

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 227**

51 Int. Cl.:

C09K 5/10 (2006.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/625 (2014.01)

H01M 10/6567 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2022** **E 22212971 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 4386063**

54 Título: **Método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico usando una composición de fluido dieléctrico que tiene buena disipación de calor en un amplio intervalo de temperatura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2025

73 Titular/es:

EVONIK OPERATIONS GMBH (100.00%)
Rellinghauser Straße 1-11
45128 Essen, DE

72 Inventor/es:

JOVIC, KRISTINA;
WILKENS, ROLAND y
HILF, STEFAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 029 227 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 de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico usando una composición de fluido dieléctrico que tiene buena disipación de calor en un amplio intervalo de temperatura

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 La invención se refiere a un método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico usando una composición de fluido dieléctrico que comprende un fluido de base A) que comprende oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno. El método según la invención proporciona disipación de calor excelente y consistente del sistema de equipo eléctrico en un amplio intervalo de temperatura.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 La presente invención se refiere al campo de los fluidos de control térmico para refrigeración directa. Las aplicaciones para baterías más eficientes, así como de carga rápida, requieren sistemas de refrigeración eficaces para disipar calor de aplicaciones de baja a alta tensión, por ejemplo, vehículos eléctricos puros (VE), vehículos eléctricos híbridos (VEH), vehículos eléctricos de celda de combustible, ordenadores, transformadores, condensadores, cables de alta tensión, aparellajes, y cuya función es proporcionar aislamiento eléctrico, suprimir la corona y el arco. Junto a la refrigeración con aire e indirecta, existe una refrigeración directa por inmersión en líquido, que es la tecnología de refrigeración más eficiente. Especialmente para baterías más grandes, por ejemplo, en vehículos eléctricos, existe una elevada cantidad de calor generado durante los procesos de carga y descarga. La temperatura óptima para las baterías de ion litio es 20-40 °C, cualquier temperatura más alta disminuiría el rendimiento de la batería y la longevidad, y puede conducir a fallos en la batería, como fuga térmica. Este es el motivo por el que existe una necesidad de fluidos de control térmico eficientes.

- Los fluidos de refrigeración actualmente disponibles son normalmente fluidos de refrigeración basados en hidrocarburos con una elevada cantidad de cadenas de alquilo C17 ramificadas o más largas. Por ejemplo, el documento de patente WO2022038313 desvela una composición parafínica renovable que comprende una cantidad importante de una mezcla de parafinas C17 y C18. También se describe que la composición debe comprender menos de 10 % en peso de C16, y preferentemente menos de 5 % en peso, como se ejemplifica en la parte experimental, donde las composiciones comprenden una cantidad total de aproximadamente 4 % en peso de iso- y n-parafinas C16 y aproximadamente 90 % en peso o más de una mezcla de iso- y n- parafinas C17 y C18.

- El documento de patente WO2018078024 describe fluidos de transferencia de calor con un punto de ebullición de 200 a 400 °C y un intervalo de ebullición inferior a 80 °C, en donde dichos fluidos comprenden más del 95 % en peso de iso-parafinas y menos del 3 % de nafteno. Aunque este documento se centra principalmente en la capacidad calorífica específica y las propiedades de lubricidad, no dice nada sobre la propiedades de flujo en frío (punto de fluidez y viscosidades a baja temperaturas), que son esenciales para aplicación en un amplio intervalo de temperatura como fluido de control térmico.

- Estas composiciones de control térmico que comprenden hidrocarburos con cadenas de alquilo altamente ramificadas (cantidad principal cadenas de alquilo C17 ramificadas o más largas) provocan problemas, especialmente con respecto al rendimiento de baja temperatura en un amplio intervalo de temperatura de uso. Por lo tanto, un objeto de la presente invención era proporcionar un nuevo método de control térmico de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico, en donde la composición de fluido de control térmico debe tener una baja conductividad eléctrica, baja viscosidad, excelentes propiedades térmicas en un amplio intervalo de temperatura, mientras se mantiene el bajo punto de fluidez, alto punto de inflamación y altas temperaturas de autoignición.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

- Después de una rigurosa investigación, los inventores de la presente invención han descubierto sorprendentemente que los oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados de buteno, como se definen en la reivindicación 1, con una cantidad predominante de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono, resuelven el problema técnico anterior y proporcionan disipación de calor excelente y consistente en un amplio intervalo de temperatura, mientras que tienen excelente rendimiento a baja temperatura, así como elevado punto de inflamación y punto de autoignición.

Por lo tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico como se define en la reivindicación 1.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

Con el fin de ilustrar mejor las ventajas y propiedades del método de refrigeración reivindicado, el objeto de la presente invención, se adjunta un gráfico como ejemplo no limitativo:

La Figura 1 es un gráfico que muestra el rendimiento de disipación de calor de diferentes hidrocarburos de -15 °C a 40 °C. La composición de fluido dieléctrico Comp. HC1 (■) muestra un aumento escalonado en el número de Prandtl a temperaturas más bajas. Las composiciones de fluido dieléctrico Comp. HC2 (▲) y HC1 (•) muestran un comportamiento similar a temperatura alta y media. Sin embargo, la composición de fluido dieléctrico HC1 tiene un menor aumento en el número de Prandtl a temperaturas más bajas. La composición de fluido dieléctrico HC2 (◆) muestra el número de Prandtl más bajo con un pendiente muy baja con respecto al perfil de temperatura completo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico usando una composición de fluido dieléctrico que comprende un fluido de base A) que comprende oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno,

y en donde el fluido de base A) comprende, basándose en el peso total del fluido de base A),

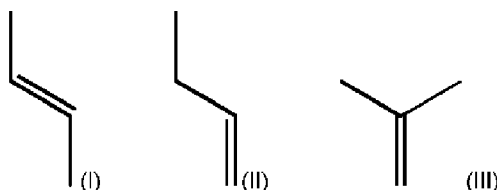
a) de 50 a 78 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 22 a 50 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono

y en donde los oligómeros hidrogenados a), b) y c) del fluido de base A) tienen un índice de yodo inferior a 3 g de yodo / 100 g de oligómero según DIN 14111.

En otras palabras, el fluido de base A) comprende oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno de Fórmula (I), Fórmula (II) y Fórmula (III)



y en donde el fluido de base A) comprende, basándose en el peso total del fluido de base A),

a) de 50 a 78 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 22 a 50 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono

y en donde los oligómeros hidrogenados a), b) y c) del fluido de base A) tienen un índice de yodo inferior a 3 g de yodo / 100 g de oligómero según DIN 14111.

Según otra realización preferida, el fluido de base A) comprende oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno de Fórmula (I), Fórmula (II) y Fórmula (III) y el contenido de oligómeros obtenido de la oligomerización de buteno de la fórmula (III) es inferior a 10 % en peso, preferentemente inferior a 8 % en peso, incluso más preferentemente inferior a 5 % en peso, basado en el peso total del fluido de base A). Preferentemente, el fluido de base A) consiste en oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno.

En una realización preferida de la invención, el fluido de base A), que comprende oligómeros saturados isoparafínicos ramificados hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno y la etapa de hidrogenación adicional, está libre de n-parafinas y componentes aromáticos. Más preferentemente, el fluido de base A) consiste en oligómeros saturados isoparafínicos ramificados hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno de Fórmula (I), Fórmula (II) y Fórmula (III) y está libre de n-parafinas y componentes aromáticos.

En otra realización preferida de la invención, el fluido de base A) comprende, basándose en el peso total del fluido de base A),

a) de 55 a 78 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 22 a 45 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

5 c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

Aún en otra realización preferida de la invención, el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

10 a) de 60 a 75 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 25 a 40 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

15 En una realización incluso más preferida de la presente invención, el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

a) de 60 a 70 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

20 b) de 30 a 40 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

Según la presente invención, se prefiere que los oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b) consistan en

25 - 50 a 98 % en peso, más preferentemente 70 a 98 % en peso, incluso más preferentemente 70 a 80 % en peso, de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono y

- 2 a 50 % en peso, más preferentemente 2 a 30 % en peso, incluso más preferentemente 20 a 30 % en peso, de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono, basado en el peso total de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b).

30 El fluido de base A) según la invención se prepara por la oligomerización de buteno, en el que la oligomerización de buteno de Fórmula (I), Fórmula (II) y Fórmula (III) se lleva a cabo usando un catalizador de oligomerización heterogéneo que forma un oligomerizado, seguido de destilación posterior, en el que los oligómeros se forman durante la oligomerización parcialmente separada del oligomerizado residual. Finalmente, los oligómeros destilados se hidrogenan. El producto resultante es el fluido de base A). Preferentemente, el fluido de base A) según la invención se prepara siguiendo el ejemplo del documento de patente DE102004018753.

35 Según la invención, el fluido de base A) comprende oligómeros hidrogenados a), b) y c) obtenidos de la oligomerización de buteno, en donde los oligómeros hidrogenados a), b) y c) del fluido de base A) tienen un índice de yodo inferior a 3 g de yodo / 100 g de oligómero, preferentemente inferior a 2 g de yodo / 100 g de oligómero, más preferentemente inferior a 1,5 g de yodo / 100 g de oligómero según DIN 14111. El índice de yodo es una medida del grado relativo de insaturación en componentes, como se ha determinado por la captación de halógeno.

40 En la presente invención, el índice de yodo es la masa de yodo en gramos que es consumida por 100 gramos de los oligómeros hidrogenados del fluido de base A).

Preferentemente, el sistema de equipo eléctrico se selecciona del grupo que consiste en baterías eléctricas, motores eléctricos, inversor, transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, líneas de transmisión rellenas de fluido, cables de alimentación rellenos de fluido, ordenadores, servidores de datos y electrónica de potencia.

45 En otra realización preferida de la invención, el método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico según la invención es una refrigeración directa por inmersión en líquido. En una refrigeración directa por inmersión en líquido, el calor se retira del sistema haciendo circular el líquido en contacto directo con los componentes calientes.

Según una realización preferida de la invención, la composición de fluido dieléctrico como se define en la reivindicación 1 comprende además un fluido de base B) seleccionado del grupo que consiste en poliol ésteres,

monoésteres, hidrocarburos saturados, ésteres de ácidos dicarboxílicos, carbonatos, éteres, alcoholes, aminas, amidas, o una mezcla de los mismos. En el contexto de la presente invención, el componente B) es un fluido de base, diferente del fluido de base A) como se define en la reivindicación 1 y en toda la presente memoria descriptiva. Por lo tanto, preferentemente, la composición de fluido dieléctrico comprende el fluido de base A) según la invención como primer fluido de base, y el componente B) indicado anteriormente como segundo fluido de base.

Preferentemente, las cantidades de fluido de base A) y fluido de base B) suman al menos 90 % en peso, más preferentemente suman al menos 95 % en peso, basado en el peso total de la composición de fluido dieléctrico.

Preferentemente, la composición de fluido dieléctrico puede comprender además un aditivo C) seleccionado del grupo que consiste en antiespumantes, agentes de compatibilidad del sellado, antioxidantes, pasivadores de metales amarillos, inhibidores de óxido, depresores de la descarga electrostática, desemulsionantes, colorantes o una mezcla de los mismos. Los compuestos aditivos C) corresponden a aditivos típicos usados en los fluidos de control térmico y se describen con detalle, entre otros, en T. Mang, W. Dresel (eds.): "Lubricants and Lubrication", Wiley-VCH, Weinheim 2001; R. M. Mortier, S. T. Orszulik (eds.): "Chemistry and Technology of Lubricants". Preferentemente, los pasivadores de metales amarillos adecuados se seleccionan de la lista que consiste en imidazoninas, imidazoles, tiazoles, tiadiazoles, triazoles, toliltriazoles, piridinas, quinolinas, morfolinas o una mezcla de los mismos.

Preferentemente, los inhibidores de óxido adecuados se seleccionan de la lista que consiste en sulfonatos, carboxilatos, alquilaminas, carboxilatos de amina, boratos de amina, fosfatos o una mezcla de los mismos.

Preferentemente, los depresores de descarga electrostática adecuados se seleccionan de la lista que consiste en esterquats, quats de imidazolio, alcoxi alquil quats, trialquil monometil quats, monoalquil trimetilquats, diamidoaminaquats, bencil quats, éter aminas etoxiladas, éter diaminas, etoxilatos de alcoholes grasos, éter óxidos de amina, éter amina quats o una mezcla de los mismos.

Preferentemente, los desemulsionantes adecuados se seleccionan de la lista que consiste en fenoles polialcoxilados, polioles polialcoxilados, poliaminas polialcoxiladas o una mezcla de los mismos.

Preferentemente, los antiespumantes adecuados se seleccionan de la lista que consiste en aceites de silicona, fluoroaceites de silicona, fluoroalquil éteres, poliácridatos, o una mezcla de los mismos.

Preferentemente, los agentes de compatibilidad del sellado se seleccionan de la lista que consiste en éster de adipato, éster de sebacato, éster de neopentilpoliol, sulfolanos.

Preferentemente, los antioxidantes adecuados incluyen antioxidantes basados en fenol y antioxidantes basados en amina.

En una realización preferida, los antioxidantes basados en fenol se seleccionan de la lista que consiste en 3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)propionato de octadecilo; 4,4'-metilenbis(2,6-di-terc-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-t-butilfenol); 4,4'-bis(2-metil-6-t-butilfenol); 2,2'-metilenbis(4-etil-6-t-butilfenol); 2,2'-metilenbis(4-metil-6-t-butilfenol); 4,4'-butilidenbis(3-metil-6-t-butilfenol); 4,4'-isopropilidenbis(2,6-di-t-butilfenol); 2,2'-metilenbis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilidenbis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-metilenbis(4-metil-6-ciclohexilfenol); 2,6-di-t-butil-4-metilfenol; 2,6-di-t-butil-4-etilfenol; 2,4-dimetil-6-t-butilfenol; 2,6-di-t-amil-p-cresol; 2,6-di-t-butil-4-(N,N'-dimetilaminometilfenol); 4,4'-tiobis(2-metil-6-t-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-t-butilfenol); 2,2'-tiobis(4-metil-6-t-butilfenol); sulfuro de bis(3-metil-4-hidroxi-5-t-butilbencilo); sulfuro de bis(3,5-di-t-butil-4-hidroxibencilo); 3-(4-hidroxi-3,5-di-t-butilfenil)propionato de n-octilo; 3-(4-hidroxi-3,5-di-t-butilfenil)propionato de n-octadecilo; 2,2'-tio[dietil-bis-3-(3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil)propionato], o una mezcla de los mismos. Los antioxidantes basados en fenol incluso más preferidos son antioxidantes basados en bis-fenol y antioxidantes basados en fenol que contienen un grupo éster.

Los antioxidantes basados en amina incluyen, por ejemplo, monoalquildifenilaminas tales como monooctildifenilamina, monononildifenilamina; dialquildifenilaminas tales como 4,4'-dibutildifenilamina, 4,4'-dipentildifenilamina, 4,4'-dihexildifenilamina, 4,4'-diheptildifenilamina, 4,4'-dioctildifenilamina, 4,4'-dinonildifenilamina; polialquildifenilaminas tales como tetrabutildifenilamina, tetrahexildifenilamina, tetraoctildifenilamina, tetranonildifenilamina; naftilaminas, concretamente alfa-naftilamina, fenil-alfa-naftilamina y otras fenil-alfa-naftilaminas sustituidas con alquilo, tales como butilfenil-alfa-naftilamina, pentilfenil-alfa-naftilamina, hexilfenil-alfa-naftilamina, heptilfenil-alfa-naftilamina, octilfenil-alfa-naftilamina, nonilfenil-alfa-naftilamina. De entre las mismas, se prefieren las difenilaminas a las naftilaminas, desde el punto de vista del efecto antioxidante de las mismas.

Según una realización preferida de la invención, la composición de fluido dieléctrico según la invención comprende de 2 a 100 % en peso de fluido de base A), de 0 a 98 % en peso de fluido de base B), y 0 a 10 % en peso de aditivo C), basado en el peso total de la composición de fluido dieléctrico. Más preferentemente, la cantidad total de A), B) y C) suma al menos 90 % en peso, más preferentemente al menos 95 % en peso, incluso más preferentemente 100 % en peso, basado en el peso total de la composición de fluido dieléctrico según la invención.

Según una realización preferida de la invención, el fluido de base A) tiene un punto de fluidez inferior a menos 80 °C (-80 °C) según ASTM D5950.

En la presente invención, el número de Prandtl (Pr) se calcula según la siguiente fórmula. El número de Prandtl es una cantidad adimensional que pone la viscosidad de un fluido en correlación con la conductividad térmica (véase Bastian E. Rapp, en Microfluidics: Modelling, Mechanics and Mathematics, 2017). El número de Prandtl se facilita como:

$$Pr = \vartheta/\alpha = \text{difusividad del momento} / \text{difusividad térmica} = (\mu/\rho) / (k/(c_p\rho)) = c_p\mu / k$$

en donde

ϑ : difusividad del momento (viscosidad cinemática) $\vartheta = \mu/\rho$; unidad del SI: m²/s

α : difusividad térmica; unidad del SI: m²/s

μ : viscosidad dinámica; unidad del SI: Pa·s = N·s/m²

k: conductividad térmica; unidad del SI: W/(m·K)

c_p : calor específico; unidad del SI: J/(kg·K)

ρ : densidad; unidad del SI: kg/m³

Como se muestra en la parte experimental a continuación, los inventores de la presente invención han descubierto sorprendentemente que el fluido de base A) del método según la invención tiene números de Prandtl pequeños con respecto a un amplio intervalo de temperaturas. Confirma que los fluidos de base A) según la invención tienen elevada conductividad térmica y baja viscosidad, que es ventajoso para el control térmico en dispositivos eléctricos. Esto significa que los fluidos dieléctricos de la invención son capaces de intercambiar calor eficientemente con un dispositivo eléctrico. De hecho, cuanto mayor sea la conductividad térmica, mejor será la capacidad de transferencia de calor. Además, los fluidos muestran grandes propiedades de flujo en frío.

Según una realización preferida, el fluido de base A) de la invención tiene un número de Prandtl inferior a 60 a 40 °C y 1013 hPa de presión, más preferentemente, inferior a 55 a 40 °C y 1013 hPa de presión.

PARTE EXPERIMENTAL

La invención se ilustra adicionalmente con detalle en lo sucesivo con referencia a ejemplos y ejemplos comparativos, sin intención de limitar el alcance de la presente invención.

Abreviaturas

TAI Temperatura de autoignición según DIN 51794

Comp. HC1 Yubase 3 de SK Lubricants, que es un destilado que comprende iso- y n-parafinas con cadenas de alquilo de más de 20 átomos de carbono (aceite de base parafínica ligera hidrotratado con una KV40 de 11,80 mm²/s)

Comp. HC2 PAO 2 correspondiente a dímero basado en 1-deceno

Cp Capacidad térmica específica a la temperatura indicada en la Tabla 1 y según ASTM D7896-19

Cond. eléct. La conductividad eléctrica se midió a 25 °C según ASTM D2624

FP Punto de inflamación ASTM D93

HC1 64 % en peso de C16 / 34 % en peso de hidrocarburo isoparafínico ramificado hidrogenado C20 y C24 / Resto hidrocarburos de alto punto de ebullición (hidrocarburos C28 o isoparafínicos ramificados más hidrogenados)

HC2 78 % en peso de C16 / 22 % en peso de hidrocarburo isoparafínico ramificado hidrogenado C20 y C24

KV Viscosidad cinemática a la temperatura indicada en la Tabla 1 y según ASTM D445

PN Número de Prandtl a la temperatura indicada en la Tabla 1 y 1013 hPa (1 atm)

PP Punto de fluidez según ASTM D5950

λ Conductividad térmica a la temperatura indicada en la Tabla 1 y según ASTM D7896-14

δ Densidad a la temperatura indicada en la Tabla 1 y según DIN EN ISO12185

Métodos de ensayo

5 Las viscosidades cinemáticas de las composiciones de fluidos dieléctricos se midieron a las temperaturas indicadas en la Tabla 1 (concretamente 40 °C, 20 °C y -15 °C) y según ASTM D445.

La capacidad térmica específica y la conductividad térmica se midieron a las temperaturas indicadas en la Tabla 1 con el método del alambre caliente según ASTM D7896-19.

El punto de fluidez (PP) se midió según ASTM D5950.

El punto de inflamación se midió con una configuración de Pensky Marten de copa cerrada según ASTM D93.

10 La conductividad eléctrica se midió a 25 °C según ASTM D2624.

la densidad se midió a las temperaturas indicadas en la Tabla 1 y según DIN EN ISO 12185.

La temperatura de autoignición se midió según DIN 51794.

15 El análisis cuantitativo de los componentes de fluidos de control térmico se midió por cromatografía de gases. El análisis se llevó a cabo con una columna capilar de cuarzo DB-5 5 % de difenilo / 95 % de dimetilpolisiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m) de Agilent, conectada a un detector de ionización de llama. El programa de temperatura fue 50 °C durante 4 min que aumentó hasta 350 °C durante 20 min. El caudal fue 1,5 ml/min durante 34 min que aumentó hasta 2 ml/min. La temperatura de inyección es 280 °C y la temperatura del detector 350 °C. Se usó gas helio como gas portador y se ajustó a una velocidad del flujo de columna de 1,5 ml/min.

20 Para la identificación de los picos del cromatograma se usó espectroscopía de masas. El análisis se llevó a cabo con una columna capilar de cuarzo DB-5 5 % de difenilo / 95 % de dimetilpolisiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m) de Agilent, conectada con un espectrómetro de masas. El programa de temperatura fue 80 °C durante 2 min que aumentó hasta 320 °C durante 22 min. La temperatura de inyección es 250 °C y el flujo de portador 1,1 ml/min.

El grado de hidrogenación de los oligómeros hidrogenados a), b) y c) obtenidos de la oligomerización de buteno del fluido de base se determinó según DIN 14111.

Preparación de los fluidos de base

El fluido de base HC1 se prepara del mismo modo que el ejemplo en el documento de patente DE102004018753. Los compuestos de buteno de Fórmula (I), (II) y (III) están siendo oligomerizados en presencia de un catalizador de níquel. A continuación, los oligómeros C16 formados se separan mediante destilación y finalmente se hidrogenan.

30 El análisis del producto muestra que el fluido de base consiste en 64 % en peso de C16 / 34 % en peso de hidrocarburo C20 y C24 isoparafínico ramificado / Resto hidrocarburos de alto punto de ebullición (hidrocarburos C28 o isoparafínicos más ramificados).

El índice de yodo según DIN 14111 del fluido de base HC1 es 1,3 g de yodo / 100 g de oligómeros.

El fluido de base HC2 se prepara siguiendo el mismo procedimiento que para el fluido de base HC1. El producto obtenido por más purificación a través de destilación tiene la siguiente composición:

35 El análisis del producto muestra que el fluido de base consiste en 78 % en peso de C16 / 22 % en peso de hidrocarburo C20 y C24 isoparafínico ramificado.

El índice de yodo según DIN 14111 del fluido de base HC1 es 1,3 g de yodo / 100 g de oligómeros.

El fluido de base comparativo Comp. HC1 es un destilado que comprende iso y n-parafinas con cadenas de alquilo superiores a 20 átomos de carbono (aceite de base parafínica ligero hidrotratado con KV40 de 11,80 mm²/s).

40 El fluido de base comparativo Comp. HC2 corresponde a dímero basado en 1-deceno.

Los ejemplos de fluido de base según la invención (fluido de base A) de la reivindicación 1) y los ejemplos de fluido de base comparativos (Comp. HC) se muestran en la Tabla 1 a continuación con sus propiedades físicas respectivas.

Tabla 1: Propiedades de control térmico de las composiciones de fluido de control térmico según la invención

		Ejemplos inventivos		Ejemplos comparativos	
	Unidades	HC1	HC2	Comp. HC1	Comp. HC2
KV40	cSt	4,1	3,5	11,8	5,1
KV20	cSt	7,1	5,9	24,5	8,9
KV-15	cSt	32,4	25,2	183,6	37,8
λ a 40 °C	mW/m*K	120,9	120,8	132,3	135,0
λ a 20 °C	mW/m*K	124,2	124,0	135,2	138,7
λ a -15 °C	mW/m*K	128,2	128,7	140,5	145,3
Cp a 40 °C	kJ/kg*K	1,9	1,9	2,0	2,1
Cp a 20 °C	kJ/kg*K	1,8	1,8	1,9	2,0
Cp a -15 °C	kJ/kg*K	1,7	1,7	1,8	1,9
δ a 40 °C	g/cm ³	0,788	0,782	0,815	0,781
δ a 20 °C	g/cm ³	0,797	0,793	0,827	0,794
δ a 15 °C	g/cm ³	0,805	0,799	0,831	0,797
δ a -15 °C	g/cm ³	0,825	0,819	0,850	0,817
PN40 °C	-	50	43	142	61
PN20 °C	-	83	70	285	103
PN-15 °C	-	357	212	1346	409
PP	°C	-90	-93	-33	-75
FP	°C	124	121	191	160
Punto de autoignición	°C	275	n.m.	260	324
n.m. no medido					

Como se muestra en la Tabla 1 anterior, los fluidos de base de hidrocarburo enriquecidos en C16 según la invención (Ejemplos HC1 y HC2) tienen muy buenas propiedades de conductividad térmica en combinación con baja viscosidad y excelente rendimiento a baja temperatura. A diferencia, los Ejemplos comparativos Comp. HC1 y Comp. HC2 no combinan todas las propiedades anteriormente indicadas y así no rinden tan eficientemente.

Además, aunque el fluido de base de hidrocarburo enriquecido en C16 Ejemplo HC1 según la invención muestra un punto de inflamación aceptable (124 °C), sorprendentemente el punto de autoignición de HC1 es superior al punto de autoignición de Comp. HC1 (275 °C frente a 260 °C, respectivamente). Esto es, por supuesto, una gran ventaja para impedir la autoignición cuando el sistema eléctrico tiene un mal funcionamiento que provocaría una fuga térmica.

La Tabla 2 a continuación muestra la evolución del valor del índice de Prandtl de algunas composiciones de fluido de control térmico según la invención y algunos fluidos de control térmico comparativos con respecto a un amplio intervalo de temperatura. La pendiente indica la eficiencia del número de Prandtl en un amplio intervalo de temperatura, cuanto más bajo sea el aumento, mejor es la eficiencia. La intersección describe el número de Prandtl

a 0 °C. Nuevamente, cuando más bajo sea el número de Prandtl, mejor se retirará el calor del sistema eléctrico. Esto también se refleja en la Figura 1 en la presente invención.

Tabla 2: Evolución del valor del índice de Prandtl de alguna composición fluida de control térmico con respecto a un intervalo de temperatura

Compuesto	Pendiente	Intersección
Comp. HC1	-22,8	933,4
Comp. HC2	-6,6	289,9
HC1	-5,8	251,1
HC2	-2,2	115,5

5

El fluido de control térmico comparativo Comp. HC1 muestra un fuerte aumento en la pendiente a 30 °C y, por lo tanto, no cumple un efecto de control térmico estacionario con respecto a un amplio intervalo de temperatura.

10

La composición de fluido de control térmico comparativa Comp. HC2 también muestra un aumento del valor del índice de Prandtl. Aunque los resultados son mejores que para el fluido de control térmico comparativo Comp. HC1, la pendiente para el fluido de base Comp. HC2 es más pronunciada que las pendientes de los fluidos de base inventivos HC1 y HC2 según la invención.

En particular, el fluido de base inventivo HC2 muestra la pendiente más baja. De hecho, la pendiente del valor del índice de Prandtl debe ser estacionaria en un amplio perfil de temperatura. Esto se observa por las composiciones de fluido de control térmico inventivas según la invención, donde se puede observar una clara mejora.

15

Los datos experimentales anteriores muestran que los fluidos de base A) de hidrocarburo enriquecido en C16 según la invención tienen números de Prandtl pequeños y estacionarios en un amplio intervalo de temperatura. Esto confirma que las composiciones de fluido dieléctrico según la invención tienen una elevada conductividad térmica y baja viscosidad en un amplio intervalo de temperatura, que es ventajoso para la eficaz circulación y capacidad de bombeo para disipar calor en dispositivos eléctricos. Además, los fluidos de base A) según la invención tienen

20

excelentes propiedades de flujo en frío (valores muy bajos del punto de fluidez como se muestra en la Tabla 1).

REIVINDICACIONES

1. Método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico usando una composición de fluido dieléctrico que comprende un fluido de base A) que comprende oligómeros hidrogenados obtenidos de la oligomerización de buteno, y en donde el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

5 a) de 50 a 78 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 22 a 50 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

10 c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono,

y en donde los oligómeros hidrogenados a), b) y c) del fluido de base A) tienen un índice de yodo inferior a 3 g de yodo / 100 g de oligómero según DIN 14111.

2. El método según la reivindicación 1, en donde el fluido de base A) está libre de n-parafinas y componentes aromáticos.

15 3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

a) de 55 a 78 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

20 b) de 22 a 45 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

25 4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde los oligómeros hidrogenados a), b) y c) del fluido de base A) tienen un índice de yodo inferior a 2 g de yodo / 100 g de oligómero, preferentemente inferior a 1,5 g de yodo / 100 g de oligómero, según DIN 14111.

5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

a) de 60 a 75 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

30 b) de 25 a 40 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

35 6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el fluido de base A) comprende, basado en el peso total del fluido de base A),

a) de 60 a 70 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 16 átomos de carbono,

b) de 30 a 40 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono o con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono o una mezcla de los mismos,

40 c) de 0 a 5 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo superior a 28 átomos de carbono.

45 7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde los oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b) consisten en 50 a 98 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono y 2 a 50 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono, basado en el peso total de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b).

- 5 8. El método según la reivindicación 7, en donde los oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b) consisten en 70 a 98 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono y 2 a 30 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono, basado en el peso total de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b).
9. El método según la reivindicación 8, en donde los oligómeros isoparafínicos ramificados b) consisten en 70 a 80 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 20 átomos de carbono y 20 a 30 % en peso de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados con una cadena de alquilo de 24 átomos de carbono, basado en el peso total de oligómeros isoparafínicos ramificados hidrogenados b).
- 10 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el sistema de equipo eléctrico se selecciona del grupo que consiste en baterías eléctricas, motores eléctricos, inversores, transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, líneas de transmisión rellenas de fluido, cables de alimentación rellenos de fluido, ordenadores, servidores de datos y electrónica de potencia.
- 15 11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el método de refrigeración de un sistema de equipo eléctrico es una refrigeración directa por inmersión en líquido.
12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la composición de fluido dieléctrico comprende además un fluido de base B) seleccionado del grupo que consiste en poliol ésteres, monoésteres, hidrocarburos saturados, ésteres de ácidos dicarboxílicos, carbonatos, éteres, alcoholes, aminas, amidas, o una mezcla de los mismos.
- 20 13. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la composición de fluido dieléctrico comprende además un aditivo C) seleccionado del grupo que consiste en antiespumantes, agentes de compatibilidad del sellado, antioxidantes, pasivadores de metales amarillos, inhibidores de óxido, depresores de la descarga electrostática, desemulsionantes, colorantes o una mezcla de los mismos.
- 25 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde la composición de fluido dieléctrico comprende 2 a 100 % en peso de fluido de base A), 0 a 98 % en peso de fluido de base B), y 0 a 10 % en peso de aditivo C), basado en el peso total de la composición de fluido dieléctrico.
15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde las cantidades de A) a C) suman al menos 90 % en peso, más preferentemente al menos 95 % en peso, incluso más preferentemente 100 % en peso, basado en el peso total de la composición de fluido dieléctrico.

FIGURA 1

