

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 258**

51 Int. Cl.:

C09K 5/04 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 45/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2013 PCT/JP2013/073851**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14038604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2013 E 13836157 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022 EP 2894209**

54 Título: **Método para llenar un refrigerante mixto que contiene 2,3,3,3-tetrafluoropropeno**

30 Prioridad:

04.09.2012 US 201261696419 P

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

07.04.2022

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:

**KUROKI, HITOMI;
TSUCHIYA, TATSUMI;
YAMADA, YASUFU y
SHIBANUMA, TAKASHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 905 258 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

Método para llenar un refrigerante mixto que contiene 2,3,3,3-tetrafluoropropeno

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para llenar una mezcla refrigerante que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno.

Antecedentes de la técnica

Recientemente, la revisión de refrigerantes está avanzando en los campos de la refrigeración y el aire acondicionado desde el punto de vista de la prevención del calentamiento global. En el campo de los climatizadores de aire para automóviles, los refrigerantes con un potencial de calentamiento global (GWP) de 150 o más están regulados por el Reglamento de Gases Fluorados de la Unión Europea (UE). A continuación, se ha usado 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf, $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$) que tiene un GWP de 4.

En cuanto a los sistemas de refrigeración y aire acondicionado de tipo fijo, los refrigerantes usados actualmente, tal como el R-410A (GWP: 2.088), R-404A (GWP: 3.922), R-407C (GWP: 1.770) y 1,1,1,2-tetrafluoroetano (en adelante, HFC-134a) (GWP: 1.430), tienen un GWP alto y, por lo tanto, están siendo regulados en los países desarrollados desde el punto de vista no solo de reducir el CO_2 , sino también reducir los HFC (hidrofluorocarbonos o hidrocarburos fluorados). El desarrollo de refrigerantes alternativos es un tema urgente. Los refrigerantes deberían seleccionarse entre diversos refrigerantes, teniendo en cuenta la aplicación, las condiciones de funcionamiento, y otras condiciones, desde múltiples puntos de vista, que incluyen el respeto al medio ambiente, la seguridad, el rendimiento, y la eficiencia económica. Actualmente se proponen diversos tipos de refrigerantes, junto con fluorocarbonos y refrigerantes naturales; sin embargo, actualmente ningún refrigerante satisface todos los requisitos, que incluyen la inflamabilidad, la eficiencia, y el valor de GWP. Es necesario seleccionar el refrigerante correcto para el lugar correcto, que depende de la aplicación, las condiciones de funcionamiento, y otras condiciones.

Entre los refrigerantes, los refrigerantes HFO-1234yf han atraído la atención debido a su bajo GWP y su baja toxicidad en campos distintos al campo de los climatizadores de aire para automóviles. Los refrigerantes HFO-1234yf son un candidato importante para una alternativa a los refrigerantes HFC-134a en el campo de los grandes sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Sin embargo, como alternativas al R-410A y otros refrigerantes para su uso, por ejemplo, en sistemas de refrigeración y aire acondicionado de tipo fijo, los refrigerantes HFO por sí solos tienen una presión de vapor baja y plantean preocupaciones sobre la capacidad insuficiente o la degradación del rendimiento, en comparación con los refrigerantes convencionales. Además, se sabe que los refrigerantes HFO son ligeramente inflamables.

En consecuencia, recientemente se han propuesto mezclas de refrigerantes no azeotrópicas de diversos refrigerantes para mejorar el rendimiento y lograr la no inflamabilidad (documentos JP-A-2010-47754, JP-A-2011-525204 y JP-A-2011-522947).

Sin embargo, muchas de las mezclas de HFC y HFO-1234yf son mezclas no azeotrópicas y, por lo tanto, experimentan cambios de composición durante los cambios de fase, tal como la evaporación y la condensación. Esto se debe a que es más probable que los componentes de bajo punto de ebullición se evaporen, y que los componentes de alto punto de ebullición se condensen. Esta tendencia es notoria en el caso de la evaporación, es decir, un cambio de fase de líquido a vapor, y es particularmente notable cuando los componentes de la mezcla tienen una gran diferencia en sus puntos de ebullición. Por esta razón, cuando una mezcla de este tipo no azeotrópica se transfiere de un recipiente a otro recipiente, la mezcla se extrae normalmente de la fase líquida para no inducir cambios de fase.

Sin embargo, una mezcla de componentes que tienen una gran diferencia en los puntos de ebullición experimenta un cambio de composición de un pequeño porcentaje, incluso cuando la mezcla se extrae de la fase líquida. Esto se debe a que la reducción de la presión y el aumento del espacio de la fase gaseosa debido a la extracción de la mezcla conducen a la evaporación de los componentes de bajo punto de ebullición en la fase líquida. Un cambio de composición de un pequeño porcentaje no solo provoca un cambio significativo en el rendimiento del refrigerante para reducir así la capacidad y la eficiencia, sino que también tiene un impacto importante en la seguridad del refrigerante, tal como la inflamabilidad (documentos JP-A-10-197108 y JP-B-3186065).

En particular, el difluorometano (HFC-32, CH_2F_2), que probablemente se usará como mezcla refrigerante con HFO-1234yf, tiene una capacidad de refrigeración muy alta; sin embargo, la diferencia en el punto de ebullición entre el HFC-32 y el HFO-1234yf es de al menos 20 K. Los cambios de composición que ocurren durante la transferencia de una mezcla refrigerante de este tipo desde un recipiente de alimentación (por ejemplo, una bombona de gas o un camión cisterna) a un sistema de refrigeración y aire acondicionado u otros depósitos son de un nivel nada despreciable en términos de rendimiento. Además, no solo en términos de rendimiento, sino también de garantía de calidad de la mezcla refrigerante, es importante controlar los cambios de composición dentro de la tolerancia establecida de la mezcla refrigerante.

Por ejemplo, cuando una mezcla refrigerante que comprende HFO-1234yf y HFC-32 se transfiere a 40 °C, sin tomar

ninguna medida, se produce una diferencia de composición de hasta 3-4 % en peso con la composición objetivo cuando se extrae todo el líquido antes de la transferencia. En este caso, la tasa de cambio de composición es aproximadamente ± 4 % en peso de la composición objetivo, y no se puede garantizar la capacidad de refrigeración y la capacidad refrigerante (por ejemplo, coeficiente de rendimiento (COP)) esperadas de la composición objetivo. Por lo tanto, es importante controlar la tasa de cambio de composición dentro de un intervalo lo más estrecho posible.

Además, los cambios de composición varían significativamente dependiendo del tipo y la proporción de la composición de refrigerante no azeótropo, y es difícil predecir el intervalo de cambios de composición sin una medición real.

Compendio de la invención

Problema técnico

Un objeto principal de la presente invención es proporcionar un método para llenar una mezcla refrigerante que permita cambios de composición de una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano durante la transferencia de la mezcla para que caiga dentro un intervalo aceptable de rendimiento del refrigerante.

Solución al problema

Los presentes inventores realizaron una extensa investigación sobre métodos para llenar un gas licuado con el fin de resolver el problema de los cambios de composición que ocurren en una mezcla no azeotrópica que comprende dos gases licuados que tienen diferentes puntos de ebullición cuando la mezcla se almacena en un recipiente cerrado herméticamente y se transfiere de la fase líquida a otro recipiente.

Específicamente, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por difluorometano y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_1)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

$\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

X es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_1 > a$; e

y_1 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (1):

$$1000y_1 = L_1x^3 - M_1x^2 + N_1x - P_1 \quad (1),$$

en donde $L_1 = 0.0002a + 0.016$,

$$M_1 = 0.072a + 3.4761,$$

$$N_1 = 7.914a + 187.52 \text{ y}$$

$$P_1 = 1194.8a - 9.58.$$

También, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente el HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_2)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización

de la transferencia, en donde

$\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_2 > a$; e

5 y_2 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (6):

$$1000y_2 = L_2x^3 - M_2x^2 + N_2x - P_2 \quad (6),$$

en donde $L_2 = -0.0016a + 0.0169$,

$$M_2 = -0.1765a + 3.4316,$$

$$N_2 = -1.87a + 180.08 \text{ y}$$

10 $P_2 = 1119.5a + 148.9.$

Además, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente el HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

15 comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_3)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

20 $\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_3 > a$; e

y_3 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (11):

25 $1000y_3 = L_3x^3 - M_3x^2 + N_3x - P_3 \quad (11),$

en donde $L_3 = 0.0003a + 0.0172$,

$$M_3 = 0.0962a + 3.6851,$$

$$N_3 = 9.704a + 196.9, \text{ y}$$

$$P_3 = 1241.2a - 93.54.$$

30 Además, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

35 ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_4)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 2.0)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

40 b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_4 > 2$; e

y_4 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (16):

$$1000y_4 = L_4x^3 - M_4x^2 + N_4x - P_4 \quad (16),$$

en donde $L_4 = 0.0001b + 0.0081$,

$$M_4 = 0.0195b + 1.958,$$

$$N_4 = 0.9878b + 118.91, \text{ y}$$

$$P_4 = -0.176b + 2408.7.$$

- 5 Además, la presente invención proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

- 10 ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_5)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 1.5)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

- 15 b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_5 > 1.5$; e

y_5 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (22):

$$1000y_5 = L_5x^3 - M_5x^2 + N_5x - P_5 \quad (22),$$

- 20 en donde $L_5 = 0.00005b + 0.0092$,

$$M_5 = 0.0171b + 2.1013,$$

$$N_5 = 0.8528b + 125.11, \text{ y}$$

$$P_5 = -2.372b + 1972.3.$$

- 25 Además, la presente invención también proporciona un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente el HFC-32 en la fase líquida en un cantidad de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

- 30 ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_6)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 1.0)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

- 35 x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 18.5$ % en peso o $60 \leq x \leq 90$ % en peso, que excluye un intervalo que satisfaga $y_6 > 1.0$; e

y_6 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (28):

$$1000y_6 = L_6x^3 - M_6x^2 + N_6x - P_6 \quad (28),$$

- 40 en donde $L_6 = 0.00009b + 0.0086$,

$$M_6 = 0.0183b + 2.003,$$

$$N_6 = 0.9237b + 117.29, \text{ y}$$

$$P_6 = -1.055b + 1292.7.$$

Las realizaciones preferidas de la invención son las definidas en las reivindicaciones dependientes adjuntas y/o en la

siguiente descripción detallada.

A continuación, se describe con más detalle el método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por difluorometano (HFC-32, CH_2F_2) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf, $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$).

- 5 El presente método tiene la característica de que, al transferir una mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, que es un refrigerante no azeotrópico y que tiene una composición de 10-90 % en peso de HFC-32 en la fase líquida, a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta antes de la transferencia a un intervalo específico.

[1] Método de llenado para cada cantidad de llenado

- 10 La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso o 70 % en peso de una cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante.

- 15 El término "cantidad máxima de llenado" (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) usado en la presente memoria se refiere a una cantidad máxima que puede llenarse en un recipiente, como se define en la legislación internacional con respecto al transporte o en la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón. Según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, la cantidad máxima de llenado se calcula de la siguiente manera:

– $G = V/C$

– G: Masa (kg) de fluorocarbono

– V: Capacidad (L) del recipiente

- 20 – C: Constante según el tipo de fluorocarbono

- La constante de llenado C se determina aquí en Japón como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 48 °C. Cuando se trata de la exportación, según la legislación internacional, la constante de llenado C se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C cuando atraviesa regiones tropicales, y se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C cuando solo se trata de regiones distintas de las tropicales.
- 25

En la transferencia de una mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, una cantidad menor de la mezcla que se llenó inicialmente en el recipiente de alimentación da como resultado un cambio menor en la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación durante el inicio y la finalización de la transferencia.

- 30 Las cantidades máximas de llenado calculadas usando las constantes de llenado se muestran a continuación en orden decreciente:

- Una cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado > una cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas en 48 °C como la constante de llenado > una cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado.
- 35

A continuación, se usa como la constante de llenado un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C o 65 °C.

- (1) Método de llenado en el que se llena una mezcla refrigerante en un recipiente en una cantidad \leq la cantidad calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado
- 40

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad \leq la cantidad máxima de llenado (100 % en peso) de la mezcla refrigerante, la cantidad máxima de llenado se calcula usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado.

- (1-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32
- 45

- Un método de llenado por transferencia de gas de la invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante,
- 50

tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_1$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

$\pm a$: ajuste de tolerancia ($a \geq 0$)

x : composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_1 > a$)

y_1 : un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_1 que está representada por la Ecuación (1) a continuación:

$$1000y_1 = L_1x^3 - M_1x^2 + N_1x - P_1 \quad (1)$$

$$L_1 = 0.0002a + 0.016$$

$$M_1 = 0.072a + 3.4761$$

$$N_1 = 7.914a + 187.52$$

$$P_1 = 1194.8a - 9.58.$$

La " $\pm a$ " (tolerancia establecida) es una diferencia entre un valor de referencia (una composición objetivo (x) de HFC-32) y un valor máximo o mínimo aceptable del valor de referencia. Específicamente, " $\pm a$ " es una diferencia aceptable en relación con la composición objetivo.

Según el presente método, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a un intervalo específico; por lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, $\pm a$ % en peso de la composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

La "composición objetivo" de HFC-32 es la concentración de HFC-32 en la composición general (fase líquida y fase de vapor) de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, y se calcula en un recipiente o equipo objetivo.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. El valor a anterior generalmente se establece en $0.5 \leq a \leq 3.0$.

A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, está prohibido manipular un recipiente a una temperatura de ≥ 40 °C; por lo tanto, particularmente en Japón, la temperatura de manipulación es de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. También en la legislación internacional, se exige evitar la manipulación de gas a alta presión a una alta temperatura. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

(1-2) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.5 .

En una realización del presente método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_A$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación esté caiga de un intervalo de ± 2.5 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_A es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (2):

ES 2 905 258 T3

$$1000y_A = 0.0166x^3 - 3.6757x^2 + 208.97x - 3006.3 \quad (2) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (2) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.9$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.9 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-3) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.0 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_B$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_B es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (3):

$$1000y_B = 0.0162x^3 - 3.5639x^2 + 200.6x - 2347.6 \quad (3) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (3) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.4$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-4) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.5 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-32 % en peso o 42-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_c$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm 1.5\%$ de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia. Cuando $a = 1.5$ y $32 < x < 42$, entonces $y_c > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-32 % en peso o 42-90 % en peso.

(En lo anterior, x es una composición objetivo; e y_c es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (4):

$$1000y_c = 0.0169x^3 - 3.6374x^2 + 199.88x - 1760.3 \quad (4) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (4) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-5) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.0 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-14 % en peso o 65 %-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_D$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación esté dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia. Cuando $a = 1.0$, y $14 < x < 65$, entonces $y_D > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-14 % en peso o 65-90 % en peso.

(En lo anterior, x es como se definió anteriormente; e y_D es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (5):

$$1000y_D = 0.0160x^3 - 3.5312x^2 + 196.02x - 1210.8 \quad (5) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (5) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.5$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

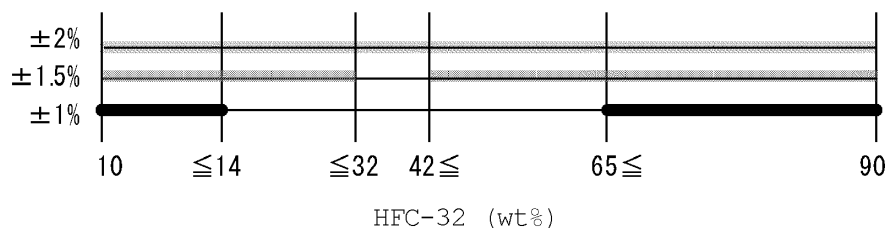
Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.0$ % en peso de la

composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.5 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-6) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado de la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización realizada cuando un recipiente se llena con una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado.



La ecuación (1) anterior se puede derivar de las ecuaciones (2) - (5) anteriores. Basado en el valor de cada coeficiente de las Ecuaciones (2) - (5), L_1 a P_1 de la Ecuación (1) se puede calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la tolerancia establecida (a).

Un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_1$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En vista del concepto de la presente invención descrito anteriormente, cuando $a = 1.5$, y $32 < x < 42$, entonces $y_c > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-32 % en peso o 42-90 % en peso. Además, cuando $a = 1.0$ y $14 < x < 65$, entonces $y_D > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-14 % en peso o 65-90 % en peso.

$\pm a$: una tolerancia establecida ($a \geq 0$);
 x : una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_1 > a$

y_1 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_1 que está representada por la Ecuación (1) a continuación:

$$1000y_1 = L_1x^3 - M_1x^2 + N_1x - P_1 \quad (1)$$

$$L_1 = 0.0002a + 0.016$$

$$M_1 = 0.072a + 3.4761$$

$$N_1 = 7.914a + 187.52$$

$$P_1 = 1194.8a - 9.58.$$

(2) Método de llenado en el que se llena una mezcla refrigerante en un recipiente de alimentación en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad igual al 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado.

(2-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

Un método (un método de llenado por transferencia de gas) de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_2$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

$\pm a$: tolerancia establecida ($a \geq 0$)

x: composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_2 > a$)

y_2 : un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_2 que está representada por la Ecuación (6) a continuación:

$$1000Y_2 = L_2X^3 - M_2X^2 + N_2X - P_2 \quad (6)$$

$$L_2 = -0.0016a + 0.0169$$

$$M_2 = -0.1765a + 3.4316$$

$$N_2 = -1.87a + 180.08$$

$$P_2 = 1119.5a + 148.9.$$

La " $\pm a$ " (tolerancia establecida) es una diferencia entre un valor de referencia (una composición objetivo (x) de HFC-32) y un valor máximo o mínimo aceptable del valor de referencia. Específicamente, " $\pm a$ " es una diferencia aceptable en relación con la composición objetivo.

Según el método para llenar una mezcla refrigerante de la presente invención, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta antes de la transferencia a un intervalo específico; por lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena inicialmente con la mezcla refrigerante en una cantidad igual al 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, $\pm a$ % en peso de la composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

La "composición objetivo" de HFC-32 es la concentración de HFC-32 en la composición general (fase líquida y fase de vapor) de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, y se calcula en un recipiente o equipo objetivo.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción de refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. El valor a anterior generalmente se establece en $0.5 \leq a \leq 3.0$.

A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por la misma razón que se describió anteriormente, incluso cuando el recipiente se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

(2-2) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.5 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la máxima cantidad para llenar la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_E$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_E es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (7):

$$1000y_E = 0.013x^3 - 3.0285x^2 + 177.93x - 2975.4 \quad (7) .)$$

5 En esta realización, con referencia a la Ecuación (7) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 2.0$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

10 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

15 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -2.0 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(2-3) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.0 .

25 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_F$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

30 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_F es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (8):

$$1000y_F = 0.0132x^3 - 2.991x^2 + 171.39x - 2327.0 \quad (8) .)$$

35 En esta realización, con referencia a la Ecuación (8) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.5$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

40 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

45 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.5 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(2-4) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.5 .

5 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_G$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación esté dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_G es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (9)):

$$1000y_G = 0.0149x^3 - 3.2273x^2 + 179.57x - 1866.7 \quad (9)$$

15 En esta realización, con referencia a la Ecuación (9) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.0$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

20 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.0 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

30 (2-5) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.0 .

35 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-18 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_H$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia. Cuando $a = 1.0$ y $18 < x < 60$, entonces $y_H > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-18 % en peso o 60-90 % en peso.

(En lo anterior, x es como se definió anteriormente; e y_H es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (10)):

$$45 \quad 1000y_H = 0.0151x^3 - 3.2439x^2 + 178.32x - 1263.0 \quad (10)$$

50 En esta realización, con referencia a la Ecuación (10) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.5$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

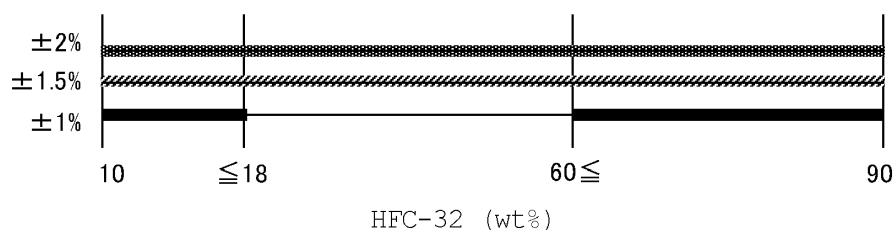
55 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método de llenado de una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase

líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es +1.0 % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.5 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(2-6) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado de la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización realizada cuando un recipiente se llena con una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado.



La ecuación (6) anterior se puede derivar de las Ecuaciones (7) - (10) anteriores. Basado en el valor de cada coeficiente de las Ecuaciones (7) - (10), L_2 a P_2 de la Ecuación (6) se puede calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la tolerancia establecida (a).

Un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_2$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación pueda caer dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En vista del concepto de la presente invención descrito anteriormente, cuando $a = 1.0$ y $18 < x < 60$, entonces $y_H > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-18 % en peso o 60-90 % en peso.

$\pm a$: una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x : una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_2 > a$

y_2 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_2 que está representada por la Ecuación (6) a continuación:

$$1000y_2 = L_2x^3 - M_2x^2 + N_2x - P_2 \quad (6)$$

$$L_2 = -0.0016a + 0.0169$$

$$M_2 = -0.1765a + 3.4316$$

$$N_2 = -1.87a + 180.08$$

$$P_2 = 1119.5a + 148.9.$$

(3) Método de llenado en el que se llena una mezcla refrigerante en un recipiente de alimentación en una cantidad de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado.

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado.

(3-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

Un método (un método de llenado por transferencia de gas) de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que está
 5 lleno con la mezcla refrigerante, tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_3$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

10 $\pm a$: ajuste de tolerancia ($a \geq 0$)

x : composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_3 > a$)

y_3 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_3 que está representada por la Ecuación (11) a continuación:

15
$$1000y_3 = L_3x^3 - M_3x^2 + N_3x - P_3 \quad (11)$$

$L_3 = 0.0003a + 0.0172$

$M_3 = 0.0962a + 3.6851$

$N_3 = 9.704a + 196.9$

$P_3 = 1241.2a - 93.54.$

20 La " $\pm a$ " (tolerancia establecida) es una diferencia entre un valor de referencia (una composición objetivo (x) de HFC-32) y un valor máximo o mínimo aceptable del valor de referencia. Específicamente, " $\pm a$ " es una diferencia aceptable en relación con la composición objetivo.

Según el método para llenar una mezcla refrigerante de la presente invención, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta antes de la transferencia a un intervalo específico; por
 25 lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, $\pm a$ % en peso de la composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

30 La "composición objetivo" de HFC-32 es la concentración de HFC-32 en la composición general (fase líquida y fase de vapor) de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, y se calcula en un recipiente o equipo objetivo.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se
 35 evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. El valor a anterior generalmente se establece en $0.5 \leq a \leq 3.0$.

A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, etc., está
 40 prohibido manipular un recipiente a una temperatura de 40 °C o más; por lo tanto, la temperatura de manipulación es básicamente de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C también se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

(3-2) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.5 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada
 50 en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_1$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición

objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_I es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (12):

$$1000y_I = 0.0181x^3 - 3.9611x^2 + 223.1x - 3040.4 \quad (12).$$

5 En esta realización, con referencia a la Ecuación (12) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a $x - 1.8$ % en peso a $x + 2.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer dentro así del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

10 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la
15 composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

20 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.8 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-3) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

25 A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 2.0 .

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un
30 recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla de refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_I$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización la de la transferencia.

35 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_I es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (13):

$$1000y_I = 0.0177x^3 - 3.8614x^2 + 215.42x - 2373.5 \quad (13).$$

40 En esta realización, con referencia a la Ecuación (13) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.3$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

45 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

50 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.3 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-4) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.5 .

5 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_K$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia. Cuando $a = 1.5$, y $26.5 < x < 47.5$, entonces $y_K > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso.

(En lo anterior, x es una composición objetivo; e y_K es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (14):

$$1000y_K = 0.0172x^3 - 3.7549x^2 + 207.43x - 1705.9 \quad (14) .)$$

15 En esta realización, con referencia a la Ecuación (14) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

20 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

30 (3-5) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

A continuación, se describe una realización en la que la tolerancia establecida ($\pm a$) es ± 1.0 .

35 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_L$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia. Cuando $a = 1.0$, y $13.5 < x < 67$, entonces $y_L > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso.

(En lo anterior, x es como se definió anteriormente, con la condición de que $10 \leq x \leq 13.5$ o $67 \leq x \leq 90$; e y_L es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (5):

$$[0253] \quad 1000y_L = 0.0178x^3 - 3.8363x^2 + 209.59x - 1194.3 \quad (15) .)$$

45 En esta realización, con referencia a la Ecuación (15) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.4$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

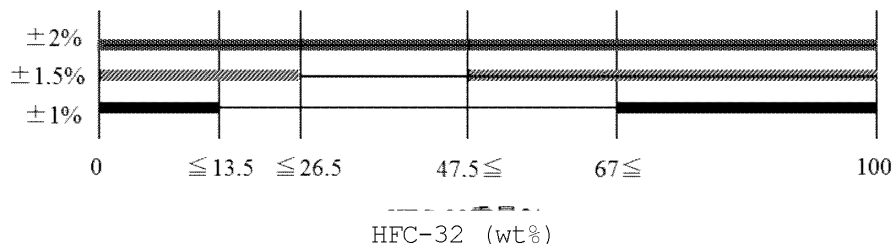
50 Por la misma razón que se describió anteriormente, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante, en el que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.0$ % en peso de la

composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-6) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización realizada cuando un recipiente se llena con una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado.



La ecuación (11) anterior se puede derivar de las Ecuaciones (12) - (15) anteriores. Basado en el valor de cada coeficiente de las Ecuaciones (12) - (15), L_3 a P_3 de la Ecuación (11) se pueden calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la tolerancia establecida (a).

Un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_3$ % en peso (valor mínimo) a $x + a$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación pueda caer dentro de una tolerancia establecida ($\pm a$ % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En vista del concepto de la presente invención descrito anteriormente, cuando $a = 1.5$ y $26.5 < x < 47.5$, entonces $y_3 > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso. Además, cuando $a = 1.0$, y $13.5 < x < 67$, entonces $y_3 > a$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso.

$\pm a$: una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x : una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_3 > a$

y_3 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_3 que está representada por la Ecuación (11) a continuación:

$$1000y_3 = L_3x^3 - M_3x^2 + N_3x - P_3 \quad (11)$$

$$L_3 = 0.0003a + 0.0172$$

$$M_3 = 0.0962a + 3.6851$$

$$N_3 = 9.704a + 196.9$$

$$P_3 = 1241.2a - 93.54.$$

(4) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad menor que la cantidad de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado, y mayor que 70 % en peso de la cantidad de llenado calculado usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado

En la transferencia de una mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, una cantidad menor de la mezcla que se llenó inicialmente en el recipiente de alimentación da como resultado un cambio menor en la composición de HFC-32 en el fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En términos de transferencia de una mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, desde el punto de vista de una

mezcla refrigerante como producto, es menos probable que se realice la transferencia cuando un recipiente de alimentación se llena inicialmente con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado. Específicamente, cuando se realiza la transferencia, se supone que el llenado es del 70-100 % en peso. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia se realizan cuando la cantidad para llenar la mezcla refrigerante es 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado, y se pueden aplicar las condiciones para la transferencia realizada cuando la cantidad para llenar la mezcla refrigerante es 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado para obtener las condiciones para la transferencia realizada cuando la cantidad para llenar la mezcla refrigerante está en un intervalo entre el 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C como la constante de llenado y 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado calculada usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C como la constante de llenado.

[2] Método de llenado para cada tolerancia establecida

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de una cantidad máxima de llenado (100 % en peso de una cantidad máxima de llenado) de la mezcla refrigerante.

El término "cantidad máxima de llenado" (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) usado en la presente memoria se refiere a una cantidad máxima que puede llenarse en un recipiente, como se define en la legislación internacional con respecto al transporte o en la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón. Según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, la cantidad máxima de llenado se calcula de la siguiente manera:

– $G = V/C$

– G: Masa (kg) de fluorocarbono

– V: Capacidad (L) del recipiente

– C: Constante según el tipo de fluorocarbono

La constante de llenado C se determina aquí en Japón como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 48 °C. Cuando se trata de la exportación, según la legislación internacional, la constante de llenado C se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C cuando atraviesa regiones tropicales, y se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C cuando solo se trata de regiones distintas de las tropicales.

En la transferencia de una mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, una cantidad menor de la mezcla que se llenó inicialmente en el recipiente de alimentación da como resultado un cambio menor en la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación durante el inicio y la finalización de la transferencia.

A continuación, la cantidad máxima de llenado (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) de la mezcla refrigerante se refiere a un valor calculado usando una constante de llenado obtenida dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C.

(1) Método de llenado (tolerancia establecida ($\pm a$): ± 2.0 % en peso)

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación. El uso de la proporción de la mezcla permite que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

La " $\pm a$ " (tolerancia establecida) es una diferencia entre un valor de referencia (una composición objetivo (x) de HFC-32) y un valor máximo o mínimo aceptable del valor de referencia. Específicamente, " $\pm a$ " es una diferencia aceptable en relación con la composición objetivo.

La "composición objetivo" de HFC-32 es la concentración de HFC-32 en la composición general (fase líquida y fase de vapor) de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf, y se calcula en un recipiente o equipo objetivo.

(1-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

Un método (un método de llenado por transferencia de gas) de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en

una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ajustada arbitrariamente tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_4$ % en peso (valor mínimo) a $x + 2.0$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

b: una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación

10 x: composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_4 > 2$)

y_4 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_4 que está representada por la Ecuación (16) a continuación:

$$1000y_4 = L_4x^3 - M_4x^2 + N_4x - P_4 \quad (16)$$

15 $L_4 = 0.0001b + 0.0081$

$M_4 = 0.0195b + 1.958$

$N_4 = 0.9878b + 118.91$

$P_4 = -0.176b + 2408.7$.

20 Según el método para llenar una mezcla refrigerante de la presente invención, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a un intervalo específico; por lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, ± 2.0 % en peso del composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

25 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo.

El valor b anterior generalmente se establece en $60 \leq b \leq 100$.

30 A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, está prohibido manipular un recipiente a una temperatura de 40 °C o más; por lo tanto, particularmente en Japón, la temperatura de manipulación es de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

Además, con respecto a la cantidad de llenado en un recipiente de alimentación, cuando la mezcla refrigerante en un estado líquido se transfiere a un recipiente o equipo objetivo desde el recipiente de alimentación, una cantidad de llenado inicial menor da como resultado un cambio de composición menor asociado con la transferencia durante el inicio y finalización de la transferencia. Por lo tanto, una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso o menos. Por ejemplo, una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 100 % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 90 % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 90-0 % en peso. Una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 80 % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 80-0 % en peso. Una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 70 % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 70-0 % en peso. Una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 60 % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es 60-0 % en peso.

(1-2) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 está dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

5 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{P1}$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

15 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{P1} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (17):

$$1000y_{P1} = 0.0177x^3 - 3.8614x^2 + 215.42x - 2373.5 \quad (17) .)$$

20 En esta realización, con referencia a la Ecuación (17) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.3$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

25 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

30 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.3 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

35 (1-3) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado

40 A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

45 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{P2}$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

50 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{P2} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (18):

$$1000y_{P2} = 0.0172x^3 - 3.7532x^2 + 210.1x - 2419.3 \quad (18) .)$$

55 En esta realización, con referencia a la Ecuación (18) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.3$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del

intervalo aceptable de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.3% en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-4) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad $\leq 80\%$ en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{P3}\%$ en peso a $x + 2.0\%$ en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm 2.0\%$ de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{P3} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (19):

$$1000y_{P3} = 0.0160x^3 - 3.5202x^2 + 198.2x - 2382.2 \quad (19) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (19) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.4\%$ en peso a $x + 2.0\%$ en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.4% en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-5) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de $\pm 2.0\%$ en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{P4}$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

5
10 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{P4} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (20):

$$1000y_{P4} = 0.0152x^3 - 3.3513x^2 + 189.76x - 2412.5 \quad (20) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (20) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.4$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

15
20 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

25
30 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-6) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

35
40 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{P5}$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

45
(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{P5} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (21):

$$1000y_{P5} = 0.0138x^3 - 3.0892x^2 + 176.2x - 2385.7 \quad (21) .)$$

50 En esta realización, con referencia a la Ecuación (21) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 1.4$ % en peso a $x + 2.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

55 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la

fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+2.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -1.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(1-7) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado de la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización en la que la composición de HFC-32 cae dentro de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

La ecuación (16) anterior se puede derivar de las Ecuaciones (17) - (21) anteriores. Basado en el valor de cada coeficiente de las Ecuaciones (17) - (21), L_4 a P_4 de la Ecuación (16) se pueden calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la cantidad de llenado inicial (b).

Un método de la presente invención para llenar un refrigerante mixto compuesto por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_4$ % en peso (valor mínimo) a $x + 2.0$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida (± 2.0 % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

b: una cantidad (% en peso) inicialmente llenada inicialmente el recipiente de alimentación;

x: una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_4 > 2$

y_4 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_4 que está representada por la Ecuación (16) a continuación:

$$1000y_4 = L_4x^3 - M_4x^2 + N_4x - P_4 \quad (16)$$

$$L_4 = 0.0001b + 0.0081$$

$$M_4 = 0.0195b + 1.958$$

$$N_4 = 0.9878b + 118.91$$

$$P_4 = -0.176b + 2408.7.$$

(2) Método de llenado (tolerancia establecida ($\pm a$): ± 1.5 % en peso)

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación. El uso de la proporción de la mezcla permite que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(2-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

Un método (un método de llenado por transferencia de gas) de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ajustada arbitrariamente tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_5$ % en peso (valor mínimo) a $x + 1.5$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

b: una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación

x: composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_5 > 1.5$)

5 y_5 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_5 que está representada por la Ecuación (22) a continuación:

$$1000y_5 = L_5x^3 - M_5x^2 + N_5x - P_5 \quad (22)$$

$$L_5 = 0.00005b + 0.0092$$

$$M_5 = 0.0171b + 2.1013$$

$$N_5 = 0.8528b + 125.11$$

10 $P_5 = -2.372b + 1972.3.$

15 Según el método para llenar una mezcla refrigerante de la presente invención, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a un intervalo específico; por lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, ± 1.5 % en peso del composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

20 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo.

El valor b anterior generalmente se establece en $60 \leq b \leq 100$.

25 A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, está prohibido manipular un recipiente a una temperatura de 40° C o más; por lo tanto, particularmente en Japón, la temperatura de manipulación es de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

30 Además, con respecto a la cantidad de llenado en un recipiente de alimentación, cuando la mezcla refrigerante en un estado líquido se transfiere a un recipiente o equipo objetivo desde el recipiente de alimentación, una cantidad de llenado inicial menor da como resultado un cambio de composición menor asociado con la transferencia durante el inicio y la finalización de la transferencia. Por lo tanto, una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso o menos.

35 (2-2) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado

40 A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

45 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{Q1}$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

50 (En lo anterior, x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 26.5$ o $47.5 \leq x \leq 90$; e y_{Q1} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (23):

$$1000y_{Q1} = 0.0172x^3 - 3.7549x^2 + 207.43x - 1705.9 \quad (23) .)$$

5 En esta realización, con referencia a la Ecuación (23) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9\%$ en peso a $x + 1.5\%$ en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

10 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.

15 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90% en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9% en peso de la composición objetivo (90% en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

20 (2-3) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90% en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90% en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

25 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de $10-30\%$ en peso o $44-90\%$ en peso basada en 100% en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad $\leq 90\%$ en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{Q2}\%$ en peso a $x + 1.5\%$ en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm 1.5\%$ de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

30 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 30$ o $44 \leq x \leq 90$; e y_{Q2} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (24):

$$1000y_{Q2} = 0.0168x^3 - 3.6698x^2 + 203.75x - 1785.4 \quad (24).$$

35 En esta realización, con referencia a la Ecuación (24) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9\%$ en peso a $x + 1.5\%$ en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

40 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.

45 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90% en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9% en peso de la composición objetivo (90% en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

50 (2-4) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80% en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

- 5 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{Q3}$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

15 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{Q3} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (25):

$$1000y_{Q3} = 0.0163x^3 - 3.5445x^2 + 197.22x - 1815.9 \quad (25) .)$$

20 En esta realización, con referencia a la Ecuación (25) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

25 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en el fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

30 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

- 35 (2-5) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado

40 A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

45 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{Q4}$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación esté dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

50 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{Q4} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (26):

$$1000y_{Q4} = 0.0147x^3 - 3.2607x^2 + 183.21x - 1777.0 \quad (26) .)$$

55 En esta realización, con referencia a la Ecuación (26) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9$ % en peso a $x + 1.5$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del

intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

5 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf
10 inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90% en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9% en peso de la composición objetivo (90% en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

15 (2-6) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60% en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60% en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.
20

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de $10-90\%$ en peso basada en 100% en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad $\leq 60\%$ en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{05}\%$ en peso a $x + 1.5\%$ en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm 1.5\%$ de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.
25

30 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$; e y_{05} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (27):

$$1000y_{05} = 0.0141x^3 - 3.1058x^2 + 175.06x - 1828.7 \quad (27).$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (27) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.9\%$ en peso a $x + 1.5\%$ en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.
35

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf
40 inmediatamente antes de la transferencia es $+1.5\%$ en peso de la composición objetivo de HFC-32.
45

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90% en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.9% en peso de la composición objetivo (90% en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.
50

(2-7) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado de la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización en la que la composición de HFC-32 cae dentro de $\pm 1.5\%$ en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

55 La ecuación (22) anterior se puede derivar de las Ecuaciones (23) - (27) anteriores. Basado en el valor de cada

coeficiente de las Ecuaciones (23) - (27), L_5 a P_5 de la Ecuación (22) se pueden calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la cantidad de llenado inicial (b).

Un método de la presente invención para llenar un refrigerante mixto compuesto por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en el 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_5$ % en peso (valor mínimo) a $x + 1.5$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de una tolerancia establecida (± 1.5 % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En vista del concepto de la presente invención descrito anteriormente, cuando $a = 1.5$, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $26.5 < x < 47.5$, entonces $y_{Q1} > 1.5$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso. Además, cuando $a = 1.5$, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 90 % de la cantidad máxima de llenado, si $30 < x < 44$, entonces $y_{Q2} > 1.5$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-30 % en peso o 44-90 % en peso.

b: una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

x: una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_5 > 1.5$

y_5 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_5 que está representada por la Ecuación (22) a continuación:

$$1000y_5 = L_5x^3 - M_5x^2 + N_5x - P_5 \quad (22)$$

$$L_5 = 0.00005b + 0.0092$$

$$M_5 = 0.0171b + 2.1013$$

$$N_5 = 0.8528b + 125.11$$

$$P_5 = -2.372b + 1972.3.$$

(3) Método de llenado (tolerancia establecida ($\pm a$): ± 1.0 % en peso)

La proporción de la mezcla se describe a continuación en términos de una mezcla refrigerante antes de ser transferida a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación. El uso de la proporción de la mezcla permite que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(3-1) Método de llenado que permite que la composición de HFC-32 caiga dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32

Un método (un método de llenado por transferencia de gas) de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, el método que se realiza al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que está lleno con la mezcla refrigerante en una cantidad arbitrariamente ajustada tiene la siguiente característica. Específicamente, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_6$ % en peso (valor mínimo) a $x + 1.0$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

b: una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación

x: composición objetivo (con la condición de que $10 \leq x \leq 18.5$ o $60 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga una desigualdad: $y_6 > 1$)

y_6 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_6 que está representada por la Ecuación (28) a continuación:

$$1000y_6 = L_6x^3 - M_6x^2 + N_6x - P_6 \quad (28)$$

$$L_6 = 0.00009b + 0.0086$$

$$M_6 = 0.0183b + 2.003$$

$$N_6 = 0.9237b + 117.29$$

$$P_6 = -1.055b + 1292.7.$$

5 Según el método para llenar una mezcla refrigerante de la presente invención, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla en un recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a un intervalo específico; por lo tanto, incluso cuando el recipiente de alimentación se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado, los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo caen dentro de un intervalo aceptable, es decir, ± 1.0 % en peso del composición objetivo, hasta que se complete la transferencia.

10 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo.

El valor b anterior generalmente se establece en $60 \leq b \leq 100$.

15 A continuación, se describe un ejemplo con respecto a un método que realiza la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C. Por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, está prohibido manipular un recipiente a una temperatura de 40 °C o más; por lo tanto, particularmente en Japón, la temperatura de manipulación es de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

20 Además, con respecto a la cantidad de llenado en un recipiente de alimentación, cuando la mezcla refrigerante en un estado líquido se transfiere a un recipiente o equipo objetivo desde el recipiente de alimentación, una cantidad de llenado inicial menor da como resultado un cambio de composición menor asociado con la transferencia durante el inicio y la finalización de la transferencia. Por lo tanto, una ecuación que satisface un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso también se satisface en un método de llenado en el que la cantidad de llenado inicial es b % en peso o menos.

(3-2) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado

30 A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

35 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{R1}$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 13.5$ o $67 \leq x \leq 90$; e y_{R1} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (29):

$$45 \quad 1000y_{R1} = 0.0178x^3 - 3.8363x^2 + 209.59x - 1194.3 \quad (29).$$

50 En esta realización, con referencia a la Ecuación (29) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.4$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer dentro así del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia

en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-3) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-14 % en peso o 66-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{R2}$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 14$ o $66 \leq x \leq 90$; e y_{R2} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (30):

$$1000y_{R2} = 0.0168x^3 - 3.6386x^2 + 200.2x - 1192.8 \quad (30) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (30) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.4$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-4) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-15.5 % en peso o 65-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción

(composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{R3}$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

5 (En lo anterior, x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 15.5$ o $65 \leq x \leq 90$; e y_{R3} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (31):

$$1000y_{R3} = 0.0159x^3 - 3.4616x^2 + 191.19x - 1196.0 \quad (31) .)$$

10 En esta realización, con referencia a la Ecuación (30) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.4$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

15 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es $+1.0$ % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

20 Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

25 (3-5) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado

30 A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

35 En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-16.5 % en peso o 62.5-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{R4}$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

40 (En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 16.5$ o $62.5 \leq x \leq 90$; e y_{R4} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (32):

$$1000y_{R4} = 0.015x^3 - 3.2938x^2 + 182.87x - 1230.1 \quad (32) .)$$

45 En esta realización, con referencia a la Ecuación (32) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.4$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

50 El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf

inmediatamente antes de la transferencia es +1.0 % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.4 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-6) Método de llenado en el que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado

A continuación, se describe una realización en la que la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad de 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante y en la que la composición de HFC-32 cae dentro de un intervalo de ± 1 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

En una realización de un método de la presente invención para llenar una mezcla refrigerante compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf de tal manera que el HFC-32 esté presente en la fase líquida en una cantidad de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad ≤ 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta preferiblemente, antes de la transferencia, a $x + y_{R5}$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso, para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

(En lo anterior, x es una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 18.5$ o $60 \leq x \leq 90$; e y_{R5} es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (33):

$$1000y_{R5} = 0.0141x^3 - 3.0949x^2 + 172.07x - 1228.4 \quad (33) .)$$

En esta realización, con referencia a la Ecuación (33) anterior, al transferir la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta, antes de la transferencia, a aproximadamente $x - 0.5$ % en peso a $x + 1.0$ % en peso. Los cambios en la composición en un recipiente o equipo objetivo pueden caer así dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

El punto de ebullición del HFC-32 es menor que el del HFO-1234yf. Por lo tanto, cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en el fase líquida. Por esta razón, el HFC-32 se llena preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. En el método para llenar una mezcla refrigerante en la que la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf se hace caer dentro del intervalo aceptable de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo en un recipiente o equipo objetivo hasta que se complete la transferencia, el límite superior de la composición de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf inmediatamente antes de la transferencia es +1.0 % en peso de la composición objetivo de HFC-32.

Además, cuando la mezcla contiene HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso, los cambios en la composición de HFC-32 son pequeños; por lo tanto, incluso cuando la composición inicial de HFC-32 es aproximadamente -0.5 % en peso de la composición objetivo (90 % en peso), la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo hasta que se complete la transferencia.

(3-7) Método para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por HFC-32 y HFO-1234yf

El concepto de un método de llenado la presente invención se muestra a continuación, en relación con una realización en la que la composición de HFC-32 cae dentro de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia.

La Ecuación (28) anterior se puede derivar de las Ecuaciones (29) - (33) anteriores. Basado en el valor de cada coeficiente de las Ecuaciones (29) - (33), L_6 a P_6 de la Ecuación (28) se pueden calcular a partir de la composición objetivo (x) con respecto a la cantidad de llenado inicial (b).

Un método de la presente invención para llenar un refrigerante mixto compuesto por HFC-32 y HFO-1234yf, estando presente el HFC-32 en una fase líquida en una cantidad de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf, tiene la siguiente característica. Específicamente, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación, la proporción (composición inicial) del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación se ajusta inmediatamente antes de la transferencia a $x + y_6$ % en peso (valor mínimo) a $x + 1.0$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro

de una tolerancia establecida (± 1.0 % en peso) de la composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y la finalización de la transferencia.

5 En vista del concepto de la presente invención descrito anteriormente, cuando una tolerancia establecida es ± 1.0 % en peso, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $13.5 < x < 67$, entonces $y_{R1} > 1$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso. Además, cuando una tolerancia establecida es ± 1.0 % en peso, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $14 < x < 66$, entonces $y_{R2} > 1$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-14 % en peso o 66-90 % en peso. Cuando una tolerancia establecida es ± 1.0 % en peso, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $15.5 < x < 65$, entonces $y_{R3} > 1$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-15.5 % en peso o 65-90 % en peso. Cuando una tolerancia establecida es ± 1.0 % en peso, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad igual o menor que 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $16.5 < x < 62.5$, entonces $y_{R4} > 1$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-16.5 % en peso o 62.5-90 % en peso. Cuando una tolerancia establecida es ± 1.0 % en peso, y la mezcla refrigerante se llena en un recipiente en una cantidad ≤ 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado, si $18.5 < x < 60$, entonces $y_{R5} > 1$; por lo tanto, x está dentro de un intervalo de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso.

b: una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

x: una composición objetivo, con la condición de que $10 \leq x \leq 18.5$ o $60 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga la desigualdad: $y_6 > 1$

20 y_6 : un límite inferior de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y_6 que está representada por la Ecuación (28) a continuación:

$$1000Y_6 = L_6X^3 - M_6X^2 + N_6X - P_6 \quad (28)$$

$$L_6 = 0.00009b + 0.0086$$

$$M_6 = 0.0183b + 2.003$$

$$N_6 = 0.9237b + 117.29$$

25 $P_6 = -1.055b + 1292.7.$

[3] Aplicación del método para llenar una mezcla refrigerante

Entre las mezclas refrigerantes de HFC-32/HFO-1234yf, el objetivo de la presente invención es una composición mixta que comprende HFC-32 en una cantidad de 10-90 % en peso. Sin embargo, la idea de la presente invención también se puede aplicar a una mezcla no azeotrópica que comprende HFO-1234yf y cualquier compuesto de HFC que tenga un punto de ebullición diferente del HFO-1234yf. Los ejemplos de una mezcla no azeotrópica que comprende HFO-1234yf incluyen los HFC tales como pentafluoroetano (HFC-125), HFC-152, y HFC-143a; los HFO tales como HFO-1234ze (E), HFO-1243zf, y HFO-1225ye; y propano y CO₂.

35 El recipiente de alimentación de la presente invención no está particularmente limitado en la medida en que sea un recipiente cerrado herméticamente que puede almacenar una mezcla refrigerante. Ejemplos de los mismos incluyen un depósito, un camión cisterna y un depósito de almacenamiento. Es probable que la composición de la mezcla experimente un cambio cuando un recipiente de alimentación tiene poca capacidad, o cuando se extrae una gran cantidad de una mezcla cada vez.

40 En este método, siempre que la cantidad que se llena inicialmente en un recipiente de alimentación sea del 60-100% en peso de la cantidad máxima de llenado, la transferencia se puede realizar varias veces en porciones divididas hasta que se complete. Este método juega un papel incluso cuando la transferencia se detiene antes de que la fase líquida se transfiera por completo.

El equipo al que se transfiere una mezcla refrigerante puede ser cualquier dispositivo siempre que use un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Un dispositivo de este tipo no está particularmente limitado, y puede ser, por ejemplo, un sistema de aire acondicionado de refrigeración, un frigorífico, o un proveedor de agua caliente.

45 El equipo de refrigeración por compresión de vapor producido por el método de la presente invención comprende un refrigerante y el cuerpo principal del equipo de refrigeración. El cuerpo principal del equipo de refrigeración no está particularmente limitado, y se puede usar un cuerpo conocido de equipo de refrigeración tal cual.

Para realizar la transferencia, se pueden usar medios conocidos. Por ejemplo, la transferencia se puede realizar usando una diferencia de presión o una bomba.

50 Además, por ejemplo, según la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, está prohibido manipular un recipiente a una temperatura de 40 °C o más; por lo tanto, la temperatura de manipulación es básicamente de 0-40 °C cuando se realiza la transferencia. También en la legislación internacional, etc., se exige evitar la manipulación

de gas a alta presión a alta temperatura. Una temperatura más alta durante la transferencia (en el momento de la manipulación) provoca un cambio de composición mayor asociado con la transferencia. Por lo tanto, las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 40 °C también se pueden aplicar a las condiciones para la transferencia a una temperatura de manipulación de 0-40 °C.

5 **Efectos ventajosos de la invención**

Quando se llena una mezcla refrigerante no azeotrópica compuesta por 2,3,3,3-tetrafluoropropeno y difluorometano por el método de la presente invención, los cambios de composición asociados con la transferencia de la mezcla refrigerante pueden caer dentro de un intervalo aceptable.

Descripción de realizaciones

10 La presente invención se describe con referencia a los Ejemplos; sin embargo, la presente invención no se limita a los mismos, sin apartarse del alcance de la invención.

(1) Ejemplo 1 de referencia

15 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) y difluorometano (HFC-32) en la cantidad máxima que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. La cantidad máxima de llenado se define por la legislación y se calcula de la siguiente manera:

- $G = V/C$

- G: Masa de fluorocarbono (kg)

- V: Capacidad (L) del recipiente

20 - C: Constante según el tipo de fluorocarbono

La constante de llenado C se determina aquí en Japón como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 48 °C.

25 Cuando se trata de la exportación, según la legislación internacional, la constante de llenado C se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C cuando atraviesa regiones tropicales, y se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C cuando solo se trata de regiones distintas de las tropicales.

En el Ejemplo 1 de referencia, se usó como la constante de llenado un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C o 65 °C.

30 Las razones para seleccionar 40 °C como la temperatura durante la transferencia son que el uso de recipientes a una temperatura superior a 40 °C está prohibido por la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, que las legislaciones internacionales, etc., también exigen evitar el uso de recipientes a alta temperatura, y que dado que se produce un cambio de composición mayor a una temperatura más alta, se supone que los datos obtenidos a una temperatura de 40 °C son datos de las condiciones más severas.

35 Posteriormente, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba. Se recogió parte del gas a través de una válvula de muestreo dispuesta en el medio de una tubería para extraer la fase líquida, y se analizó la composición de los componentes por cromatografía de gases.

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados de los cambios de composición durante la transferencia en el Ejemplo 1 de Referencia cuando la cantidad de llenado se calcula usando, como la constante de llenado, los valores obtenidos dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45° C y 65 °C.

40 45° C

Tabla 1

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	90.0	89.5	-0.5
80.0	80.0	78.8	-1.2
70.0	70.0	68.1	-1.9

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
60.0	60.0	57.5	-2.5
50.0	50.0	47.0	-3.0
40.0	40.0	36.8	-3.2
30.0	30.0	26.9	-3.1
20.0	20.0	17.5	-2.5
10.0	10.0	8.5	-1.5

65° C

Tabla 2

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	90.0	89.5	-0.5
80.0	80.0	78.9	-1.1
70.0	70.0	68.3	-1.7
60.0	60.0	57.7	-2.3
50.0	50.0	47.2	-2.8
40.0	40.0	37.0	-3.0
30.0	30.0	27.1	-2.9
20.0	20.0	17.6	-2.4
10.0	10.0	8.6	-1.4

5 Como se muestra en las Tablas 1 y 2, cuando la mezcla refrigerante se transfiere sin tomar ninguna medida, se produce una diferencia de composición (cambio de composición) de hasta 3-4 % en peso con la composición objetivo cuando se extrae todo el líquido antes de la transferencia (en el momento de la finalización de la transferencia). Por lo tanto, la capacidad de refrigeración y la capacidad refrigerante (por ejemplo, COP) esperadas de la composición objetivo no se pueden garantizar durante el inicio y la finalización de la transferencia.

10 La Tabla 1 muestra que la concentración de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en el momento de la finalización de la transferencia era menor que en el momento del inicio de la transferencia. Esto se debe a que el punto de ebullición del HFC-32 es menor al punto de ebullición del HFO-1234yf, y cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, se encontró que el HFC-32 se llenaba preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. Incluso cuando el cambio de composición durante la transferencia era el menor (HFC-32: 90 % en peso), la amplitud del cambio de composición durante el inicio y la finalización de la transferencia era de aproximadamente 0.5 % en peso.

(2) Método de llenado cuando la cantidad de llenado es 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado

20 La cantidad de llenado se calculó usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65°C como la constante de llenado.

(2-1) Ejemplo 1

Composición inicial: +2.5 % en peso de la composición objetivo

25 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) y difluorometano (HFC-32) en la cantidad máxima (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 1 de

referencia, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 2 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 3

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.5	92.1	+2.1
80.0	82.5	81.5	+1.5
70.0	72.5	70.9	+0.9
60.0	62.5	60.3	+0.3
50.0	52.5	49.8	-0.2
40.0	42.5	39.5	-0.5
30.0	32.5	29.5	-0.5
20.0	22.5	19.9	-0.1
10.0	12.5	10.8	+0.8

5

Como se muestra en la Tabla 3, ajustando la composición inicial a +2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -2.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 4 muestra el límite inferior (y_A) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

15 Tabla 4

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_A)
90.0	88.1	87.5	-1.9
80.0	78.7	77.5	-1.3
70.0	69.3	67.5	-0.7
60.0	59.9	57.5	-0.1
50.0	50.3	47.5	+0.3
40.0	40.5	37.5	+0.5
30.0	30.4	27.5	+0.4
20.0	19.9	17.5	-0.1
10.0	8.7	7.5	-1.3

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_A) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_A = 0.0166x^3 - 3.6757x^2 + 208.97x - 3006.3 \quad (2)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_A a 2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5 (2-2) Ejemplo 2

Composición inicial: +2.0 % en peso de la composición objetivo

10 El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 5 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 5

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	+1.6
80.0	82.0	81.0	+1.0
70.0	72.0	70.4	+0.4
60.0	62.0	59.8	-0.2
50.0	52.0	49.3	-0.7
40.0	42.0	39.0	-1.0
30.0	32.0	29.0	-1.0
20.0	22.0	19.5	-0.5
10.0	12.0	10.4	+0.4

15 Como se muestra en la Tabla 5, ajustando la composición inicial a +2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

20 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 6 muestra el límite inferior (y_B) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 6

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_B)
90.0	88.6	88.0	-1.4
80.0	79.2	78.0	-0.8
70.0	69.8	68.0	-0.2
60.0	60.3	58.0	+0.3
50.0	50.8	48.0	+0.8
40.0	41.0	38.0	+1.0
30.0	30.9	28.0	+0.9
20.0	20.4	18.0	+0.4
10.0	9.3	8.0	-0.7

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_B) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_B = 0.0162x^3 - 3.5639x^2 + 200.6x - 2347.6 \quad (3)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_B a 2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

10

(2-3) Ejemplo 3

Composición inicial: +1.5 % en peso de la composición objetivo

15

El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 7 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 7

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	+1.1
80.0	81.5	80.5	+0.5
70.0	71.5	69.8	-0.2
60.0	61.5	59.2	-0.8
50.0	51.5	48.8	-1.2
42.0	43.5	40.5	-1.5
41.0	42.5	39.5	-1.6
33.0	34.5	31.5	-1.6
32.0	33.5	30.5	-1.5
30.0	31.5	28.5	-1.5
20.0	21.5	19.0	-1.0
10.0	11.5	9.9	-0.1

20

Como se muestra en la Tabla 7, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-32 % en peso o 42-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

25

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 8 muestra el límite inferior (y_C) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 8

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (yc)
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.6	78.5	-0.4
70.0	70.2	68.5	+0.2
60.0	60.8	58.5	+0.8
50.0	51.3	48.5	+1.3
42.0	43.5	40.5	+1.5
32.0	33.5	30.5	+1.5
30.0	31.5	28.5	+1.5
20.0	20.9	18.5	+0.9
10.0	9.9	8.5	-0.1

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_c) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

10
$$1000y_c = 0.0169x^3 - 3.6374x^2 + 199.88x - 1760.3 \quad (4)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_c al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

15 (2-4) Ejemplo 4

Composición inicial: +1.0 % en peso de la composición objetivo

El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 9 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

20 Tabla 9

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.5	+0.5
80.0	81.0	79.9	-0.1
70.0	71.0	69.3	-0.7
65.0	66.0	64.0	-1.0
64.0	65.0	62.9	-1.1
15.0	16.0	14.0	-1.0
14.0	15.0	13.1	-0.9
10.0	11.0	9.5	-0.5

5 Como se muestra en la Tabla 9, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-14 % en peso o 65-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 10 muestra el límite inferior (y_D) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 10

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_D)
90.0	89.5	89.0	-0.5
80.0	80.1	79.0	+0.1
70.0	70.7	69.0	+0.7
65.0	66.0	64.0	+1.0
14.0	14.9	13.0	+0.9
10.0	10.4	9.0	+0.4

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_D) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

20
$$1000y_D = 0.0160x^3 - 3.5312x^2 + 196.02x - 1210.8 \quad (5)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_D al 1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

25 (3) Método de llenado cuando la cantidad de llenado es 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado

La cantidad de llenado se calculó usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65°C como la constante de llenado.

(3-1) Ejemplo 5

Composición inicial: +2.5 % en peso de la composición objetivo

30 El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo, y que la cantidad de llenado fue del 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado. La Tabla 11 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 11

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.5	92.2	+2.2
80.0	82.5	81.7	+1.7

ES 2 905 258 T3

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
70.0	72.5	71.1	+1.1
60.0	62.5	60.6	+0.6
50.0	52.5	50.2	+0.2
40.0	42.5	39.9	-0.1
30.0	32.5	29.9	-0.1
20.0	22.5	20.3	+0.3
10.0	12.5	11.1	+1.1

5 Como se muestra en la Tabla 11, ajustando la composición inicial a +2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está en un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -2.5 % de la composición objetivo (x). La Tabla 12 muestra el límite inferior (y_E) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 12

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_E)
90.0	88.0	87.5	-2.0
80.0	78.6	77.5	-1.4
70.0	69.1	67.5	-0.9
60.0	59.6	57.5	-0.4
50.0	50.0	47.5	+0.0
40.0	40.1	37.5	+0.1
30.0	30.0	27.5	+0.0
20.0	19.5	17.5	-0.5
10.0	8.5	7.5	-1.5

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_E) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

20
$$1000y_E = 0.013x^3 - 3.0285x^2 + 177.93x - 2975.4 \quad (7)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_E a 2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

25 (3-2) Ejemplo 6

Composición inicial: +2.0 % en peso de la composición objetivo

El análisis se realizó como en el Ejemplo 5, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de

la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 13 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 13

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	+1.6
80.0	82.0	81.1	+1.1
70.0	72.0	70.6	+0.6
60.0	62.0	60.1	+0.1
50.0	52.0	49.6	-0.4
40.0	42.0	39.4	-0.6
30.0	32.0	29.4	-0.6
20.0	22.0	19.8	-0.2
10.0	12.0	10.6	+0.6

5

Como se muestra en la Tabla 13, ajustando la composición inicial a +2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 14 muestra el límite inferior (y_F) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

15 Tabla 14

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_F)
90.0	88.5	88.0	-1.5
80.0	79.0	78.0	-1.0
70.0	69.6	68.0	-0.4
60.0	60.0	58.0	+0.0
50.0	50.4	48.0	+0.4
40.0	40.6	38.0	+0.6
30.0	30.5	28.0	+0.5
20.0	20.0	18.0	+0.0
10.0	9.1	8.0	-0.9

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_F) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_F = 0.0132x^3 - 2.991x^2 + 171.39x - 2327.0 \quad (8)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_F a 2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5 (3-3) Ejemplo 7

Composición inicial: +1.5 % en peso de la composición objetivo

El análisis se realizó como en el Ejemplo 5, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 15 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

10 Tabla 15

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	+1.1
80.0	81.5	80.6	+0.6
70.0	71.5	70.0	+0.0
60.0	61.5	59.5	-0.5
50.0	51.5	49.1	-0.9
40.0	41.5	38.9	-1.1
30.0	31.5	29.0	-1.0
20.0	21.5	19.4	-0.6
10.0	11.5	10.2	+0.2

Como se muestra en la Tabla 15, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.0

15

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 16 muestra el límite inferior (y_G) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

20

Tabla 16

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_G)
90.0	89.0	88.5	-1.0
80.0	79.5	78.5	-0.5
70.0	70.0	68.5	+0.0
60.0	60.5	58.5	+0.5
50.0	50.9	48.5	+0.9
40.0	41.1	38.5	+1.1
30.0	31.0	28.5	+1.0
20.0	20.6	18.5	+0.6
10.0	9.6	8.5	-0.4

ES 2 905 258 T3

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_G) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_G = 0.0149x^3 - 3.2273x^2 + 179.57x - 1866.7 \quad (9)$$

10

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_G al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(3-4) Ejemplo 8

Composición inicial: +1.0 % en peso de la composición objetivo

15

El análisis se realizó como en el Ejemplo 5, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 17 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 17

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.6	+0.6
80.0	81.0	80.1	+0.1
70.0	71.0	69.5	-0.5
60.0	61.0	59.0	-1.0
59.0	60.0	58.0	-1.1
19.0	20.0	18.0	-1.1
18.0	19.0	17.0	-1.0
10.0	11.0	9.7	-0.3

20

Como se muestra en la Tabla 17, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-18 % en peso o 60-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

25

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 18 muestra el límite inferior (y_H) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

30

Tabla 18

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_H)
90.0	89.5	89.0	-0.5
80.0	80.0	79.0	+0.0
70.0	70.5	69.0	+0.5
60.0	61.0	59.0	+1.0

ES 2 905 258 T3

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _H)
18.0	19.0	17.0	+1.0
10.0	10.2	9.0	+0.2

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_H) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_H = 0.0151x^3 - 3.2439x^2 + 178.32x - 1263.0 \quad (10)$$

10 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_H al 1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(4) Método de llenado cuando la cantidad de llenado es 100 % en peso de la cantidad máxima de llenado

15 La cantidad de llenado se calculó usando un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45°C como la constante de llenado.

(4-1) Ejemplo 9

Composición inicial: +2.5 % en peso de la composición objetivo

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) y difluorometano (HFC-32) en la cantidad máxima (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 1 de referencia, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 2 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 19

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.5	92.1	+2.1
80.0	82.5	81.5	+1.5
70.0	72.5	70.8	+0.8
60.0	62.5	60.2	+0.2
50.0	52.5	49.6	-0.4
40.0	42.5	39.3	-0.7
30.0	32.5	29.4	-0.6
20.0	22.5	19.8	-0.2
10.0	12.5	10.7	+0.7

30 Como se muestra en la Tabla 19, ajustando la composición inicial a +2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio

del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -2.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 20 muestra el límite inferior (y_I) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 20

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _I)
90.0	88.2	87.5	-1.8
80.0	78.8	77.5	-1.2
70.0	69.4	67.5	-0.6
60.0	60.0	57.5	+0.0
50.0	50.5	47.5	+0.5
40.0	40.7	37.5	+0.7
30.0	30.6	27.5	+0.6
20.0	20.0	17.5	+0.0
10.0	8.8	7.5	-1.2

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.8 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_I) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_I = 0.0181x^3 - 3.9611x^2 + 223.1x - 3040.4 \quad (12)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_I a 2.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(4-2) Ejemplo 10

Composición inicial: +2.0 % en peso de la composición objetivo

El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 21 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 21

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	+1.6
80.0	82.0	80.9	+0.9
70.0	72.0	70.3	+0.3
60.0	62.0	59.6	-0.4
50.0	52.0	49.1	-0.9

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
40.0	42.0	38.8	-1.2
30.0	32.0	28.9	-1.1
20.0	22.0	19.4	-0.6
10.0	12.0	10.3	+0.3

5 Como se muestra en la Tabla 21, ajustando la composición inicial a +2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 22 muestra el límite inferior (y_i) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 22

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _i)
90.0	88.6	88.0	-1.3
80.0	79.2	78.0	-0.7
70.0	69.8	68.0	-0.1
60.0	60.3	58.0	+0.5
50.0	50.8	48.0	+1.0
40.0	41.0	38.0	+1.2
30.0	30.9	28.0	+1.1
20.0	20.4	18.0	+0.6
10.0	9.3	8.0	-0.6

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.3 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_i) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

20
$$1000y_i = 0.0177x^3 - 3.8614x^2 + 215.42x - 2373.5 \quad (13)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_i a 2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

25 (4-3) Ejemplo 11

Composición inicial: +1.5 % en peso de la composición objetivo

El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 7 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

30

Tabla 23

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.0	+1.0
80.0	81.5	80.4	+0.4
70.0	71.5	69.7	-0.3
60.0	61.5	59.1	-0.9
50.0	51.5	48.6	-1.4
47.5	49.0	46.0	-1.5
26.5	28.0	25.0	-1.5
20.0	21.5	18.9	-1.1
10.0	11.5	9.9	-0.1

5 Como se muestra en la Tabla 7, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 24 muestra el límite inferior (y_K) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 24

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_K)
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.8	78.5	-0.2
70.0	70.4	68.5	+0.4
60.0	61.0	58.5	+1.0
50.0	51.5	48.5	+1.5
47.5	49.0	46.0	+1.5
26.5	28.0	25.0	+1.5
20.0	21.1	18.5	+1.1
10.0	10.0	8.5	0.0

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20 Basado en estos resultados, el límite inferior (y_K) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_K = 0.0172x^3 - 3.7549x^2 + 207.43x - 1705.9 \quad (14)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_K al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la

composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(4-4) Ejemplo 12

Composición inicial: +1.0 % en peso de la composición objetivo

- 5 El análisis se realizó como en el Ejemplo 1, excepto que la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. La Tabla 25 muestra el resultado de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 25

Composición objetivo de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.5	+0.5
80.0	81.0	79.9	-0.1
70.0	71.0	69.2	-0.8
67.0	68.0	66.0	-1.0
13.5	14.5	12.5	-1.0
10.0	11.0	9.4	-0.6

- 10 Como se muestra en la Tabla 25, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.0 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 26 muestra el límite inferior (y_L) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

20 Tabla 26

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_L)
90.0	89.6	89.0	-0.4
80.0	80.2	79.0	+0.2
70.0	70.8	69.0	+0.8
67.0	68.0	66.0	+1.0
13.5	14.5	12.5	+1.0
10.0	10.6	9.0	+0.6

- 25 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_L) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_L = 0.0178x^3 - 3.8363x^2 + 209.59x - 1194.3 \quad (15)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_L al 1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5 (5) Ejemplo 2 de referencia

Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) y difluorometano (HFC-32) en la cantidad máxima que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. La cantidad máxima de llenado se calcula de la siguiente manera:

10 - $G = V/C$

- G: Masa de fluorocarbono (kg)

- V: Capacidad (L) del recipiente

- C: Constante según el tipo de fluorocarbono

15 La constante de llenado C se determina aquí en Japón como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 48 °C.

Cuando se trata de la exportación, según la legislación internacional, la constante de llenado C se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 65 °C cuando atraviesa regiones tropicales, y se define como un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C cuando solo se trata de regiones distintas de las tropicales.

20 En el Ejemplo 2 de referencia, se usó como la constante de llenado un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C.

25 Las razones para seleccionar 40 °C como temperatura durante la transferencia son que el uso de recipientes a una temperatura superior a 40 °C está prohibido por la Legislación de Seguridad del Gas a Alta Presión de Japón, las Regulaciones para el Transporte y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en Barco, el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, etc., y que dado que se produce un cambio de composición mayor a una temperatura más alta, se supone que los datos obtenidos a una temperatura de 40 °C son datos de las condiciones más severas.

Posteriormente, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba. Se recogió parte del gas a través de una válvula de muestreo dispuesta en el medio de una tubería para extraer la fase líquida, y se analizó la composición de los componentes por cromatografía de gases.

30 La Tabla 27 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia en el Ejemplo 2 de Referencia cuando la cantidad de llenado se calcula usando, como la constante de llenado, un valor obtenido dividiendo 1.05 por la gravedad específica del gas a 45 °C.

45° C (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado)

Tabla 27

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	90.0	89.5	-0.5
80.0	80.0	78.8	-1.2
70.0	70.0	68.1	-1.9
60.0	60.0	57.5	-2.5
50.0	50.0	47.0	-3.0
40.0	40.0	36.8	-3.2
30.0	30.0	26.9	-3.1
20.0	20.0	17.5	-2.5
10.0	10.0	8.5	-1.5

35

5 Como se muestra en la Tabla 27, cuando la mezcla refrigerante se transfiere sin tomar ninguna medida, se produce una diferencia de composición (cambio de composición) de hasta 3-4 % en peso con la composición objetivo cuando se extrae todo el líquido antes de la transferencia (en el momento de la finalización de la transferencia). Por lo tanto, la capacidad de refrigeración y la capacidad de refrigerante (por ejemplo, COP) esperadas de la composición objetivo no se pueden garantizar durante el inicio y la finalización de la transferencia.

10 La Tabla 27 muestra que la concentración de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en el momento de la finalización de la transferencia era menor que en el momento del inicio de la transferencia. Esto se debe a que el punto de ebullición del HFC-32 es menor que el punto de ebullición del HFO-1234yf, y cuando el espacio creado debido a la extracción del refrigerante se rellena con vapor evaporado de la fase líquida durante la transferencia, el HFC-32 se evapora en una cantidad mayor que la del HFO-1234yf, provocando una reducción en la concentración de HFC-32 en la fase líquida. Por esta razón, se encontró que el HFC-32 se llenaba preferiblemente en un recipiente de alimentación antes de la transferencia en una cantidad mayor que la de la composición objetivo. Incluso cuando el cambio de composición durante la transferencia fue el menor (HFC-32: 90 % en peso), la amplitud del cambio de composición durante el inicio y la finalización de la transferencia fue de aproximadamente 0.5 % en peso.

15 (6) Método de llenado (tolerancia: ± 2.0)

(6-1) Ejemplo 5

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 100 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf) y difluorometano (HFC-32) en la cantidad máxima (100 % en peso de la cantidad máxima de llenado) que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 2 de referencia, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 28 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 28

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	1.6
80.0	82.0	80.9	0.9
70.0	72.0	70.3	0.3
60.0	62.0	59.6	-0.4
50.0	52.0	49.1	-0.9
40.0	42.0	38.8	-1.2
30.0	32.0	28.9	-1.1
20.0	22.0	19.4	-0.6
10.0	12.0	10.3	0.3

30 Como se muestra en la Tabla 28, ajustando la composición inicial a +2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

35 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 29 muestra el límite inferior (y_{P1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 29

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{P1})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	88.7	88.0	-1.3
80.0	79.3	78.0	-0.7
70.0	69.9	68.0	-0.1
60.0	60.5	58.0	0.5
50.0	51.0	48.0	1.0
47.5	41.2	38.0	1.2
26.5	31.1	28.0	1.1
20.0	20.6	18.0	0.6
10.0	9.4	8.0	-0.6

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.3 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{P1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

10
$$1000y_{P1} = 0.0177x^3 - 3.8614x^2 + 215.42x - 2373.5 \quad (17)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{P1} a 2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

15 (6-2) Ejemplo 14

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 90 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 90 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40°C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 5, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 30 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

25 Tabla 30

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	1.6
80.0	82.0	81.0	1.0
70.0	72.0	70.3	0.3
60.0	62.0	59.7	-0.3
50.0	52.0	49.2	-0.8
40.0	42.0	38.9	-1.1

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
30.0	32.0	29.0	-1.0
20.0	22.0	19.5	-0.5
10.0	12.0	10.4	0.4

5 Como se muestra en la Tabla 30, ajustando la composición inicial a +2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2.0 % de la composición objetivo (x). La Tabla 31 muestra el límite inferior (y_{P2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 31

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{P2})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	88.7	88.0	-1.3
80.0	79.2	78.0	-0.8
70.0	69.8	68.0	-0.2
60.0	60.4	58.0	0.4
50.0	50.9	48.0	0.9
40.0	41.1	38.0	1.1
30.0	31.0	28.0	1.0
20.0	20.5	18.0	0.5
10.0	9.4	8.0	-0.6

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.3 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{P2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

20
$$1000y_{P2} = 0.0172x^3 - 3.7532x^2 + 210.1x - 2419.3 \quad (18)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{P2} a 2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

25 (6-3) Ejemplo 15

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 80 % en peso

30 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 5, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro

recipiente vacío usando una bomba y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 32 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 32

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	1.6
80.0	82.0	81.0	1.0
70.0	72.0	70.4	0.4
60.0	62.0	59.8	-0.2
50.0	52.0	49.3	-0.7
40.0	42.0	39.1	-0.9
30.0	32.0	29.1	-0.9
20.0	22.0	19.6	-0.4
10.0	12.0	10.4	0.4

5

Como se muestra en la Tabla 32, ajustando la composición inicial a +2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 33 muestra el límite inferior (y_{P3}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

15 Tabla 33

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{P3})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	88.6	88.0	-1.4
80.0	79.2	78.0	-0.8
70.0	69.8	68.0	-0.2
60.0	60.3	58.0	0.3
50.0	50.7	48.0	0.7
40.0	41.0	38.0	1.0
30.0	30.9	28.0	0.9
20.0	20.3	18.0	0.3
10.0	9.3	8.0	-0.7

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{P3}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

ES 2 905 258 T3

$$1000y_{P3} = 0.016x^3 - 3.5202x^2 + 198.2x - 2382.2 \quad (19)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{P3} a 2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(6-4) Ejemplo 16

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 70 % en peso

Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 5, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 34 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 34

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	1.6
80.0	82.0	81.1	1.1
70.0	72.0	70.5	0.5
60.0	62.0	59.9	-0.1
50.0	52.0	49.5	-0.5
40.0	42.0	39.2	-0.8
30.0	32.0	29.3	-0.7
20.0	22.0	19.7	-0.3
10.0	12.0	10.5	0.5

Como se muestra en la Tabla 34, ajustando la composición inicial a +2.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 35 muestra el límite inferior (y_{P4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 35

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{P4})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	88.6	88.0	-1.4
80.0	79.1	78.0	-0.9
70.0	69.7	68.0	-0.3
60.0	60.2	58.0	0.2
50.0	50.6	48.0	0.6

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{p4})
40.0	40.8	38.0	0.8
30.0	30.7	28.0	0.7
20.0	20.2	18.0	0.2
10.0	9.2	8.0	-0.8

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{p4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{p4} = 0.0152x^3 - 3.3513x^2 + 189.76x - 2412.5 \quad (20)$$

10 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{p4} a 2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(6-5) Ejemplo 17

15 Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 60 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 60 % de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 5, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 36 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +2.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 36

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	92.0	91.6	1.6
80.0	82.0	81.1	1.1
70.0	72.0	70.6	0.6
60.0	62.0	60.1	0.1
50.0	52.0	49.6	-0.4
40.0	42.0	39.4	-0.6
30.0	32.0	29.5	-0.5
20.0	22.0	19.9	-0.1
10.0	12.0	10.6	0.6

25 Como se muestra en la Tabla 36, ajustando la composición inicial a +2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

30

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -2 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 35 muestra el límite inferior (y_{P5}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

5 Tabla 37

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{P5})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	88.6	88.0	-1.4
80.0	79.1	78.0	-0.9
70.0	69.6	68.0	-0.4
60.0	60.1	58.0	0.1
50.0	50.5	48.0	0.5
47.5	40.7	38.0	0.7
26.5	30.5	28.0	0.5
20.0	20.1	18.0	0.1
10.0	9.1	8.0	-0.9

10 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -1.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{P5}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{P5} = 0.0138x^3 - 3.0892x^2 + 176.2x - 2385.7 \quad (21)$$

15 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{P5} a 2 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±2.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(7) Método de llenado (tolerancia: ±1.5)

20 (7-1) Ejemplo 18

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 100 % en peso

25 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en la cantidad máxima (100 % de la cantidad máxima de llenado) que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 2 de referencia, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 38 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

30 Tabla 38

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.0	1.0
80.0	81.5	80.4	0.4

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
70.0	71.5	69.7	-0.3
60.0	61.5	59.1	-0.9
50.0	51.5	48.6	-1.4
47.5	49.0	46.0	-1.5
26.5	28.0	25.0	-1.5
20.0	21.5	18.9	-1.1
10.0	11.5	9.9	-0.1

5 Como se muestra en la Tabla 38, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-26.5 % en peso o 47.5-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 39 muestra el límite inferior (y_{Q1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 39

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{Q1})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.8	78.5	-0.2
70.0	70.4	68.5	0.4
60.0	61.0	58.5	1.0
50.0	51.5	48.5	1.5
47.5	49.0	46.0	1.5
26.5	28.0	25.0	1.5
20.0	21.1	18.5	1.1
10.0	10.0	8.5	0.0

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20 Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{Q1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{Q1} = 0.0172x^3 - 3.7549x^2 + 207.43x - 1705.9 \quad (23)$$

25 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{Q1} al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(7-2) Ejemplo 19

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 90 % en peso

5 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 90 % de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuvo a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 10, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 40 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

10 Tabla 40

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	1.1
80.0	81.5	80.5	0.5
70.0	71.5	69.8	-0.2
60.0	61.5	59.2	-0.8
50.0	51.5	48.7	-1.3
44.0	45.5	42.5	-1.5
30.0	31.5	28.5	-1.5
20.0	21.5	19.0	-1.0
10.0	11.5	9.9	-0.1

15 Como se muestra en la Tabla 40, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-30 % en peso o 44-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

20 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera del -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 41 muestra el límite inferior (y_{O2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 41

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{O2})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.7	78.5	-0.3
70.0	70.3	68.5	0.3
60.0	60.9	58.5	0.9
50.0	51.4	48.5	1.4
44.0	45.5	42.5	1.5
30.0	31.5	28.5	1.5
20.0	21.0	18.5	1.0
10.0	9.9	8.5	-0.1

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{Q2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{Q2} = 0.0168x^3 - 3.6698x^2 + 203.75x - 1785.4 \quad (24)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{Q2} al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(7-3) Ejemplo 20

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 80 % en peso

Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 80 % de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 10, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 42 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 42

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	1.1
80.0	81.5	80.5	0.5
70.0	71.5	69.9	-0.1
60.0	61.5	59.3	-0.7
50.0	51.5	48.8	-1.2
40.0	41.5	38.6	-1.4
30.0	31.5	28.6	-1.4
20.0	21.5	19.1	-0.9
10.0	11.5	10.0	0.0

Como se muestra en la Tabla 42, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 43 muestra el límite inferior (y_{Q3}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 43

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{Q3})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.7	78.5	-0.3
70.0	70.2	68.5	0.2
60.0	60.8	58.5	0.8
50.0	51.2	48.5	1.2
40.0	41.5	38.5	1.5
30.0	31.4	28.5	1.4
20.0	20.9	18.5	0.9
10.0	9.9	8.5	-0.1

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{Q3}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

10 $1000y_{Q3} = 0.0163x^3 - 3.5445x^2 + 197.22x - 1815.9$ (25)

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{Q3} al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

15 (7-4) Ejemplo 21

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 70 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 70 % de la cantidad máxima de llenado que se podía llenar con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 10, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 44 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

25 Tabla 44

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	1.1
80.0	81.5	80.5	0.5
70.0	71.5	70.0	0.0
60.0	61.5	59.4	-0.6
50.0	51.5	49.0	-1.0
40.0	41.5	38.7	-1.3

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
30.0	31.5	28.8	-1.2
20.0	21.5	19.2	-0.8
10.0	11.5	10.1	0.1

5 Como se muestra en la Tabla 44, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 45 muestra el límite inferior (y_{Q4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 45

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{Q4})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.6	78.5	-0.4
70.0	70.2	68.5	0.2
60.0	60.7	58.5	0.7
50.0	51.1	48.5	1.1
40.0	41.3	38.5	1.3
30.0	31.2	28.5	1.2
20.0	20.7	18.5	0.7
10.0	9.8	8.5	-0.2

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{Q4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

20
$$1000y_{Q4} = 0.0147x^3 - 3.2607x^2 + 183.21x - 1777.0 \quad (26)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{Q4} al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

25 (7-5) Ejemplo 22

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 60 % en peso

30 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 60 % de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 10, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío

usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 46 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.5 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 46

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.5	91.1	1.1
80.0	81.5	80.6	0.6
70.0	71.5	70.0	0.0
60.0	61.5	59.5	-0.5
50.0	51.5	49.1	-0.9
40.0	41.5	38.9	-1.1
30.0	31.5	29.0	-1.0
20.0	21.5	19.4	-0.6
10.0	11.5	10.2	0.2

5

Como se muestra en la Tabla 46, ajustando la composición inicial a +1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1.5 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 47 muestra el límite inferior (y_{05}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

15 Tabla 47

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{05})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.1	88.5	-0.9
80.0	79.6	78.5	-0.4
70.0	70.1	68.5	0.1
60.0	60.6	58.5	0.6
50.0	50.9	48.5	0.9
40.0	41.2	38.5	1.2
30.0	31.1	28.5	1.1
20.0	20.6	18.5	0.6
10.0	9.7	8.5	-0.3

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.9 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{05}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{Q5} = 0.0141x^3 - 3.1058x^2 + 175.06x - 1828.7 \quad (27)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{Q5} al 1.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

5

(8) Método de llenado (tolerancia: ± 1.0)

(8-1) Ejemplo 23

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 100 % en peso

Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en la cantidad máxima (100 % de la cantidad máxima de llenado) que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 2 de referencia, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 48 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

10

15

Tabla 48

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.5	0.5
80.0	81.0	79.9	-0.1
70.0	71.0	69.2	-0.8
67.0	68.0	66.0	-1.0
13.5	14.5	12.5	-1.0
10.0	11.0	9.4	-0.6

20

Como se muestra en la Tabla 48, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-13.5 % en peso o 67-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

25

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 49 muestra el límite inferior (y_{R1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 49

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{R1})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.6	89.0	-0.4
80.0	80.2	79.0	0.2
70.0	70.8	69.0	0.8
67.0	68.0	66.0	1.0
13.5	14.5	12.5	1.0
10.0	10.6	9.0	0.6

30

Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{R1}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{R1} = 0.0178x^3 - 3.8363x^2 + 209.59x - 1194.3 \quad (29)$$

Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{R1} al 1 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(8-2) Ejemplo 24

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 90 % en peso

Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 90 % de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 15, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 50 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 50

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.5	0.5
80.0	81.0	79.9	-0.1
70.0	71.0	69.3	-0.7
66.0	67.0	65.0	-1.0
14.0	15.0	13.0	-1.0
10.0	11.0	9.5	-0.5

Como se muestra en la Tabla 50, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-14 % en peso o 66-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 51 muestra el límite inferior (y_{R2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 51

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{R2})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.6	89.0	-0.4
80.0	80.2	79.0	0.2

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{R2})
70.0	70.8	69.0	0.8
66.0	67.0	65.0	1.0
15.0	16.1	14.0	1.1
10.0	10.5	9.0	0.5

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{R2}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{R2} = 0.0168x^3 - 3.6386x^2 + 200.2x - 1192.8 \quad (30)$$

10 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{R2} al 1 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(8-3) Ejemplo 25

15 Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 80 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 80 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 ° C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 15, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 52 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 52

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.5	0.5
80.0	81.0	80.0	0.0
70.0	71.0	69.3	-0.7
65.0	66.0	64.0	-1.0
15.5	16.5	14.5	-1.0
10.0	11.0	9.6	-0.4

25 Como se muestra en la Tabla 52, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-15.5 % en peso o 65-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

30 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 53 muestra el límite inferior (y_{R3}) de la

diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 53

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y _{R3})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.6	89.0	-0.4
80.0	80.1	79.0	0.1
70.0	70.7	69.0	0.7
65.0	66.0	64.0	1.0
15.0	16.0	14.0	1.0
10.0	10.4	9.0	0.4

5 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

10 Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{R3}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{R3} = 0.0159x^3 - 3.4616x^2 + 191.19x - 1196.0 \quad (31)$$

15 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{R3} al 1 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(8-4) Ejemplo 26

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 70 % en peso

20 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40 °C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 15, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 54 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 54

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.6	0.6
80.0	81.0	80.0	0.0
70.0	71.0	69.4	-0.6
62.5	63.5	61.5	-1.0
16.5	17.5	15.5	-1.0
10.0	11.0	9.6	-0.4

Como se muestra en la Tabla 54, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de

±1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-16.5 % en peso o 62.5-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

- 5 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 55 muestra el límite inferior (y_{R4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 55

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{R4})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.6	89.0	-0.4
80.0	80.1	79.0	0.1
70.0	70.6	69.0	0.6
62.5	63.5	61.5	1.0
16.5	17.5	15.5	1.0
10.0	10.3	9.0	0.3

10 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.4 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

15 Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{R4}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{R4} = 0.015x^3 - 3.2938x^2 + 182.87x - 1230.1 \quad (32)$$

20 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{R4} al 1 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ±1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(8-5) Ejemplo 27

Cantidad de llenado inicial en el recipiente de alimentación: 60 % en peso

25 Se llenó un recipiente cerrado herméticamente de 10 L con HFO-1234yf y HFC-32 en una cantidad de 60 % en peso de la cantidad máxima de llenado que podía llenarse con la composición inmediatamente antes de la transferencia para que la fase líquida tuviera una composición fija a 40° C, y el recipiente se mantuviera a 40 °C. En este caso, la composición inicial de HFC-32 en la fase líquida antes de la transferencia se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo. Posteriormente, como en el Ejemplo 15, la fase líquida se transfirió gradualmente del recipiente a otro
30 recipiente vacío usando una bomba, y se analizó la composición de los componentes. La Tabla 56 muestra los resultados de los cambios de composición durante la transferencia cuando la composición inicial se ajustó a +1.0 % en peso de la composición objetivo.

Tabla 56

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	91.0	90.6	0.6
80.0	81.0	80.1	0.1
70.0	71.0	69.5	-0.5

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Diferencia con la composición objetivo de HFC-32
60.0	61.0	59.0	-1.0
18.5	19.5	17.5	-1.0
10.0	11.0	9.7	-0.3

5 Como se muestra en la Tabla 56, ajustando la composición inicial a +1.0 % en peso de la composición objetivo, la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial antes de la transferencia cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo cuando la composición de HFC-32, entre las composiciones desde el inicio del llenado (antes de la transferencia) hasta que se extrae todo el líquido (hasta que se complete la transferencia), está dentro de un intervalo de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida.

10 Además, se determinó la composición de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida antes de la transferencia que permitió que la composición de HFC-32 en el momento de la finalización de la transferencia fuera -1 % en peso de la composición objetivo (x). La Tabla 57 muestra el límite inferior (y_{R5}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial en este caso.

Tabla 57

Composición objetivo (x) de HFC-32	Composición de HFC-32 antes de la transferencia	Composición de HFC-32 después de la extracción de líquido	Límite inferior de la diferencia (y_{R5})
% en peso	% en peso	% en peso	% en peso
90.0	89.5	89.0	-0.5
80.0	80.0	79.0	0.0
70.0	70.6	69.0	0.6
60.0	61.0	59.0	1.0
18.5	19.5	17.5	1.0
10.0	10.2	9.0	0.2

15 Los resultados muestran que el HFC-32 experimenta el menor cambio de composición cuando la composición objetivo es del 90 % en peso, y que incluso cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida es -0.5 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

20 Basado en estos resultados, el límite inferior (y_{R5}) de la diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial se representa por la siguiente ecuación usando la composición objetivo (x):

$$1000y_{R5} = 0.0141x^3 - 3.0949x^2 + 172.07x - 1228.4 \quad (33)$$

25 Por lo tanto, cuando la composición inicial de HFC-32 en la mezcla refrigerante de HFC-32/HFO-1234yf en la fase líquida se ajusta dentro de un intervalo de y_{R5} al 1 % en peso de la composición objetivo, la diferencia con la composición objetivo cae dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de la composición objetivo desde antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia.

(5) Discusión

30 Como se desprende de los resultados de los Ejemplos anteriores, la presente invención proporciona un método novedoso para llenar una mezcla refrigerante no azeotrópica que permite que los cambios de composición asociados con la transferencia de la mezcla refrigerante caigan dentro de un intervalo fijo de la composición objetivo de antes de la transferencia hasta la finalización de la transferencia, en comparación con cuando la mezcla refrigerante se transfiere sin tomar ninguna medida, y eso también permite el uso de toda la cantidad de la fase líquida.

35 La realización del método de la presente invención conduce a un resultado significativo en el que los cambios de composición que ocurren durante la transferencia de una mezcla refrigerante de HFO-1234yf/HFC-32 no azeotrópica, que se usa como medio de trabajo para un ciclo de refrigeración por compresión de vapor, caen dentro de un intervalo que no perjudica la capacidad refrigerante.

REIVINDICACIONES

1. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

5 comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_1)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

10

$\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_1 > a$; y

15 y_1 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (1):

$$1000y_1 = L_1x^3 - M_1x^2 + N_1x - P_1 \quad (1),$$

en donde $L_1 = 0.0002a + 0.016$,

$$M_1 = 0.072a + 3.4761,$$

$$N_1 = 7.914a + 187.52 \text{ y}$$

20 $P_1 = 1194.8a - 9.58$.

2. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

25 comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación que se llena con la mezcla refrigerante en una cantidad de ≤ 70 % en peso de la cantidad máxima de llenado de la mezcla refrigerante,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_2)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

30

$\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_2 > a$; y

35 y_2 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (6):

$$1000y_2 = L_2x^3 - M_2x^2 + N_2x - P_2 \quad (6),$$

en donde $L_2 = -0.0016a + 0.0169$,

$$M_2 = -0.1765a + 3.4316,$$

$$N_2 = -1.87a + 180.08 \text{ y}$$

40 $P_2 = 1119.5a + 148.9$.

3. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

45 comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_3)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + a)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción de HFC-32 en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de $\pm a$ % en peso de una composición objetivo (x) de HFC-32 durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

- 5 $\pm a$ es una tolerancia establecida ($a \geq 0$);
- x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_3 > a$; y
- y_3 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (11):

10
$$1000y_3 = L_3x^3 - M_3x^2 + N_3x - P_3 \quad (11),$$

en donde $L_3 = 0.0003a + 0.0172$,

$$M_3 = 0.0962a + 3.6851,$$

$$N_3 = 9.704a + 196.9, \text{ y}$$

$$P_3 = 1241.2a - 93.54.$$

- 15 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde $0.5 \leq a \leq 3.0$.

5. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

- 20 comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_4)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 2.0)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 2.0 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

- 25 b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;
- x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_4 > 2$; y
- y_4 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (16):

30
$$1000y_4 = L_4x^3 - M_4x^2 + N_4x - P_4 \quad (16),$$

en donde $L_4 = 0.0001b + 0.0081$,

$$M_4 = 0.0195b + 1.958,$$

$$N_4 = 0.9878b + 118.91, \text{ y}$$

$$P_4 = -0.176b + 2408.7.$$

- 35 6. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

- 40 ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_5)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 1.5)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.5 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

- 45 b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

ES 2 905 258 T3

x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 90$, que excluye un intervalo que satisfaga $y_5 > 1.5$; y

y_5 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (22):

$$1000y_5 = L_5x^3 - M_5x^2 + N_5x - P_5 \quad (22),$$

5 en donde $L_5 = 0.00005b + 0.0092$,

$$M_5 = 0.0171b + 2.1013,$$

$$N_5 = 0.8528b + 125.11, \text{ y}$$

$$P_5 = -2.372b + 1972.3.$$

10 7. Un método para llenar una mezcla refrigerante compuesta por difluorometano (HFC-32) y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), estando presente HFC-32 en la fase líquida en una cantidad de 10-18.5 % en peso o 60-90 % en peso basada en 100 % en peso del total de HFC-32 y HFO-1234yf,

comprendiendo el método, al transferir la mezcla refrigerante en un estado líquido a un recipiente o equipo objetivo desde un recipiente de alimentación,

15 ajustar, inmediatamente antes de la transferencia, la proporción (composición inicial) del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación a $(x + y_6)$ % en peso (valor mínimo) a $(x + 1.0)$ % en peso (valor máximo), para que la proporción del difluorometano en la fase líquida de la mezcla refrigerante en el recipiente de alimentación caiga dentro de un intervalo de ± 1.0 % en peso de una composición objetivo (x) del difluorometano durante el inicio y finalización de la transferencia, en donde

b es una cantidad (% en peso) llenada inicialmente en el recipiente de alimentación;

20 x es una composición objetivo con la condición de que $10 \leq x \leq 18.5$ % en peso o $60 \leq x \leq 90$ % en peso, que excluye un intervalo que satisfaga $y_6 > 1.0$; y

y_6 es un límite inferior de una diferencia entre la composición objetivo y la composición inicial, y está representada por la Ecuación (28):

$$1000y_6 = L_6x^3 - M_6x^2 + N_6x - P_6 \quad (28),$$

25 en donde $L_6 = 0.00009b + 0.0086$,

$$M_6 = 0.0183b + 2.003,$$

$$N_6 = 0.9237b + 117.29, \text{ y}$$

$$P_6 = -1.055b + 1292.7.$$