

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 679**

51 Int. Cl.:

**C09K 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2009 E 12000957 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 2460865**

54 Título: **Composición refrigerante que comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf)**

30 Prioridad:

**01.07.2008 US 129499 P**  
**10.11.2008 US 112901 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.06.2013**

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
**Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-**  
**chome Kita-ku**  
**Osaka-shi Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**TSUCHIYA, TATSUMI;**  
**FUJIWARA, KATSUKI;**  
**NOGUCHI, MASAHIRO y**  
**YAMADA, YASUFU**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 405 679 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

Composición refrigerante que comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf).

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a una composición refrigerante mixta que comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3 -tetrafluoropropeno (hfo1234YF) para su utilización en los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado.

### Antecedentes de la técnica

Con el calentamiento global convirtiéndose con mayor frecuencia en una cuestión problemática a nivel mundial, el desarrollo de sistemas de refrigeración y aire acondicionado que no dañen el medio ambiente resulta de importancia creciente. Además de presentar un impacto sobre el calentamiento global, los refrigerantes están muy implicados en el funcionamiento de los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado. Por consiguiente, la elección del refrigerante ejerce un papel importante para la reducción de las emisiones de dióxido de carbono que contribuyen al calentamiento global.

Recientemente, se han propuesto una serie de propenos parcialmente fluorados que presentan un doble enlace en la molécula. Estos propenos presentan un potencial de calentamiento global (GWP) inferior en comparación con los clorofluocarburos (CFC), los hidroclorofluorocarburos (HCFC) y los hidrofluorocarburos (HFC) conocidos.

El 2,3,3,3-Tetrafluoropropeno (HFO1234yf) es uno de estos propenos (ver, por ejemplo, bibliografía de las patentes 1 y 2). Este refrigerante es inflamable, y prende a una concentración de 6,5 a 12,5 % de volumen en aire a una temperatura de 21°C. Además, este refrigerante presenta un punto de ebullición superior al del HCFC22, que se ha utilizado normalmente en los acondicionadores de aire estáticos, y a los del R407C y R410A, que han sido utilizados como alternativas al HCFC22 y no están implicados en el agotamiento de la capa de ozono. Por este motivo, la capacidad de refrigeración no se puede mantener con la utilización del HFO1234yf sólo.

En la elección de un refrigerante, un potencial de calentamiento global (GWP) bajo del refrigerante es obviamente importante; sin embargo, la eficacia en el uso de la energía del dispositivo que utiliza el refrigerante tiene la misma importancia o mayor. Lo primero se evalúa como un impacto medioambiental directo, y lo segundo como un impacto medioambiental indirecto. Se ha propuesto el LCCP (Rendimiento climático del ciclo de vida) como objeto indicativo para este tipo de evaluaciones (Documentación no patente 1, etc.). Aunque el LCCP está reconocido mundialmente para su utilización en una completa evaluación de los refrigerantes, no existen casos en los que la evaluación con LCCP se haya realizado para proporcionar refrigerantes óptimos.

### Listado

Bibliografía de patentes

PTL 1: WO 2005/105947

PTL 2: WO 2006/094303

Bibliografía no patente

NPL 1: "LIFE CYCLE CLIMATE PERFORMANCE OF SOME APPLICATIONS IN JAPAN", HARUO ONISHI, 15th Annual Earth Technologies Forum and Mobile Air Conditioning Summit, Abril 13-15, 2004, Actas de congresos.

### Sumario de la invención

#### Problema técnico

Cuando se utiliza un refrigerante que presenta un punto de ebullición elevado a presiones de funcionamiento bajas, el ciclo de refrigeración de la compresión de vapor presenta una capacidad insuficiente. Por consiguiente, es necesario aumentar el tamaño del dispositivo etc. para garantizar la capacidad de enfriamiento o de calentamiento deseadas, lo que normalmente repercute indirectamente en un deterioramiento debido a la pérdida de presión. Además, cuando el refrigerante es inflamable, es necesaria la utilización de un material en el sistema eléctrico muy seguro, y el límite superior se sitúa en relación a la cantidad de refrigerante que se va a cargar en el aparato.

Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una composición refrigerante que no sea inflamable, y que asegure un LCCP bajo y que perjudique menos el medio ambiente.

#### Solución al problema

Los inventores de la presente invención han llevado a cabo un estudio exhaustivo en el contexto de problemas mencionados anteriormente y han descubierto que estos problemas se pueden resolver utilizando, en un aparato que hace circular un refrigerante a través de un compresor para formar un ciclo de refrigeración, una composición

refrigerante que comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf), y que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo comprendido entre los puntos (0/21/79 % de masa), (16,6/25,3/58,1 % de masa) y (0/28,4/71,6 % de masa) en un diagrama ternario de una composición que comprende HFC32, HFC125 y HFO1234yf (Figura 1), y que la composición contiene esencialmente HFC32.

Los inventores también han descubierto que resulta preferida una composición refrigerante que comprenda los componentes mencionados anteriormente en una proporción situada en un intervalo delimitado por los puntos (3/22/75 % de masa), (15/25/60 % de masa) y (3/27/60 % de masa); y resulta especialmente preferida una composición que comprenda los componentes mencionados anteriormente en una proporción que se encuentra en un intervalo delimitado por los puntos (5/24/71 % de masa), (3/24/73 % de masa), (3/22/75 % de masa) y (5/22/73 % de masa) en el diagrama ternario mencionado anteriormente (Figura 1).

En la presente memoria, el punto expresado por (3/22/75 % de masa) en el diagrama ternario (Figura 1), por ejemplo, significa una composición que comprende 3% de masa de HFC32, 22% de masa de HFC125, y 75% de masa de HFO1234yf. Los intervalos que se encuentran alrededor de los puntos descritos anteriormente en el diagrama ternario incluyen todas las proporciones posibles de los tres componentes en la composición localizada en cada lado y dentro del triángulo o tetragono definido por los tres o cuatro puntos anteriores.

La presente invención se completó realizando unos estudios posteriores sobre la base de estos descubrimientos.

Más específicamente, la presente invención proporciona la siguiente composición refrigerante no inflamable.

Punto 1. Una composición refrigerante que comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf), y que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se encuentra en un intervalo delimitado por los puntos (0/21/79 % de masa), (16,6/25,3/58,1 % de masa) y (0/28,4/71,6 % de masa) en un diagrama ternario de una composición refrigerante que contiene HFC32, HFC125 y HFO1234yf y que la composición contiene esencialmente HFC32.

Punto 2. La composición refrigerante según el punto 1, en la que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo delimitado por los puntos (3/22/75 % de masa), (15/25/60 % de masa) y (3/27/70 % de masa) en el diagrama ternario.

Punto 3. La composición refrigerante según los puntos 1 ó 2, en la que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo delimitado por los puntos (5/24/71 % de masa), (3/24/73 % de masa), (3/22/75 % de masa) y (5/22/73 % de masa) en el diagrama ternario.

Punto 4. La composición refrigerante según uno de los puntos 1 a 3, que además comprende un inhibidor de la polimerización.

Punto 5. La composición refrigerante según uno de los puntos 1 a 4, que además comprende un agente secante.

Punto 6. La composición refrigerante según uno de los puntos 1 a 5, que además comprende un estabilizante.

Punto 7. Un procedimiento para el funcionamiento de un refrigerador, que comprende la circulación de la composición refrigerante según uno de los puntos 1 a 6 a través de un compresor.

Punto 8. Un procedimiento para la producción de una composición refrigerante según el punto 2, que comprende la mezcla de difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf) de forma que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo delimitado por los puntos (3/22/75 % de masa), (15/25/60 % de masa) y (3/27/70 % de masa) en un diagrama ternario de una composición refrigerante que contiene HFC32, HFC125 y HFO1234yf.

Punto 9. Un refrigerador que comprende la composición refrigerante según uno de los puntos 1 a 6.

### Efectos beneficiosos de la invención

La composición refrigerante de la presente invención proporciona los efectos siguientes:

(1) La composición refrigerante de la invención consigue un rendimiento de ciclo igual o mejorado en comparación con los refrigerantes convencionales disponibles como R407C o R410A cuando se utiliza como refrigerante para un dispositivo de bomba de calor.

(2) La no inflamabilidad del refrigerante no requiere cambios especiales en las especificaciones del dispositivo, incluyendo la protección y seguridad de los miembros.

(3) El refrigerante no realiza ninguna aportación al agotamiento de la capa de ozono incluso cuando el refrigerante no se recoge después de su uso, ya que su potencial de agotamiento del ozono (ODP) es cero.

(4) El potencial de calentamiento global (GWP) es inferior a los refrigerantes utilizados convencionalmente como R407C o R410A.

(5) la composición refrigerante es excelente en una evaluación LCCP, y su contribución al calentamiento global es tan inferior, o inferior a los refrigerantes disponibles de forma convencional como R407C o R410A, cuando se utiliza para un dispositivo de bomba de calor.

### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama ternario que muestra las proporciones de HFC32, HFC125 y HFO1234yf en una composición refrigerante.

La Figura 2 muestra el intervalo de inflamación de un sistema mixto de HFC32, HFC125 y HFO1234yf.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un dispositivo utilizado en una prueba de inflamabilidad.

### Descripción de las formas de realización

Los inventores de la presente invención han realizado una investigación exhaustiva sobre las relaciones de la proporción de mezcla de HFC32, HFC125 y HFO1234yf en LCCP (rendimiento climático del ciclo de vida) y en inflamabilidad. El LCCP y la inflamabilidad se han evaluado mediante procedimientos descritos en los ejemplos de pruebas 1 y 2, respectivamente.

Los resultados de la evaluación revelaron que cuando una composición refrigerante comprende HFC32, HFC125 y HFO1234yf a una proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf en un intervalo delimitado por los puntos (0/21/79 % de masa), (16,6/25,3/58,1 % de masa) y (0/28,4/71,6 % de masa) en un diagrama ternario de una composición refrigerante que contiene HFC32, HFC125 y HFO1234yf (Figura 1), y cuando la composición refrigerante comprende esencialmente HFC32, la composición no es inflamable, y garantiza un LCCP bajo y menos carga al medio ambiente.

En otras palabras, la composición refrigerante que comprende HFC32, HFC125 y HFO1234yf no es inflamable, y garantiza un LCCP bajo y menos carga al medio ambiente cuando cada proporción de los componentes (a/b/c % en masa) cumple las siguientes relaciones:

$$0 < a \leq 16,6 \quad (1)$$

$$(16/63 \times a + 21) \leq b \leq (99600 - 671 \times a) / 3456 \quad (2)$$

$$c = 100 - a - b \quad (3)$$

Estas fórmulas se obtienen mediante la matematización de un intervalo delimitado por un punto límite de no inflamabilidad y GWP (horizonte de tiempo de integración; ITH = 100 años) = 1.000, y se refuerzan con ejemplos (ver Figura 1)

Además, la composición refrigerante presenta mejores efectos cuando los componentes anteriores se mezclan de forma que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo delimitado por los puntos (3/22/75 % de masa), (15/25/60 % de masa) y (3/27/70 % de masa). En particular, cuando la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se sitúa en un intervalo delimitado por los puntos (5/24/71 % de masa), (3/24/73 % de masa) y (3/22/75 % de masa) y (5/22/73 % de masa), la composición presenta incluso mejores efectos.

La composición refrigerante de la presente invención no es inflamable y presenta un GWP bajo y una capacidad de refrigeración excelente. Por ejemplo, el GWP (ITH= 100 años) de la composición refrigerante es de aproximadamente 800 a 1000, que es ½ o inferior que el de R410A (GWP: 2088) y 4/7 o inferior que el de R407C (GWP: 1773).

La composición refrigerante de la presente invención presenta una elevada estabilidad. Si es necesario se pueden añadir estabilizantes para cumplir el requisito de una elevada estabilidad bajo unas condiciones severas.

Los ejemplos de estabilizantes utilizables incluyen (i) compuestos nitro alifáticos como nitrometano y nitroetano; compuestos nitro aromáticos como nitrobenceno y nitroestireno; (ii) ésteres como 1,4-dioxano; aminos como 2,2,3,3,3-pentafluoro propilamino y difenilamino; butilhidroxixileno, benzotriazol, etc. Los estabilizantes se pueden utilizar por separado o en combinación de dos o más.

La cantidad de estabilizante utilizada puede variar en función del tipo de estabilizante que se utilice, siempre y cuando no perjudique el rendimiento de la composición no inflamable. Generalmente, el estabilizante se utiliza

preferentemente en una cantidad de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 5 partes en peso, y más preferentemente aproximadamente 0,05 hasta aproximadamente 2 partes en peso, por 100 partes en peso de la mezcla de HFC32, HFC125 y HFO1234yf.

5 La composición de la presente invención puede contener además un inhibidor de la polimerización. Sus ejemplos incluyen 4-metoxi-1-naftol, hidroquinona, hidroquinona éter metil, dimetil-t-butilfenol, 2,6-di-terc-butil-p-cresol, benzotriazol, etc.

10 Generalmente, el inhibidor de la polimerización se utiliza preferentemente en una cantidad de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 5 partes en peso, y más preferentemente de aproximadamente 0,05 a 2 partes en peso, por 100 partes en peso de la mezcla de HFC32, HFC125 y HFO1234yf.

La composición de la presente invención puede contener además un agente secante.

15 La composición refrigerante de la presente invención se puede hacer circular mediante un compresor para formar un ciclo de refrigeración. Adicionalmente, se puede proporcionar un dispositivo que hace circular la composición refrigerante a través de un compresor para formar un ciclo de refrigeración.

20 Los ejemplos de sistemas de refrigeración que pueden utilizar la composición refrigerante de la presente invención comprenden de manera no limitativa acondicionadores de aire de automóviles, unidades de refrigeración de máquinas expendedoras, acondicionadores de aire industriales o de hogar, bombas de calor a gas (GHP), y bombas de calor eléctricas (EHP), y similares. Especialmente, la composición refrigerante se utiliza de forma eficaz en los acondicionadores de aire industriales y del hogar, en los que la reducción de tamaño es deseable.

## 25 Ejemplos

La presente invención se describe a continuación haciendo referencia a los ejemplos; estos ejemplos, sin embargo, no limitan el alcance de la invención.

### 30 Ejemplo de prueba 1

Se puso en funcionamiento un aparato de bomba de calor que utiliza una composición que comprende HFC32/HFC125/HFO1234yf (Ejemplo 1; 4/23/73 % de masa, Ejemplo 2; 15/25/60 % de masa. Ejemplo 3; 2/26/72 % de masa y Ejemplo 4; 10/25/65 % de masa) como refrigerante en las condiciones siguientes:

35 [Tasa de refrigeración] capacidad: 4kW, temperatura de evaporación del refrigerante en el evaporador: 10°C, temperatura de condensación del refrigerante en el condensador: 45°C;

[intermedio de refrigeración] capacidad: 2kW, temperatura de evaporación: 17°C, temperatura de condensación: 42°C;

[Tasa de calentamiento] capacidad: 5kW, temperatura de evaporación: 0°C, temperatura de condensación: 42°C;

40 [intermedio de calentamiento] capacidad: 2.5kW, temperatura de evaporación: 2°C, temperatura de condensación: 32°C.

Los grados de sobrecalentamiento y sobreenfriamiento se situaron a una temperatura de 0°C en cada situación.

45 Como ejemplos comparativos, el dispositivo de bomba de calor se puso en funcionamiento utilizando R410A (Ejemplo Comparativo 1) y R407C (Ejemplo Comparativo 2) en las mismas condiciones que anteriormente.

50 Como ejemplos comparativos adicionales, la bomba de calor se puso en funcionamiento utilizando HFC32/HFC125/HFO1234yf (Ejemplo Comparativo 3: 23/25/52 % de masa, y Ejemplo Comparativo 4: 15/45/40 % de masa) bajo las mismas condiciones indicadas anteriormente.

55 El coeficiente de rendimiento (COP) se calculó en base a los resultados obtenidos. El COP, la presión de evaporación y la presión de condensación se muestran en la Tabla 1. Posteriormente, los resultados se utilizaron para calcular el consumo anual de energía (kWh) de acuerdo con JRA 4046:2004, y se realizó la evaluación del LCCP (Tabla 2).

El coeficiente de rendimiento (COP) y el LCCP se determinaron mediante las siguientes fórmulas:

$COP = (\text{capacidad de enfriamiento o capacidad de calentamiento}) / \text{consumo de energía}$

$LCCP = \text{impacto directo (kg-CO}_2\text{)} + \text{impacto indirecto (kg-CO}_2\text{)}$

60 Impacto directo = (escape durante la carga en la planta de manufacturación) + (escape regular anual) + (escape irregular anual) + (escape durante la revisión) + (escape durante la eliminación)

Impacto indirecto = (emisiones de CO<sub>2</sub> durante la utilización del sistema de aire acondicionado) + (emisiones de CO<sub>2</sub> durante la producción y el transporte del refrigerante)

Más específicamente, el impacto directo y el impacto indirecto se calculan mediante las siguientes fórmulas:

65 Impacto directo =  $GWP \times M \times (1-\alpha) + GWP_{AE} \times M$

Impacto indirecto =  $N \times E \times \beta$

GWP: potencial de calentamiento global en términos de CO<sub>2</sub> por kg (kg-CO<sub>2</sub>/kg), horizontes de tiempo de integración (ITH): 100 años.

GWP<sub>AE</sub>: GWP adicional provocado por la liberación durante la producción, etc. (incluyendo los provocados por escapes de subproductos, etc., y liberación indirecta) (kg-CO<sub>2</sub>/kg).

5 N: periodo de funcionamiento del sistema (año) N = 12.

M: cantidad (kg) cargada en el sistema M = 13.

α: tasa de recuperación durante la eliminación del sistema (cantidad recuperada/cantidad cargada) α = 0,6.

E: consumo anual de energía del sistema (kWh/año)

β: emisiones de CO<sub>2</sub> necesarias para generar 1 kWh de energía (kg-CO<sub>2</sub>/kWh) β = 0,378.

10 En la Tabla 2, los valores de la contribución al calentamiento global de las tasa de emisiones de CO<sub>2</sub> (impacto indirecto, impacto directo, y LCCP) de los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 2 a 4 son valores relativos (proporciones) obtenidos mediante la expresión del impacto indirecto, el impacto directo y el LCCP de los Ejemplos 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 2 a 4, teniendo en cuenta que los valores del Ejemplo Comparativo 1 (R410A) se consideran como 100.

15 En la evaluación del LCCP, que es un índice emparejado con los impactos directos e indirectos de las emisiones de gas carbono, la composición refrigerante de la presente invención mostró valores equivalentes o inferiores en comparación con R410A y R407C. Por consiguiente, obviamente el refrigerante es el que presenta menos efecto sobre el medio ambiente.

20

**Tabla 1**

	Refrigerante		COP	Presión de evaporación	Presión de condensación
				MPa	Mpa
Ejemplo 1	HFC32/HFC125/HFO1234yf (4/23/73 % de masa)	Tasa de enfriamiento	2,65	0,581	1,521
		Intermedio de enfriamiento	4,81	0,699	1,416
		Tasa de calentamiento	3,68	0,430	1,415
		Intermedio de calentamiento	5,02	0,456	1,132
Ejemplo 2	HFC32/HFC125/HFO1234yf (15/25/60 % de masa)	Tasa de enfriamiento	3,01	0,712	1,852
		Media de enfriamiento	4,84	0,854	1,726
		Tasa de calentamiento	3,77	0,528	1,726
		Media de calentamiento	5,02	0,560	1,383
Ejemplo 3	HFC32/HFC125/HFO1234yf (2/26/72 % de masa)	Tasa de enfriamiento	2,56	0,572	1,496
		Intermedio de enfriamiento	4,78	0,688	1,392
		Tasa de calentamiento	3,65	0,423	1,392
		Intermedio de calentamiento	4,99	0,448	1,113
Ejemplo 4	HFC32/HFC125/HFO1234yf (10/25/65 % de masa)	Tasa de enfriamiento	2,88	0,658	1,719
		Intermedio de enfriamiento	4,83	0,790	1,601
		Tasa de calentamiento	3,74	0,487	1,600
		Intermedio de calentamiento	5,02	0,517	1,283

25

ES 2 405 679 T3

Ejemplo comparativo 1	R410A	Tasa de enfriamiento	3,44	1,100	2,752
		Intermedio de enfriamiento	4,92	1,307	2,564
		Tasa de calentamiento	3,90	0,823	2,562
		Intermedio de calentamiento	5,09	0,863	2,054
Ejemplo comparativo 2	R407C	Tasa de enfriamiento	3,42	0,678	1,837
		Intermedio de enfriamiento	5,11	0,821	1,705
		Tasa de calentamiento	3,99	0,495	1,706
		Intermedio de calentamiento	5,20	0,526	1,350
Ejemplo comparativo 3	HFC32/HFC125/HFO1234yf (23/25/52 % de masa)	Tasa de enfriamiento	3,14	0,792	2,051
		Intermedio de enfriamiento	4,84	0,950	1,910
		Tasa de calentamiento	3,80	0,589	1,910
		Intermedio de calentamiento	5,03	0,623	1,529
Ejemplo comparativo 4	HFC32/HFC125/HFO1234yf (15/45/40 % de masa)	Tasa de enfriamiento	2,98	0,816	2,092
		Intermedio de enfriamiento	4,74	0,978	1,952
		Tasa de calentamiento	3,70	0,609	1,952
		Intermedio de calentamiento	4,95	0,642	1,564

**Tabla 2**

5

	Refrigerante	GWP (ITH=100 años)	Contribución al calentamiento global Proporción de emisiones de CO <sub>2</sub>		
			Impacto indirecto	Impacto directo	LCCP
Ejemplo 1	HFC32/HFC125/HFO1234yf (4/23/73 % de masa)	835	103,8	41,6	95,8
Ejemplo 2	HFC32/HFC125/HFO1234yf (15/25/60 % de masa)	979	102,5	48,3	95,4
Ejemplo 3	HFC32/HFC125/HFO1234yf (2/26/72 % de masa)	926	104,6	45,9	97,0
Ejemplo 4	HFC32/HFC125/HFO1234yf (10/25/65 % de masa)	945	102,9	46,7	95,6
Ejemplo comparativo 1	R410A	2088	100	100	100
Ejemplo comparativo 2	R407C	1774	97,8	85,4	96,2
Ejemplo comparativo 3	HFC32/HFC125/HFO1234yf (23/25/52 % de masa)	1032	102,0	50,9	95,3
Ejemplo comparativo 4	HFC32/HFC125/HFO1234yf (15/45/40 % de masa)	1678	104,1	80,9	101,1

Ejemplo de prueba 2

5 Se valoró la inflamabilidad del refrigerante que se mezcla de los tres componentes utilizados en la composición refrigerante de la presente invención midiendo el intervalo de inflamabilidad utilizando un dispositivo según ASTM E681-2001. Ver Figura 3.

10 Se utilizó un matraz esférico de vidrio 12 L de forma que el estado de la combustión se pudiera observar directamente y se pudiera registrar fotográficamente. Durante la generación de una presión excesiva por la combustión, se dejó escapar el gas a través de una tapa superior. La ignición se logró mediante una descarga eléctrica de los electrodos mantenidos a una distancia de un tercio del fondo.

15 Recipiente de la prueba: 280 mm  $\phi$  esférico (volumen interno: 12 litros)  
 Temperatura de la prueba: 60°C  $\pm 3$   
 Presión: 101,3 kPa  $\pm 0,7$  kPa  
 Agua: 0,0088 g por gramo de aire seco  $\pm 0,0005$  g  
 Proporción de la mezcla de refrigerante/aire: 1 vol % incrementos  $\pm 0,2$  vol %  
 Mezcla de refrigerante:  $\pm 0,1$  % de masa  
 Procedimiento de ignición: descarga de CA  
 20 Intervalo del electrodo: 6,4 mm (1/4 pulgadas)  
 Chispa: 0,4 segundos  $\pm 0,05$  seg.  
 Criterio de valoración: cuando una llama se extendía en un ángulo de 90° o superior desde el punto de ignición, se evaluó como inflamable (propagación)

25 La Figura 2 es el resultado obtenido que muestra el intervalo de inflamabilidad del sistema de la mezcla de HFC32, HFC125 y HFO1234yf. La proporción de cada componente HFC32, HFC125 y HFO1234yf (a/b/c % de masa) en el límite de no inflamabilidad casi cumplía la relación representada por las siguientes fórmulas (4) a (6):

30  $0 \leq a \leq 63$  (4)  
 $b = (16/63 \times a + 21)$  (5)  
 $c = 100 - a - b$  (6)

El resultado reveló que la composición refrigerante que comprende HFC32/HFC125/HFO1234yf de la presente invención no es inflamable, que no provoca combustión incluso cuando se mezcla con aire en cualquier proporción.

35 **Aplicabilidad industrial**

La composición refrigerante mezclada de la presente invención se puede utilizar eficazmente en sistemas de refrigeración y de aire acondicionado.

40 Listado de referencia de los signos

- 45 A: línea límite de no inflamabilidad  
 X: región inflamable  
 Y: región no inflamable  
 1: fuente de ignición  
 2: entrada de la muestra  
 3: muelles  
 4: matraz de vidrio de 12 litros  
 50 5: electrodos  
 6: agitador  
 7: cámara de aislamiento



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Utilización de una composición refrigerante en acondicionadores de aire domésticos/industriales, en la que la composición refrigerante comprende difluorometano (HFC32), pentafluoroetano (HFC125) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO1234yf), encontrándose la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf en un intervalo delimitado por los puntos (0/21/79 % de masa), (16,6/25,3/58,1 % de masa) y (0/28,4/71,6 % de masa) en un diagrama ternario de una composición refrigerante que contiene HFC32, HFC125 y HFO1234yf y comprendiendo la composición esencialmente HFC32.
- 10 2. Utilización según la reivindicación 1, en la que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se encuentra en un intervalo delimitado por los puntos (3/22/75 % de masa), (15/25/60 % de masa) y (3/27/70 % de masa) en el diagrama ternario.
- 15 3. Utilización según la reivindicación 1, en la que la proporción de HFC32/HFC125/HFO1234yf se encuentra en un intervalo delimitado por los puntos (5/24/71 % de masa), (3/24/73 % de masa), (3/22/75 % de masa) y (5/22/73 % de masa) en el diagrama ternario.
- 20 4. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la composición refrigerante comprende además un inhibidor de la polimerización.
5. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la composición refrigerante comprende además un agente secante.
- 25 6. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la composición refrigerante comprende además un estabilizante.

Fig. 1

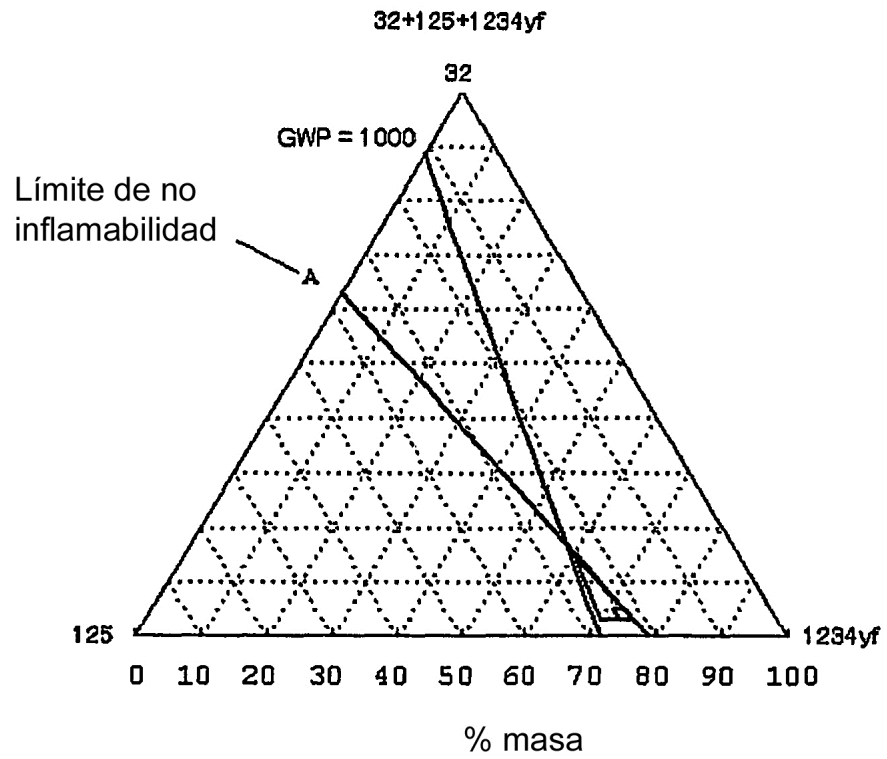


Fig. 2

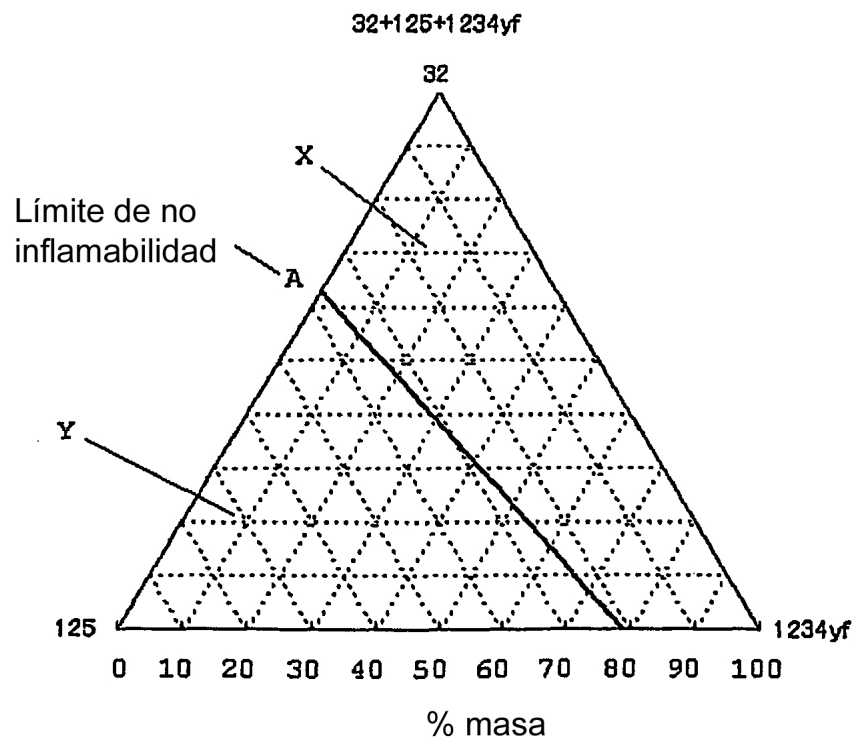


Fig. 3

