

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 281**

51 Int. Cl.:

C10M 171/00 (2006.01)

C09K 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2004** **E 04257228 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015** **EP 1533363**

54 Título: **Procedimiento para proporcionar una composición lubricante para refrigeración**

30 Prioridad:

21.11.2003 JP 2003392763

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

22.09.2015

73 Titular/es:

**NOF CORPORATION (100.0%)
20-3, EBISU 4-CHOME, SHIBUYA-KU
TOKYO 150-6019, JP**

72 Inventor/es:

**YAMADA, MUNEHIRO;
SHIZUKA, NOBUHIKO;
MEMITA, MICHIMASA y
MIYASHITA, HIROKO**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 546 281 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

Procedimiento para proporcionar una composición lubricante para refrigeración

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de un éster para una composición lubricante para refrigeración. Más específicamente, la composición lubricante para refrigeración se usa para un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro, en que la composición comprende un éster poliólico como componente principal y tiene una excelente estabilidad a bajas temperaturas, lubricidad, estabilidad en coexistencia con un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro y una excelente compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro. La presente invención se refiere también a un procedimiento para la producción de un fluido de trabajo refrigerante que contiene la composición lubricante para refrigeración y el uso del mismo en un aparato de refrigeración.

2. Descripción de la técnica relacionada

[0002] Convencionalmente, se han usado refrigerantes que contienen clorofluorocarbono para equipos de aire acondicionado tales como acondicionadores de aire domésticos y acondicionadores de aire compactos, aparatos de bajas temperaturas tales como frigoríficos-congeladores de uso doméstico, frigoríficos industriales y acondicionadores de aire para automóviles tales como automóviles híbridos y automóviles eléctricos. Sin embargo, en los últimos años, se ha impulsado la sustitución de tales refrigerantes clorofluorocarbonados por refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro, como aquellos que contienen 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), pentafluoroetano (R-125), difluorometano (R-32) y mezclas de los mismos, debido a problemas como la reducción de la capa de ozono. En consecuencia, se han propuesto una diversidad de aceites para refrigeración que contienen ésteres poliólicos, que tienen una buena compatibilidad con los refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro, como aceites de base.

[0003] Además de la compatibilidad con los refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro descrita anteriormente, se requieren una serie de propiedades, tales como lubricidad, estabilidad térmica, estabilidad hidrolítica y fluidez a bajas temperaturas, para los aceites para máquinas de refrigeración, con el fin de asegurar la estabilidad de los equipos descritos anteriormente. Entre estos y por razones de estabilidad hidrolítica y compatibilidad con los refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro, en la práctica se han empleado ésteres impedidos que tienen una resistencia térmica excelente. Estos ésteres impedidos derivan de un ácido carboxílico con una cadena ramificada con metilo o una cadena ramificada con etilo en la posición α o la posición β y pentaeritritol. Por ejemplo, la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 10-8084 desvela aceites para refrigeración que contienen un éster obtenido a partir de pentaeritritol y un ácido graso mixto formado por ácido 2-etilhexanoico y ácido 3,5,5-trimetilhexanoico como componente principal y desvela que tales aceites para refrigeración tienen buena estabilidad a altas temperaturas. Además, la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 5-209181 desvela ésteres obtenidos a partir de pentaeritritol, dipentaeritritol y tripentaeritritol y desvela la viscosidad y la compatibilidad con fluorocarbonos de tales ésteres. Adicionalmente, la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 6-330061 desvela aceites para refrigeración que contienen un éster obtenido a partir de pentaeritritol y un ácido graso mixto formado por un ácido graso lineal o ramificado con 6 a 8 átomos de carbono y ácido 3,5,5-trimetilhexanoico como componente principal. La publicación desvela que tales aceites para refrigeración tienen una compatibilidad excelente con los refrigerantes y propiedades de aislamiento eléctrico mejoradas. Además, con el fin de mejorar la lubricidad y la compatibilidad con los refrigerantes, la publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 10-158215 desvela ésteres obtenidos a partir de una mezcla de ácidos grasos y un alcohol polihídrico, en que la mezcla de ácidos grasos incluye el ácido 3,5,5-trimetilhexanoico y un ácido graso saturado distinto del ácido 3,5,5-trimetilhexanoico, en que el ácido graso saturado tiene un grupo alquilo como cadena lateral y un total de 9 átomos de carbono.

[0004] En un ciclo de refrigeración, una parte del lubricante para refrigeración circula generalmente a través del ciclo junto con un refrigerante y, por lo tanto, el lubricante para refrigeración está expuesto a una región de altas temperaturas y una región de bajas temperaturas. En cuanto a la alta resistencia térmica requerida en el compresor, el cual opera en la región de altas temperaturas, los ésteres impedidos descritos anteriormente, en particular los ésteres mixtos de las publicaciones de patente mencionadas anteriormente, satisfacen los requisitos de rendimiento. Por otro lado, sin embargo, una parte del lubricante para refrigeración expulsado del compresor puede estancarse en la región de bajas temperaturas. En particular, si el lubricante se estanca en la región de bajas temperaturas durante

un periodo de tiempo prolongado, cristaliza y la cantidad de refrigerante circulante en el ciclo de refrigeración se reduce, lo que puede conducir a problemas tales como una mala refrigeración. Por consiguiente, para la fiabilidad de los aparatos de refrigeración, es esencial desarrollar un lubricante para refrigeración de mayor estabilidad en el que no se produzca ninguna precipitación durante un periodo de tiempo prolongado, incluso a bajas temperaturas. Sin embargo, los ésteres mixtos obtenidos a partir de una combinación de un alcohol polihídrico y un ácido carboxílico específico, según se describen en las publicaciones de patente mencionadas anteriormente, no han sido suficientemente examinados con respecto a su capacidad de mantener la estabilidad a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo prolongado. Por lo tanto, no es posible evitar que cristalicen en la región de bajas temperaturas y por ello, estos ésteres carecen de estabilidad a largo plazo.

10

[0005] El documento WO 93/24585 describe lubricantes de ésteres poliólicos para fluidos refrigerantes de transferencia de calor.

15

[0006] El documento US 5.833.876 describe lubricantes de ésteres poliólicos para compresores de refrigeración que operan a altas temperaturas.

[0007] El documento WO 97/23585 describe el uso de lubricantes de ésteres poliólicos para minimizar el desgaste de las partes de aluminio en equipos de refrigeración.

20

[0008] El documento EP 0498152 describe una composición lubricante para refrigerantes fluorados.

[0009] El documento US 5021179 describe lubricación para fluidos refrigerantes de transferencia de calor.

25

[0010] La presente invención proporciona un procedimiento para la producción de un éster para un lubricante para refrigeración que comprende: la reacción de un alcohol mixto y un ácido monocarboxílico mixto y la obtención del éster mixto que tiene un índice de hidroxilo de 5,0 mg de KOH/g o menos, medido de acuerdo con el estándar JIS K-0070, y un índice de acidez de 0,05 mg de KOH/g o menos, medido de acuerdo con el estándar JIS C-2101, en que el alcohol mixto consta del 65 al 99,95 % molar de pentaeritritol y del 0,05 al 35 % molar de dipentaeritritol y el ácido monocarboxílico mixto consta del 25 al 55 % molar de un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono y del 45 al 75 % molar de ácido isononanoico, y el ácido monocarboxílico mixto y el alcohol mixto comprenden ácidos monocarboxílicos y alcoholes, respectivamente, que satisfacen la relación siguiente:

30

$$1,09 \leq \frac{\{ \Sigma [A \times B] - [C \times D] \}}{E} \leq 1,33 \quad (1)$$

35 A: número de átomos de carbono de la cadena principal de un ácido monocarboxílico en el ácido monocarboxílico mixto

B: fracción molar del ácido monocarboxílico del punto "A"

C: número de átomos de carbono de la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos monocarboxílicos ramificados en el ácido monocarboxílico mixto.

40 D: fracción molar del ácido monocarboxílico que tiene la cadena de mayor longitud

E: número medio de grupos hidroxilo de cada alcohol en el alcohol mixto.

[0011] Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la producción de un éster para una composición lubricante para refrigeración que no cristalice fácilmente a bajas temperaturas, en otras palabras, una composición lubricante para refrigeración que tenga una excelente estabilidad a bajas temperaturas. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la producción de un éster para una composición lubricante para refrigeración que tenga una alta viscosidad, una excelente compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro y una excelente estabilidad a largo plazo en la región de bajas temperaturas de una máquina de refrigeración.

50

[0012] Los inventores de la presente invención han examinado cuidadosamente la estabilidad a bajas temperaturas de composiciones lubricantes para refrigeración y la compatibilidad de las mismas con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro y llevado a cabo un diseño molecular mediante la combinación de diversos alcoholes polihídricos con ácidos carboxílicos mixtos que contienen diversos ácidos carboxílicos con estructuras diferentes.

55 Como resultado, los inventores han encontrado que los problemas descritos anteriormente pueden resolverse

mediante un éster obtenido por la reacción de un alcohol mixto que contiene pentaeritritol y dipentaeritritol en una relación específica con un ácido carboxílico mixto que contiene una cantidad específica de ácido isononanoico y, de este modo, se consigue la presente invención. Además, al llevar a cabo el diseño molecular del éster descrito anteriormente, los inventores de la presente invención han encontrado que puede obtenerse un éster con una excelente estabilidad a bajas temperaturas a largo plazo y con una excelente compatibilidad con refrigerantes hidroflocarbonados sin cloro en el caso siguiente: se constituye un ácido carboxílico mixto teniendo en cuenta la longitud de una cadena principal (independientemente de que sea un ácido carboxílico lineal o un ácido carboxílico ramificado) y la longitud de la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos carboxílicos ramificados; y los ácidos carboxílicos en el ácido carboxílico mixto y los alcoholes en el alcohol mixto satisfacen una relación cuantitativa determinada.

[0013] La composición lubricante para refrigeración producida por la presente invención comprende un éster mixto obtenido a partir de un alcohol mixto y un ácido carboxílico mixto como componente principal y el alcohol mixto incluye del 65 al 99,95 % molar de pentaeritritol y del 0,05 al 35 % molar de dipentaeritritol, el ácido carboxílico mixto incluye del 25 al 55 % molar de un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono y del 45 al 75 % molar de ácido isononanoico, y la composición tiene un índice de hidroxilo de 5,0 mg de KOH/g o menos y un índice de acidez de 0,05 mg de KOH/g o menos.

[0014] El éster mixto se obtiene por la reacción del alcohol mixto y el ácido carboxílico mixto, en que el ácido carboxílico mixto y el alcohol mixto comprenden ácidos carboxílicos y alcoholes, respectivamente, que satisfacen la relación siguiente:

$$1,09 \leq \frac{\{ \Sigma [A \times B] - [C \times D] \}}{E} \leq 1,33 \quad (1)$$

25 A: número de átomos de carbono en la cadena principal de un ácido carboxílico en el ácido carboxílico mixto

B: fracción molar del ácido carboxílico del punto "A".

C: número de átomos de carbono en la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos carboxílicos en el ácido carboxílico mixto.

D: fracción molar del ácido carboxílico que tiene la cadena de mayor longitud.

30 E: número medio de grupos hidroxilo de cada alcohol en el alcohol mixto.

[0015] En una realización preferida, la viscosidad cinemática de la composición a 40 °C es de 30 a 150 mm²/s.

[0016] En una realización preferida, el ácido isononanoico contiene del 88,50 a 99,95 % molar de ácido 3,5,5-trimetilhexanoico.

[0017] En una realización preferida, la composición se usa para un refrigerante hidroflocarbonado sin cloro.

[0018] El fluido de trabajo refrigerante producido por la presente invención comprende la composición lubricante para refrigeración y un refrigerante hidroflocarbonado sin cloro.

[0019] El aparato de refrigeración del tipo de compresión de refrigerante de la presente invención comprende un compresor, un condensador, un mecanismo de expansión, un evaporador y el fluido de trabajo mencionado anteriormente.

[0020] La composición lubricante para refrigeración producida por la presente invención no causa la precipitación de cristales durante un periodo de tiempo prolongado en la región de bajas temperaturas y, por lo tanto, tiene una excelente estabilidad a bajas temperaturas. Además, también tiene buena lubricidad, estabilidad en coexistencia con un refrigerante hidroflocarbonado sin cloro (evaluada por la prueba del tubo herméticamente cerrado) y compatibilidad con refrigerantes hidroflocarbonados sin cloro, lo que se requiere para las composiciones lubricantes para refrigeración. Por consiguiente, la composición lubricante para refrigeración producida por la presente invención es útil para un lubricante para máquinas de refrigeración que emplean un refrigerante hidroflocarbonado sin cloro o como fluido de trabajo refrigerante en el que está mezclada con un refrigerante hidroflocarbonado sin cloro.

55 DESCRIPCIÓN DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

[0021] Los inventores de la presente invención han encontrado que un éster obtenido por la reacción de un alcohol mixto que contiene pentaeritritol y dipentaeritritol en una relación específica con un ácido carboxílico mixto que contiene una cantidad específica de ácido isononanoico y que, en caso necesario, contiene un ácido carboxílico distinto del ácido isononanoico tiene una excelente estabilidad a bajas temperaturas.

[0022] A continuación, se describirán un éster mixto contenido en la composición de la presente invención, una composición lubricante para refrigeración que contiene el éster mixto, un fluido de trabajo refrigerante que contiene la composición y un aparato de refrigeración del tipo de compresión de refrigerante que emplea el fluido de trabajo refrigerante.

Éster mixto

[0023] El éster mixto producido por la presente invención se obtiene por la reacción de un alcohol mixto y un ácido carboxílico mixto, en que el alcohol mixto comprende del 65 al 99,95 % molar de pentaeritritol y del 0,05 al 35 % molar de dipentaeritritol y en que el ácido carboxílico mixto comprende del 25 al 55 % molar de un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono y del 45 al 75 % molar de ácido isononanoico.

[0024] En esta reacción, con el fin de obtener un éster mixto con una excelente estabilidad a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo aún más prolongado, la reacción entre el alcohol mixto y el ácido carboxílico mixto que se emplean satisface la relación siguiente:

$$1,09 \leq \frac{\{ \Sigma [A \times B] - [C \times D] \}}{E} \leq 1,33 \quad (1)$$

A: número de átomos de carbono en la cadena principal de un ácido carboxílico en el ácido carboxílico mixto

B: fracción molar del ácido carboxílico del punto "A"

C: número de átomos de carbono en la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos carboxílicos en el ácido carboxílico mixto

D: fracción molar del ácido carboxílico que tiene la cadena de mayor longitud

E: número medio de grupos hidroxilo de cada alcohol en el alcohol mixto

[0025] Los inventores de la presente invención han encontrado lo siguiente: cuando un éster mixto contiene ésteres ramificados que derivan de ácidos carboxílicos con una cadena lateral o cadenas laterales con diferente número de carbonos, el ácido carboxílico que tiene la cadena lateral de mayor longitud contribuye a la estabilidad a bajas temperaturas del éster mixto más eficazmente que los ácidos carboxílicos con cadenas laterales de menor longitud. Los inventores llevaron a cabo un diseño molecular de ésteres y encontraron que cuando se satisfacía la fórmula mencionada anteriormente, podía obtenerse un éster mixto con una excelente estabilidad a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo más prolongado.

[0026] El "número de átomos de carbono en la cadena principal de un ácido carboxílico en el ácido carboxílico mixto", definido en el punto A de la relación mencionada anteriormente, se refiere al número de átomos de carbono de la cadena de mayor longitud del ácido carboxílico y excluye los átomos de carbono de las cadenas laterales. Por ejemplo, en el caso del ácido octílico, que es un ácido carboxílico lineal con 8 átomos de carbono, el número de átomos de carbono en la cadena principal del ácido carboxílico es 8. En el caso del ácido 2-etilhexanoico, que es un ácido carboxílico ramificado con 8 átomos de carbono en total, el número de átomos de carbono en la cadena principal del ácido carboxílico es 6, lo que se obtiene sustrayendo 2 (es decir, el número de átomos de carbono en la ramificación del grupo etilo) del número total de átomos de carbono, 8, en el ácido carboxílico (es decir, ácido 2-etilhexanoico).

[0027] La "fracción molar del ácido carboxílico del punto A", definida en el punto B de la relación mencionada anteriormente, se refiere al valor de la cantidad molar del ácido carboxílico que tiene el número de átomos de carbono en la cadena principal definido en el punto A cuando la cantidad molar total del ácido carboxílico mixto es 1.

[0028] El "número de átomos de carbono en la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos carboxílicos en el ácido carboxílico mixto", definido en el punto C de la relación mencionada anteriormente, se refiere al número de átomos de carbono de la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos carboxílicos que tienen la cadena lateral de mayor longitud en los ácidos carboxílicos ramificados que están contenidos en el ácido carboxílico mixto. Por ejemplo,

en el caso de un ácido carboxílico mixto formado por ácido 2-etilhexanoico y ácido 3,5,5-trimetilhexanoico, el número de átomos de carbono en la cadena lateral de mayor longitud es 2, que es el número de átomos de carbono del grupo etilo del ácido 2-etilhexanoico.

5 **[0029]** La “fracción molar del ácido carboxílico con la cadena ramificada de mayor longitud”, definida en el punto D de la relación mencionada anteriormente, se refiere al valor de la cantidad molar del ácido carboxílico que tiene la cadena lateral de mayor longitud cuando la cantidad molar total del ácido carboxílico mixto es 1.

10 **[0030]** El “número medio de grupos hidroxilo de cada alcohol en el alcohol mixto”, definido en el punto E de la relación mencionada anteriormente, se refiere a la suma de valores, cada uno de los cuales se obtiene por multiplicación del número de grupos hidroxilo de cada alcohol contenido en un alcohol mixto por la fracción molar de cada alcohol, en que la fracción molar es un valor de la cantidad molar de dicho alcohol cuando la cantidad molar total del alcohol mixto es 1. Por ejemplo, en el caso de un alcohol mixto compuesto del 75 % molar de pentaeritritol (el número de grupos hidroxilo es 4) y el 25 % molar de dipentaeritritol (el número de grupos hidroxilo es 6), el número
15 medio de grupos hidroxilo en el alcohol mixto es $4 \times 0,75 + 6 \times 0,25 = 4,5$.

[0031] El alcohol mixto que sirve como materia prima del éster mixto descrito anteriormente está compuesto de pentaeritritol y dipentaeritritol, según se describe anteriormente. El contenido de pentaeritritol en el alcohol mixto es del 65 al 99,95 % molar, preferentemente del 70 al 99,95 % molar y con mayor preferencia del 75 al 99,95 % molar.
20 Por otro lado, el contenido de dipentaeritritol en el alcohol mixto es del 0,05 % al 35 % molar, preferentemente del 0,05 % al 30 % molar y con mayor preferencia del 0,05 al 25 % molar. Cuando el contenido de pentaeritritol en el alcohol mixto es del 65 % molar o más, el éster resultante tiene altos niveles de viscosidad, fluidez a bajas temperaturas y compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro y, cuando es del 99,95 % molar o menos, el éster resultante tiene estabilidad a bajas temperaturas a largo plazo. Por otro lado, cuando el contenido de dipentaeritritol
25 en el alcohol mixto es del 0,05 % molar o más, el éster resultante tiene estabilidad a bajas temperaturas a largo plazo y, cuando es del 35 % molar o menos, el éster resultante muestra una supresión del deterioro de la compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro y una supresión del aumento de la viscosidad.

[0032] El ácido carboxílico mixto que sirve de materia prima del éster mixto descrito anteriormente está
30 compuesto de un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono y un ácido isononanoico. El ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono está contenido en el ácido carboxílico mixto en una proporción del 25 al 55 % molar, preferentemente del 30 al 55 % molar, con mayor preferencia del 33 al 55 % molar y aún con mayor preferencia del 35 al 50 % molar. El ácido isononanoico está contenido en el ácido carboxílico mixto en una proporción del 45 al 75 % molar, preferentemente del 45 al 70 % molar, con mayor preferencia del 45 al 67 % molar y aún con
35 mayor preferencia del 50 al 65 % molar. Cuando el contenido del ácido isononanoico en el ácido carboxílico mixto es del 45 al 75 % molar, puede obtenerse un éster mixto con una excelente estabilidad a bajas temperaturas a largo plazo y compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro.

[0033] Algunos ejemplos del ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono incluyen ácido pentanoico, ácido 2-metilbutanoico, ácido 3-metilbutanoico, ácido hexanoico, ácido 2-metilpentanoico, ácido 3-metilpentanoico, ácido 4-metilpentanoico, ácido 2-etilbutanoico, ácido 3-etilbutanoico, ácido heptanoico, ácido 2-metilhexanoico, ácido 3-metilhexanoico, ácido 4-metilhexanoico, ácido 5-metilhexanoico, ácido 2,2-dimetilpentanoico, ácido 2-etilpentanoico, ácido 3-etilpentanoico, ácido 2-etilhexanoico, ácido 2-metilheptanoico, ácido 3-metilheptanoico, ácido 4-metilheptanoico, ácido 5-metilheptanoico, ácido 6-metilheptanoico, ácido 2,2-dimetilhexanoico y ácido 3,5-dimetilhexanoico. Se usa preferentemente el ácido 2-etilhexanoico porque el lubricante obtenido tiene una buena
45 lubricidad y estabilidad hidrolítica y no corroe fácilmente metales. Los ácidos monocarboxílicos con 5 a 8 átomos de carbono mencionados anteriormente pueden usarse solos o en combinaciones de dos o más de los mismos.

[0034] Algunos ejemplos del ácido isononanoico incluyen ácido 2,5,5-trimetilhexanoico, ácido 3,5,5-trimetilhexanoico, ácido 4,5,5-trimetilhexanoico, ácido 2,2,4,4-tetrametilpentanoico, ácido 2-etil-4,4-dimetilpentanoico, ácido 6,6-dimetilheptanoico, ácido 4-etil-2-metilhexanoico, ácido 2-metiloctanoico y ácido 2-etilheptanoico. Se prefieren los ácidos 2,5,5-trimetilhexanoico, 3,5,5-trimetilhexanoico, 4,5,5-trimetilhexanoico y 6,6-dimetilheptanoico y el más preferido es el ácido 3,5,5-trimetilhexanoico. Los ácidos isononanoicos mencionados anteriormente pueden usarse solos o en combinaciones de dos o más de los mismos.
50

[0035] Cuando el ácido isononanoico contiene el ácido 3,5,5-trimetilhexanoico, la composición lubricante resultante tiene una excelente compatibilidad con fluorocarbonos y estabilidad a largo plazo en la región de bajas temperaturas. Por lo tanto, se prefiere que el ácido isononanoico contenga el ácido 3,5,5-trimetilhexanoico en una proporción del 88,50 al 99,95 % molar, con mayor preferencia del 90,0 al 99,5 % molar y aún con mayor preferencia
55

del 92,0 al 99,0 % molar.

[0036] Mediante la combinación de un alcohol polihídrico que satisface las cantidades de mezcla de pentaeritritol y dipentaeritritol descritas anteriormente con un ácido isononanoico con la estructura ramificada descrita anteriormente y un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono, puede obtenerse un éster con una excelente estabilidad a bajas temperaturas y compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro. Con mayor preferencia, por ejemplo, es posible obtener el valor del numerador de la relación (1) de un ácido carboxílico seleccionado entre la gama descrita anteriormente, determinar el número medio de grupos hidroxilo del denominador que satisface el intervalo numérico de la relación (1) y determinar las cantidades de pentaeritritol y dipentaeritritol dentro del intervalo de la proporción de mezcla descrita anteriormente de pentaeritritol y dipentaeritritol, de modo que se alcance el número medio de grupos hidroxilo determinado. Al llevar a cabo el diseño de esta manera, puede obtenerse un éster con una excelente estabilidad a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo más prolongado, lubricidad, estabilidad en coexistencia con un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro y compatibilidad con refrigerantes hidrofluorocarbonados sin cloro.

[0037] El éster mixto usado en la presente invención se obtiene mediante una reacción de esterificación o transesterificación ordinarias. Las proporciones del alcohol mixto descrito anteriormente y el ácido carboxílico mixto descrito anteriormente se determinan como apropiadas para que el éster mixto obtenido tenga un índice de hidroxilo de 5,0 mg de KOH/g o menos y un índice de acidez de 0,05 mg de KOH/g o menos.

[0038] Específicamente, el éster mixto usado en la presente invención se obtiene de la manera siguiente. En primer lugar, se mezcla un ácido carboxílico mixto con un alcohol mixto, de manera que el ácido carboxílico mixto sea de 1,0 a 1,5 equivalentes, preferentemente de 1,05 a 1,3 equivalentes, con respecto a 1 equivalente de grupos hidroxilo en el alcohol mixto, y después se añade un catalizador, en caso necesario. La mezcla se deja reaccionar durante 3 a 15 horas a una temperatura de 220 a 260 °C en atmósfera de nitrógeno y, en el momento en que el índice de hidroxilo es de 3,0 mg de KOH/g o menos, se retira el exceso de ácido carboxílico a una presión reducida. Después, tras la neutralización con un álcali, se llevan a cabo operaciones tales como un tratamiento de adsorción, con el uso de arcilla activada, arcilla ácida y un adsorbente sintético, y vaporización, bien en solitario o en combinación.

30 Composición lubricante para refrigeración

[0039] La composición lubricante para refrigeración contiene el éster mixto descrito anteriormente como componente principal y puede contener, por ejemplo, un éster distinto del éster mixto y un aditivo, en caso necesario. La cantidad específica del "componente principal" es del 50 % en peso o más, preferentemente del 70 % en peso o más y con mayor preferencia del 90 % en peso o más, con respecto a la totalidad de la composición lubricante para refrigeración.

[0040] Algunos ejemplos del éster distinto del éster mixto descrito anteriormente incluyen ésteres obtenidos a partir de al menos un alcohol y el ácido monocarboxílico con 5 a 9 átomos de carbono descrito anteriormente, en que el alcohol se selecciona del grupo que consta de pentaeritritol, dipentaeritritol y un neopentilpoliol con 2 a 8 grupos hidroxilo y con 5 a 15 átomos de carbono (por ejemplo, neopentilglicol, 2,2-dietil-1,3-propanodiol, 2-n-butil-2-etil-1,3-propanodiol, trimetiloletano, trietiloletano, trimetilopropano, tripentaeritritol y bispentaeritritol).

[0041] Algunos ejemplos del aditivo incluyen un antioxidante fenólico, un desactivador de metales como benzotriazol, tiadiazol y ditiocarbamato, un sequestrante de ácidos como compuestos epoxi y carbonimidias y un agente fosforado para presiones extremas. El aditivo está presente en cualquier proporción.

[0042] La composición lubricante para refrigeración tiene un índice de hidroxilo de 5,0 mg de KOH/g o menos y preferentemente de 3,0 mg de KOH/g o menos, con mayor preferencia de 2,0 mg de KOH/g o menos y aún con mayor preferencia de 1,0 mg de KOH/g o menos. Cuando el índice de hidroxilo es de 5,0 mg de KOH/g o menos, la composición tiene propiedades de aislamiento eléctrico suficientes sin deterioro de la resistividad volumétrica de la composición. Por lo tanto, en un equipo en el que se emplee la composición descrita anteriormente, no existe la posibilidad de un efecto adverso como la disolución de un material de cierre hermético hecho de un material orgánico. Tampoco existe la posibilidad de un efecto adverso sobre los aditivos que pueda contener la composición.

[0043] La composición lubricante para refrigeración tiene un índice de acidez del 0,05 mg de KOH/g o menos y preferentemente puede tener un índice de acidez de 0,03 mg de KOH/g o menos y con mayor preferencia de 0,01 mg de KOH/g o menos. Cuando tiene un índice de acidez de 0,05 mg de KOH/g o menos, es menos probable que la composición corra metales y tiene una buena estabilidad hidrolítica.

[0044] No existe ninguna limitación concreta con respecto a la viscosidad cinemática de la composición lubricante para refrigeración. Desde el punto de vista de la lubricidad, compatibilidad con fluorocarbonos, capacidad de arranque de las máquinas de refrigeración y ahorro de energía, se prefiere que la viscosidad cinemática a 40 °C sea de 30 a 150 mm²/s. En particular, cuando la composición lubricante descrita anteriormente se usa para equipos de aire acondicionado tales como acondicionadores de aire domésticos y acondicionadores de aire compactos, aparatos de bajas temperaturas, frigoríficos industriales y compresores en acondicionadores de aire para automóviles tales como automóviles híbridos y automóviles eléctricos, se prefieren de 55 a 140 mm²/s y con mayor preferencia de 60 a 130 mm²/s, con vistas a la eficiencia operativa de los mismos.

[0045] El aceite de base del lubricante para refrigeración tiene una excelente estabilidad a largo plazo incluso en la región de bajas temperaturas. Además, tiene una excelente compatibilidad con fluorocarbonados y resistencia térmica y cuando se usa para equipos de aire acondicionado y compresores usados para acondicionadores de aire para automóviles, puede mejorar su eficiencia operativa en comparación con los lubricantes para refrigeración convencionales. El aceite de base del lubricante para refrigeración tiene una excelente compatibilidad, en particular, con hidrofluorocarbonos sin cloro y, por lo tanto, es útil para un lubricante para un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro.

Fluido de trabajo refrigerante

[0046] El fluido de trabajo refrigerante producido por la presente invención está compuesto de la composición lubricante para refrigeración descrita anteriormente y un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro. No existe ninguna limitación concreta con respecto a las cantidades de la composición lubricante para refrigeración y el refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro, pero la relación ponderal entre la composición lubricante y el refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro está preferentemente en el intervalo de 10:90 a 90:10. Si la cantidad del refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro es mayor que el intervalo descrito anteriormente, la viscosidad del fluido de trabajo refrigerante resultante se reduce, lo que puede conducir a una mala lubricación. Si es menor que el intervalo descrito anteriormente, cuando el fluido de trabajo refrigerante obtenido se usa para aparatos de refrigeración, la eficiencia refrigerante puede deteriorarse.

[0047] Algunos ejemplos del refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro incluyen 1,1,1,2-tetrafluoroetano (R-134a), pentafluoroetano (R-125), difluoroetano (R-32), trifluoroetano (R-23), 1,1,2,2-tetrafluoroetano (R-134), 1,1,1-trifluoroetano (R-143a) y 1,1-difluoroetano (R-152a). Estos refrigerantes pueden usarse solos o como refrigerantes mixtos compuestos por dos o más de los mismos.

[0048] Los refrigerantes mixtos descritos anteriormente están disponibles comercialmente y, por ejemplo, se usan R-407C (R-134a/R-125/R-32 = 52/25/23 % en peso), R-410A (R-125/R-32 = 50/50 % en peso), R-404A (R-125/R-143a/R-134a = 44/52/4 % en peso), R-407E (R-134a/R-125/R-32 = 60/15/25 % en peso) y R-410B (R-32/R-125 = 45/55 % en peso). En particular, se prefieren refrigerantes mixtos que contienen al menos uno de entre R-134a y R-32.

Aparato de refrigeración del tipo de compresión de refrigerante

[0049] El aparato de refrigeración del tipo de compresión de refrigerante usado en la presente invención está provisto de un compresor, un condensador, un mecanismo de expansión y un evaporador y está configurado de tal manera que el fluido de trabajo refrigerante descrito anteriormente, que es el refrigerante en el aparato de refrigeración, circula a través de estos componentes. El aparato de refrigeración puede incluir además un secador. Algunos ejemplos de un aparato de refrigeración tal incluyen equipos de aire acondicionado tales como acondicionadores de aire domésticos y acondicionadores de aire compactos, aparatos de bajas temperaturas, frigoríficos industriales y acondicionadores de aire para automóviles tales como automóviles híbridos y automóviles eléctricos.

Ejemplos

[0050] A continuación, la presente invención se describirá más específicamente por medio de ejemplos.

[0051] El procedimiento de prueba de los ésteres producidos en los ejemplos y los ejemplos comparativos se describirá a continuación:

<Viscosidad cinemática e índice de viscosidad> La viscosidad cinemática se mide con un viscosímetro Cannon-Fenske

a 40 °C y 100 °C de acuerdo con el estándar JIS K-2283 y el índice de viscosidad se calcula a partir de los valores resultantes.

<Índice de acidez> El índice de acidez se mide de acuerdo con el estándar JIS C-2101.

<Índice de hidroxilo> El índice de hidroxilo se mide de acuerdo con el estándar JIS K-0070.

5 <Número de color (APHA)> El número de color (APHA) se mide de acuerdo con el estándar JOCS 2.2.1.4-1996.

<Resistividad volumétrica> La resistividad volumétrica ($T\Omega \cdot m$) a 25 °C se mide de acuerdo con el estándar JIS C-2101.

<Punto de vertido> El punto de vertido se mide de acuerdo con el estándar JIS K-2269.

10 <Prueba de bajas temperaturas a largo plazo> En primer lugar, 400 g de un éster de muestra, cuyo contenido de humedad se ha ajustado a 100 ppm o menos, se colocan en un bote cuadrado de acero y se dejan reposar durante 1.000 horas en un almacenamiento de baja temperatura a -20 °C, y después se examinan visualmente para determinar si han precipitado cristales o no.

15 <Temperatura de separación en dos fases> En primer lugar, 0,6 g de un éster de muestra y 2,4 g de los refrigerantes R-134a y R-407C se encierran en un tubo PYREX (marca registrada) grueso (longitud total de 300 mm, diámetro exterior de 10 mm y diámetro interior de 6 mm) enfriado en un baño de etanol que contiene hielo seco y se calientan o enfrían a una velocidad de 1 °C/min. Las temperaturas de separación en dos fases a alta temperatura y a baja temperatura se miden visualmente dentro de un intervalo de temperaturas de -70 °C a +80 °C.

20 <Prueba del tubo cerrado herméticamente> En primer lugar, 10 g de un éster de muestra, cuyo contenido de humedad se ha ajustado a 200 ppm o menos, 5 g del fluorocarbono R-410A y una pieza metálica, respectivamente, de hierro, cobre y aluminio, con una longitud de 10 mm, se ponen en un tubo de vidrio y el tubo se cierra herméticamente. Este se calienta a 175 °C durante 14 días y después se mide el índice de acidez y el número de color (APHA) de la muestra que contiene el fluorocarbono y de la que se han retirado las piezas metálicas.

25 <Prueba de fricción de Falex> La prueba de fricción de Falex se llevó a cabo de acuerdo con el estándar ASTM D-2670, mientras se soplaba R-134a en un éster de muestra a una velocidad de 150 ml/min. La temperatura de la muestra se ajusta a 100 °C y se lleva a cabo una operación con una carga de 113,4 kg (250 lb) durante dos horas después de una operación de ensayo con una carga de 68 kg (150 lb) durante un minuto y se mide el desgaste de la espiga una vez finalizada la operación.

Ejemplo 1: Preparación del éster

30

[0052] En primer lugar, el alcohol mixto y el ácido carboxílico mixto mostrados en la tabla 1 se colocaron en un matraz de un litro y cuatro bocas provisto de un termómetro, un tubo de admisión de nitrógeno, un agitador y un tubo de enfriamiento, de modo que la relación entre los grupos hidroxilo en el alcohol mixto y los grupos carboxilo en el ácido carboxílico mixto fuera de 1:1,1 en relación de equivalentes, y después se dejaron reaccionar bajo nitrógeno a 35 220 °C y presión atmosférica, mientras se eliminaba por destilación el agua generada por la reacción. Durante la reacción, se supervisó el índice de hidroxilo de la mezcla de reacción y la reacción se detuvo en el momento en que el índice de hidroxilo quedó por debajo de 2,0 mg de KOH/g. Después se llevó a cabo un arrastre a una presión reducida de 1 a 5 kPa durante una hora para eliminar el ácido carboxílico sin reaccionar. La mezcla de reacción resultante se lavó con una disolución acuosa de hidróxido de potasio. El lavado se repitió cinco veces, para que el pH 40 del agua desechada fuera neutro. Después, la capa de éster resultante se deshidrató a 100 °C a una presión reducida de 1 kPa y a la misma se le añadieron arcilla ácida y un adsorbente de sílice-alúmina, de manera que cada uno de estos representara el 1,0 % en peso de la cantidad teórica de éster que habría de obtenerse, para un tratamiento de adsorción. La temperatura del tratamiento de adsorción, la presión y la duración del tratamiento de adsorción fueron de 100 °C, 1 kPa y tres horas, respectivamente. La mezcla se filtró y de este modo se obtuvo el éster (este éster se 45 denomina éster A). La viscosidad cinemática a 40 °C y a 100 °C y el índice de viscosidad del éster A obtenido se midieron de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente. La tabla 1 muestra los resultados.

Ejemplos 2 a 6

50 [0053] Se obtuvieron ésteres (es decir, los ésteres B a F) de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se usaron los alcoholes mixtos y los ácidos carboxílicos mixtos mostrados en la tabla 1. La viscosidad cinemática a 40 °C y a 100 °C y el índice de viscosidad de cada éster se midieron de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente. La tabla 1 muestra también los resultados.

55 Ejemplos comparativos 1 a 5

[0054] Se obtuvieron ésteres (es decir, los ésteres G a K) de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se usaron los alcoholes mixtos y los ácidos carboxílicos mixtos mostrados en la tabla 1. La viscosidad cinemática a 40 °C y a 100 °C y el índice de viscosidad de cada éster se midieron de acuerdo con el procedimiento

descrito anteriormente. La tabla 1 muestra también los resultados.

(Tabla 1)

		Alcohol mixto*1 (% molar)	Ácido carboxílico mixto (% molar)	Valor de la relación (1)	Éster	Viscosidad cinemática (mm ² /s)		Índice de viscosidad
						40 °C	100 °C	
Ejemplo	1	PE (69,5) diPE (30,5)	ácido pentanoico (10) ácido 2- etilhexanoico (39) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (51)	1,11	A	106,9	11,14	87
	2	PE (81,4) diPE (18,6)	ácido 2- etilhexanoico (48) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (50) ácido 2,5,5- trimetilhexanoico (2)	1,15	B	90,54	10,02	89
	3	PE (88,2) diPE (11,8)	ácido 2- metilhexanoico (5) ácido 2- etilhexanoico (42) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (52) ácido 4,5,5- trimetilhexanoico (1)	1,22	C	79,76	9,127	87
	4	PE (97,2) diPE (2,8)	ácido 2- etilhexanoico (44) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (56)	1,26	D	75,82	8,831	87
	5	PE (99,4) diPE (0,6)	ácido 2- etilhexanoico (38) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (61) ácido 6,6- dimetilheptanoico (1)	1,31	E	76,84	8,812	84
	6	PE (99,5) diPE (0,5)	ácido 2- etilhexanoico (49) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (50) ácido 2,2,4,4- tetrametilpentanoico (1)	1,25	F	68,12	8,142	84
Ejemplo comparativo	1	PE (100)	ácido 2- etilhexanoico (31) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (69)	1,35	G	81,95	9,312	87
	2	PE (100)	ácido 2-	1,00	H	44,58	6,264	83

			etilhexanoico (100)					
	3	PE (100)	ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (100)	1,25	I	114,2	11,35	83
	4	diPE (100)	ácido 2- etilhexanoico (50) ácido 3,5,5- trimetilhexanoico (50)	0,83	J	243	19,15	88
	5	NPG (100)		2,00	K	7,481	2,045	48
*1 PE: pentaeritritol, diPE: dipentaeritritol								

Ejemplo 7: Preparación de aceite de base de lubricante

[0055] El éster A descrito anteriormente se usó como aceite de base de un lubricante (este aceite de base se denomina aceite de base 1). La viscosidad cinemática a 40 °C y 100 °C, el índice de viscosidad, el índice de acidez, el índice de hidroxilo, en número de color, la resistividad volumétrica, el punto de vertido, la temperatura de separación en dos fases y la fricción en la espiga de la prueba de Falex del aceite de base 1 se midieron de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente. Además, se llevaron a cabo la prueba de bajas temperaturas a largo plazo y la prueba del tubo herméticamente cerrado. La tabla 2 muestra los resultados.

10

Ejemplos 8 a 14

[0056] Uno cualquiera o más de los ésteres B a F, H y K obtenidos en los ejemplos y ejemplos comparativos descritos anteriormente se emplearon según se muestra en la tabla 2 para preparar aceites de base de un lubricante (es decir, los aceites de base 2 a 8). Los aceites de base se ensayaron de la misma manera que en el ejemplo 1. La tabla 2 muestra también los resultados.

15

Ejemplos comparativos 6 a 8

[0057] Uno cualquiera o más de los ésteres G, I y J obtenidos en los ejemplos comparativos descritos anteriormente se emplearon según se muestra en la tabla 2 para preparar aceites de base de un lubricante (es decir, los aceites de base 9 a 11). Los aceites de base se ensayaron de la misma manera que en el ejemplo 1. La tabla 2 muestra también los resultados.

20

(Tabla 2)

Ejemplo	Contenido de éster (% en peso)	Aceite de base	Índice de acidez (mg de KOH/g)	Índice de hidroxilo (mg de KOH/g)	Viscosidad cinemática (mm ² /s)		Índice de viscosidad	Número de color (APHA)	Resistividad volumétrica (TΩ.m)	Punto de vertido (°C)	Prueba de bajas temperaturas a largo plazo*1 (presencia o ausencia de cristales)	Temperatura de separación en dos fases				Prueba del tubo hermético cerrado		Prueba de Falex
					40 °C	100 °C						R-134a	Baja temperatura (°C)	Alta temperatura (°C)	R-407C	Baja temperatura (°C)	Alta temperatura (°C)	
7	A (100)	1	0,01	0,4	106,9	11,14	87	68	6,2	32,5	-	-10	80<	5	48	88	0,12	7
8	B (100)	2	0,01	1	54,02	9,10	89	57	5,4	35,0	-	-10	80<	7	58	74	0,08	8
9	C (100)	3	0,01	0,5	79,76	9,27	87	46	5,1	37,5	-	-16	80<	3	66	60	0,10	9
10	D (100)	4	0,01	0,8	75,82	8,31	87	42	4,3	37,5	-	-18	80<	-11	80<	55	0,10	9
11	E (100)	5	0,01	0,7	76,84	8,12	84	38	3,2	37,5	-	-17	80<	-13	80<	49	0,08	10
12	F (100)	6	0,01	0,2	68,12	8,42	84	36	2,9	40,0	-	-18	80<	-12	80<	47	0,09	11
13	F (93) K (7)	7	0,01	0,6	56,24	7,387	90	35	2,7	40,0	-	-21	80<	-14	80<	45	0,14	12
14	F (50) H (25) K (25)	8	0,01	0,3	30,87	5,126	91	31	2,0	40,0	-	-30	80<	-10	80<	41	0,07	13
15	G (100)	9	0,01	0,6	78,36	9,057	87	52	2,1	37,5	+	-19	80<	-15	80<	68	0,06	13
16	G (20) J (80)	10	0,01	0,6	175,1	16,31	88	76	6,5	32,5	-	3	80<	x ²	x ²	99	0,16	9
17	G (7) I (90) J (3)	11	0,01	0,6	111,6	11,31	84	48	2,5	25,0	+	-19	80<	-60	80<	63	0,12	10

*1 Mantenimiento a -20 ° durante 1.000 horas. La indicación "-" denota que no se produce precipitación y la indicación "+" denota que se produce precipitación.

*2 No disuelto

[0058] Como se deduce de los resultados de la tabla 2, los aceites de base de un lubricante (es decir, los aceites de base 1 a 8) en los ejemplos presentaron una estabilidad excelente, de manera que no se produjo ninguna precipitación incluso en la prueba de bajas temperaturas a largo plazo. Además, estos aceites de base 1 a 8 tienen un bajo punto de vertido, excelente compatibilidad con refrigerantes fluorocarbonados, indicada por la temperatura de separación en dos fases, son menos susceptibles al deterioro debido a oxidación térmica, lo que se indica por los resultados de la prueba del tubo herméticamente cerrado, y satisfacen los demás requisitos de rendimiento requeridos para los aceites de base de un lubricante para refrigeración. Por consiguiente, es evidente que estos son excelentes aceites de base. Por el contrario, con respecto a los aceites de base de un lubricante (es decir los aceites de base 9 a 11) en los ejemplos comparativos 6 y 8, en la prueba de bajas temperaturas a largo plazo se producen precipitados, por lo que resultan inferiores en cuanto a su estabilidad a bajas temperaturas. Con respecto al aceite de base de un lubricante (es decir, el aceite de base 10) en el ejemplo comparativo 7, no se producen precipitados en la prueba de bajas temperaturas a largo plazo, pero la temperatura de separación en dos fases en la zona de bajas temperaturas es alta, de modo que la compatibilidad con refrigerantes fluorocarbonados a estas bajas temperaturas es mala y, además, el número de color en la prueba del tubo herméticamente cerrado es alto. Por lo tanto, este aceite de base (es decir, el aceite de base 10) no tiene características suficientes para su uso práctico.

[0059] La composición lubricante para refrigeración tiene una excelente estabilidad a bajas temperaturas. Además, presenta buena compatibilidad con fluorocarbonos, en particular con hidrofluorocarbonos sin cloro, de modo que se usa preferentemente como lubricante en máquinas de refrigeración que usan un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro o como fluido de trabajo refrigerante, obtenido por mezcla de este lubricante con un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro. Específicamente, la composición lubricante para refrigeración y el fluido de trabajo refrigerante que contiene el lubricante y un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro pueden usarse para equipos de aire acondicionado tales como acondicionadores de aire domésticos y acondicionadores de aire compactos, aparatos de bajas temperaturas tales como frigoríficos-congeladores de uso doméstico, frigoríficos industriales y compresores de acondicionadores de aire para automóviles tales como automóviles híbridos y automóviles eléctricos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la producción de un éster para un lubricante para refrigeración, que comprende:
- 5 la reacción de un alcohol mixto y un ácido monocarboxílico mixto y la obtención del éster mixto que tiene un índice de hidroxilo de 5,0 mg de KOH/g o menos, medido de acuerdo con el estándar JIS K-0070, y un índice de acidez de 0,05 mg de KOH/g o menos, medido de acuerdo con el estándar JIS C-2101, en que el alcohol mixto consta del 65 al 99,95 % molar de pentaeritritol y del 0,05 al 35 % molar de dipentaeritritol, el ácido monocarboxílico mixto consta del 25 al 55 % molar de un ácido monocarboxílico con 5 a 8 átomos de carbono
- 10 y del 45 al 75 % molar de ácido isononanoico, y el ácido monocarboxílico mixto y el alcohol mixto comprenden ácidos monocarboxílicos y alcoholes, respectivamente, que satisfacen la relación siguiente:

$$1,09 \leq \frac{\{ \Sigma [A \times B] - [C \times D] \}}{E} \leq 1,33 \quad (1)$$

- 15 A: número de átomos de carbono de la cadena principal de un ácido monocarboxílico en el ácido monocarboxílico mixto
 B: fracción molar del ácido monocarboxílico del punto "A"
 C: número de átomos de carbono de la cadena lateral de mayor longitud de los ácidos monocarboxílicos ramificados
- 20 en el ácido monocarboxílico mixto
 D: fracción molar del ácido monocarboxílico que tiene la cadena de mayor longitud
 E: número medio de grupos hidroxilo de cada alcohol en el alcohol mixto.

- 25 2. Un procedimiento para la producción de un fluido de trabajo refrigerante, que comprende la mezcla de un éster obtenido por un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un refrigerante hidrofluorocarbonado sin cloro.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la viscosidad cinemática del
- 30 lubricante para refrigeración a 40 °C es de 30 a 150 mm²/s.

4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el ácido isononanoico contiene del 88,50 % al 99,95 % molar de ácido 3,5,5-trimetilhexanoico.

- 35 5. Uso de un fluido de trabajo refrigerante obtenido por un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 para un aparato de refrigeración del tipo de compresión de refrigerante, en el que el aparato de refrigeración comprende un compresor, un condensador, un mecanismo de expansión y un evaporador.