones típicas para un enfriador centrífugo. En la Tabla 2, COP es el coeficiente de rendimiento (análogo a eficiencia energética). Los datos se basan en las siguientes condiciones.

Temperatura del evaporador 4.4°C (40°F)
 Temperatura del condensador 37.8°C (100°F)
 La eficiencia del compresor es 70%

Tabla 2

	CFC-114	HFC-236fa	cis-HFO-1336mzz	cis-HFO-1336mzz en relación con CFC-114 (%)	cis-HFO-1336mzz en relación con HFC-236fa (%)
Presión del evaporador (kPa)	104.1	129	30.7	-71	-76
Presión del condensador (kPa)	316.1	406.8	119	-62	-71

ES 2 581 516 T3

	CFC-114	HFC-236fa	cis-HFO-1336mzz	cis-HFO-1336mzz en relación con CFC-114 (%)	cis-HFO-1336mzz en relación con HFC-236fa (%)
COP	4.87	4.83	7.26		
Capacidad volumétrica (kJ/m ³)	819.1	1035	311	-62	-70
Velocidad en la periferia del impulsor del compresor (m/s)	144.8	155.3	187	29	20
PCA *	10,000	9,810	<10	-99.7	-99.7
PAO **	0.94	0	0		
<p>* Valor PCA del CFC-114 para un horizonte temporal de 100 años según lo informado en el IPCC Fourth Assessment Report (2007). Valor PCA para trans-HFO-1336mzz estimado a partir de las predicciones de permanencia en la atmósfera.</p> <p>** Valor PAO del CFC-114 se informa en "The Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002, A report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project", pág. 1.30, Tabla 1-5 como se determina con las permanencias actualizadas (véase la nota b a pie de página).</p>					

5 Los datos de la Tabla 2 indican claramente que la capacidad volumétrica, a 62% o 70% reducida, comparada con CFC-114 y HFC-236fa, no es adecuada para el cis-HFO-1336mzz para servir eficazmente como readaptación para cualquiera de CFC-114 o HFC-236fa. En comparación, el trans-HFO-1336mzz puede proporcionar valores mucho más próximos de aproximadamente 5% o 25% de diferencia en comparación con el CFC-114 y HFC-236fa, respectivamente. Además, la velocidad de la periferia del impulsor necesaria para que el cis-HFO-1336mzz es un 29 o 20% más alta que aquella para el CFC-114 o HFC-236fa, mientras que para el trans-HFO-1336mzz, la velocidad de la periferia es sólo aproximadamente un 6,9% más alta que la de CFC-114 y casi idéntica que aquella para HFC-236fa.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato enfriador que contiene refrigerante caracterizado por que dicho refrigerante consiste en trans-HFO-1336mzz, en donde dicho aparato enfriador es un enfriador centrífugo adecuado para usar con CFC-114 o HFC-236fa.
- 5 2. El aparato enfriador de la reivindicación 1, en el que dicho enfriador es un enfriador de evaporador inundado o un enfriador de expansión directa.
3. Un procedimiento para producir enfriamiento en un aparato enfriador que comprende evaporar un refrigerante que consiste en trans-HFO-1336mzz en un evaporador en las proximidades de un cuerpo a enfriar, produciendo de este modo el enfriamiento, en el que dicho aparato enfriador es un enfriador centrífugo adecuado para usar con CFC-114 o HFC-236fa.
- 10 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además la etapa de hacer pasar un medio refrigerante a través del evaporador de un aparato enfriador, evaporando el trans-HFO-1336mzz en el evaporador para formar una composición de vapor enfriando de este modo el medio refrigerante, y hacer pasar el medio refrigerante fuera del evaporador hasta un cuerpo a enfriar.
- 15 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el enfriador se selecciona del grupo que consiste en enfriadores de evaporador inundados y enfriadores de expansión directa.
6. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además la etapa de comprimir la composición de vapor en un compresor centrífugo.
- 20 7. Un procedimiento para sustituir el refrigerante HFC-236fa o CFC-114 en un aparato enfriador centrífugo, comprendiendo dicho procedimiento proporcionar un refrigerante que consiste en trans-HFO-1336mzz a dicho aparato enfriador centrífugo en lugar del refrigerante sustituido.
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el refrigerante sustituido es CFC-114.
9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el refrigerante sustituido es HFC-236fa.
- 25 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que dicho aparato enfriador es un enfriador de evaporador inundado o un enfriador de expansión directa.

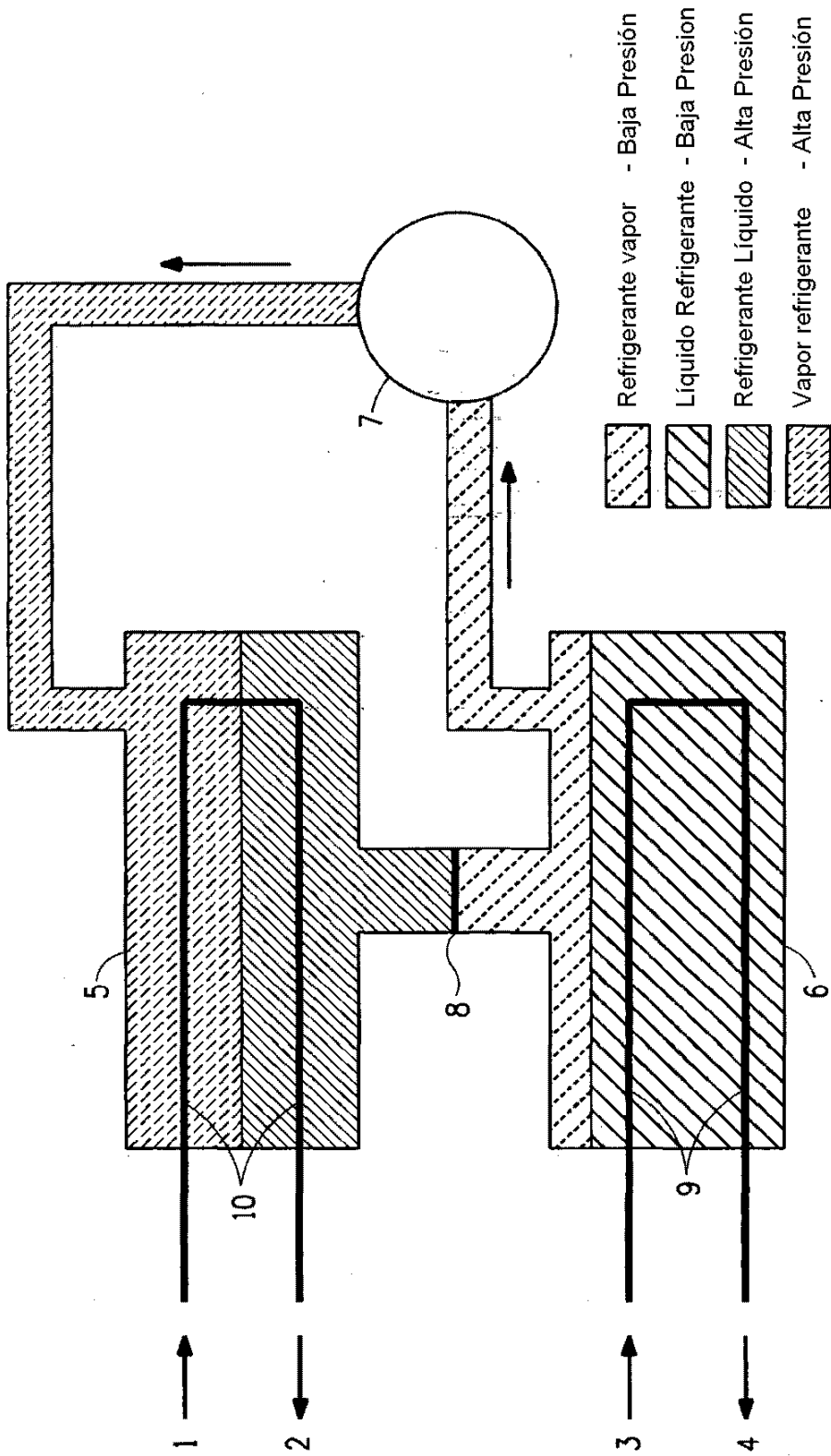


FIG. 1

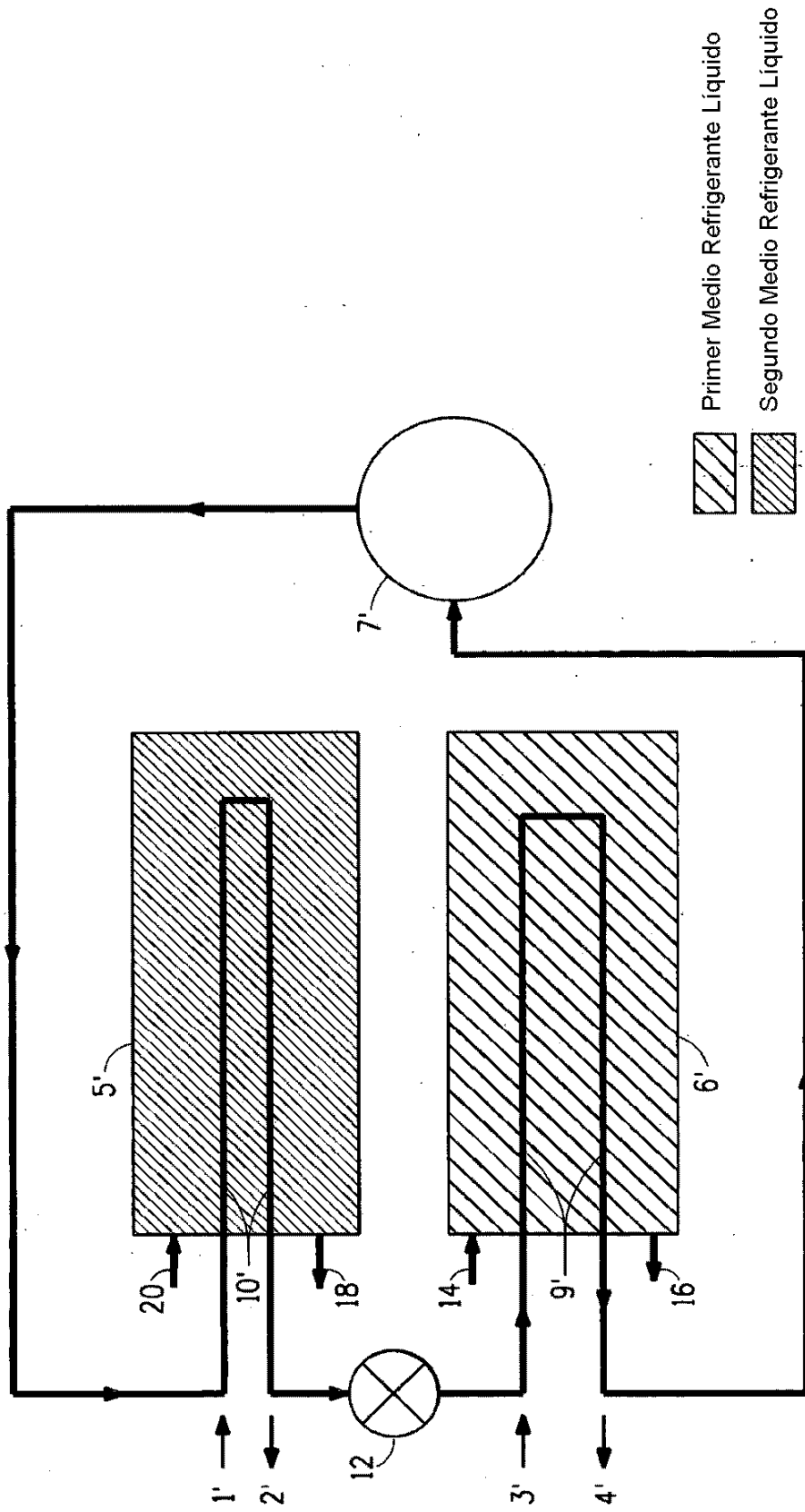


FIG. 2