

FLUIDO DE TRANSFERENCIA DE CALOR CON BAJA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente estadounidense n.º 63/450506 presentada el 7 de marzo de 2023, cuyo contenido completo se incorpora aquí como referencia.

[0002] Se describen fluidos de transferencia de calor eficaces para su uso como fluidos de gestión térmica en vehículos eléctricos.

ANTECEDENTES

[0003] Los fluidos de transferencia de calor son esenciales para el funcionamiento normal de los vehículos automotores. En los vehículos automotores tradicionales propulsados por motores de combustión interna (ICE), se utilizan fluidos de transferencia de calor a base de glicol y agua en los sistemas de refrigeración para proporcionar una protección duradera durante todo el año. Algunos de los requisitos de los fluidos de transferencia de calor son que proporcionen una transferencia de calor eficiente para controlar y mantener la temperatura del motor con el fin de lograr un ahorro de combustible y una lubricación eficientes, y que eviten averías del motor debidas a congelación, ebullición o sobrecalentamiento, así como que proporcionen una transferencia de calor eficaz para satisfacer los requisitos de climatización de la cabina y descongelación del parabrisas. Un requisito adicional deseable de un fluido de transferencia de calor es que proporcione una protección eficaz contra la corrosión de todos los metales del sistema de refrigeración en un amplio rango de temperaturas y condiciones de funcionamiento, para garantizar que cumpla todas sus funciones de diseño. Un fluido de transferencia de calor ideal para su uso en el sistema de refrigeración de un vehículo automotor propulsado por un motor de combustión interna suele tener las siguientes características o propiedades deseables.

1. Alta capacidad calorífica (o alto calor específico) y alta conductividad térmica
2. Fluidéz dentro de la temperatura de uso
3. Baja viscosidad
4. Bajo punto de congelación
5. Alto punto de ebullición
6. Compatible con los materiales utilizados en el sistema de refrigeración, de modo que sea capaz de proporcionar una buena protección contra la corrosión a los metales utilizados en el sistema y no provoque la degradación de los no metales
7. Químicamente estable en el rango de temperatura y las condiciones de uso.
8. Baja tendencia a la formación de espuma.
9. Baja inflamabilidad; alto punto de inflamación.
10. No tóxico o de baja toxicidad; sin olores desagradables.
11. Rentable y con suministro adecuado

[0004] Además, es deseable que los fluidos de transferencia de calor tengan un color distintivo para proporcionar identidad y evitar confusiones entre los diferentes productos de tecnología de fluidos de

transferencia de calor y otros fluidos funcionales utilizados en automóviles. Dicho color también tiene por objeto proporcionar información sobre la concentración del fluido de transferencia de calor y permitir que este se reconozca durante y después de su uso en el sistema de refrigeración.

[0005] Aún no se ha identificado un único material que posea los mejores valores disponibles para todas las propiedades deseables para su uso como fluido de transferencia de calor en los sistemas de refrigeración de los vehículos automóviles. A pesar de ello, desde principios de la década de 1960, los fabricantes de automóviles han adoptado refrigerantes para motores basados en un 50 % de etilenglicol y un 50 % de agua como fluidos de transferencia de calor de llenado de fábrica durante todo el año en los sistemas de refrigeración de motores en los Estados Unidos para los motores de combustión interna. Los fabricantes de automóviles utilizan refrigerantes para motores con una composición de 50 % de etilenglicol y 50 % de agua como fluidos de llenado de fábrica porque proporcionan un equilibrio aceptable de propiedades de rendimiento en términos de transferencia de calor, protección contra la congelación y la ebullición, inflamabilidad, toxicidad, disponibilidad, protección contra la corrosión de los metales y compatibilidad con otros materiales utilizados en los sistemas de refrigeración.

[0006] Recientemente, los vehículos eléctricos han atraído cada vez más la atención de los consumidores y los fabricantes debido a la necesidad de reducir las emisiones durante el funcionamiento de los vehículos, mejorar la eficiencia energética y reducir la dependencia del petróleo. En general, hay cuatro tipos de vehículos eléctricos disponibles en el mercado. Son los siguientes:

1. Vehículos eléctricos de batería (BEV): propulsados únicamente por motor eléctrico. La energía necesaria para hacer funcionar el vehículo es suministrada por una batería de alto voltaje que se recarga externamente.
2. Vehículos eléctricos híbridos (HEV): propulsados por una combinación de motor de combustión interna y motor eléctrico. El motor eléctrico funciona con una batería de alto voltaje que se carga en el vehículo *mediante, por ejemplo*, el frenado regenerativo para una mayor eficiencia. Las baterías de un HEV no pueden recargarse desde una fuente de alimentación externa.
3. Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV): los híbridos enchufables también utilizan una batería de alto voltaje para alimentar un motor eléctrico que impulsa el vehículo y pueden recargarse desde una fuente de alimentación externa, pero incorporan un motor de combustión interna más pequeño que puede recargar la batería (o, en algunos modelos, alimentar directamente las ruedas) para permitir una mayor autonomía.
4. Vehículos eléctricos de pila de combustible (FCEV): propulsados únicamente por un motor eléctrico. Los FCEV generan electricidad para alimentar el motor eléctrico a través de un proceso electroquímico altamente eficiente en la pila de combustible. En la pila de combustible, la reacción de oxidación del hidrógeno (es decir, el combustible) tiene lugar en los ánodos, y la reacción de reducción del oxígeno (suministrado por el aire) tiene lugar en los cátodos.

[0007] Los componentes clave de los sistemas de propulsión de los vehículos eléctricos incluyen los siguientes:

1. Batería de alto voltaje con una unidad de control para la regulación de la batería y el cargador;
2. Motor/generador eléctrico con control electrónico (electrónica de potencia) y sistema de refrigeración;
3. Transmisión, incluido el diferencial;
4. Sistema de frenos (incluido el frenado regenerativo); y
5. Aire acondicionado de alto voltaje para el control de la climatización del interior del vehículo

[0008] En comparación con los vehículos eléctricos alimentados por batería, los vehículos eléctricos alimentados por pilas de combustible también tienen componentes adicionales, como una pila de combustible y un tanque de almacenamiento de hidrógeno a alta presión.

[0009] En general, los vehículos eléctricos pueden tener las siguientes combinaciones de propulsión:

Combinaciones de propulsión de vehículos eléctricos					
Componentes clave del tren de transmisión	Propulsión híbrida completa HEV	Propulsión híbrida enchufable PHEV	Propulsión eléctrica de batería BEV	Propulsión eléctrica con extensor de autonomía RXBEV	Propulsión eléctrica con pila de combustible FBCEV
Motor de combustión interna	Sí	Sí	No	Sí	No
Motores eléctricos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Electrónica de potencia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Batería de alto voltaje	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Contacto de carga para carga externa	No	Sí	Sí	Sí	No
Pila de combustible	No	No	No	No	Sí

Nota: «Sí» indica que el componente está presente en el sistema de propulsión del vehículo. «No» indica que el componente no está presente en el sistema de propulsión del vehículo.

[0010] Los componentes comunes de las diversas combinaciones de propulsión para vehículos eléctricos son los motores eléctricos, la electrónica de potencia y la batería de alto voltaje. Los requisitos de gestión térmica de los componentes del sistema suelen ser muy diferentes. Por ejemplo, las baterías de iones de litio se utilizan comúnmente en los vehículos eléctricos. A bajas temperaturas (*por ejemplo*, por debajo de cero grados Celsius), el rendimiento y la autonomía se reducen significativamente debido

a que las reacciones químicas que tienen lugar en la batería son más lentas. A altas temperaturas (*por ejemplo*, por encima de ~ 40 grados Celsius), la batería se deteriora rápidamente. Por otro lado, la electrónica de potencia no puede funcionar a temperaturas superiores a 70-80 grados Celsius durante un periodo de tiempo prolongado sin reducir significativamente su vida útil.

[0011] Además, para los distintos componentes del sistema de propulsión de los vehículos eléctricos (VE), las temperaturas de funcionamiento preferidas del refrigerante difieren, como se indica a continuación.

1. Batería de tracción de iones de litio de alto voltaje: de 25 °C a 35 °C o temperatura ambiente
2. Electrónica de potencia: de 60 °C a 80 °C
3. Motor eléctrico: hasta 100 °C
4. Pila de combustible: ~ 80 °C
5. Motores de combustión interna: de 95 °C a 120 °C

[0012] Debido a los diferentes requisitos de temperatura de funcionamiento de los distintos componentes, los vehículos eléctricos suelen necesitar más de un circuito de fluido de gestión térmica.

[0013] La gestión térmica eficaz de la batería de iones de litio (comúnmente utilizada en los vehículos eléctricos como batería de alto voltaje de tracción o propulsión) es especialmente importante, ya que no solo afecta a la autonomía de los vehículos eléctricos, sino que también desempeña un papel fundamental en la rapidez con la que se puede recargar la batería en las estaciones de carga. Además, una gestión térmica eficaz también ayuda a aumentar la vida útil de la batería de iones de litio.

[0014] La mayoría de los vehículos eléctricos que circulan hoy en día utilizan fluidos de transferencia de calor a base de etilenglicol y agua para satisfacer las necesidades de gestión térmica. Algunos modelos de vehículos eléctricos, como el Nissan Leaf, también utilizan refrigeración por aire para su sistema de batería de tracción de iones de litio de alto voltaje. El uso de aire como fluido de transferencia de calor puede simplificar la construcción del sistema de refrigeración. Sin embargo, debido a la baja capacidad calorífica y la baja conductividad térmica del aire, la refrigeración por aire no es una solución eficaz en comparación con la refrigeración por líquido. La refrigeración por aire requiere normalmente entre dos y tres veces más energía para eliminar el calor en comparación con la refrigeración por líquido. Proporcionar una refrigeración uniforme y eficaz de todas las celdas de la batería de un vehículo eléctrico, que puede contener muchas celdas individuales, es muy difícil si se utiliza aire como medio de transferencia de calor.

[0015] Por otra parte, la mayoría de los fluidos de transferencia de calor a base de etilenglicol y agua que se utilizan actualmente como fluidos de gestión térmica contienen inhibidores de corrosión y otros componentes que pueden ionizarse en soluciones acuosas. Por lo tanto, estos fluidos de transferencia de calor a base de etilenglicol y agua suelen tener una alta conductividad eléctrica, del orden de unos pocos miles de $\mu\text{S/cm}$. Estos fluidos de transferencia de calor están diseñados para circular dentro de

placas de refrigeración situadas junto a las celdas de la batería de iones de litio, pero están aislados eléctricamente de la batería de alto voltaje en condiciones normales de funcionamiento.

[0016] Las pilas de combustible son una fuente de energía limpia y eficiente. Se ha propuesto su uso en muchas aplicaciones, incluyendo como sustituto de los motores de combustión interna que se utilizan actualmente en los automóviles. Un conjunto de pilas de combustible incluye un ánodo (un electrodo con carga negativa donde tiene lugar la reacción de oxidación de un combustible), un cátodo (un electrodo con carga positiva donde tiene lugar la reacción de reducción de un oxidante, *por ejemplo*, oxígeno) y un electrolito entre los dos electrodos. Para producir suficiente energía para su uso como motor de vehículo, el motor basado en pilas de combustible necesita tener muchas pilas conectadas en serie para formar una pila de pilas de combustible. Cada pila individual funcionará a un voltaje de aproximadamente 0,6-1,0 V CC. La pila de pilas de combustible propuesta para su uso en vehículos suele tener más de 100 pilas conectadas en serie. Por lo tanto, el voltaje eléctrico de CC a través de la pila de pilas de combustible puede ser muy alto. El voltaje típico de las pilas suele oscilar entre 125 V CC y 450 V CC en las pilas de combustible para automóviles.

[0017] En los sistemas de refrigeración de pilas de combustible de vehículos propulsados por pilas de combustible, el refrigerante de los canales de flujo de la pila de combustible puede experimentar un voltaje de CC de hasta varios voltios por centímetro. Para minimizar la corrosión por corrientes parásitas y evitar cortocircuitos de corriente eléctrica, se especifican fluidos de transferencia de calor de etilenglicol y agua, eléctricamente no conductores, para su uso en los sistemas de refrigeración de pilas de combustible. Además, a menudo se instala un filtro de intercambio iónico que contiene resina de intercambio iónico de lecho mixto en el circuito de flujo del sistema de refrigeración de la pila de combustible para eliminar las especies iónicas del refrigerante y evitar que la conductividad eléctrica del refrigerante supere el límite máximo permitido debido a la degradación del glicol y la lixiviación de especies iónicas de las superficies de los componentes del sistema de refrigeración mojados por el refrigerante.

[0018] Además de generar energía eléctrica, un conjunto de pilas de combustible también genera calor debido a la naturaleza exotérmica de las reacciones electroquímicas implicadas y al flujo de corriente eléctrica. Por lo tanto, una pila de combustible contiene canales de refrigerante para la circulación del refrigerante con el fin de eliminar el calor de la pila. Al hacer circular un refrigerante a través de los canales de refrigerante, la temperatura de la pila de combustible puede controlarse en el rango deseado para obtener unas condiciones de funcionamiento óptimas.

[0019] Sin embargo, el sistema de refrigeración que rodea la pila de pilas de combustible está expuesto al mismo voltaje eléctrico que la propia pila de pilas de combustible. Para evitar o minimizar el riesgo de descarga eléctrica, es conveniente proporcionar un refrigerante con baja conductividad. Por ejemplo, el límite superior de la conductividad del refrigerante puede fijarse en menos de 5 $\mu\text{S/cm}$. Es deseable una

baja conductividad eléctrica para el refrigerante de una pila de combustible, a fin de reducir la corriente de derivación en el sistema de refrigeración y minimizar la reducción de la eficiencia del sistema.

[0020] Además, los sistemas de refrigeración de pilas de combustible tienen muchos componentes metálicos. El acero inoxidable, el aluminio, el latón y las aleaciones de soldadura fuerte, así como otras aleaciones ferrosas o no ferrosas, son algunos de los metales que pueden incluirse en los sistemas de refrigerantes de pilas de combustible. Entre las aleaciones de ingeniería comunes disponibles, las aleaciones de magnesio tienen la mayor relación resistencia-peso. El uso de aleaciones de magnesio en los automóviles ha aumentado debido a la necesidad de aumentar el ahorro de combustible, reducir la contaminación y disminuir nuestra dependencia del petróleo. Recientemente, se han desarrollado varias aplicaciones nuevas en diversas partes de los vehículos, como el cárter de aceite en determinados modelos de Honda, la carcasa de la caja de cambios en el VW Passat y el conjunto de soporte del radiador en los nuevos modelos de 2004 de la camioneta Ford F150. Sin embargo, el uso de aleaciones de magnesio para los sistemas de transmisión de los vehículos, como el bloque del motor, ha sido bastante limitado hasta ahora. Una de las razones que limita la aplicación de las aleaciones de magnesio en los sistemas de transmisión es su escasa resistencia a la corrosión, especialmente cuando entran en contacto con refrigerantes a base de agua/glicol, comúnmente utilizados en los sistemas de refrigeración de los vehículos. La corrosión galvánica entre las aleaciones de magnesio y otras aleaciones menos reactivas (o más nobles) es una de las principales causas de la corrosión excesiva de las aleaciones de magnesio en los sistemas de refrigeración de los vehículos.

[0021] El magnesio y los demás metales mencionados anteriormente pueden corroerse en condiciones de funcionamiento normales. Por lo tanto, es necesario utilizar inhibidores de corrosión en el refrigerante de la pila de combustible para minimizar la corrosión y aumentar la vida útil del sistema. Sin embargo, la mayoría de los inhibidores de corrosión conocidos son especies iónicas (por ejemplo, silicatos, nitritos, molibdatos, nitratos, carboxilatos, fosfatos y boratos, etc.), y su presencia en las concentraciones suficientemente altas que se utilizan normalmente para proporcionar protección contra la corrosión en los sistemas de refrigeración de los motores hará que se superen ampliamente los límites de conductividad del refrigerante de la pila de combustible. Por lo tanto, proporcionar una protección eficaz contra la corrosión en los sistemas de refrigeración de las pilas de combustible para los metales, especialmente para los metales más propensos a la corrosión, como el acero al carbono, las aleaciones de aluminio, aleaciones de magnesio y metales amarillos, ha sido un gran reto. La capacidad de proteger contra la corrosión de estos metales en los sistemas de refrigeración de un vehículo propulsado por pilas de combustible permitirá el uso de materiales de menor coste en los sistemas y ayudará a reducir el coste de fabricación de un vehículo propulsado por pilas de combustible.

[0022] Las formulaciones inhibidoras de la corrosión que se utilizan actualmente en los refrigerantes a base de agua/glicol para la mayoría de los sistemas de refrigeración (o gestión térmica) de los vehículos híbridos y BEV contienen altas concentraciones de especies iónicas, como silicatos, carboxilatos (como

mono o dicarboxilatos C₄ - C₁₈, benzoatos), molibdatos, nitratos, fosfatos, fosfonatos, boratos, etc., para proporcionar protección contra la corrosión a diversos metales en los sistemas de refrigeración. Aunque muchos de estos refrigerantes inhibidos pueden proporcionar una protección satisfactoria contra la corrosión a los componentes metálicos (incluidos el aluminio, el hierro fundido, el acero, el cobre, el latón, la soldadura, etc.) utilizados en los sistemas de refrigeración de vehículos, incluida la mayoría de los sistemas de gestión térmica de los vehículos eléctricos, la conductividad eléctrica de estos refrigerantes a base de agua/glicol suele ser bastante alta, generalmente en el rango de $> 1500 \mu\text{S/cm}$ para la mayoría de los productos refrigerantes prediluidos listos para usar (por ejemplo, 50 % en volumen de refrigerante + 50 % en volumen de agua).

[0023] Para reducir los riesgos de incendio de las baterías de iones de litio debido a una fuga de refrigerante a causa de un accidente (u otra razón), algunos fabricantes de equipos originales (OEM) comenzaron a utilizar un refrigerante prediluido, listo para usar y de baja conductividad eléctrica (es decir, menos de $150 \mu\text{S/cm}$) a base de agua y etilenglicol para su uso en el sistema de refrigeración de la batería y otros sistemas de refrigeración de los vehículos eléctricos en algunos modelos de vehículos eléctricos alimentados por batería. Sin embargo, el rendimiento de protección contra la corrosión de estos productos refrigerantes a base de agua y etilenglicol de baja conductividad eléctrica o de los fluidos de gestión del sistema térmico en general tiene un margen de mejora considerable, especialmente en lo que respecta a la protección contra la corrosión de los metales propensos a la corrosión que se han utilizado comúnmente en muchos sistemas de refrigeración de vehículos, como las aleaciones de aluminio, acero al carbono y hierro fundido. Además, el rendimiento de protección contra la corrosión de las superficies de aleación de aluminio de los intercambiadores de calor de automóviles fabricados mediante el proceso de soldadura fuerte en atmósfera controlada por estos productos refrigerantes a base de agua y etilenglicol en condiciones de funcionamiento del sistema de gestión térmica de los vehículos eléctricos tiene un margen de mejora considerable.

[0024] Además de proporcionar una protección eficaz contra la corrosión, un fluido de transferencia de calor debe tener otras propiedades para cumplir sus funciones de diseño. Entre estas propiedades deseables se incluyen, entre otras, una alta capacidad de transferencia de calor, protección contra la congelación, protección contra el hervido, protección contra la corrosión y protección antiespumante.

Resumen

[0025] Tras un estudio exhaustivo, los inventores han descubierto nuevos fluidos de transferencia de calor a base de glicol y agua o composiciones de fluidos de gestión térmica que tienen una baja conductividad eléctrica, son capaces de cumplir los requisitos de transferencia de calor eficaz, ofrecen una excelente protección contra la corrosión de los metales utilizados en los sistemas de refrigeración, protegen contra la congelación y el hervido y tienen una baja tendencia a la formación de espuma.

[0026] Los aspectos y las realizaciones de la presente invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Estos y otros aspectos y realizaciones de la invención también se describen en el presente documento.

[0027] Los fluidos de transferencia de calor o las composiciones de fluidos de gestión térmica descritos pueden suministrarse como un concentrado que posteriormente puede diluirse para su uso, o pueden suministrarse como un fluido de transferencia de calor o de gestión térmica prediluido y listo para su uso. Cuando se suministra como concentrado, el fluido de transferencia de calor o de gestión térmica contiene un agente depresor del punto de congelación, agua desionizada con una conductividad eléctrica inferior a $5\ \mu\text{S}/\text{cm}$ y una formulación inhibidora de la corrosión sinérgica con baja conductividad eléctrica que puede proporcionar una protección eficaz contra la corrosión de las superficies de aleación de aluminio en presencia de residuos de fundente de fluoruro de aluminio y potasio en condiciones de funcionamiento del sistema de gestión térmica de vehículos eléctricos. La conductividad eléctrica del concentrado de fluido de transferencia de calor es inferior a aproximadamente $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$. Cuando el fluido de transferencia de calor o de gestión térmica se suministra como producto listo para usar, la conductividad eléctrica del fluido de transferencia de calor listo para usar al 50 % en volumen, producido añadiendo agua desionizada al concentrado de fluido de transferencia de calor, también es inferior a aproximadamente $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$. La baja conductividad eléctrica de los fluidos de transferencia de calor o de gestión térmica descritos reduce la tendencia a la corrosión galvánica de los metales utilizados en los sistemas, incluidas las aleaciones de magnesio.

[0028] Un método de acuerdo con las presentes enseñanzas para prevenir la corrosión en un sistema de transferencia de calor incluye poner en contacto al menos una parte del sistema de transferencia de calor con el fluido de transferencia de calor descrito.

[0029] En algunas realizaciones, los fluidos de transferencia de calor descritos están libres de silicatos, nitritos, nitratos, molibdatos, carboxilatos (tales como, entre otros, mono o dicarboxilatos $\text{C}_4 - \text{C}_{18}$, benzoatos), fosfatos, fosfonatos y boratos.

[0030] Tal y como se utiliza en esta descripción, la referencia a un fluido de transferencia de calor puede referirse igualmente a fluidos de sistemas de gestión térmica, se indique explícitamente o no. En otras palabras, la ausencia de una mención explícita del fluido del sistema de gestión térmica, cuando se menciona el fluido de transferencia de calor, no significa que la composición descrita sea adecuada solo para fluidos de transferencia de calor. El experto en la materia comprenderá que las composiciones descritas pueden ser adecuadas tanto para fluidos de transferencia de calor como para fluidos de sistemas de gestión térmica, a menos que se indique específicamente lo contrario.

[0031] A lo largo de esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, se entenderán las siguientes definiciones:

[0032] El término «heteroátomo» se refiere a cualquier átomo que no sea carbono ni hidrógeno. Ejemplos representativos de heteroátomos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, nitrógeno, oxígeno, azufre y similares.

[0033] El término «alquilo» se refiere a una cadena de hidrocarburos sustituida o no sustituida, lineal, ramificada o cíclica que contiene, en algunas realizaciones, de 1 a 24 átomos de carbono. Entre los ejemplos representativos de grupos alquilo no sustituidos de acuerdo con las presentes enseñanzas se incluyen, entre otros, metilo, etilo, propilo, isopropilo, ciclopropilo, butilo, isobutilo, terc-butilo, sec-butilo, ciclobutilo, pentilo, ciclopentilo, hexilo, ciclohexilo y similares.

[0034] El término «alqueno» se refiere a una cadena de hidrocarburos insaturados, sustituidos o no sustituidos, lineales, ramificados o cíclicos, que contienen al menos un doble enlace y, en algunas realizaciones, de 2 a 24 átomos de carbono. Los grupos alqueno no sustituidos representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, etenilo o vinilo ($-\text{CH}=\text{CH}_2$), 1-propenilo, 2-propenilo o alilo ($-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$), 1,3-butadienilo ($-\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CH}_2$), 1-butenilo ($-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$), hexenilo, pentenilo, 1, 3, 5-hexatrienilo y similares. En algunas realizaciones, los grupos cicloalqueno tienen de cinco a ocho átomos de carbono y al menos un doble enlace. Los grupos cicloalqueno representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, ciclohexadienilo, ciclohexenilo, ciclopentenilo, cicloheptenilo, ciclooctenilo, ciclohexadienilo, cicloheptadienilo, ciclooctatrienilo y similares.

[0035] El término «alcoxi» se refiere a un grupo -O-alquilo sustituido o no sustituido. Los grupos alcoxi no sustituidos representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, metoxi, etoxi, n-propoxi, isopropoxi, n-butoxi, terc-butoxi y similares.

[0036] Los términos «siloxi» y «sililoxi» se refieren a grupos de oxígeno sustituidos por silicio. La parte que contiene silicio del grupo siloxi puede estar sustituida o no sustituida. Los grupos siloxi representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, trimetilsiloxi ($-\text{OSi}(\text{CH}_3)_3$), trietilsiloxi ($-\text{OSi}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$), triisopropilsiloxi ($-\text{OSi}(\text{i-Pr})_3$), terc-butildimetilsiloxi ($-\text{OSi}(\text{terc-Bu})(\text{CH}_3)_2$) y similares.

[0037] El término «alquino» se refiere a una cadena hidrocarbonada insaturada sustituida o no sustituida, lineal, ramificada o cíclica que contiene al menos un triple enlace y, en algunas realizaciones, de 2 a 20 átomos de carbono.

[0038] El término «arilo» se refiere a un sistema de anillos aromáticos monocíclicos, bicíclicos o policíclicos sustituidos o no sustituidos de 4 a 20 átomos de carbono. Los grupos arilo representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, benceno, benceno sustituido (por ejemplo, tolueno, xilenos, estireno), naftaleno, antraceno, bifenilo y similares.

[0039] El término «amino» se refiere a un grupo amino ($-\text{NH}_2$) sustituido o no sustituido. La amina puede ser primaria ($-\text{NH}_2$), secundaria ($-\text{NHR}_a$) o terciaria ($-\text{NR}_a\text{R}_b$, donde R_a y R_b son iguales o diferentes). Los grupos amino sustituidos representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas

incluyen, entre otros, metilamino, dimetilamino, etilamino, dietilamino, 2-propilamino, 1-propilamino, di(n-propil)amino, di(iso-propil)amino, metil-n-propilamino, terc-butilamino y similares.

[0040] El término «halógeno» se refiere al flúor, el cloro, el yodo o el bromo.

[0041] El término «heterocíclico» se refiere a un sistema de anillos saturados, parcialmente insaturados o aromáticos que contienen de 3 a 24 átomos de carbono (en algunas realizaciones, de 4 a 22 átomos de carbono; en otras realizaciones, de 6 a 20 átomos de carbono) y al menos un heteroátomo (en algunas realizaciones, de 1 a 3 heteroátomos). El anillo puede estar opcionalmente sustituido con uno o más sustituyentes. Además, el anillo puede ser mono-, bi- o policíclico. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término «heterocíclico» incluye el término «heteroarilo». Los heteroátomos representativos para su inclusión en el anillo incluyen, entre otros, nitrógeno, oxígeno y azufre. Los grupos heterocíclicos representativos de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, aziridina, azirina, oxirano, oxireno, tiirano, tiireno, diazirina, oxaziridina, dioxirano, azetidina, azete, oxetano, oxete, tietano, tiete, diazetidina, dioxetano, dioxeto, ditietano, ditierte, pirrolidina, tetrahidrofurano, tiolano, imidazolidina, pirazolideno, oxazolidina, isoxazolidina, tiazolidina, isotiazolideno, dioxolano, ditiolano, furazano, oxadiazol, ditiiazol, tetrazol, piperidina, oxano, pirano, tiano, tiopirano, piperazina, diazinas, morfolina, oxazina, tiomorfolina, tiazina, dioxano, dioxina, ditiano, ditiina, trioxano, tritiano, tetrazina, azepano, azepina, oxepano, oxepina, tiepano, tiepina, homopiperazina, diazepina, tiazepina, azocano, azocina, acridina, benzatiazolina, bencimidazol, benzofurano, benzotiafeno, benzotiazol, benzotiofenilo, carbazol, cinolina, furano, imidazol, 1H-indazol, indol, isoindol, isoquinolina, isotiazol, oxazol, isoxazol, oxadiazoles (por ejemplo, 1,2,3-oxadiazol), fenazina, fenotiazina, fenoxazina, ftalazina, pteridina, purina, pirazina, pirazol, piridazina, piridina, pirimidina, pirrol, quinazolina, quinolina, quinoxalina, tiazol, tiadiazoles (por ejemplo, 1,3,4-tiadiazol), tiofeno, triazina (por ejemplo, 1,3,5-triazina), triazoles (por ejemplo, 1,2,3-triazol) y similares.

[0042] El término «sustituido» se refiere a la unión opcional de uno o más sustituyentes a una estructura principal (por ejemplo, una estructura principal alquílica, una estructura principal alquenílica, una estructura principal heterocíclica, etc.). Los sustituyentes representativos para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, grupos hidroxilo, amino ($-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}_a$, $-\text{NR}_a\text{R}_b$), oxo ($-\text{O}-$), carbonilo ($-\text{CO}-$), tiol, alquilo, alqueniilo, alquiniilo, alcoxi, halógeno, nitrilo, nitro, arilo y heterocíclicos. Estos sustituyentes pueden estar opcionalmente sustituidos con 1-3 sustituyentes. Ejemplos de sustituyentes sustituidos incluyen, entre otros, carboxamida, alquilmercapto, alquilsulfonilo, alquilamino, dialquilamino, carboxilato, alcoxicarbonilo, alquilarilo, aralquilo, alquilheterocíclico, heterocíclicoarilo, halogenoalquilo y similares. El sustituyente no debe interferir sustancialmente desde el punto de vista químico con la reacción de la invención (por ejemplo, reaccionar de forma cruzada con los reactivos, terminar la reacción o similares).

[0043] La expresión «pila de combustible» se refiere a cualquier tipo de pila de combustible, incluyendo, entre otras, las pilas de combustible de membrana polimérica (PEM), las pilas de

combustible de metanol directo, las pilas de combustible alcalinas, las pilas de combustible de ácido fosfórico, pilas de combustible de carbonato fundido, pilas de combustible de óxido sólido y cualquier combinación de estas. Además, tal y como se utiliza en el presente documento, la expresión «pila de combustible» abarca una o varias pilas de combustible individuales, y una o varias «pilas» individuales (es decir, combinaciones acopladas eléctricamente) de pilas de combustible.

[0044] Debe entenderse que los elementos y características de las diversas realizaciones representativas descritas a continuación pueden combinarse de diferentes maneras para producir nuevas realizaciones que también entran dentro del alcance de las presentes enseñanzas.

[0045] A menos que se indique explícitamente lo contrario, todos los porcentajes de esta descripción se refieren a un porcentaje en peso.

[0046] La invención se extiende a composiciones y métodos sustancialmente como se describe en el presente documento y/o como se ilustra con referencia a las figuras adjuntas. La invención se extiende a cualquier aspecto o característica novedosa descrita y/o ilustrada en el presente documento. Además, los aspectos de la composición pueden aplicarse a los aspectos del método, y viceversa. Además, cualquiera, algunas y/o todas las características de un aspecto pueden aplicarse a cualquiera, algunas y/o todas las características de cualquier otro aspecto, en cualquier combinación adecuada. También debe tenerse en cuenta que las combinaciones particulares de las diversas características descritas y definidas en cualquier aspecto de la invención pueden implementarse y/o suministrarse y/o utilizarse de forma independiente.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0047] Los aspectos anteriores y muchas de las ventajas asociadas a la presente tecnología se apreciarán más fácilmente haciendo referencia a la siguiente descripción, cuando se toma junto con los dibujos adjuntos.

[0048] La figura 1 es una lista de productos de alcoholes alcoxilados disponibles en TOMAH Products, Inc.

[0049] La figura 2A muestra una foto de la parte frontal de cinco muestras de metal (la parte frontal está estampada con un número de identificación antes de la prueba) después de haber sido sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba el fluido de gestión térmica 1 para sistemas de baterías BEV de muy baja conductividad eléctrica, prediluido y listo para usar, del equipo original (OE) (también denominado refrigerante OE BEV 1) como solución de prueba sin añadir sales corrosivas, tal y como se describe con más detalle en el ejemplo comparativo 6, más adelante.

[0050] La figura 2B muestra una fotografía de la parte posterior de las cinco muestras metálicas de la figura 2A tras ser sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba el fluido de gestión térmica 1 del sistema de

baterías OE BEV (también denominado refrigerante OE BEV 1) prediluido y listo para su uso, con una conductividad eléctrica muy baja, sin añadir sales corrosivas, y que se describe con más detalle como ejemplo comparativo 6 a continuación.

[0051] La figura 3A muestra una foto de la parte frontal de cinco muestras metálicas tras ser sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C) en la que se utilizó como solución de prueba el fluido de gestión térmica 1 del sistema de batería OE BEV de baja conductividad eléctrica, prediluido y listo para usar (también especificado para su uso en sistemas inversores de vehículos eléctricos híbridos) se utilizó como solución de prueba sin añadir sales corrosivas y se describe con más detalle como ejemplo comparativo 7 a continuación.

[0052] La figura 3B muestra una foto de la parte posterior de las cinco muestras metálicas de la figura 3A después de haber sido sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba el fluido de gestión térmica 2 para sistemas de baterías OE BEV de baja conductividad eléctrica (también especificado para su uso en sistemas inversores de vehículos eléctricos híbridos) prediluido y listo para su uso (también denominado refrigerante OE BEV 2) sin añadir sales corrosivas, y que se describe con más detalle en el ejemplo comparativo 7, más adelante.

[0053] La figura 4A muestra una foto de la parte frontal de las cinco muestras metálicas después de haber sido sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba el fluido de gestión térmica del sistema de batería de conductividad eléctrica media prediluido y listo para usar (también denominado refrigerante EV de recambio) sin añadir ninguna sal corrosiva, y que se describe con más detalle como ejemplo comparativo 8 a continuación.

[0054] La figura 4B muestra una foto de la parte posterior de las cinco muestras metálicas de la figura 4A tras ser sometidas a una prueba ASTM D1384-24 modificada (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba el líquido de gestión térmica del sistema de batería de conductividad eléctrica media prediluido y listo para usar (también denominado refrigerante EV de recambio) como solución de prueba sin añadir ninguna sal corrosiva, y se describe con más detalle como ejemplo comparativo 8 a continuación.

[0055] La figura 5 muestra las mediciones de la curva de polarización anódica obtenidas en las superficies de un intercambiador de calor CAB cubiertas por residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio utilizando las composiciones de fluido de transferencia de calor descritas en las tablas 1, 8, 12 y 131 a continuación, con una velocidad de barrido de 1 mV/segundo utilizando AgAgCl en una solución de NaCl 3M como electrodo de referencia.

[0056] La figura 6 muestra las mediciones de la curva de polarización anódica obtenidas en las superficies de un intercambiador de calor CAB cubiertas por residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio utilizando composiciones de fluido de transferencia de calor descritas en la tabla 11 a

continuación, con una velocidad de barrido de 1 mV/segundo utilizando AgAgCl en una solución de NaCl 3M como electrodo de referencia.

DESCRIPCIÓN

[0057] Según una realización, un fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica o eléctricamente no conductor ya sea en forma de concentrado o en forma de fluido de transferencia de calor prediluido y listo, tiene una conductividad eléctrica inferior a aproximadamente 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y puede tener una conductividad de aproximadamente 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a aproximadamente 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o de aproximadamente 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a aproximadamente 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o de aproximadamente 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a aproximadamente 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

[0058] En algunos casos, el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica o eléctricamente no conductor comprende uno o más agentes reductores del punto de congelación, agua desionizada, uno o más ésteres de fosfato neutros, tales como fosfato de tris(2-butoxietilo) u otros fosfatos de trialcoxi-alquilo, o fosfato de trialquilo, y/o uno o más fosfonocarboxilatos de alquilo neutros o fosfonocarboxilatos de alcoxilo, y otros componentes opcionales que incluyen, entre otros, uno o más compuestos de azol, polietilenglicoles, polipropilenglicoles, carboxilatos de sorbitán donde los carboxilatos son carboxilatos alifáticos C_6 a C_{10} , trietanolamina, antiespumantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, colorantes o tintes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, otros aditivos para fluidos de transferencia de calor tales como tensioactivos, dispersantes, inhibidores de incrustaciones, biocidas, inhibidores de corrosión, agentes humectantes, modificadores de viscosidad y/o eliminadores de oxígeno, siempre que estos componentes opcionales no aumenten la conductividad de los fluidos resultantes más allá de los límites de conductividad descritos anteriormente.

[0059] En otras realizaciones, el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica o eléctricamente no conductor comprende uno o más agentes depresores del punto de congelación, agua, uno o más ésteres de fosfato neutros, uno o más fosfonocarboxilatos de alquilo neutros o fosfonocarboxilatos de alcoxilo, uno o más cationes de metales alcalinotérreos, y uno o más componentes opcionales seleccionados entre compuestos de azol, tales como benzo triazol, toliltriazol, alquil benzo triazol, tetrahidrobenzo triazol y tetrahidrotoliltriazol, polialcalinos glicoles, tales como polietilenglicoles y polipropilenglicoles, carboxilatos de sorbitán, compuestos de amina tales como etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, morfina, ciclohexilamina, dicitlohexilamina, inhibidores de corrosión de baja conductividad eléctrica, tensioactivos, antiespumantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, colorantes o tintes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, y otros aditivos para refrigerantes.

[0060] En algunas realizaciones, el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica o eléctricamente no conductor consiste esencialmente en aproximadamente entre un 25 % y un 99,5 % en peso de un agente reductor del punto de congelación o una combinación de agentes reductores del

punto de congelación, aproximadamente entre un 0,05 % y un 80 % en peso de agua desionizada, uno o más ésteres de fosfato neutros, uno o más alquilfosfonocarboxilatos neutros o alcoxilfosfonocarboxilatos neutros, uno o más polietilenglicoles, uno o más polipropilenglicoles, uno o más compuestos azólicos y otros componentes opcionales que pueden incluir, entre otros, carboxilatos de sorbitán, antiespumantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, colorantes o tintes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, y/o tensioactivos no iónicos. La baja conductividad eléctrica o la tiene una conductividad eléctrica inferior a aproximadamente 500 $\mu\text{S/cm}$ y puede tener una conductividad de aproximadamente 1 $\mu\text{S/cm}$ a aproximadamente 500 $\mu\text{S/cm}$, o de aproximadamente 1 $\mu\text{S/cm}$ a aproximadamente 250 $\mu\text{S/cm}$, o de aproximadamente 1 $\mu\text{S/cm}$ a aproximadamente 100 $\mu\text{S/cm}$.

[0061] En otras realizaciones, el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica o eléctricamente no conductor consiste en uno o más agentes depresores del punto de congelación, agua desionizada o de baja conductividad eléctrica, uno o más ésteres de fosfato neutros, uno o más fosfonocarboxilatos de alquilo neutros o fosfonocarboxilatos de alcoxilo, uno o más carboxilatos de metales alcalinotérreos, uno o más polietilenglicoles, uno o más polipropilenglicoles, uno o más compuestos de azol y otros componentes opcionales seleccionados entre carboxilatos de sorbitán, antiespumantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, colorantes o tintes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica y/o tensioactivos no iónicos.

CONDUCTIVIDAD

[0062] Como se ha señalado anteriormente, el fluido de transferencia de calor (ya sea suministrado como concentrado o como fluido de transferencia de calor prediluido y listo para usar) debe poseer una baja conductividad eléctrica. En ese sentido, en algunas realizaciones, la conductividad de dicho fluido de transferencia de calor no debe ser superior a 500 $\mu\text{S/cm}$. En algunos casos, la conductividad debe ser inferior a 100 $\mu\text{S/cm}$, inferior a 50 $\mu\text{S/cm}$ o inferior a 10 $\mu\text{S/cm}$. En algunas realizaciones, la conductividad de un concentrado de fluido de transferencia de calor y de un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado de los concentrados de fluido de transferencia de calor (por ejemplo, mediante dilución con agua) de acuerdo con las presentes enseñanzas puede ser uno de varios valores diferentes o estar dentro de uno de varios rangos diferentes. Por ejemplo, entra dentro del alcance de las presentes enseñanzas que un concentrado de fluido de transferencia de calor o un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado del mismo tenga una conductividad inferior o igual a uno de los siguientes valores: aproximadamente 90 $\mu\text{S/cm}$, 89 $\mu\text{S/cm}$, 88 $\mu\text{S/cm}$, 87 $\mu\text{S/cm}$, 86 $\mu\text{S/cm}$, 85 $\mu\text{S/cm}$, 84 $\mu\text{S/cm}$, 83 $\mu\text{S/cm}$, 82 $\mu\text{S/cm}$, 81 $\mu\text{S/cm}$, 80 $\mu\text{S/cm}$, 79 $\mu\text{S/cm}$, 78 $\mu\text{S/cm}$, 77 $\mu\text{S/cm}$, 76 $\mu\text{S/cm}$, 75 $\mu\text{S/cm}$, 74 $\mu\text{S/cm}$, 73 $\mu\text{S/cm}$, 72 $\mu\text{S/cm}$, 71 $\mu\text{S/cm}$, 70 $\mu\text{S/cm}$, 69 $\mu\text{S/cm}$, 68 $\mu\text{S/cm}$, 67 $\mu\text{S/cm}$, 66 $\mu\text{S/cm}$, 65 $\mu\text{S/cm}$, 64 $\mu\text{S/cm}$, 63 $\mu\text{S/cm}$, 62 $\mu\text{S/cm}$, 61 $\mu\text{S/cm}$, 60 $\mu\text{S/cm}$, 59 $\mu\text{S/cm}$, 58 $\mu\text{S/cm}$, 57 $\mu\text{S/cm}$, 56 $\mu\text{S/cm}$, 55 $\mu\text{S/cm}$, 54 $\mu\text{S/cm}$, 53 $\mu\text{S/cm}$, 52 $\mu\text{S/cm}$, 51 $\mu\text{S/cm}$, 50 $\mu\text{S/cm}$, 49 $\mu\text{S/cm}$, 48 $\mu\text{S/cm}$, 47 $\mu\text{S/cm}$, 46 $\mu\text{S/cm}$, 45 $\mu\text{S/cm}$, 44 $\mu\text{S/cm}$, 43 $\mu\text{S/cm}$, 42 $\mu\text{S/cm}$, 41 $\mu\text{S/cm}$, 40 $\mu\text{S/cm}$, 39 $\mu\text{S/cm}$, 38 $\mu\text{S/cm}$, 37 $\mu\text{S/cm}$, 36

$\mu\text{S/cm}$, 35 $\mu\text{S/cm}$, 34 $\mu\text{S/cm}$, 33 $\mu\text{S/cm}$, 32 $\mu\text{S/cm}$, 31 $\mu\text{S/cm}$, 30 $\mu\text{S/cm}$, 29 $\mu\text{S/cm}$, 28 $\mu\text{S/cm}$, 27 $\mu\text{S/cm}$, 26 $\mu\text{S/cm}$, 25 $\mu\text{S/cm}$, 24 $\mu\text{S/cm}$, 23 $\mu\text{S/cm}$, 22 $\mu\text{S/cm}$, 21 $\mu\text{S/cm}$, 20 $\mu\text{S/cm}$, 19 $\mu\text{S/cm}$, 18 $\mu\text{S/cm}$, 17 $\mu\text{S/cm}$, 16 $\mu\text{S/cm}$, 15 $\mu\text{S/cm}$, 14 $\mu\text{S/cm}$, 13 $\mu\text{S/cm}$, 12 $\mu\text{S/cm}$, 11 $\mu\text{S/cm}$, 10 $\mu\text{S/cm}$, 9 $\mu\text{S/cm}$, 8 $\mu\text{S/cm}$, 7 $\mu\text{S/cm}$, 6 $\mu\text{S/cm}$ o 5 $\mu\text{S/cm}$.

[0063] También entra dentro del alcance de las presentes enseñanzas que la conductividad de un concentrado de fluido de transferencia de calor o de un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado de este se encuentre dentro de uno de muchos rangos. En un primer conjunto de rangos, la conductividad de un concentrado de fluido de transferencia de calor y/o de un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado del mismo se encuentra en uno de los siguientes rangos: aproximadamente 1 $\mu\text{S/cm}$ a 99 $\mu\text{S/cm}$, 2 $\mu\text{S/cm}$ a 98 $\mu\text{S/cm}$, 3 $\mu\text{S/cm}$ a 97 $\mu\text{S/cm}$, 4 $\mu\text{S/cm}$ a 96 $\mu\text{S/cm}$, 5 $\mu\text{S/cm}$ a 95 $\mu\text{S/cm}$, 6 $\mu\text{S/cm}$ a 94 $\mu\text{S/cm}$, 7 $\mu\text{S/cm}$ a 93 $\mu\text{S/cm}$, 8 $\mu\text{S/cm}$ a 92 $\mu\text{S/cm}$, 9 $\mu\text{S/cm}$ a 91 $\mu\text{S/cm}$, 10 $\mu\text{S/cm}$ a 90 $\mu\text{S/cm}$, 11 $\mu\text{S/cm}$ a 89 $\mu\text{S/cm}$, 12 $\mu\text{S/cm}$ a 88 $\mu\text{S/cm}$, 13 $\mu\text{S/cm}$ a 87 $\mu\text{S/cm}$, 14 $\mu\text{S/cm}$ a 86 $\mu\text{S/cm}$, 15 $\mu\text{S/cm}$ a 85 $\mu\text{S/cm}$, 16 $\mu\text{S/cm}$ a 84 $\mu\text{S/cm}$, 17 $\mu\text{S/cm}$ a 83 $\mu\text{S/cm}$, 18 $\mu\text{S/cm}$ a 82 $\mu\text{S/cm}$, 19 $\mu\text{S/cm}$ a 81 $\mu\text{S/cm}$, 20 $\mu\text{S/cm}$ a 80 $\mu\text{S/cm}$, 21 $\mu\text{S/cm}$ a 79 $\mu\text{S/cm}$, 22 $\mu\text{S/cm}$ a 78 $\mu\text{S/cm}$, 23 $\mu\text{S/cm}$ a 77 $\mu\text{S/cm}$, 24 $\mu\text{S/cm}$ a 76 $\mu\text{S/cm}$, 25 $\mu\text{S/cm}$ a 75 $\mu\text{S/cm}$, 26 $\mu\text{S/cm}$ a 74 $\mu\text{S/cm}$, 27 $\mu\text{S/cm}$ a 73 $\mu\text{S/cm}$, 28 $\mu\text{S/cm}$ a 72 $\mu\text{S/cm}$, 29 $\mu\text{S/cm}$ a 71 $\mu\text{S/cm}$, 30 $\mu\text{S/cm}$ a 70 $\mu\text{S/cm}$, 31 $\mu\text{S/cm}$ a 69 $\mu\text{S/cm}$, 32 $\mu\text{S/cm}$ a 68 $\mu\text{S/cm}$, 33 $\mu\text{S/cm}$ a 67 $\mu\text{S/cm}$, 34 $\mu\text{S/cm}$ a 66 $\mu\text{S/cm}$, 35 $\mu\text{S/cm}$ a 65 $\mu\text{S/cm}$, 36 $\mu\text{S/cm}$ a 64 $\mu\text{S/cm}$, 37 $\mu\text{S/cm}$ a 63 $\mu\text{S/cm}$, 38 $\mu\text{S/cm}$ a 62 $\mu\text{S/cm}$, 39 $\mu\text{S/cm}$ a 61 $\mu\text{S/cm}$, 40 $\mu\text{S/cm}$ a 60 $\mu\text{S/cm}$, 41 $\mu\text{S/cm}$ a 59 $\mu\text{S/cm}$, 42 $\mu\text{S/cm}$ a 58 $\mu\text{S/cm}$, 43 $\mu\text{S/cm}$ a 57 $\mu\text{S/cm}$, 44 $\mu\text{S/cm}$ a 56 $\mu\text{S/cm}$, 45 $\mu\text{S/cm}$ a 55 $\mu\text{S/cm}$, 46 $\mu\text{S/cm}$ a 54 $\mu\text{S/cm}$, 47 $\mu\text{S/cm}$ a 53 $\mu\text{S/cm}$, 48 $\mu\text{S/cm}$ a 52 $\mu\text{S/cm}$, o 49 $\mu\text{S/cm}$ a 51 $\mu\text{S/cm}$. En un segundo conjunto de rangos, la conductividad de un concentrado de fluido de transferencia de calor y/o un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado del mismo se encuentra en uno de los siguientes rangos: aproximadamente 1 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 2 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 3 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 4 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 5 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 6 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 7 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 8 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 9 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 10 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 11 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 12 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 13 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 14 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 15 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 16 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 17 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 18 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 19 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 20 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 21 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 22 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 23 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 24 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 25 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 26 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 27 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 28 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 29 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 30 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 31 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 32 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 33 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 34 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 35 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 36 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 37 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 38 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 39 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 40 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 41 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 42 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 43 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 44 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 45 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 46 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 47 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 48 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 49 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 50 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 51 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 52 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 53 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 54 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$, 55 $\mu\text{S/cm}$ a 100 $\mu\text{S/cm}$,

56 μS/cm a 100 μS/cm, 57 μS/cm a 100 μS/cm, 58 μS/cm a 100 μS/cm, 59 μS/cm a 100 μS/cm, 60 μS/cm a 100 μS/cm, 61 μS/cm a 100 μS/cm, 62 μS/cm a 100 μS/cm, 63 μS/cm a 100 μS/cm, 64 μS/cm a 100 μS/cm, 65 μS/cm a 100 μS/cm, 66 μS/cm a 100 μS/cm, 67 μS/cm a 100 μS/cm, 68 μS/cm a 100 μS/cm, 69 μS/cm a 100 μS/cm, 70 μS/cm a 100 μS/cm, 71 μS/cm a 100 μS/cm, 72 μS/cm a 100 μS/cm, 73 μS/cm a 100 μS/cm, 74 μS/cm a 100 μS/cm, 75 μS/cm a 100 μS/cm, 76 μS/cm a 100 μS/cm, 77 μS/cm a 100 μS/cm, 78 μS/cm a 100 μS/cm, 79 μS/cm a 100 μS/cm, 80 μS/cm a 100 μS/cm, 81 μS/cm a 100 μS/cm, 82 μS/cm a 100 μS/cm, 83 μS/cm a 100 μS/cm, 84 μS/cm a 100 μS/cm, 85 μS/cm a 100 μS/cm, 86 μS/cm a 100 μS/cm, 87 μS/cm a 100 μS/cm, 88 μS/cm a 100 μS/cm, 89 μS/cm a 100 μS/cm, 90 μS/cm a 100 μS/cm, 91 μS/cm a 100 μS/cm, 92 μS/cm a 100 μS/cm, 93 μS/cm a 100 μS/cm, 94 μS/cm a 100 μS/cm, 95 μS/cm a 100 μS/cm, 96 μS/cm a 100 μS/cm, 97 μS/cm a 100 μS/cm, 98 μS/cm a 100 μS/cm, o 99 μS/cm a 100 μS/cm. En un tercer conjunto de rangos, la conductividad de un concentrado de fluido de transferencia de calor y/o un fluido de transferencia de calor listo para usar derivado del mismo se encuentra en uno de los siguientes rangos: 1 μS/cm a 99 μS/cm, 1 μS/cm a 98 μS/cm, 1 μS/cm a 97 μS/cm, 1 μS/cm a 96 μS/cm, 1 μS/cm a 95 μS/cm, 1 μS/cm a 94 μS/cm, 1 μS/cm a 93 μS/cm, 1 μS/cm a 92 μS/cm, 1 μS/cm a 91 μS/cm, 1 μS/cm a 90 μS/cm, 1 μS/cm a 89 μS/cm, 1 μS/cm a 88 μS/cm, 1 μS/cm a 87 μS/cm, 1 μS/cm a 86 μS/cm, 1 μS/cm a 85 μS/cm, 1 μS/cm a 84 μS/cm, 1 μS/cm a 83 μS/cm, 1 μS/cm a 82 μS/cm, 1 μS/cm a 81 μS/cm, 1 μS/cm a 80 μS/cm, 1 μS/cm a 79 μS/cm, 1 μS/cm a 78 μS/cm, 1 μS/cm a 77 μS/cm, 1 μS/cm a 76 μS/cm, 1 μS/cm a 75 μS/cm, 1 μS/cm a 74 μS/cm, 1 μS/cm a 73 μS/cm, 1 μS/cm a 72 μS/cm, 1 μS/cm a 71 μS/cm, 1 μS/cm a 70 μS/cm, 1 μS/cm a 69 μS/cm, 1 μS/cm a 68 μS/cm, 1 μS/cm a 67 μS/cm, 1 μS/cm a 66 μS/cm, 1 μS/cm a 65 μS/cm, 1 μS/cm a 64 μS/cm, 1 μS/cm a 63 μS/cm, 1 μS/cm a 62 μS/cm, 1 μS/cm a 61 μS/cm, 1 μS/cm a 60 μS/cm, 1 μS/cm a 59 μS/cm, 1 μS/cm a 58 μS/cm, 1 μS/cm a 57 μS/cm, 1 μS/cm a 56 μS/cm, 1 μS/cm a 55 μS/cm, 1 μS/cm a 54 μS/cm, 1 μS/cm a 53 μS/cm, 1 μS/cm a 52 μS/cm, 1 μS/cm a 51 μS/cm, 1 μS/cm a 50 μS/cm, 1 μS/cm a 49 μS/cm, 1 μS/cm a 48 μS/cm, 1 μS/cm a 47 μS/cm, 1 μS/cm a 46 μS/cm, 1 μS/cm a 45 μS/cm, 1 μS/cm a 44 μS/cm, 1 μS/cm a 43 μS/cm, 1 μS/cm a 42 μS/cm, 1 μS/cm a 41 μS/cm, 1 μS/cm a 40 μS/cm, 1 μS/cm a 39 μS/cm, 1 μS/cm a 38 μS/cm, 1 μS/cm a 37 μS/cm, 1 μS/cm a 36 μS/cm, 1 μS/cm a 35 μS/cm, 1 μS/cm a 34 μS/cm, 1 μS/cm a 33 μS/cm, 1 μS/cm a 32 μS/cm, 1 μS/cm a 31 μS/cm, 1 μS/cm a 30 μS/cm, 1 μS/cm a 29 μS/cm, 1 μS/cm a 28 μS/cm, 1 μS/cm a 27 μS/cm, 1 μS/cm a 26 μS/cm, 1 μS/cm a 25 μS/cm, 1 μS/cm a 24 μS/cm, 1 μS/cm a 23 μS/cm, 1 μS/cm a 22 μS/cm, 1 μS/cm a 21 μS/cm, 1 μS/cm a 20 μS/cm, 1 μS/cm a 19 μS/cm, 1 μS/cm a 18 μS/cm, 1 μS/cm a 17 μS/cm, 1 μS/cm a 16 μS/cm, 1 μS/cm a 15 μS/cm, 1 μS/cm a 14 μS/cm, 1 μS/cm a 13 μS/cm, 1 μS/cm a 12 μS/cm, 1 μS/cm a 11 μS/cm, 1 μS/cm a 10 μS/cm, 1 μS/cm a 9 μS/cm, 1 μS/cm a 8 μS/cm, 1 μS/cm a 7 μS/cm, 1 μS/cm a 6 μS/cm, o 1 μS/cm a 5 μS/cm.

[0064] En algunas realizaciones, durante el funcionamiento del vehículo, se pueden utilizar resinas de intercambio iónico pretratadas para mantener la conductividad del refrigerante dentro de niveles bajos,

por ejemplo, dentro de los niveles indicados anteriormente, al tiempo que se evita el agotamiento del inhibidor de corrosión del fluido de transferencia de calor y se mantiene la identificación por color del fluido.

AGENTE REDUCTOR DEL PUNTO DE CONGELACIÓN

[0065] El agente reductor del punto de congelación adecuado para su uso incluye un alcohol o una mezcla de alcoholes, tales como alcoholes monohídricos o polihídricos y mezclas de estos. El alcohol puede seleccionarse del grupo que consiste en metanol, etanol, propanol, butanol, furfural, alcohol furfurílico, alcohol tetrahydrofurfurílico, alcohol furfurílico etoxilado, etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, 1,2-propilenglicol, 1,3-propilenglicol, dipropilenglicol, butilenglicol, glicerol, glicerina, glicerol-1,2-dimetil éter, glicerol-1,3-dimetil éter, monoetil éter de glicerol, sorbitol, 1,2,6-hexanotriol, trimetilopropano, alcohalcanoles tales como metoxietanol y mezclas de estos. Se contempla que, en algunas realizaciones, el agente depresor del punto de congelación pueda incluir uno o más de los alcoholes descritos, de modo que la composición esté libre de o excluya otros de los alcoholes descritos.

[0066] El agente depresor del punto de congelación puede estar presente en una cantidad de entre aproximadamente el 10 % y el 99,9 % en peso, o de entre aproximadamente el 15 %, el 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 %, 99,1 %, 99,2 %, 99,3 %, 99,4 %, 99,5 %, 99,6 %, 99,7 %, 99,8 % o aproximadamente 99,9 %. En algunos casos, el agente depresor del punto de congelación puede estar presente en un rango en el que el límite inferior puede ser cualquiera de aproximadamente 15 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, mientras que el límite superior puede ser cualquiera de aproximadamente 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 %, 99,1 %, 99,2 %, 99,3 %, 99,4 %, 99,5 %, 99,6 %, 99,7 %, 99,8 % o aproximadamente 99,9 %.

AGUA

[0067] El agua adecuada para su uso en los fluidos de transferencia de calor descritos tendrá una baja conductividad eléctrica, igual o inferior a 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A este respecto, el fluido de transferencia de calor puede ser agua desionizada o agua desmineralizada con baja conductividad eléctrica, es decir, una conductividad eléctrica igual o inferior a 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En algunos casos, el agua tendrá una conductividad eléctrica de entre aproximadamente 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o aproximadamente 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,6, 4,8, 4,9, o aproximadamente 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores.

[0068] El agua puede estar presente en la composición de transferencia de calor en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 90 % en peso, o de aproximadamente 0,5 % a 70 %, o en una cantidad de aproximadamente 1 % a aproximadamente 60 % en peso. En algunos casos, el agua está presente en una cantidad de entre aproximadamente el 0,1 %, el 0,2 %, el 0,3 %, el 0,4 %, el 0,5 %, el 0,6 %, el 0,7 %, el 0,8 %, el 0,9 %, el 1,0 %, el 1,1 %, el 1,2 %, el 1,3 %, el 1,4 %, el 1,5 %, el 1,6 %, el 1,7 %, el 1,8 %, el 1,9 %, el 2,0 %, el 2,1 %, el 2,2 %, el 2,3 %, el 2,4 %, el 2,5 %, el 2,6 %, el 2,7 %, el 2,8 %, el 2,9 %, el 3,0 %, el 3,1 %, el 3,2 %, el 3,3 %, el 3,4 %, el 3,5 %, el 3,6 %, el 3,7 %, el 3,8 %, el 3,9 %, el 4,0 %, el 4,1 %, el 4,2 %, el 4,3 %, el 4,4 %, el 4,5 %, el 4,6 %, el 4,7 %, el 4,8 %, el 4,9 %, el 5,0 %, el 5,1 %, el 5,2 %, el 5,3 %, el 5,4 %, el 5,5 %, el 5,6 %, el 5,7 %, el 5,8 %, el 5,9 %, el 6,0 %, el 6,1 %, el 6,2 %, el 6,3 %, el 6,4 %, el 6,5 %, el 6,6 %, el 6,7 %, el 6,8 %, el 6,9 %, el 7,0 %, el 7,1 %, el 7,2 %, el 7,3 %, el 7,4 %, el 7,5 %, el 7,6 %, el 7,7 %, el 7,8 %, el 7,9 %, el 8,0 %, el 8,1 %, el 8,2 %, el 8,3 %, el 8,4 %, el 8,5 %, el 8,6 %, el 8,7 %, el 8,8 %, el 8,9 %, el 9,0 %, el 9,1 %, el 9,2 %, el 9,3 %, el 9,4 %, el 9,5 %, el 9,6 %, el 9,7 %, el 9,8 %, el 9,9 % o aproximadamente 99,9 %.

el 0,6 %, el 0,7 %, el 0,8 %, el 0,9 %, el 1 %, el 5 %, el 10 %, el 15 %, el 20 %, el 25 %, el 30 %, 35 %, 40 %, 45 %, 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores. El experto en la materia comprenderá que, cuando los fluidos de transferencia de calor descritos se formulan como un concentrado, la cantidad de agua presente será significativamente menor que cuando se formulan como un fluido de transferencia de calor prediluido y listo para usar.

Ingredientes y composiciones inhibidores de la corrosión

[0069] Como se ha señalado anteriormente, los sistemas de refrigeración de pilas de combustible tienen muchos componentes metálicos para los que se desea inhibir la corrosión. Al mismo tiempo, los inhibidores de corrosión y las composiciones adecuadas deben poseer una conductividad suficientemente baja para que la conductividad del fluido de transferencia de calor descrito se encuentre dentro de los límites descritos. A tal fin, el experto en la materia comprenderá que los inhibidores de corrosión que son eléctricamente no conductores o que tienen una baja conductividad eléctrica pueden ser útiles en los fluidos de transferencia de calor descritos. Además, los inhibidores de corrosión que son conductores, es decir, que poseen una carga positiva (por ejemplo, un ácido) o negativa (por ejemplo, una base) pueden proporcionarse en concentraciones adecuadas para que la conductividad del fluido de transferencia de calor descrito se encuentre dentro de los límites descritos. Adicionalmente, o alternativamente, los inhibidores de corrosión que son conductores pueden proporcionarse como una composición inhibidora que contenga dos o más compuestos, de modo que la composición inhibidora tenga un pH generalmente neutro y/o sea eléctricamente no conductora o tenga una baja conductividad eléctrica.

[0070] Los inhibidores de corrosión eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica adecuados pueden incluir uno o más ésteres de fosfato neutros, tales como fosfato de tris(2-butoxietilo), fosfatos de trialcoxialquilo, fosfatos de trialquilo y mezclas de estos. Uno o más compuestos de azol, tales como benzotriazol, tetrahidrotoliltriazol y toliltriazol o mezclas de estos.

[0071] Otros compuestos fosfónicos neutros adecuados que pueden utilizarse con o sin uno o más de los ésteres de fosfato neutros mencionados anteriormente incluyen, entre otros, fosfonocarboxilatos de alquilo o alcoxilo neutros en los que el grupo alquilo o alcoxi puede contener de 1 a 5 átomos de carbono. Entre los compuestos ejemplares se incluyen, entre otros, el fosfonoformiato de trietilo, el fosfonoacetato de trietilo, el fosfonoacetato de trimetilo, el dietilfosfonoacetato de metilo, el 2-fosfonopropionato de trietilo, el 3-fosfonopropionato de trietilo, el 3-fosfonopropionato de trimetilo y mezclas de estos.

[0072] En general, uno o más inhibidores de corrosión eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica pueden estar presentes en los fluidos de transferencia de calor en cantidades de aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 10 %, o aproximadamente 0,02 %, 0,03 %, 0,04 %, 0,05 %, 0,06 %, 0,07 %, 0,08 %, 0,09 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %, 0,8 %, 0,9 %, 1,0 %, 1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %, 1,8 %, 1,9 %, 2,0 %, 3,0 %, 4,0 %, 5,0 %, 6,0 %, 7,0 %, 8,0 %, 9,0 %, 10,0 %, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores.

7,0 %, 8,0 %, 9,0 %, aproximadamente 10,0 %, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores.

[0073] En algunos casos, las composiciones inhibidoras de la corrosión para su uso en fluidos de transferencia de calor (o sistemas de gestión térmica) pueden contener una o más concentraciones bajas de un metal alcalinotérreo soluble (seleccionado entre calcio, magnesio o estroncio) o un compuesto de zinc, o una mezcla de estos. El metal alcalinotérreo soluble o el compuesto de zinc pueden incluir óxidos, hidróxidos, nitratos, nitritos u otras sales metálicas solubles, o una mezcla de estos. Las bajas concentraciones de dichos compuestos pueden proporcionar un rendimiento óptimo de protección contra la corrosión para las aleaciones ferrosas y de aluminio en los sistemas de refrigeración o de gestión térmica. El término «soluble» significa que el compuesto es soluble en los fluidos de transferencia de calor con agente reductor del punto de congelación/agua en el nivel que se utiliza en los fluidos, tanto en forma de concentrado como en forma lista para usar/prediluida con agua, y que el compuesto es capaz de ionizarse para generar el ion metálico correspondiente en el concentrado de fluido de transferencia de calor y/o en los fluidos listos para usar (prediluidos con agua desionizada).

[0074] Alternativamente, los óxidos e hidróxidos de metales alcalinotérreos (Ca, Mg, Sr) o litio pueden proporcionarse en combinación con un ácido para reducir la conductividad eléctrica de la mezcla de los óxidos e hidróxidos de metales alcalinotérreos (Ca, Mg, Sr) o litio y el ácido. El experto en la materia apreciará los ácidos adecuados, y un ejemplo de estos incluye, entre otros, el ácido benzoico.

[0075] Otros compuestos solubles de metales alcalinotérreos o alcalinos pueden incluir una sal de calcio, magnesio o litio formada entre los respectivos iones de calcio, magnesio o litio y un fosfonato o un fosfinato, como las sales de calcio-PBTC (donde PBTC es ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico), sales de calcio-HEDP (donde HEDP es ácido 1-hidroxetano-1,1-difosfónico), sales de calcio-HPA (donde HPA es ácido hidroxifosfonoacético o ácido 2-hidroxifosfonoacético), sales de ácido fosfonosuccínico de calcio, sales de PSO de calcio (donde PSO es mezclas de aductos de ácido fosfinosuccínico mono-, bis- y oligomérico, y/o similares, y combinaciones de estos).

[0076] El metal alcalinotérreo soluble (seleccionado entre calcio, magnesio o estroncio) o el compuesto de zinc, o una mezcla de estos, pueden estar presentes en los fluidos de transferencia de calor en bajas concentraciones. Por ejemplo, cuando se incluyen en los fluidos de transferencia de calor, los metales alcalinotérreos solubles pueden estar presentes en cantidades de entre aproximadamente el 0,001 % en peso y aproximadamente el 0,15 % en peso, o entre el 0,01 % en peso y aproximadamente el 0,05 % en peso, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores.

[0077] Otros inhibidores de corrosión opcionales adecuados para su uso en composiciones inhibidoras de corrosión y, por lo tanto, en los fluidos de transferencia de calor descritos pueden incluir compuestos a base de siloxano. Entre los compuestos a base de siloxano adecuados se incluyen los tensioactivos de siloxano Silwet de Momentive Performance Materials Inc. (Niskayuna, NY 12309) u otros proveedores, tales como Silwet L-77, Silwet L-7657, Silwet L-7650, Silwet L-7608, Silwet L-7210 y Silwet L-7220, así

como otros tensioactivos Silwet u otros copolímeros de siloxano-poliéter similares disponibles en Dow Corning u otros proveedores.

[0078] Otros compuestos de siloxano adecuados incluyen compuestos no conductores o casi no conductores basados en organosilano que comprenden uno o más enlaces de silicio-carbono (es decir, compuestos que son capaces de hidrolizarse en presencia de agua para formar silanoles (es decir, compuestos con uno o más grupos Si-OH)), tales como alcoxisilanos, por ejemplo, Formasil 891, Formasil 593, Formasil 433, Silquest® Y-5560 silano (es decir, polialquilenóxidoalcoxisilano), Silquest® A-186 [2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano], Silquest® A-187 (3-glicidoxipropiltrimetoxisilano), 3-aminopropiltriethoxisilano, N-2-(aminoetil)-3-aminopropiltrimetoxisilano, octiltriethoxisilano, viniltriethoxisilano, viniltrimetoxisilano, metiltriethoxisilano, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano, 3-mercaptopropiltrimetoxisilano, isobutil trimetoxisilano, fenil trimetoxisilano, metil trimetoxisilano u otros tensioactivos Silquest disponibles en GE Silicones / OSI Specialties/Momentive Performance Materials u otros proveedores. También se contempla que los fluidos de transferencia de calor puedan estar libres de compuestos basados en siloxano, incluidos los compuestos descritos específicamente anteriormente.

[0079] Los compuestos a base de siloxano y sus mezclas pueden estar presentes en el fluido de transferencia de calor en una cantidad de entre aproximadamente el 0,01 % y el 10 % en peso, y en algunos casos de aproximadamente el 0,02 %, 0,03 %, 0,04 %, 0,05 %, 0,06 %, 0,07 %, 0,08 %, 0,09 %, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 % o aproximadamente el 9 %, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores, como, por ejemplo, pero sin limitarse a ello, entre aproximadamente el 0,02 % y aproximadamente el 2 %.

[0080] En algunas realizaciones, la composición inhibidora de la corrosión y, por lo tanto, el fluido de transferencia de calor puede incluir inhibidores de la corrosión para el cobre y las aleaciones de cobre. Entre los inhibidores de la corrosión del cobre y del cobre adecuados, a modo de ejemplo, pero sin carácter limitativo, se incluyen compuestos que contienen un anillo heterocíclico de 5 o 6 miembros como grupo funcional activo, en los que el anillo heterocíclico contiene al menos un átomo de nitrógeno, por ejemplo, un compuesto azólico. En particular, benzotriazol, toliltriazol, metilbenzotriazol (por ejemplo, 4-metilbenzotriazol y 5-metilbenzotriazol), butilbenzotriazol y otros alquilbenzotriazoles (por ejemplo, el grupo alquilo contiene de 2 a 20 átomos de carbono), mercaptobenzotriazol, tiazol y otros tiazoles sustituidos, imidazol, bencimidazol y otros imidazoles sustituidos, indazol e indazoles sustituidos, tetrazol y tetrazoles sustituidos, tetrahidrotoliltriazol y mezclas de estos pueden utilizarse como inhibidores de la corrosión del cobre y las aleaciones de cobre. También se contempla que los fluidos de transferencia de calor puedan estar libres de compuestos azólicos, incluidos los compuestos descritos específicamente anteriormente.

[0081] Cuando están presentes, los inhibidores de corrosión del cobre y las aleaciones de cobre pueden estar presentes en la composición del fluido de transferencia de calor en una cantidad de

aproximadamente 0,01 a aproximadamente 4 % en peso. En algunos casos, los inhibidores de corrosión del cobre y las aleaciones de cobre pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente 0,02 %, 0,03 %, 0,04 %, 0,05 %, 0,06 %, 0,07 %, 0,08 %, 0,09 %, 1 %, 2 % o aproximadamente 3 %, o dentro de cualquier rango que pueda formarse a partir de los valores anteriores.

[0082] En algunas realizaciones, la composición inhibidora de la corrosión y, por lo tanto, el fluido de transferencia de calor (o fluido del sistema de gestión térmica) pueden incluir uno o más inhibidores de corrosión opcionales seleccionados entre polietilenglicoles, polipropilenglicoles, carboxilatos de sorbitán, donde los carboxilatos son carboxilatos alifáticos de C6 a C10 (como caprilato de sorbitán o monooctanoato de sorbitán, monoheptanoato de sorbitán, monohexanoato de sorbitán, monononanoato de sorbitán, monodecanoato de sorbitán), trietanolamina, otras aminas y mezclas de las mismas. También se contempla que el fluido de transferencia de calor (o fluido del sistema de gestión térmica) pueda estar libre de estos inhibidores de corrosión opcionales descritos.

[0083] Cuando están presentes, los inhibidores de corrosión opcionales mencionados anteriormente pueden estar presentes en cantidades que oscilan entre aproximadamente el 0,05 % en peso y aproximadamente el 4,0 % en peso.

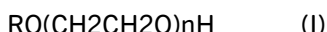
[0084] En algunas realizaciones, la composición inhibidora de la corrosión y, por lo tanto, el fluido de transferencia de calor puede incluir tensioactivos no iónicos como inhibidores de la corrosión. Los tensioactivos no iónicos representativos adecuados para su uso según las presentes enseñanzas incluyen ésteres de ácidos grasos, tales como ésteres de ácidos grasos de sorbitán, alcoholes alcoxilados, polialquilenglicoles, ésteres de polialquilenglicol, copolímeros de óxido de etileno (EO) y óxido de propileno (PO), derivados de polioxialquileo de un éster de ácido graso de sorbitán y mezclas de estos. Sin pretender estar limitado por ninguna teoría en particular ni limitar en modo alguno el alcance de las reivindicaciones adjuntas o sus equivalentes, actualmente se cree que un alcohol alcoxilado utilizado de acuerdo con las presentes enseñanzas puede permanecer en solución en un fluido de transferencia de calor en condiciones de funcionamiento sin consumirse ni degradarse, lo que da como resultado unas sólidas propiedades antiespumantes para el fluido de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el peso molecular medio del tensioactivo no iónico adicional para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas está entre aproximadamente 55 y aproximadamente 300 000 y, en algunas realizaciones, entre aproximadamente 110 y aproximadamente 10 000. También se contempla que cualquiera de los tensioactivos no iónicos mencionados, incluidos los descritos específicamente a continuación, pueda excluirse de las composiciones de transferencia de calor, es decir, que los fluidos de transferencia de calor estén libres de los tensioactivos no iónicos mencionados.

[0085] Los ésteres de ácidos grasos de sorbitán representativos incluyen carboxilatos alifáticos C₅ y C₁₀, tales como caprilato de sorbitán o monooctanoato de sorbitán, monoheptanoato de sorbitán, monohexanoato de sorbitán y monononanoato de sorbitán. Los ésteres de ácidos grasos de sorbitán adecuados también pueden incluir monolaurato de sorbitán (por ejemplo, comercializado con los

nombres comerciales Span® 20, Arlacel® 20, S-MAZ® 20M1), monopalmitato de sorbitán (por ejemplo, Span® 40 o Arlacel® 40), monostearato de sorbitán (por ejemplo, Span® 60, Arlacel® 60 o S-MAZ® 60K), monooleato de sorbitán (por ejemplo, Span® 80 o Arlacel® 80), monosesquioleato de sorbitán (por ejemplo, Span® 83 o Arlacel® 83), trioleato de sorbitán (por ejemplo, Span® 85 o Arlacel® 85), tridtearato de sorbitán (por ejemplo, S-MAZ® 65K), monotallato de sorbitán (por ejemplo, S-MAZ® 90).

[0086] Los alcoholes alcoxilados representativos adecuados para su uso opcional como tensioactivo no iónico adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, alcoholes etoxilados, alcoholes propoxilados y/o similares, y combinaciones de estos.

[0087] En algunas realizaciones, el alcohol etoxilado para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas puede representarse mediante la siguiente fórmula:



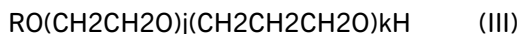
donde R es el alcohol primario lineal y n es el número total de moles de óxido de etileno.

[0088] En otras realizaciones, el alcohol propoxilado para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas puede representarse mediante la siguiente fórmula:



donde R es el alcohol primario lineal y m es el número total de moles de óxido de propileno.

[0089] En otras realizaciones, los alcoholes alcoxilados para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas pueden representarse mediante la siguiente fórmula:



donde R es el alcohol primario lineal, j es el número total de moles de óxido de etileno y k es el número total de moles de óxido de propileno.

[0090] En algunas realizaciones, en cada una de las fórmulas (I) a (III), el alcohol primario lineal puede contener de 4 a 25 átomos de carbono, o de 6 a 15 átomos de carbono, o de 7 a 12 átomos de carbono. Además, «n» y «m» son números enteros con un valor comprendido entre 1 y 15 (incluidos). Los valores de j y k son números enteros entre 0 y 15 (incluidos) y j + k es mayor o igual a 1.

[0091] Los alcoholes alcoxilados representativos disponibles en el mercado pueden obtenerse de muchos proveedores, por ejemplo, The Dow Chemical Company (Midland, MI), BASF Corporation (Mount Olive, NJ o Florham Park, NJ) y Tomah Products, Inc. (Milton, WI). Entre los ejemplos de productos de alcoholes alcoxilados adecuados para su uso opcional como tensioactivos no iónicos adicionales de acuerdo con las presentes enseñanzas se incluyen el tensioactivo TRITON™ EF-19 (>98 % de alcoholes, C8-C10, etoxilados y propoxilados. N.º CAS: 88603-25-8), disponible en Dow Chemical Co., el tensioactivo MACOL® LF 110 (alcohol alcoxilado) y Plurafac® SLF 18 (100 % alcoholes, C6-C10, etoxilado y propoxilado. Número CAS: 68987-81-5). Otros alcoholes alcoxilados adecuados para su uso, disponibles en TOMAH Products, Inc., se muestran en la figura 1. Otros ejemplos de productos de alcohol alcoxilado adecuados para su uso opcional como tensioactivo no iónico adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas pueden incluir los tensioactivos no iónicos de baja espuma tipo Plurafac® LF,

disponibles en BASF. Los tensioactivos de tipo Plurafac® LF consisten en alcoholes grasos alcoxilados, predominantemente no ramificados, y contienen óxidos de alqueno superiores junto con óxido de etileno. Los tensioactivos del tipo Plurafac® LF adecuados para su uso opcional pueden incluir Plurafac® LF 120, Plurafac® LF 131, Plurafac® LF 132, Plurafac® LF 220, Plurafac® LF 221, Plurafac® LF 223, Plurafac® LF 224, Plurafac® LF 231, Plurafac® LF 300, Plurafac® LF 301, Plurafac® LF 303, Plurafac® LF 305, Plurafac® LF 400, Plurafac® LF 401, Plurafac® LF 403, Plurafac® LF 404, Plurafac® LF 405, Plurafac® LF 431, Plurafac® LF 500, Plurafac® LF 600, Plurafac® LF 711, Plurafac® LF 7319, Plurafac® LF 900, Plurafac® LF 901, Plurafac® LF 1300 y Plurafac® LF 1433.

[0092] Los polialquilenglicoles adecuados incluyen polietilenglicoles, polipropilenglicoles y mezclas de estos. Entre los ejemplos de polietilenglicoles adecuados para su uso se incluyen los polietilenglicoles CARBOWAX™ y los metoxipolietilenglicoles de Dow Chemical Company (por ejemplo, CARBOWAX PEG 200, 300, 400, 600, 900, 1000, 1450, 3350, 4000 y 8000, etc.) o los polietilenglicoles PLURACOL® de BASF Corp. (por ejemplo, Pluracol® E 200, 300, 400, 600, 1000, 2000, 3350, 4000, 6000 y 8000, etc.). Los ésteres de polialquilenglicol adecuados incluyen monoésteres y diésteres de diversos ácidos grasos, como los ésteres de polietilenglicol MAPEG® de BASF (por ejemplo, MAPEG® 200ML o PEG 200 monolaurato, MAPEG® 400 DO o PEG 400 dioleato, MAPEG® 400 MO o PEG 400 monooleato, y MAPEG® 600 DO o PEG 600 dioleato, etc.). Entre los copolímeros adecuados de óxido de etileno (EO) y óxido de propileno (PO) se incluyen diversos tensioactivos copolímeros en bloque Pluronic y Pluronic R de BASF, tensioactivos no iónicos DOWFAX, fluidos UCON™ y lubricantes SYNALOX de DOW Chemical. Los derivados de polioxialquilenos adecuados de un éster de ácido graso de sorbitán incluyen polioxietileno 20 monolaurato de sorbitán (por ejemplo, productos comercializados con las marcas TWEEN 20 o T-MAZ 20), polioxietileno 4 monolaurato de sorbitán (por ejemplo, TWEEN 21), monopalmitato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 40), monostearato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 60 o T-MAZ 60K), monooleato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 80 o T-MAZ 80), tristearato de polioxietileno 20 (por ejemplo, TWEEN 65 o T-MAZ 65K), monooleato de polioxietileno 5 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 81 o T-MAZ 81), trioleato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 85 o T-MAZ 85K) y similares.

[0093] Los copolímeros representativos de óxido de etileno (EO) y óxido de propileno (PO) para su uso opcional como tensioactivo no iónico adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, diversos tensioactivos copolímeros en bloque Pluronic y Pluronic R de BASF, los tensioactivos no iónicos DOWFAX, los fluidos UCON™ y los lubricantes SYNALOX de DOW Chemical, y/o similares, y combinaciones de estos.

[0094] Los derivados polioxialquilenos representativos de un éster de ácido graso de sorbitán para su uso opcional como tensioactivo no iónico adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, el monolaurato de polioxietileno 20 y sorbitán (por ejemplo, productos comercializados con los nombres comerciales TWEEN 20 o T-MAZ 20), monolaurato de polioxietileno 4 sorbitán (por ejemplo,

TWEEN 21), monopalmitato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 40), monostearato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 60 o T-MAZ 60K), monooleato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 80 o T-MAZ 80), tristearato de polioxietileno 20 (por ejemplo, TWEEN 65 o T-MAZ 65K), monooleato de polioxietileno 5 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 81 o T-MAZ 81), trioleato de polioxietileno 20 sorbitán (por ejemplo, TWEEN 85 o T-MAZ 85K) y/o similares, y combinaciones de estos.

[0095] Para las realizaciones de un concentrado de transferencia de calor en el que están presentes uno o más tensioactivos no iónicos adicionales, la concentración de cada uno de los uno o más tensioactivos no iónicos adicionales puede variar dependiendo de la aplicación. En algunas realizaciones, cada uno de los uno o más tensioactivos no iónicos adicionales puede estar presente en la composición en una cantidad de aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 3 % en peso, basada en el peso total del concentrado de fluido de transferencia de calor, o de aproximadamente 5 ppm a aproximadamente 1,5 %, o de aproximadamente 10 ppm a aproximadamente 1 % en peso, basada en el peso total del concentrado de fluido de transferencia de calor. Dentro de este rango, el o los tensioactivos no iónicos adicionales pueden estar presentes en una cantidad inferior o igual a aproximadamente el 0,9 % en peso, en algunas realizaciones inferior o igual a aproximadamente el 0,8 % en peso, en algunas realizaciones inferior o igual a aproximadamente el 0,7 % en peso, en algunas realizaciones inferior o igual a aproximadamente el 0,6 % en peso, y en algunas realizaciones, inferior o igual a aproximadamente 0,5 % en peso, basado en el peso total del concentrado de fluido de transferencia de calor.

[0096] Como se ha señalado anteriormente, puede ser útil proporcionar una composición inhibidora de la corrosión que, en algunos casos, puede incluir uno o más ácidos orgánicos y una o más bases orgánicas, de modo que la composición inhibidora tenga un pH generalmente neutro y/o sea eléctricamente no conductora o tenga una baja conductividad eléctrica.

[0097] Teniendo en cuenta lo anterior, la composición inhibidora de la corrosión puede incluir una o más de las siguientes bases orgánicas en combinación con ácidos orgánicos para proporcionar composiciones de pH neutro o casi neutro.

[0098] Las bases orgánicas adecuadas para su uso en el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica descrito en la presente solicitud son compuestos que producirían un pH superior a 7 cuando se disuelven en agua desionizada, es decir, que producen un pH superior a 7,0 a temperatura ambiente. Por lo general, se utilizan uno o más componentes de base orgánica en el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica descrito en la presente solicitud para aumentar la alcalinidad de reserva (determinada según la norma ASTM D1121) del fluido. El pKb de la base orgánica (B) adecuada para su uso en agua es inferior a 7,0 a 25°C. El pKa del ácido conjugado correspondiente (BH+) es superior a 7,0 en agua a temperatura ambiente.

[0099] La base orgánica puede utilizarse para neutralizar componentes ácidos, tales como ácidos carboxílicos, ácidos fosfónicos, ácidos fosfínicos y ésteres de fosfato ácidos no neutros, que pueden estar incluidos en los fluidos de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica en el fluido de transferencia de calor, de modo que la conductividad eléctrica resultante se mantenga en un nivel bajo, es decir, dentro de los parámetros descritos. En algunos casos, se pueden incluir una o más bases orgánicas en el fluido de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica para aumentar el nivel de alcalinidad de reserva y mantener el pH del fluido de transferencia de calor listo para usar en el nivel deseado, incluso en ausencia de los componentes ácidos en la composición del fluido de transferencia de calor nuevo.

[0100] Teniendo en cuenta lo anterior, en algunas realizaciones, la base orgánica representativa adecuada para su uso en la presente aplicación puede incluir mono-, di- y tri-alcanolaminas (o hidroxialquilaminas) que contienen de 2 a 18 átomos de carbono, tales como etanolamina, propanolamina, butanolamina (o 4-hidroxibutilamina), isobutanolamina (es decir, 2-amino, 2-metil, 1-propanol), dietanolamina, trietanolamina, mono-, di- y tri-isopropanolamina, octildietanolamina, dietiletanolamina, dimetilisopropanolamina y 5-aminopentanol. En algunas realizaciones, la base orgánica adecuada para su uso puede incluir compuestos heterocíclicos, tales como pirrolidina, morfolina, imidazol, bencimidazol, 1,2,3-triazol, imidazolina, imidazolidina y piperidina. En algunas realizaciones, la base orgánica representativa adecuada para su uso puede incluir aminas alifáticas, cicloalifáticas o aromáticas con 2 a 18 átomos de carbono. En algunas realizaciones, la base orgánica representativa adecuada para su uso puede incluir aminoácidos, tales como histidina, lisina y arginina.

[0101] Otras bases orgánicas ejemplares incluyen sales de amina de compuestos carboxilatos de ciclohexenoico derivados de ácidos grasos de aceite de resina; compuestos de amina, tales como mono-, di- y trietanolamina, morfolina, bencilamina, ciclohexilamina, diciclohexilamina, hexilamina, AMP (o 2-amino-2-metil-1-propanol o isobutanolamina), DEAE (o dietiletanolamina), DEHA (o dietilhidroxilamina), DMAE (o 2-dimetilaminoetanol), DMAP (o dimetilamino-2-propanol) y MOPA (o 3-metoxipropilamina), trietanolamina, triisopropanolamina y otras aminas. Otros compuestos de amina adecuados incluyen, entre otros, etanolamina, dietanolamina, morfolina, bencilamina, ciclohexilamina, diciclohexilamina, hexilamina, AMP (2-amino-2-metil -1-propanol o isobutanolamina), DEAE (dietiletanolamina), DEHA (dietilhidroxilamina), DMAE (2-dimetilaminoetanol), DMAP 65 (dimetilamino-2-propanol), MOPA (3-metoxipropilamina) y/o similares, y combinaciones de estos.

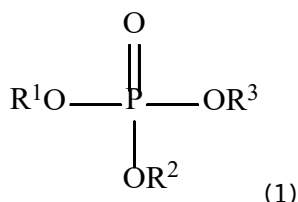
[0102] Otras bases orgánicas incluyen aminoácidos, tales como arginina, histidina, lisina. Alternativamente, otras bases orgánicas incluyen tiazoles y azoles, por ejemplo, compuestos que contienen un anillo heterocíclico de 5 o 6 miembros como grupo funcional activo, en el que el anillo heterocíclico contiene al menos un átomo de nitrógeno. Compuestos ejemplares incluyen benzo triazol, tolil triazol, metil benzo triazol (por ejemplo, 4-metilbenzotriazol y 5-metilbenzotriazol), butilbenzotriazol y otros alquilbenzotriazoles (por ejemplo, el grupo alquilo contiene de 2 a 20 átomos de carbono),

mercaptobenzotiazol, tiazol y otros tiazoles sustituidos, imidazol, bencimidazol y otros imidazoles sustituidos, indazol e indazoles sustituidos, tetrazol y tetrazoles sustituidos, tetrahidrotoliltriazol y mezclas de estos.

[0103] También se contempla que los fluidos de transferencia de calor descritos excluyan una o más de las bases orgánicas, tales como compuestos de amina, aminoácidos, compuestos de azol y tiazol, incluyendo, entre otros, los descritos.

[0104] Entre los ácidos orgánicos ejemplares se incluyen, entre otros, el ácido octanoico, el ácido decanoico, los ésteres de fosfato no neutros, los fosfonatos (como el ácido 2-butano-1,2,4-tricarboxílico y el ácido octilfosfónico) y los fosfinatos. Otros ácidos orgánicos adecuados incluyen ácidos mono-, di- y tricarboxílicos de C6 a C24, incluidos ácidos mono-, di- y tricarboxílicos alifáticos y aromáticos (tanto de cadena lineal como, en algunos casos, de cadena ramificada).

[0105] Otros ácidos orgánicos adecuados pueden incluir organofosfatos (también conocidos como ésteres de fosfato). En algunas realizaciones, un organofosfato para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas tiene la siguiente estructura (1):



donde R1, R2 y R3 son, cada uno de forma independiente, hidrógeno, un alquilo que contiene un heteroátomo opcionalmente sustituido, un alquenilo que contiene un heteroátomo opcionalmente sustituido, un alquilo que contiene un carbonilo opcionalmente sustituido, un alquenilo que contiene un carbonilo opcionalmente sustituido, o un resto opcionalmente sustituido seleccionado del grupo que consiste en alquilo, alquilo, arilo, fosfono, fosfino, alquilamino, amino y combinaciones de estos. Para algunas realizaciones en las que un grupo R del organofosfato (es decir, R¹, R^e y/o R³) contiene uno o más heteroátomos, el uno o más heteroátomos pueden formar un enlace éter (por ejemplo, -C-O-C-), un enlace sulfuro (-C-S-C-), un enlace amino (-C-N-C) o una combinación de estos.

[0106] Los organofosfatos representativos para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, fosfato de etilenglicol; fosfato de 1,2,3-propanotriol (n.º CAS: 12040-65-2); un éster de fosfato de poliéter; un ácido fosfórico etoxilado con alcohol alquílico C₆ - C₁₂ (n.º CAS: 68921-24-4); una sal de metal alcalino de éster de fosfato de cresil etoxilado (n.º CAS: 66057-30-5); cresil fosfato de potasio (CAS#: 37281-48-4); octilfenoxipolietoxietil fosfato; octilfenoxipolietil fosfato; fosfato de polietilenglicol mono(octilfenil) éter; sales de metales alcalinos de ácido alquilfenoxipolietoxietil fosfórico con una fórmula R-fenil(CH₂CH₂O)_xfosfato en la que R es hidrógeno o alquilo C₁ - C₂₀ (en algunas realizaciones, C₁ - C₆) y x es igual a 1 a 30 (en algunas realizaciones, 2 a 10); fosfatos de ácido alquílico o arílico, tales como fosfato de ácido isooctílico, fosfato de ácido 2-etilhexílico, fosfato de ácido

amílico, fosfato de amilo dihidrógeno, fosfato de diamilo hidrógeno, fosfato de ácido butílico, y/o similares; y combinaciones de estos.

Los ésteres de fosfato representativos adecuados para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas están disponibles en muchos proveedores, incluidos, entre otros, Dow Chemical Company (Midland, MI), Stepan Company (Northfield, IL), Solvay S.A./Rhodia Inc. (Bruselas, Bélgica), Ashland Inc. (Covington, KY), Clariant Corporation (Muttentz, Suiza), PCC Chemax Inc. (Piedmont, SC), IsleChem LLC (Grand Island, NY) y Lakeland Laboratories Limited (Manchester, Inglaterra) .

[0107] En algunas realizaciones, el organofosfato utilizado de acuerdo con las presentes enseñanzas puede seleccionarse del grupo que consiste en ésteres de fosfato de poliéter o ésteres de fosfato de alcohol, incluyendo, entre otros, (a) los tensioactivos Triton™ H-66, Triton™ H-55, Triton™ QS-44 y/o Triton™ XQS-20 de Dow Chemical Company; (b) Rhodafac® H-66 o sal potásica del éster fosfato de cresil etoxilato (n.º CAS 66057-30-5), Rhodafac H-66-E o sal potásica de ésteres fosfatos de etoxilatos aromáticos, Rhodafac HA-70 o forma de ácido fosfato de éster fenil polioxietileno (n.º CAS 39464-70-5), Rhodafac PA 23 o éster fosfórico de alcohol graso etoxilado (n.º CAS 68585-36-4), y/o Rhodafac LO/529-E o sal sódica de fosfato de alquilfenol etoxilado (n.º CAS 68954-84-7) de Rhodia; (c) Cedephos FA-600 que contiene ácidos fosfóricos etoxilados de alcohol alquílico C₆ – C_e (n.º CAS 68921-24-4, n.º CAS alternativo 68130-47-2) y/o MERPOL A (fosfato de alcohol) de Stepan Company; (d) Chemfac NF-100 (98 % de ácidos polifosfóricos, ésteres con etilenglicol, n.º CAS 68553-96-8) o fosfato de etilenglicol, Chemfac NA-350 o fosfato de 1,2,3-propanotriol (n.º CAS 12040-65-2, como componente principal de Chemfac NA-350), Chemfac PB-106K (fosfato de polioxietileno decilo, sal de potasio, o poli(oxi-1,2-etanodiilo), alfa-isodecilo-omega-hidroxi-, fosfato, sal de potasio, CAS. n.º 68071-17-0), Chemfac PB-184 (fosfato de oleilo POE o poli(oxi-1,2-etandiilo), alfa-9-octadecenil-omega-hidroxi-(Z)-, fosfato, n.º CAS 39464-69-2), Chemfac PF-636 (poli(oxi-1,2-etandiilo), alfa-hidro-omega-hidroxi, fosfato, n.º CAS 9056-42-2), Chemfac PB-264 (fosfato de éter de POE o poli(oxi-1,2-etandiilo), alfa-hidro-omega-hidroxi-, éteres mono-C12-14-alquílicos, fosfatos, n.º CAS 68511-37-5), Chemfac NC-096 (fosfato de POE (6) nonilfenol, o poli(oxi-1,2-etanodiil), alfa-(nonilfenil)-omega-hidroxi, ramificado, fosfatos, n.º CAS 68412-53-3), Chemfac NB-041 (POE alifático fosfato éster), Chemfac NB-042 (POE alifático fosfato éster), Chemfac 126 (POE alifático fosfato éster), Chemfac NB-159 (POE alifático fosfato éster), Chemfac NC-006E (éster de fosfato alifático POE), Chemfac NC-0910 (éster de fosfato alifático POE), Chemfac PB-082 (éster de fosfato alifático POE), Chemfac PB-104 (éster de fosfato alifático POE), Chemfac PB-109, Chemfac PB-133, Chemfac PB-135, Chemfac PB-136, Chemfac PB-139, Chemfac PB-253, Chemfac PC-006, Chemfac PC-099, Chemfac PC-188, Chemfac PD-600, Chemfac PD-990 y/o Chemfac PF-623 de PCC Chemax Inc.; (e) alcoholes fosfatados, tales como PA 100, PA 800, PA 800K y y PA 801 de Lakeland Laboratories Ltd.; (f) etoxilatos de alcohol fosfatado, tales como PAE 802, PAE 106, PAE 126, PAE 136, PAE 147, PAE 176, PAE 185 y PAE 1780 de Lakeland Laboratories Ltd.; (g)

etoxilatos de fenol fosfatados, tales como PPE 604, PPE 604K, PPE 154, PPE 156, PPE 159 y PPE 1513 de Lakeland Laboratories Ltd.; (h) y/o similares; y (i) combinaciones de estos.

[0108] En algunas realizaciones, los organofosfatos para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen fosfatos de ácidos alquílicos y arílicos. Los fosfatos de ácidos alquílicos o arílicos representativos que pueden utilizarse de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, fosfato de ácido amílico, fosfato de ácido n-butílico, fosfato de ácido metílico, fosfato de ácido fenílico, fosfato de ácido 2-etilhexílico, fosfato de ácido dimetílico, fosfato de ácido isooctílico y/o similares, y combinaciones de estos. Se pueden utilizar fosfatos de ácido monoalquílico/arílico, fosfatos de ácido dialquílico/arílico o una combinación de estos de acuerdo con las presentes enseñanzas.

[0109] La cantidad de organofosfato puede variar en función de la aplicación. A modo de ejemplo, la concentración de uno o más organofosfatos puede oscilar entre aproximadamente el 0,0025 % en peso y aproximadamente el 10 % en peso, basado en el peso total del concentrado de fluido de transferencia de calor (por ejemplo, entre aproximadamente el 0,005 % en peso y aproximadamente el 5 % en peso, entre aproximadamente el 0,01 % en peso y aproximadamente el 3 % en peso, de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 2 % en peso, o de aproximadamente 0,05 % en peso a aproximadamente 0,5 % en peso). Dentro de este rango, la cantidad puede ser mayor o igual a aproximadamente 0,005 % en peso y, en algunas realizaciones, mayor o igual a aproximadamente 0,01 % en peso. También dentro de este rango, la cantidad puede ser menor o igual a aproximadamente el 1 % en peso y, en algunas realizaciones, menor o igual a aproximadamente el 0,5 % en peso.

[0110] En algunos casos, los ingredientes y/o composiciones de transferencia de calor pueden incluir fosfonatos (por ejemplo, AMP o ácido aminotrimetilenfosfónico; HEDP o ácido 1-hidroxietilideno-1,1-difosfónico; HPA o ácido hidroxifosfonoacético o ácido 2-hidroxifosfonoacético; PBTC o ácido 2-butanofosfono-1,2,4-tricarboxílico; ácido octilfosfónico, PCAM o mezcla de ácidos fosfonocarboxílicos; y/o Bricorr 288, que es una mezcla de sales sódicas del ácido organofosfónico $H-[CH(COONa)CH(COONa)]_n-PO_3Na_2$, donde $n < 5$ y $n_{media} = 1,4$ y otros fosfonatos), fosfinatos (por ejemplo, PSO u oligómeros de ácido fosfínico, que es una mezcla de aductos de ácido fosfínico succínico mono-, bis- y oligomérico, y otros fosfinatos).

[0111] Otros ácidos orgánicos incluyen ácidos carboxílicos como el ácido benzoico y/o sus sales y ácidos n-alquilmonocarboxílicos y/o sus sales y otros carboxilatos). Tal y como se utiliza en el presente documento, el término «carboxilato» incluye el ácido carboxílico, sus sales y combinaciones de uno o más ácidos carboxílicos y una o más sales de ácido carboxílico. Las sales de ácidos carboxílicos adicionales adecuadas para su uso incluyen sales de metales alcalinos (como litio, sodio y potasio, etc.) y sales de metales alcalinotérreos (como calcio, magnesio y estroncio, etc.). El carboxilato adicional puede incluir uno o varios grupos carboxilo y puede ser lineal o ramificado. Se contempla expresamente que se pueden utilizar combinaciones de carboxilatos adicionales y que dichas combinaciones están comprendidas en los términos «carboxilato» y «ácido carboxílico». En algunas realizaciones, un

carboxilato adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas tiene de 4 a 24 átomos de carbono (por ejemplo, de 6 a 24 átomos de carbono). En otras realizaciones, un carboxilato adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas tiene de 6 a 20 átomos de carbono. El carboxilato adicional puede ser alifático, aromático o una combinación de ambos. En algunas realizaciones, el ácido carboxílico adicional es un ácido carboxílico alifático o aromático mono o dibásico de C6 a C20 y/o una sal de metal alcalino del mismo. En algunas realizaciones, un carboxilato adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas consiste en carbono, hidrógeno y oxígeno y está libre de heteroátomos que no sean oxígeno. Los carboxilatos alifáticos representativos para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, el ácido 2-etilhexanoico, el ácido hexanoico, el ácido heptanoico, el ácido octanoico, el ácido neodecanoico, el ácido decanoico, el ácido nonanoico, ácido isononanoico (por ejemplo, ácido 7-metiloctanoico, ácido 6,6-dimetilheptónico, ácido 3,5,5-trimetilhexanoico, ácido 3,4,5-trimetilhexanoico, ácido 2,5,5-trimetilhexanoico, ácido 2,2,4,4-tetrametilpentanoico y/o similares, y combinaciones de estos), ácido isoheptanoico, ácido dodecanoico, ácido sebácico, ácido adípico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido dodecandioico y/o similares, y combinaciones de estos. Los carboxilatos aromáticos representativos incluyen, entre otros, ácido benzoico, ácido toluico (ácido metilbenzoico), ácido terc-butilbenzoico, ácido alcoxibenzoico (por ejemplo, ácido metoxibenzosomo ácido o-, p- o m-anísico), ácido salicílico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido fenilacético, ácido mandélico, ácido 1,2,4-benzenotricarboxílico (o ácido trimelítico), ácido 1,3,5-benzenotricarboxílico, ácido 1,2,3-benzenotricarboxílico (o ácido hemimelítico) y/o similares, y combinaciones de estos.

[0112] En algunas realizaciones, el carboxilato adicional utilizado en una composición inhibidora de la corrosión de acuerdo con las presentes enseñanzas incluye una pluralidad de carboxilatos. En algunas realizaciones, el carboxilato adicional incluye un monocarboxilato alifático, un dicarboxilato alifático, un monocarboxilato aromático, un dicarboxilato aromático, o una combinación de estos. En algunas realizaciones, el carboxilato adicional incluye uno o una pluralidad de carboxilatos C6-C20, y cada uno de los carboxilatos C6-C20, uno o varios, se selecciona individualmente del grupo que consiste en un monocarboxilato alifático, un dicarboxilato alifático, un monocarboxilato aromático, un dicarboxilato aromático y una combinación de estos. En algunas realizaciones, el carboxilato adicional incluye al menos un ácido carboxílico alifático o aromático mono o di básico C6 a C20 adicional y/o una sal de metal alcalino del mismo. En algunas realizaciones, el carboxilato adicional incluye ácido 2-etilhexanoico, ácido adípico, ácido neodecanoico, ácido sebácico, ácido benzoico, ácido p-toluico, ácido t-butilbenzoico, un ácido alcoxibenzoico o una combinación de estos.

[0113] La concentración de carboxilato adicional puede variar en función de la aplicación. En algunas realizaciones, el carboxilato está presente en una cantidad de entre aproximadamente el 0,01 % en peso y aproximadamente el 5,0 % en peso, y en algunas realizaciones, de entre aproximadamente el 0,05 % en peso y aproximadamente el 1,5 % en peso, basado en el peso total de la formulación del inhibidor de

corrosión. Dentro de estos rangos, el carboxilato puede estar presente en una cantidad de entre aproximadamente el 0,01 %, el 0,02 %, el 0,03 %, el 0,04 %, el 0,05 %, el 0,06 %, el 0,07 %, el 0,08 %, el 0,09 %, el 0,10 %, 0,11 %, 0,12 %, 0,13 %, 0,14 %, 0,15 %, 0,16 %, 0,17 %, 0,18 %, 0,19 %, 0,20 %, 0,21 %, 0,22 %, 0,23 %, 0,24 %, 0,25 %, 0,26 %, 0,27 %, 0,28 %, 0,29 %, 0,30 %, 0,31 %, 0,32 %, 0,33 %, 0,34 %, 0,35 %, 0,36 %, 0,37 %, 0,38 %, 0,39 %, 0,40 %, 0,41 %, 0,42 %, 0,43 %, 0,44 %, 0,45 %, 0,46 %, 0,47 %, 0,48 %, 0,49 %, 0,50 %, 0,60 %, 0,61 %, 0,62 %, 0,63 %, 0,64 %, 0,65 %, 0,66 %, 0,67 %, 0,68 %, 0,69 %, 0,70 %, 0,71 %, 0,72 %, 0,73 %, 0,74 %, 0,75 %, 0,76 %, 0,77 %, 0,78 %, 0,79 %, 0,80 %, 0,81 %, 0,82 %, 0,83 %, 0,84 %, 0,85 %, 0,86 %, 0,87 %, 0,88 %, 0,89 %, 0,90 %, 0,91 %, 0,92 %, 0,93 %, 0,94 %, 0,95 %, 0,96 %, 0,97 %, 0,98 %, 0,99 %, 1,00 %, 1,10 %, 1,20 %, 1,30 %, 1,40 % o aproximadamente 1,50 %.

[0114] En algunas realizaciones, los polímeros solubles en agua adecuados para su uso en una formulación inhibidora de la corrosión de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen homopolímeros, copolímeros, terpolímeros e interpolímeros que tienen (1) al menos una unidad monomérica que contiene un ácido mono o dicarboxílico monoetilénicamente insaturado de C₃ a C₁₆ o sus sales de metal alcalino o amonio; o (2) al menos una unidad monomérica que contiene un derivado de ácido mono o dicarboxílico monoetilénicamente insaturado de C₃ a C₁₆, tal como una amida, nitrilo, éster carboxilato, haluro de ácido (por ejemplo, cloruro de ácido), anhídrido de ácido y/o similares, y combinaciones de estos. En algunas realizaciones, un polímero soluble en agua adecuado para su uso de acuerdo con las presentes enseñanzas puede incluir al menos un 5 % de unidades mer de (1) o (2) y, en algunas realizaciones, al menos un 10 % de unidades mer de (1) o (2).

[0115] Los ácidos monocarboxílicos representativos adecuados para su uso en la fabricación de polímeros solubles en agua que pueden utilizarse en una formulación inhibidora de la corrosión de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, el ácido acrílico, el ácido metacrílico, el ácido etilacrílico, el ácido vinilacético, el ácido alilacético y el ácido crotónico.

[0116] Los ésteres de ácidos monocarboxílicos representativos adecuados para su uso en la fabricación de polímeros solubles en agua que pueden utilizarse en una formulación inhibidora de la corrosión de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, acrilato de butilo, acrilato de n-hexilo, metacrilato de terc-butilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de hidroxietilo, acrilato de hidroxietilo, acrilato de hidroxipropilo, metacrilato de hidroxipropilo, metacrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de terc-butilo y acetato de vinilo.

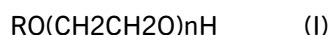
[0117] Los ácidos dicarboxílicos representativos adecuados para su uso en la fabricación de polímeros solubles en agua que pueden utilizarse en una formulación inhibidora de la corrosión de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, el ácido maleico, el ácido itacónico, el ácido fumárico, el ácido citacónico, el ácido mesacónico y el ácido metilenomalónico.

INGREDIENTES Y COMPOSICIONES ANTIESPUMANTES

[0118] El fluido de transferencia de calor (o fluido del sistema de gestión térmica) puede incluir materiales antiespumantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica. Los ingredientes antiespumantes adecuados pueden incluir (a) una silicona, por ejemplo, SAG 10, SAG 7133, SAG 831, Silbreak 320, Silbreak 321, Sibreak 322, Silbreak 329, Silbreak 638, productos que contienen octametildiclotetrasiloxano o productos similares disponibles en Momentive Performance Materials, Dow Corning u otros proveedores; (b) copolímeros en bloque de óxido de etileno-óxido de propileno (EO-PO), copolímeros en bloque de óxido de propileno-óxido de etileno-óxido de propileno (PO-EP-PO) (por ejemplo, Pluronic L61, Pluronic L81 u otros productos Pluronic y Pluronic C); polietilenoóxido, polipropilenoóxido, por ejemplo, PPG 2000 (es decir, polipropilenoóxido con un peso molecular medio de 2000); (c) sílice amorfa hidrófoba; (d) productos a base de polidiorganosiloxano (por ejemplo, productos que contienen polidimetilsiloxano (PDMS) y similares), productos a base de polidimetilsiloxano modificado orgánicamente, ácidos grasos, ésteres de ácidos grasos (por ejemplo, ácido esteárico y similares); (e) alcoholes grasos, alcoholes alcoxilados, poliglicoles; acetatos de poliéter polialanol, hexaoleato de sorbitol etoxilado con poliéter, acetato de monoalil éter de poli(óxido de etileno-óxido de propileno); (f) ceras, nafta, queroseno, aceites aromáticos; y combinaciones de uno o más de los agentes antiespumantes anteriores mencionados a modo de ejemplo. Entre los ejemplos de antiespumantes basados en emulsiones de polidimetilsiloxano se incluyen el PC-5450NF de Performance Chemicals, LLC, en Boscafen, Nuevo Hampshire; y los antiespumantes CNC XD-55 NF y XD-56 de CNC International, en Woonsocket, Rhode Island.

[0119] Los expertos en la materia comprenderán que los ingredientes antiespumantes adecuados pueden incluir uno o más de los tensioactivos no iónicos descritos anteriormente en relación con los ingredientes y composiciones anticorrosivos. A tal fin, los tensioactivos no iónicos adecuados para su uso como ingrediente antiespumante o en composiciones antiespumantes pueden incluir, entre otros, alcoholes alcoxilados, incluidos alcoholes etoxilados, alcoholes propoxilados y/o similares, y combinaciones de estos.

[0120] En algunas realizaciones, el alcohol etoxilado para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas puede representarse mediante la siguiente fórmula:



donde R es el alcohol primario lineal y n es el número total de moles de óxido de etileno.

[0121] En otras realizaciones, el alcohol propoxilado para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas puede representarse mediante la siguiente fórmula:



donde R es el alcohol primario lineal y m es el número total de moles de óxido de propileno.

[0122] En otras realizaciones, los alcoholes alcoxilados para uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas pueden representarse mediante la siguiente fórmula:



donde R es el alcohol primario lineal, j es el número total de moles de óxido de etileno y k es el número total de moles de óxido de propileno.

[0123] En algunas realizaciones, en cada una de las fórmulas (I) a (III), el alcohol primario lineal puede contener de 4 a 25 átomos de carbono, o de 6 a 15 átomos de carbono, o de 7 a 12 átomos de carbono. Además, «n» y «m» son números enteros con un valor comprendido entre 1 y 15 (incluidos). Los valores de j y k son números enteros comprendidos entre 0 y 15 (incluidos) y j + k es mayor o igual a 1.

[0124] Los alcoholes alcoxilados representativos disponibles en el mercado pueden obtenerse de muchos proveedores, por ejemplo, The Dow Chemical Company (Midland, MI), BASF Corporation (Mount Olive, NJ o Florham Park, NJ) y Tomah Products, Inc. (Milton, WI). Entre los ejemplos de productos de alcoholes alcoxilados de acuerdo con las presentes enseñanzas se incluyen TERGITOL™ XD (un copolímero de alquilo EO/PO con un peso molecular de 2990) y el tensioactivo TRITON™ EF-19 (>98 % de alcoholes, C8-C10, etoxilados y propoxilados. N.º CAS 88603-25-8), ambos disponibles en Dow Chemical Co., el tensioactivo MACOL® LF 110 (alcohol alcoxilado) y Plurafac® SLF 18 (100 % alcoholes, C6-C10, etoxilado y propoxilado. Número CAS: 68987-81-5). Otros alcoholes alcoxilados adecuados para su uso, disponibles en TOMAH Products, Inc., se muestran en la figura 1. Otros ejemplos de productos de alcoholes alcoxilados pueden incluir los tensioactivos no iónicos de baja espuma tipo Plurafac® LF, disponibles en BASF. Los tensioactivos del tipo Plurafac® LF consisten en alcoholes grasos alcoxilados, predominantemente no ramificados, y contienen óxidos de alqueno superiores junto con óxido de etileno. Los tensioactivos del tipo Plurafac® LF pueden incluir Plurafac® LF 120, Plurafac® LF 131, Plurafac® LF 132, Plurafac® LF 220, Plurafac® LF 221, Plurafac® LF 223, Plurafac® LF 224, Plurafac® LF 231, Plurafac® LF 300, Plurafac® LF 301, Plurafac® LF 303, Plurafac® LF 305, Plurafac® LF 400, Plurafac® LF 401, Plurafac® LF 403, Plurafac® LF 404, Plurafac® LF 405, Plurafac® LF 431, Plurafac® LF 500, Plurafac® LF 600, Plurafac® LF 711, Plurafac® LF 7319, Plurafac® LF 900, Plurafac® LF 901, Plurafac® LF 1300 y Plurafac® LF 1433.

[0125] En algunos casos, una composición antiespumante puede incluir una combinación sinérgica de un alcohol, un alcoxilato de alcohol graso como se ha descrito anteriormente en relación con la fórmula (III) y, opcionalmente, un copolímero de alquilo EO/PO. La composición antiespumante puede estar presente en el fluido de transferencia de calor en una cantidad de aproximadamente 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %, 0,8 %, 0,9 % o aproximadamente 1,0 %, o cualquier rango que pueda crearse a partir de estos valores.

[0126] En esta combinación, el alcohol puede ser, en general, un alcohol que tenga de 1 a 32 carbonos y puede ser lineal o ramificado. En algunos casos, el alcohol puede ser un alcohol alifático que tenga de 2 a 10 átomos de carbono, como etanol, n-propanol, butanol, isobutanol, pentanol, isopentanol, neopentanol, hexanol y sus isómeros, heptanol y sus isómeros, octanol y sus isómeros, nonanol y sus isómeros, decanol y sus isómeros. A este respecto, una composición antiespumante puede incluir entre aproximadamente el 70 % y aproximadamente el 90 % de un alcohol o aproximadamente el 70 %, 71 %, 72 %, 73 %, 74 %, 75 %, 76 %, 77 %, 78 %, 79 %, 80 %, 81 %, 82 %, 83 %, 84 %, 85 %, 86 %, 87 %, 88 %, 89 %, 90 %, 91 %, 92 %, 93 %, 94 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 % o 100 % de un alcohol.

72 %, 73 %, 74 %, 75 %, 76 %, 77 %, 78 %, 79 %, 80 %, 81 %, 82 %, 83 %, 84 %, 85 %, 86 %, 87 %, 88 %, 89 % o aproximadamente el 90 %, o cualquier rango que se pueda crear a partir de estos valores.

[0127] El alcoxilato de alcohol graso puede estar presente en la composición antiespumante en una cantidad de entre aproximadamente el 10 % y aproximadamente el 30 %, o aproximadamente el 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 % o aproximadamente 30 %, o cualquier rango que se pueda crear a partir de estos valores.

[0128] El copolímero de alquilo EO/PO, cuando está presente, puede estar presente en la composición antiespumante en una cantidad de aproximadamente 0,1 % a 2,0 % o aproximadamente 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %, 0,8 %, 0,9 %, 1,0 %, 1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %, 1,8 %, 1,9 %, o aproximadamente 2,0 %, o cualquier rango que se pueda crear a partir de estos valores.

[0129] También se contempla que las composiciones de fluido de transferencia de calor descritas excluyan específicamente la presencia de cualquiera de los agentes antiespumantes descritos en el presente documento.

INGREDIENTES OPCIONALES

[0130] El fluido de transferencia de calor (o fluido del sistema de gestión térmica) puede incluir uno o más aditivos refrigerantes eléctricamente no conductores o de baja conductividad eléctrica, tales como colorantes, dispersantes y antiescalantes, agentes humectantes y otros aditivos, etc. Opcionalmente, también se puede incluir un éster de tetraalquilortosilicato con grupos alquilo que contengan de 1 a 20 átomos de carbono (por ejemplo, tetrametilortosilicato, tetraetilortosilicato y similares). Cuando está presente, el éster de tetraalquilortosilicato puede estar presente (y puede excluirse) en la formulación del fluido de transferencia de calor en una cantidad de 0,001 % a aproximadamente 5 % en peso.

[0131] Los fluidos de transferencia de calor (o del sistema de gestión térmica) también pueden contener una o más concentraciones bajas de un metal alcalinotérreo soluble (como los seleccionados entre calcio, magnesio o estroncio), o compuestos de zinc, y mezclas de estos solos o en combinación con uno o más ácidos, como, entre otros, el ácido benzoico. El metal alcalinotérreo soluble o el compuesto de zinc pueden incluir hidróxidos, nitratos, nitritos, otras sales metálicas solubles o una mezcla de estos. En algunos casos, dichos compuestos son sales metálicas seleccionadas entre carboxilatos de calcio, magnesio, estroncio o zinc, o mezclas de estos. El término «soluble» significa que el compuesto es soluble en los fluidos de transferencia de calor con agente reductor del punto de congelación/agua al nivel utilizado en los fluidos, tanto en forma de concentrado como en forma lista para usar/prediluida con agua, y que el compuesto es capaz de ionizarse para generar el ion metálico correspondiente en el concentrado de fluido de transferencia de calor y/o en los fluidos listos para usar (prediluidos con agua desionizada). A este respecto, se contempla que los hidróxidos de metales alcalinotérreos puedan utilizarse en combinación con uno o más ácidos, como, por ejemplo, el ácido benzoico, para proporcionar una mezcla sustancialmente neutra con una baja conductividad.

[0132] Opcionalmente, también se pueden añadir otros aditivos para refrigerantes, tales como colorantes, agentes humectantes, biocidas y dispersantes no iónicos, etc., en las formulaciones de refrigerantes descritas en la presente invención. Los aditivos opcionales para su uso en el refrigerante deben ser no conductores o tener una conductividad eléctrica muy baja.

[0133] Opcionalmente, en la presente invención se pueden utilizar colorantes no conductores y resinas de intercambio iónico tratadas con colorantes, tal y como se describe en US7985349, US7611787, US7901824, 2006/0051639 y 2006/0063050. Otros colorantes o tintes no conductores representativos para su uso opcional de acuerdo con las presentes enseñanzas incluyen, entre otros, los diversos colorantes poliméricos de Milliken & Company de Spartanburg, Carolina del Sur, y los colorantes de Chromatech Inc. de Canton, Michigan, incluidos, entre otros, Liquitint Red ST, Liquitint Blue RE, Liquitint Red XC, Liquitint Patent Blue, Liquitint Bright Yellow, Liquitint Bright Orange, Liquitint Royal Blue, Liquitint Blue N-6, Liquitint Bright Blue, Liquitint Supra Blue, Liquitint Blue HP, Liquitint Blue DB, Liquitint Blue II, Liquitint Exp. Yellow 8614-6, Liquitint Yellow BL, Liquitint Yellow II, Liquitint Sunbeam Yellow, Liquitint Supra yellow, Liquitint Green HMC, Liquitint violet, Liquitint Red BL, Liquitint Red RL, Liquitint Cherry Red, Liquitint Red II, Liquitint Teal, Liquitint Yellow LP, Liquitint Violet LS, Liquitint Crimson, Liquitint Aquamarine, Liquitint Green HMC, Liquitint Blue EA y Liquitint Red HN, y/o similares, y combinaciones de estos.

[0134] Tal y como se utiliza en el presente documento, el término «no conductor» se refiere a un colorante que produce un aumento de la conductividad inferior a aproximadamente 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cuando se introduce en una solución estándar de agua desionizada a una concentración máxima no superior al 0,2 % en peso, basada en el peso total de la solución estándar. En algunas realizaciones, los colorantes no conductores adecuados poseerán una buena estabilidad en una mezcla de alcohol y agua en condiciones de funcionamiento de una pila de combustible (por ejemplo, típicamente temperaturas de entre aproximadamente 40 °C y aproximadamente 100 °C).

[0135] En algunas realizaciones, el colorante no conductor opcional está sustancialmente libre de grupos funcionales que formarán una especie iónica debido a la hidrólisis en una solución acuosa de alcohol o glicol. Tal y como se utiliza en el presente documento en el contexto de los colorantes no conductores, la expresión «prácticamente libre» se refiere a una cantidad que no supera la cantidad que daría lugar a una conductividad del fluido de transferencia de calor coloreado superior a 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En algunas realizaciones, el colorante no conductor opcional está sustancialmente libre de grupos funcionales seleccionados del grupo que consiste en grupos carboxilato, grupos sulfonato, grupos fosfonato, grupos catiónicos de amonio cuaternario, grupos que llevan una carga positiva, grupos que llevan una carga negativa y combinaciones de estos. Algunos ejemplos ilustrativos de grupos que llevan una carga positiva incluyen, entre otros, Na^+ , Cu^{2+} , N^+R_3 (donde R es independientemente H, grupos que contienen alquilo de C_1 a C_{20} o anillo aromático), Fe^{3+} y/o similares, y combinaciones de estos. Algunos

ejemplos ilustrativos de grupos que llevan una carga negativa incluyen, entre otros, Cl⁻, Br⁻, I⁻ y/o similares, y combinaciones de estos.

[0136] En algunas realizaciones, el colorante no conductor opcional puede incluir al menos uno de los siguientes cromóforos: antraquinona, trifenilmetano, difenilmetano, triarilmetano, diarilmetano, compuestos que contienen azo, compuestos que contienen disazo, compuestos que contienen trisazo, compuestos que contienen diazo, xanteno, acridina, indeno, tiazol, dos o más grupos aromáticos conjugados, dos o más grupos heterocíclicos conjugados (por ejemplo, radicales de tipo estilbeno y/o pirazolina y/o cumarina o mezclas de estos), tres o más dobles enlaces carbono-carbono conjugados (por ejemplo, caroteno) y/o similares, y combinaciones de estos. En algunas realizaciones, el cromóforo puede incluir uno o más de los siguientes: trifenilmetano, difenilmetano, triarilmetano, diarilmetano y un radical que contiene azo.

[0137] En algunas realizaciones, el colorante no conductor opcional puede contener grupos alquilenooxi o alcoxi y al menos un cromóforo como los descritos anteriormente. En algunas realizaciones, el cromóforo contenido en los colorantes puede seleccionarse del grupo que consiste en antraquinona, trifenilmetano, difenilmetano, triarilmetano, diarilmetano, compuestos que contienen azo, compuestos que contienen disazo, compuestos que contienen trisazo, compuestos que contienen diazo, dos o más grupos aromáticos conjugados, dos o más grupos heterocíclicos conjugados y/o similares, y combinaciones de estos.

[0138] En realizaciones alternativas, los colorantes no conductores opcionales adecuados tienen la fórmula (IV):



donde R es un cromóforo orgánico seleccionado del grupo que consiste en antraquinona, trifenilmetano, difenilmetano, triarilmetano, diarilmetano, compuestos que contienen azo, compuestos que contienen disazo, compuestos que contienen trisazo, compuestos que contienen diazo, xanteno, acridina, indeno, tiazol, dos o más grupos aromáticos conjugados, dos o más grupos heterocíclicos conjugados y combinaciones de estos; A es un grupo de enlace en el cromóforo y se selecciona del grupo que consiste en O, N y S; k es 0 o 1; B se selecciona del grupo que consiste en uno o más grupos alquilenooxi o alcoxi que contienen de 1 a 8 átomos de carbono; n es un número entero de 1 a 100; m es 1 o 2; x es un número entero de 1 a 5; y R₁ se selecciona del grupo que consiste en H, grupos alquilo C₁-C₆ o grupos alcoxi que contienen de 1 a 8 átomos de carbono, y combinaciones de estos.

[0139] En algunas realizaciones, los colorantes no conductores opcionales adecuados son aquellos colorantes de la fórmula (IV) mostrada anteriormente en la que A es N u O; B se selecciona del grupo que consiste en uno o más constituyentes de alquilenooxi que contienen de 2 a 4 átomos de carbono, n es de 1 a 30, m es 1 o 2, X es 1 o 2, y R₁ es H o un grupo alquilo C₁-C₄ o un grupo alcoxi que contiene de 1 a 6 átomos de carbono.

[0140] En algunas realizaciones, los colorantes no conductores opcionales pueden prepararse mediante diversos métodos conocidos, incluidos, entre otros, los descritos en la patente estadounidense n.º 4.284.729, la patente estadounidense n.º 6.528.564 u otras patentes concedidas a Milliken & Company de Spartanburg, Carolina del Sur. Por ejemplo, se pueden preparar colorantes opcionales adecuados convirtiendo un colorante intermedio que contiene un grupo amino primario en el compuesto polimérico correspondiente y empleando el compuesto resultante para producir un compuesto que tiene un grupo cromóforo en la molécula. En el caso de los colorantes azoicos, esto puede lograrse haciendo reaccionar una amina aromática primaria con una cantidad adecuada de un óxido de alquileo o mezclas de óxidos de alquileo (por ejemplo, óxido de etileno y similares) según procedimientos conocidos, y luego acoplado el compuesto resultante con una sal de diazonio de una amina aromática. Para preparar colorantes líquidos de la clase de los triarilmetanos, las aminas aromáticas que han reaccionado como se ha indicado anteriormente con un óxido de alquileo pueden condensarse con aldehídos aromáticos y los productos de condensación resultantes pueden oxidarse para formar los colorantes líquidos de triarilmetano. También pueden prepararse otros colorantes opcionales adecuados mediante estos y otros procedimientos conocidos.

[0141] En una realización, los colorantes opcionales que contienen especies iónicas pueden utilizarse si se emplean métodos de purificación. Las técnicas ilustrativas de purificación y separación química incluyen el tratamiento con resinas de intercambio iónico, ósmosis inversa, extracción, absorción, destilación, filtración, etc., y procesos similares utilizados para eliminar las especies iónicas con el fin de obtener un colorante purificado que sea eléctricamente no conductor y adecuado para su uso en la presente invención.

[0142] Para las realizaciones en las que el fluido de transferencia de calor incluye uno o más componentes opcionales adicionales, la cantidad total de uno o más componentes opcionales adicionales puede ser superior a aproximadamente el 0,001 % en peso, basado en el peso total del fluido de transferencia de calor. Dentro de este rango, la cantidad de uno o más componentes opcionales adicionales puede ser inferior al 20 % en peso, inferior al 19 % en peso, inferior al 18 % en peso, inferior al 17 % en peso, inferior al 16 % en peso, inferior al 15 % en peso, inferior al 14 % en peso, inferior al 13 % en peso o menos del 12 % en peso, menos del 11 % en peso, menos del 10 % en peso, menos del 9 % en peso, menos del 8 % en peso, menos del 7 % en peso, menos del 6 % en peso, menos del 5 % en peso, menos del 4 % en peso, menos del 3 % en peso o menos del 2 % en peso, basado en el peso total del fluido de transferencia de calor.

[0143] El pH del fluido de transferencia de calor ya sea formulado como un concentrado o como un fluido de transferencia de calor prediluido listo para usar, puede estar entre aproximadamente 4,5 y aproximadamente 10,0 a temperatura ambiente. Dentro de este rango, el pH puede ser mayor o igual a aproximadamente 5,0 o, en algunas realizaciones, mayor o igual a aproximadamente 6,5. También

dentro de este rango, el pH puede ser menor o igual a aproximadamente 9,0 o, en algunas realizaciones, menor o igual a aproximadamente 7,5.

[0144] Un método para prevenir la corrosión en un sistema de transferencia de calor de acuerdo con las presentes enseñanzas incluye poner en contacto al menos una parte del sistema de transferencia de calor con un fluido de transferencia de calor de un tipo descrito en el presente documento. El sistema de transferencia de calor puede incluir uno o varios componentes que contengan acero al carbono, aluminio, aleación de aluminio, magnesio, aleación de magnesio, metal amarillo o una combinación de estos. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de calor puede incluir magnesio y/o aleación de magnesio. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de calor incluye una pila de combustible.

RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO

[0145] De acuerdo con algunas realizaciones para su uso en los vehículos descritos, se contempla el uso de una resina de intercambio iónico pretratada con una composición inhibidora de la corrosión deseable para proporcionar la protección contra la corrosión requerida. Por ejemplo, las resinas de intercambio iónico (por ejemplo, resinas de lecho mixto o resinas de intercambio aniónico) pueden pretratarse primero con un inhibidor de la corrosión que contenga un anillo heterocíclico de 5 o 6 miembros como grupo funcional activo, en el que el anillo heterocíclico contiene al menos un átomo de nitrógeno, por ejemplo, un compuesto azólico. A continuación, las resinas de intercambio iónico se envasan en un filtro instalado en una derivación del sistema de refrigeración del vehículo. Algunas de las especies iónicas presentes en el refrigerante o generadas durante el funcionamiento del sistema de refrigeración se intercambiarán con el inhibidor de corrosión adherido a los sitios intercambiables de las resinas de intercambio iónico. Esto conduce a la liberación del inhibidor de corrosión de la resina y a la eliminación de las especies iónicas del refrigerante.

[0146] En aquellos casos en los que la resina se trata previamente con un inhibidor de corrosión que contiene compuestos N-heterocíclicos de 5 o 6 miembros, dado que dichos compuestos son compuestos iónicos débiles, su liberación en los rangos de concentración de uso típicos, por ejemplo, menos de unos pocos miles de miligramos por litro en el refrigerante, no dará lugar a un aumento inaceptable de la conductividad. Una ventaja del uso de cada una de las resinas de intercambio iónico descritas es que la cantidad de inhibidor de corrosión liberada por la resina depende de la necesidad de protección contra la corrosión del refrigerante. Un aumento de la corrosividad en el refrigerante producirá más especies iónicas, lo que a su vez provocará un aumento de la cantidad de inhibidor de corrosión de la resina debido al mecanismo de intercambio iónico. El aumento de la concentración de inhibidor de corrosión en el refrigerante dará lugar a una reducción de la velocidad de corrosión. Otra ventaja del uso de las resinas de intercambio iónico descritas es que la presencia de resinas de intercambio iónico de lecho mixto mantendrá una baja conductividad en los refrigerantes (fluidos de transferencia de calor o composiciones de fluidos de gestión térmica) del sistema. Cuando se utilizan y/o

están presentes resinas de intercambio iónico, se contempla también el uso de uno o más filtros y/o coladores para inhibir o prevenir la fuga de perlas de resina de intercambio iónico en el sistema.

[0147] Las resinas de intercambio iónico cargadas con inhibidores de corrosión pueden prepararse poniendo en contacto la resina de intercambio iónico con soluciones acuosas que contengan los inhibidores de corrosión durante un periodo de contacto suficientemente largo para que los inhibidores de corrosión hayan intercambiado el 15 % o más del total de grupos intercambiables en las resinas. En otras palabras, la carga de inhibidor de corrosión debe alcanzar el 15 % o más de la capacidad de intercambio de la resina, o más del 50 % de la capacidad de intercambio de las resinas o más del 75 % de la capacidad de intercambio de la resina. Las resinas de intercambio iónico cargadas con inhibidores de corrosión se envasan entonces en un filtro y se colocan en el sistema de refrigeración para proporcionar la protección contra la corrosión deseada. Antes de instalarlas en el sistema de refrigeración, las resinas de intercambio iónico cargadas con inhibidores de corrosión pueden limpiarse con agua desionizada y/o refrigerante limpio para minimizar la posibilidad de introducción accidental de impurezas en el sistema.

[0148] Los inhibidores de corrosión que pueden utilizarse para tratar las resinas de intercambio iónico tendrán generalmente un valor pKa igual o superior a 5 si se trata de un ácido en una solución acuosa a 25 °C. Si un inhibidor de tratamiento es una base, el valor pKb de los inhibidores de tratamiento adecuados debe ser igual o superior a 5 en una solución acuosa a 25 °C. Entre los ejemplos adecuados de inhibidores de tratamiento de resinas de intercambio iónico se pueden incluir compuestos que contengan un anillo heterocíclico de 5 o 6 miembros como grupo funcional activo, en los que el anillo heterocíclico contenga al menos un átomo de nitrógeno, por ejemplo, un compuesto azol. En particular, benzotriazol, toliltriazol, metilbenzotriazol (por ejemplo, 4-metilbenzotriazol y 5-metilbenzotriazol), butilbenzotriazol y otros alquilbenzotriazoles (por ejemplo, el grupo alquilo contiene de 2 a 20 átomos de carbono), mercaptobenzotriazol, tiazol y otros tiazoles sustituidos, imidazol, bencimidazol y otros imidazoles sustituidos, indazol e indazoles sustituidos, tetrazol y tetrazoles sustituidos, y mezclas de estos pueden utilizarse como inhibidores de la corrosión. También pueden utilizarse otros compuestos para tratar las resinas de intercambio iónico. Entre ellos se incluyen sales de amina de compuestos carboxilatos de ciclohexenoico derivados de ácidos grasos de aceite de resina y compuestos de amina, tales como mono-, di- y trietanolamina, morfina, bencilamina, ciclohexilamina, dicitlohexilamina, hexilamina, AMP (o 2-amino-2-metil-1-propanol o isobutanolamina), DEAE (o dietiletanolamina), DEHA (o dietilhidroxilamina), DMAE (o 2-dimetilaminoetanol), DMAP (o dimetilamino-2-propanol) y MOPA (o 3-metoxipropilamina). Además, también se pueden utilizar otros inhibidores de la corrosión, como carboxilatos, ésteres de carboxilato, amidas, etc. También se contempla que cualquiera de los compuestos descritos anteriormente que se puedan utilizar para tratar las resinas de intercambio iónico se pueda excluir de los fluidos de transferencia de calor descritos.

[0149] Las resinas de intercambio iónico que se pueden utilizar dependen de la naturaleza de los inhibidores de la corrosión que se vayan a utilizar. Si se utilizan compuestos N-heterocíclicos como inhibidores de la corrosión, la resina de intercambio iónico puede ser una resina de lecho mixto regenerable o una resina de intercambio aniónico. Si los inhibidores de la corrosión pueden convertirse en especies con carga positiva en soluciones, entonces se pueden utilizar resinas de lecho mixto regenerables o resinas de intercambio catiónico. Una resina de lecho mixto puede ser una mezcla de una resina de intercambio iónico catiónico y una resina de intercambio aniónico. Las resinas de intercambio catiónico representativas pueden estar en forma H^+ y la resina de intercambio aniónico puede estar en forma OH^- .

[0150] Las resinas de intercambio iónico se forman típicamente a partir de una matriz polimérica y grupos funcionales que interactúan con los iones. La matriz del intercambiador iónico puede ser poliestireno, incluyendo copolímeros de poliestireno y estireno, poliacrílico, fenol-formaldehído y polialquilamina. Los grupos funcionales de la resina de intercambio catiónico pueden ser grupos de ácido sulfónico ($-SO_3H$), grupos de ácido fosfónico ($-PO_3H$), grupos de ácido fosfínico ($-PO_2H$) o grupos de ácido carboxílico ($-COOH$ o $-C(CH_3)-COOH$). Los grupos funcionales de la resina de intercambio iónico aniónico pueden ser grupos de amonio cuaternario, por ejemplo, grupos de bencilotrimetilamonio o grupos de bencilodimetiletanolamonio; o grupos funcionales de amina terciaria. Las resinas de intercambio iónico disponibles en el mercado se comercializan y pueden obtenerse de Rohm and Haas (por ejemplo, Amberlite, Amberjet y Duolite, resinas Imac), Bayer (Lewatit), Dow (Dowex), Mitsubishi (Diaion), Purolite, Sybron (Ionac), Resintech y otros.

EJEMPLOS

[0151] Los fluidos de transferencia de calor de acuerdo con las presentes enseñanzas se demuestran además mediante los siguientes ejemplos no limitativos. Los siguientes ejemplos ilustran características de acuerdo con las presentes enseñanzas y se proporcionan únicamente a modo de ilustración. No pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas o sus equivalentes.

EJEMPLOS DE PRUEBAS DE DETECCIÓN DE CORROSIÓN

[0152] La norma ASTM D1384-24 (publicada en febrero de 2024) es un método de prueba que utiliza un procedimiento sencillo tipo vaso de precipitados para evaluar los efectos de los refrigerantes de motores en muestras de metal en condiciones de laboratorio controladas. En los siguientes ejemplos se utilizó un procedimiento de prueba ASTM D1384-24 modificado (denominado prueba de detección de corrosión). En este procedimiento, se expusieron muestras de metal o aleaciones metálicas a composiciones de fluidos de transferencia de calor diluidos (diluidos añadiendo agua desionizada fresca para proporcionar una composición al 50 % en volumen) representadas por los ejemplos 1-7 y los ejemplos comparativos 1-5, tal y como se identifica con más detalle en la tabla 1. En los ejemplos comparativos 6-8, se utilizaron soluciones refrigerantes comerciales prediluidas y listas para su uso sin modificaciones (es decir, sin dilución con agua desionizada) en la prueba ASTM D1384-24 modificada.

No se añadieron sales corrosivas a las soluciones de prueba en la prueba ASTM D1384-24 modificada. Las muestras se expusieron a cada solución de prueba durante 336 horas con la temperatura de la solución de prueba controlada a 88 °C según la especificación ASTM D1384-24 y se obtuvo la pérdida de masa de cada muestra. La pérdida de masa de cada muestra se indica en (mg de muestra)/336 horas.

[0153] La tabla 1 muestra los resultados de la prueba de detección de corrosión mencionada anteriormente. Los resultados demuestran que los fluidos de transferencia de calor descritos proporcionan una excelente protección contra la corrosión a diversos metales.

[0154] El agua desionizada fresca de los ejemplos utilizados en la tabla 1 significa que el agua desionizada se prepara recientemente mediante el equipo de ósmosis inversa sin que tenga la oportunidad de adsorber dióxido de carbono del aire. El agua desionizada fresca utilizada en los ejemplos de la presente invención tenía típicamente una conductividad eléctrica inferior a 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

TABLA 1 (cont.) - Formulaciones de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas, incluidos los resultados modificados de la norma ASTM D1384-24.

[illegible]

Observación sobre el fluido preparado	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.
Observación sobre la solución al 50 % tras añadir agua desionizada	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.
Conductividad eléctrica, $\mu\text{S/cm}$, 50 % a 25 °C	2.44	3.44	2.98	3.71	35.75	6.6	35.9	36.9

Resultados modificados según la norma ASTM D1384-24: pérdida media de peso de la muestra, paquete estándar, acoplamiento galvánico según la norma D1384-24, 50 % V, sin sal, 88 °C, 2 semanas, mg/336 h.

Cobre	0.5	0.3	0	0	-0.2	0.4	0.2	0.5
Soldadura ASTM	3.3	1.8	5.5	8.6	4.4	19.3	15.4	9.7
Latón	1.4	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Acero dulce	106.3	95.8	0.9	30	0.7	24.4	12.4	0.1
Hierro fundido	190.6	330.9	23.2	95.1	1.4	125.3	37.6	0.6
Aluminio fundido	1	2.1	15.2	14.1	1.4	9.85	2.85	-1.4

TABLA 1 (cont.) - Formulaciones de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas, incluidos los resultados modificados de la norma ASTM D1384-24.

ID del ejemplo	Ej. Comp. 2	Ej. Comp. 3	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5	Ej. Comp. 6	Ej. Comp. 7	Ej. Comp. 8
ID	D8	D9	D10	D11	Refrigerante OE BEV 1	Refrigerante OE BEV 2	Refrigerante de recambio 1
Ingrediente	%peso	%peso%	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso
Etilenglicol	98.863	98.624	48.863	98.363	Present	Present	Present
Agua desionizada fresca			50	0.44			
TTZ sólido							
BZT sólido	0.4	0.4	0.4	0.4			
Carbowax 400	0.24	0.24	0.24	0.24			
Fosfato de tris (2-butoxietilo), 95 %	0.2	0.5	0.2	0.2			
AR-940, poliacrilato de sodio (MW = 2600) suministrado como solución acuosa sólida al 40 % con un pH de 8,3	0.06		0.06	0.06			
DI H ₂ O fresco				0.06			
Acetato de calcio monohidratado, CaAc ₂ *H ₂ O	0.005	0.004	0.005	0.005			
Acetato de magnesio tetrahidratado, MgAc ₂ *4H ₂ O	0.022	0.02	0.022	0.022			
Liquitint Blue RE	0.01	0.01	0.01	0.01			
Antiespumante PM5150 (contiene polipropilenglicol)	0.2	0.2	0.2	0.2			
Total	100	100	100	100			
Observación sobre el fluido preparado	Turbio	Líquido transparente, monofásico	Turbio	Turbio			

TABLA 1 (cont.) - Formulaciones de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas, incluidos los resultados modificados de la norma ASTM D1384-24.

ID del ejemplo	Ej. Comp. 2	Ej. Comp. 3	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5	Ej. Comp. 6	Ej. Comp. 7	Ej. Comp. 8
ID	D8	D9	D10	D11	Refrigerante OE BEV 1	Refrigerante OE BEV 2	Refrigerante de recambio 1
Observación sobre la solución al 50 % tras añadir agua desionizada.	ND	Tras diluirlo hasta obtener una solución al 50 %, se separa en dos fases.	ND	ND			
Conductividad eléctrica, $\mu\text{S/cm}$, tal cual a 25 °C	ND	ND	ND	ND	3.6	97	381.6
Comentarios					Conductividad eléctrica muy baja Refrigerante BEV	Refrigerante BEV de baja conductividad eléctrica	Refrigerante EV de conductividad eléctrica media

Resultados modificados según la norma ASTM D1384-24: pérdida media de peso de la muestra, paquete estándar, acoplamiento galvánico según la norma D1384-24, 50 % V, sin sal, 88 °C, 2 semanas, mg/336 h.

Cobre	-	-	-	-	1	3.2	2.1
Soldadura ASTM	-	-	-	-	4.7	15	52.2

TABLA 1 (cont.) - Formulaciones de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas, incluidos los resultados modificados de la norma ASTM D1384-24.

ID del ejemplo	Ej. Comp. 2	Ej. Comp. 3	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5	Ej. Comp. 6	Ej. Comp. 7	Ej. Comp. 8
ID	D8	D9	D10	D11	Refrigerante OE BEV 1	Refrigerante OE BEV 2	Refrigerante de recambio 1
Latón	-	-	-	-	0.9	6.7	6.3
Acero dulce	-	-	-	-	60	-0.1	1
Hierro fundido	-	-	-	-	133.5	16.3	-1
Aluminio fundido	-	-	-	-	1.1	10.8	1.6

* Ej. Comp. 6 = Refrigerante OE BEV prediluido listo para usar 1

Ej. Comp. 7 = Refrigerante OE BEV prediluido listo para usar 2

Ej. Comp. 8 = Refrigerante EV prediluido listo para usar del mercado de repuestos 1

[0155] Además, se puede observar que las formulaciones de fluidos de gestión térmica de baja conductividad eléctrica de los ejemplos n.º 2, n.º 4 y n.º 7 produjeron bajas tasas de corrosión (en términos de pérdida de peso de la muestra metálica) para las distintas muestras metálicas de ensayo. Los resultados de pérdida de masa de las muestras se encuentran dentro de los límites especificados en la norma ASTM D3306, que se refiere a los requisitos para los refrigerantes de motor a base de etilenglicol o propilenglicol o etilenglicol con glicerina utilizados en automóviles u otros sistemas de refrigeración de servicio ligero.

[0156] Entre los resultados de las pruebas que se muestran en la tabla 1, los ejemplos n.º 4 y n.º 7 dieron los mejores resultados generales de pérdida de peso por corrosión. Demuestran que el rendimiento de protección contra la corrosión de los fluidos ejemplares probados es mucho mejor que el de los fluidos comerciales comparables para la gestión térmica de vehículos eléctricos (véanse los ejemplos comparativos n.º 6, n.º 7 y n.º 8).

[0157] La figura 2A muestra una foto de la parte frontal (es decir, el lado de las muestras en el que se estamparon los números de identificación antes de la prueba) de las cinco muestras metálicas después de ser sometidas a la prueba ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente (duración de la prueba: 336 horas, temperatura de la solución de prueba: 88 °C), en la que se utilizó el fluido de gestión térmica del sistema de baterías OE BEV 1 (o refrigerante OE BEV 1, que contiene aproximadamente un 52,8 % en volumen de etilenglicol y otros aditivos, incluidos inhibidores de corrosión) prediluido y listo de muy baja conductividad eléctrica OE BEV para sistemas de gestión térmica de baterías 1 (o refrigerante OE BEV 1, que contiene aproximadamente un 52,8 % en volumen de etilenglicol y otros aditivos, incluidos inhibidores de corrosión) como solución de prueba sin añadir sales corrosivas y sin diluirla añadiendo agua desionizada adicional, y se describe con más detalle en el ejemplo comparativo 6 anterior. La figura 2B muestra una foto de la parte posterior de las cinco muestras metálicas de la figura 2A después de ser sometidas a la prueba ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente (véase la descripción dada anteriormente para la figura 2A) y se describe con más detalle como el ejemplo comparativo 6, más arriba.

[0158] La figura 3A muestra una fotografía de la parte frontal de las cinco muestras metálicas tras ser sometidas a la prueba ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó como solución de prueba un fluido de gestión térmica para sistemas de baterías OE BEV de baja conductividad eléctrica, prediluido y listo para su uso 2 (o refrigerante OE BEV 2, que contiene ~ 58,9 % en volumen de etilenglicol y otros aditivos, incluidos inhibidores de corrosión) como solución de ensayo sin añadir sales corrosivas y sin diluirlo añadiendo agua desionizada adicional, y se describe con más detalle como el ejemplo comparativo 7 anterior. La figura 3B muestra una foto de la parte posterior de las cinco muestras metálicas que se muestran en la figura 3A después de realizar la prueba de detección de corrosión descrita anteriormente (véase la descripción anterior en

la figura 3A para las condiciones de prueba) y se describe con más detalle como el ejemplo comparativo 7, más arriba.

[0159] La figura 4A muestra una fotografía de la parte frontal de las cinco muestras metálicas después de haber sido sometidas a la prueba ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente (duración de la prueba: 336 horas a 88 °C), en la que se utilizó un fluido de gestión térmica para sistemas de baterías comerciales de conductividad eléctrica media, prediluido y listo para su uso (o refrigerante para vehículos eléctricos de recambio, que contiene aproximadamente un 54,2 % en volumen etilenglicol y otros aditivos, incluidos inhibidores de corrosión) como solución de prueba, sin añadir ninguna sal corrosiva y sin diluirlo añadiendo agua desionizada adicional, y se describe con más detalle como el ejemplo comparativo 8 anterior. La figura 4B muestra una foto de la parte posterior de las cinco muestras metálicas mostradas en la figura 4A después de realizar la prueba de detección de corrosión descrita anteriormente (véase la descripción anterior en la figura 4A para las condiciones de prueba) y se describe con más detalle como el ejemplo comparativo 8, más arriba.

[0160] De la comparación de las fotos de las figuras que muestran la prueba de detección de corrosión posterior se aprecia que se observaron daños intensos por ataque de corrosión localizada en el aluminio fundido, la soldadura ASTM y una muestra de hierro fundido con respecto a las pruebas realizadas en el Ej. Comp. n.º 7 listo para usar (un refrigerante/fluido de gestión térmica OE BEV comercial de baja conductividad eléctrica o refrigerante OE BEV 2).

[0161] También se apreciará que el ejemplo n.º 2 muestra una protección contra la corrosión mucho mejor de las muestras de cupones metálicos que el Ej. Comp. n.º 6 (un refrigerante/fluido de gestión térmica OE BEV comercial que contiene) con una conductividad eléctrica igualmente muy baja (la conductividad eléctrica de los dos fluidos (es decir, menos de 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C) cumple los requisitos de diseño de conductividad eléctrica para refrigerantes especificados para su uso como refrigerante de pilas de combustible en vehículos eléctricos propulsados por pilas de combustible).

[0162] Cabe señalar que, con respecto a la muestra de aluminio fundido, los resultados de pérdida de peso relativamente bajos obtenidos en la prueba de detección de corrosión para el fluido Ej. Comp. 8 listo para usar fueron algo engañosos. Como se puede ver en las figuras 4A y 4B, las muestras de aluminio fundido se ennegrecieron por completo, lo que indica que se produjo una alta corrosión del aluminio en las muestras durante la prueba. De hecho, se apreciará que los resultados de pérdida de peso por corrosión de la muestra de soldadura ASTM superaron los límites especificados en la norma ASTM D3306. Por lo tanto, si se eliminaran completamente los productos de corrosión negros de las muestras de aluminio fundido utilizadas en la prueba del fluido Ej. Comp. 8, las tasas de corrosión de las muestras de aluminio fundido serían mucho más altas que las que se muestran en la tabla 1.

[0163] En comparación, las muestras de aluminio fundido que se sometieron a prueba en el fluido del ejemplo n.º 7 no se ennegrecieron (en comparación con el ejemplo comparativo 8) y mostraron pocos

signos de ataque por corrosión, lo que concuerda con los resultados de pérdida de peso obtenidos en las pruebas y presentados en la tabla 1.

[0164] Cabe señalar que los resultados mostrados en la Tabla 1 demostraron claramente el inesperado efecto sinérgico de las combinaciones de inhibidores de corrosión descritas en la presente invención. La presencia de iones de metales alcalinotérreos (en forma de sales de acetato de calcio y acetato de magnesio) en presencia de fosfato de tris(2-butoxietilo) proporcionó una excelente protección contra la corrosión de las diversas muestras metálicas utilizadas en las pruebas de detección de corrosión (pruebas ASTM D1384-24 modificadas), por ejemplo, como se muestra en los resultados de las pruebas comparativas del ejemplo 3 frente al ejemplo 4 y del ejemplo 5 frente al ejemplo 6. Los resultados de la tabla 1 (véanse los ejemplos 1, 2, 3 y 5 frente al comp. Ej. 1) también demuestran que, en ausencia de iones de metales alcalinotérreos, la presencia de ciertos rangos de concentraciones de fosfato de tris(2-butoxietilo) puede proporcionar una protección anticorrosiva aceptable a las muestras de acero dulce y hierro fundido, sin aumentar la corrosión de la muestra de aluminio fundido a un nivel inaceptable, como se demuestra en la prueba de detección de corrosión (es decir, la prueba ASTM D1384-24 modificada).

[0165] Los resultados de los ejemplos comparativos 2, 4 y 5 indican que la adición de poliacrilato en las formulaciones de fluidos de gestión térmica daría lugar a la formación inesperada (y perjudicial) de precipitados (o separación de fases) en los fluidos de transferencia de calor (o fluidos de gestión térmica para vehículos eléctricos) descritos en la presente invención.

EJEMPLOS DE PRUEBAS DE ESTANCAMIENTO

[0166] En los siguientes ejemplos, se probaron cubos de radiadores de automóviles de acuerdo con las condiciones de prueba descritas en Yang, B., Woyciesjes, P. y Gershun, A., «Comparison of Extended Life Coolant Protection Performance» (Comparación del rendimiento de protección de refrigerantes de larga duración), documento técnico SAE 2017-01-0627, doi:10.4271/2017-01-0627 y US2019/0225855A1. En resumen, se colocaron cubos de radiador de automóvil Ford Fusion de muestra en botellas de polipropileno que contenían un 50 % en volumen o productos refrigerantes comerciales listos para usar y, a continuación, se colocaron en hornos de prueba controlados a 100 °C, 140 °F y 100 °F durante dos semanas. Tras dos semanas, se tomaron muestras de las soluciones refrigerantes (o fluidos de transferencia de calor) de prueba y se enviaron para su análisis.

[0167] La tabla 2 muestra que las formulaciones de fluidos de transferencia de calor descritas proporcionan una excelente protección contra la corrosión de las superficies de aleación de aluminio de los intercambiadores de calor de automóviles fabricados mediante el proceso de soldadura fuerte en atmósfera controlada que se utiliza habitualmente en los sistemas de gestión térmica de los vehículos (incluidos los vehículos eléctricos).

[0168] Los resultados analíticos de las soluciones de fluidos de transferencia de calor posteriores a la prueba se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Resultados de la prueba de estancamiento del cubo del radiador a 100 °C, 140 °F y 100 °F.

[illegible]

Tabla 2: Resultados de la prueba de estancamiento del cubo del radiador a 100 °C, 140 °F y 100 °F.

Fluido de prueba	50v% Ej. 7				50v% Ej. Comp. 9 (OE BEV Coolant 3)				Ej. Comp. 10 (Ready-to-use After Market EV Coolant 2)			
Prueba de estancamiento Temperatura	Refrig. nuevo	100 °C	140 °F	100 °F	Refrig. nuevo	100 °C	140 °F	100 °F	Refrig. nuevo	100 °C	140 °F	100 °F
pH (tal cual)	5.99	7.65	6.82	6.81	8.85	7.93	8.19	8.56	8.53	8.15	8.28	8.36
Etilenglicol v% por índice de refracción	51.4	53.3	51.4	51.4	52.1	53.9	52.2	52.1	56.1	58.2	56.2	56.2
Índice de refracción	1.38639	1.38826	1.38644	1.38636	1.38714	1.38888	1.38716	1.3871	1.39113	1.39317	1.39122	1.39115
Nitrito/nitrato, mg/L	ND / ND	ND / ND	ND / ND	ND / ND	ND / ND	ND / ND	ND / ND	ND / ND	93/2355	86/2452	88/2228	87/2180
Fluoruro, mg/L	ND	17	9	9	ND	23	19	24	ND	73	46	24
Glicolato, mg/L	12	120	18	13	16	128	29	16	13	47	15	14
Formato, mg/L	<10	28	11	11	<10	22	17	11	<10	13	<10	<10
Acetato, mg/L	75	92	76	77	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ICP, filtrado, mg/L												
Al	<2	<2	<2	<2	<2	2.3	<2	<2	<2	11.9	11.2	8.3
K	<2	313	69.9	63.8	12.9	437.9	205.8	108.3	101.4	239.4	177.6	140.9
Si	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	128.8	107.8	121.6	127.3
Nota					Refrigerante a base de ácido orgánico de alta conductividad eléctrica para vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículos eléctricos híbridos (HEV) y vehículos con motor de combustión interna (ICE).				Refrigerante a base de ácido orgánico híbrido que contiene silicato y nitrato de muy alta conductividad eléctrica para vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículos eléctricos híbridos (HEV) y vehículos con motor de combustión interna			

[0169] En la tabla 2 se puede observar que los fluidos de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica descritos ofrecen una excelente protección contra la corrosión de las superficies de aluminio de los cubos del radiador (intercambiadores de calor) de los automóviles cubiertos con residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio. En particular, el rendimiento de protección contra la corrosión de los ejemplos n.º 4, n.º 6 y n.º 7 fue superior al proporcionado por los refrigerantes comerciales, *es decir*, 50 % v/v Ej. Comp. 9 (refrigerante OE BEV 3), Ej. Comp. n.º 10 (*es decir*, refrigerante EV 2 listo para usar del mercado de repuestos). Estas dos soluciones refrigerantes Comp. Ex tienen una alta conductividad eléctrica (*es decir*, superior a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a una concentración del 50 v%) y contienen altas concentraciones de inhibidores de corrosión carboxilatos alifáticos de alta eficacia conocidos, así como nitratos, silicatos y compuestos azólicos.

[0170] La concentración del catión de aluminio, Al, producto de la corrosión, y los iones de fluoruro altamente corrosivos, en algunos casos, las concentraciones de ácidos de degradación del glicol (como el glicolato y el formiato) son mucho más bajas (o inexistentes) en las soluciones de prueba de estancamiento en cubo postradiador de 50 v% Ej. n.º 4, n.º 6 y n.º 7 que las detectadas en las soluciones de productos refrigerantes comerciales para vehículos eléctricos Ej. Comp. 9 y Ej. Comp. 10 (los dos productos refrigerantes comp. Ej. están aprobados por los fabricantes de equipos originales y también están destinados a su uso en sistemas de refrigeración de motores de vehículos de combustión interna (ICE)) en condiciones de prueba comparables.

[0171] Los resultados de la prueba demuestran claramente que los fluidos de transferencia de calor descritos proporcionan una protección excelente y superior para los intercambiadores de calor de automóviles fabricados mediante el proceso de soldadura fuerte en atmósfera controlada en condiciones de funcionamiento del sistema de gestión térmica de los vehículos eléctricos. Como se muestra en los resultados de los ejemplos 3, 4 y 7, se demuestra un efecto sinérgico inesperado de protección contra la corrosión de las combinaciones de inhibidores de corrosión descritas en la presente invención. La mayor concentración de fosfato de tris(2-butoxietilo) utilizada en el ejemplo 6 en comparación con la utilizada en el ejemplo 4 parece indicar que la protección contra la corrosión del residuo de fundente de fluoroaluminato de potasio puede mejorar al aumentar la concentración de fosfato neutro en la formulación del fluido de transferencia de calor.

[0172] En referencia ahora a la Tabla 3, se muestran los resultados de las pruebas en las que se utilizó la prueba ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente para probar varias composiciones comparativas (Ej. Comp. 11-15) y una composición según los fluidos de transferencia de calor descritos anteriormente (Ej. 8).

Tabla 3: Formulaciones adicionales de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas.

ID del ejemplo	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13	Ej. Comp. 14	Ej. Comp. 15	Ej. 8
Ingrediente	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso
Etilenglicol	98.7601	98.5605	98.5604	98.5601	99.1497	98.5600
Agua desionizada fresca	0.2501	0.2500	0.2500	0.2500		0.2501
Benzotriazol en forma sólida, pureza: > 98 %	0.4001	0.4000	0.4000	0.4002	0.4001	0.4000
Carbowax 400	0.2400	0.2400	0.2400	0.2400	0.2400	0.2401
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %			0.1999	0.1000		0.3001
Fosfato de trietilo, > 99 %	0.1000	0.3000	0.1000	0.2000		
Acetato de calcio monohidratado, CaAc2*H2O	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065		0.0065
Acetato de magnesio tetrahidratado, MgAc2*4H2O	0.0330	0.0330	0.0330	0.0330		0.0330
Liquitint Blue RE	0.0102	0.0100	0.0100	0.0101	0.0100	0.0102
PM5150	0.2000	0.2000	0.2001	0.2000	0.2001	0.2000
Total	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000

Tabla 3: Formulaciones adicionales de fluidos para la gestión térmica de vehículos eléctricos con baja conductividad eléctrica y resultados de las pruebas.

ID del ejemplo	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13	Ej. Comp. 14	Ej. Comp. 15	Ej. 8
Ingrediente	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso
Observación sobre el fluido preparado	Líquido transparente, monofásico.	Precipitado observado	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.
Observación sobre la solución al 50 % tras añadir agua desionizada	Líquido transparente, monofásico.	Indeterminado	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.	Líquido transparente, monofásico.
Conductividad eléctrica, $\mu\text{S}/\text{cm}$, 50 % tras dilución mediante	49.7	ND	49.9	49.7	1.9	49.8
Mod. ASTM D1384-24, paquete estándar, acoplado galvánicamente según ASTM D1384-24, 50 % v, sin sal, 88 °C, 2 semanas, mg/336 h, pruebas por triplicado.						
Cobre	2.2	-	2.4	3.5	0.7	2.2
Soldadura ASTM	10.8	-	15.3	32.9	4.0	12.4
Latón	2.5	-	2.6	2.9	0.4	2.0
Acero dulce	140.8	-	133.1	191.6	54.9	1.4
Hierro fundido	293.8	-	281.3	730.9	156.7	0.5
Aluminio fundido	-1.1	-	-0.3	-0.2	0.1	3.1

[0173] Como se muestra en la tabla 3, el uso de fosfato de trietilo como sustituto parcial o total del fosfato de tris(2-butoxietilo) en las formulaciones de fluidos de transferencia de calor descritas condujo a una reducción drástica del rendimiento de protección contra la corrosión de los fluidos de transferencia de calor en la solución lista para usar al 50 % en volumen, especialmente en lo que respecta a la protección contra la corrosión del acero dulce (o acero al carbono) y el hierro fundido en las condiciones de ensayo descritas. Al comparar los resultados de conductividad eléctrica que se muestran en la tabla 1 y la tabla 3, el experto en la materia apreciaría que la conductividad eléctrica de la solución lista para usar al 50 % en volumen tiende a aumentar con el aumento de las concentraciones de las sales de acetato de metales alcalinotérreos (*es decir*, acetato de calcio monohidratado y acetato de magnesio tetrahidratado) utilizadas en las formulaciones. Por lo tanto, el uso de altas concentraciones de sales de carboxilato de metales alcalinotérreos en las formulaciones puede verse limitado por los requisitos de conductividad eléctrica deseados de los fluidos de transferencia de calor para su uso en los sistemas de gestión térmica de los vehículos eléctricos. Los resultados de la tabla 1 y la tabla 3 demuestran claramente el inesperado efecto sinérgico de las composiciones de fluidos de transferencia de calor descritas a la hora de proporcionar una excelente protección contra la corrosión a diversos metales en las condiciones de ensayo descritas anteriormente. En particular, la presencia de las cantidades divulgadas de fosfato de tris(2-butoxietilo) y sales de carboxilato de metales alcalinotérreos en las composiciones de fluidos de transferencia de calor condujo a una excelente protección contra la corrosión de los diversos metales en las condiciones de ensayo descritas anteriormente, lo cual es claramente inesperado, ya que un experto en la materia no esperaría una interacción química significativa entre la molécula de fosfato de tris(2-butoxietilo) sin carga y los iones de metales alcalinotérreos con carga positiva en las soluciones de fluido de transferencia de calor de etilenglicol-agua utilizadas en las condiciones de prueba modificadas de la norma ASTM D1384-24.

Evaluación antiespumante

[0174] Como se ha señalado anteriormente, la capacidad de los fluidos de transferencia de calor para resistir la formación de espuma durante el funcionamiento es una consideración importante en las composiciones de fluidos de transferencia de calor, ya que el aire tiene propiedades de refrigeración y protección mucho menores en comparación con un refrigerante líquido. Por consiguiente, como se ha señalado anteriormente, los fluidos de transferencia de calor descritos incluyen ingredientes o una composición antiespumantes. A este respecto, se utilizó una prueba modificada basada en la norma ASTM D1881-17, que describe un método de prueba para las tendencias de formación de espuma de los refrigerantes de motores en vidrio (publicada en diciembre de 2017) para evaluar los fluidos de transferencia de calor que incluían composiciones e ingredientes antiespumantes.

[0175] En resumen, en la prueba modificada, se sopla con aire (aproximadamente 1000 ml/min) durante cinco minutos una solución al 56 % en volumen del fluido de transferencia de calor, que incluye un ingrediente o una composición antiespumante como se indica en la tabla 4, a continuación, mientras

se mantiene a una temperatura constante (en un caso a aproximadamente 88 °C y en otro caso a aproximadamente 23 °C). Se mide el volumen de espuma creado después de cinco minutos y el tiempo que tarda dicha espuma en romperse. Un volumen de espuma aceptable es inferior o igual a 150 ml y un tiempo de ruptura aceptable es inferior o igual a cinco segundos.

[0176] En la siguiente tabla 4 se muestran los resultados de la prueba ASTM D1881-17 modificada descrita para siete fluidos de transferencia de calor ejemplares según la presente invención y para cuatro fluidos de transferencia de calor comparativos.

Table 4 - Evaluación de antiespumantes

ID del ejemplo	Ej. 9	Ej. 10	Ej. 11	Ej. 12	Ej. 13	Ej. 14	Ej. 15
Ingrediente	% de peso	% de peso	% de peso	% de peso	% de peso	% de peso	% de peso
Etilenglicol	98.5986	98.5986	98.6180	98.618	98.8683	98.7432	98.6180
Benzotriazol, sólido	0.4001	0.4001	0.4001	0.400	0.4001	0.4002	0.4001
Carbowax 400	0.2400	0.2400	0.2402	0.240	0.2401	0.2401	0.2400
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %	0.2200	0.2200	0.2001	0.200	0.2000	0.2000	0.2002
Acetato de calcio monohidratado	0.0050	0.0050	0.0052	0.005	0.0052	0.0051	0.0052
Acetato de magnesio tetrahidratado	0.0220	0.0220	0.0221	0.022	0.0220	0.0221	0.0220
Composición antiespumante							
1-propanol	0.4001	0.4001	0.4001	0.400	0.2000	0.3000	0.4001
BASF Plurafac LF-403	0.0950	0.0950	0.0950	0.095	0.0488	0.0731	0.0975
Dow Tergitol XD	0.0050	0.0050	0.0050	0.005	0.0013	0.0019	0.0025
Ingrediente antiespumante: antiespumante Plurafac LF-224							
Chromatint Red 1690	0.0040	0.0040	0.0040	0.004	0.0040	0.0041	0.0041
Chromatint Red 3382	0.0100	0.0100	0.0102	0.010	0.0101	0.0101	0.0102
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.0000	100.0000	100.0000

Resultados modificados de la prueba de espuma ASTM D1881, prueba tal cual al 56 % en volumen.

Volumen de espuma a 88 °C, ml	65	65	60	60	85	78	65
Tiempo de ruptura a 88 °C, s	1.70	1.71	1.77	2.44	3.28	2.6	2.39
Volumen de espuma a 23 °C, ml	55	55	60		60	50	50
Tiempo de ruptura a 23 °C, s	2.95	3.00	3.25		3.63	2.77	3.58

Table 4 (cont.) – Evaluación de Antiespumantes

ID del ejemplo	Ej. Comp. 16	Ej. Comp. 17	Ej. Comp. 18	Ej. Comp. 19
Ingrediente	%peso	%peso	%peso	%peso
Etilenglicol	98.8680	98.7431	98.6181	99.0476
Benzotriazol, sólido	0.4000	0.4001	0.4001	0.4005
Carbowax 400	0.2400	0.2401	0.2401	0.2403
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %	0.2002	0.2001	0.2000	0.2003
Acetato de calcio monohidratado	0.0052	0.0051	0.0051	0.0050
Acetato de magnesio tetrahidratado	0.0221	0.0222	0.0221	0.0220
Composición antiespumante				
1-propanol	0.2002	0.3001	0.4001	
BASF Plurafac LF-403	0.0500	0.0750	0.1000	
Dow Tergitol XD				
Ingrediente antiespumante: antiespumante Plurafac LF-224				0.0702
Chromatint Red 1690	0.0041	0.0042	0.0042	0.0040

Chromatint Red 3382	0.0102	0.0101	0.0101	0.0100
Total	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000

Resultados modificados de la prueba de espuma ASTM D1881-17, tal cual, al 56 % vol%.

Volumen de espuma @ 88 °C, ml	203	105	135	255
Tiempo de ruptura @ 88 °C, s	10.58	5.67	6.04	14.47
Volumen de espuma @ 23 °C, ml	50	50	40	
Tiempo de ruptura @ 23 °C, s	3.66	3.46	2.82	

Ejemplos adicionales de pruebas de detección de corrosión

[0177] Como se ha señalado anteriormente, la norma ASTM D1384-24 (publicada en febrero de 2024) es un método de ensayo que utiliza un procedimiento sencillo tipo vaso de precipitados para evaluar los efectos de los refrigerantes de motores en muestras metálicas en condiciones de laboratorio controladas. Se prepararon fluidos de transferencia de calor ejemplares con ingredientes y/o composiciones inhibidores de la corrosión, tal y como se indica en la tabla 5, que incluían ciertas combinaciones de fosfato de tris(2-butoxietilo), trietanolamina, L-arginina, octilfosfonato y acetato de calcio y acetato de magnesio. La inhibición de la corrosión de los fluidos de transferencia de calor se evaluó utilizando el procedimiento de ensayo ASTM D1384-24 modificado descrito anteriormente, en el que las muestras se expusieron a cada solución de ensayo durante 336 horas con la temperatura de la solución de ensayo controlada a 88 °C según la especificación ASTM D1384-24 y se obtuvo la pérdida de masa de cada muestra. La pérdida de masa de cada muestra se expresa en (mg de muestra)/336 horas.

[0178] El agua desionizada fresca de los ejemplos utilizados en la tabla 5 significa que el agua desionizada se prepara fresca mediante un equipo de ósmosis inversa sin que tenga la posibilidad de adsorber dióxido de carbono del aire. El agua desionizada fresca utilizada en los ejemplos descritos tenía típicamente una conductividad eléctrica inferior a 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

[0179] La tabla 6 muestra los resultados de las pruebas obtenidos a partir de la prueba de detección de corrosión ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente y demuestra que las composiciones anticorrosivas descritas incluidas en los fluidos de transferencia de calor descritos proporcionan una excelente protección contra la corrosión a diversos metales.

Tabla 5: Formulaciones candidatas de refrigerante BEV a base de etilenglicol de baja conductividad eléctrica
Efecto del fosfato de tris(2-butoxietilo), la trietanolamina, la L-arginina, el octilfosfonato, el CaAc2 y el MgAc2

ID Ej. ID Ref.	Ej. 16 H1	Ej. 17 H2	Ej. 18 H3a	Ej. 19 H3b	Ej. 20 H5	Ej. 21 H5	Ej. 22 H6	Ej. Comp. 20 H7	Ej. Comp. 21 H3c
Ingrediente	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso	%peso
Etilenglicol	98.8229	98.6229	98.1602	98.0620	98.8328	98.8333	98.6045	98.4815	98.0819
BZT sólido	0.4000	0.4000	0.4001	0.3997	0.3999	0.3998	0.40074	0.4001	0.4001
Carbowax 400	0.2400	0.2400	0.2399	0.2398	0.2400	0.2401	0.24045	0.2402	0.2402
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %	0.2000	0.2000	0.1002	0.1998	0.3001	0.2997	0.40073	0.3002	0.2000
Trietanolamina, 99+ %	0.1000	0.3000	0.5000	0.4994			0.30061		0.5001
L-arginina					0.0501	0.0500		0.0502	
Hostaphat OPS, ácido octilfosfónico de Clariant, ~40 %			0.0999	0.0999				0.1002	0.1000
Agua desionizada fresca	0.0500	0.0500	0.3997	0.3995	0.0500	0.0501	0.0502	0.4006	0.4504
Acetato de calcio monohidratado, CaAc2*H2O	0.0050	0.0050			0.0050	0.0050	0.00051	0.0220	0.0050
Acetato de magnesio tetrahidratado, MgAc2*4H2O	0.0220	0.0220			0.0220	0.0220	0.00227	0.0050	0.0221
Liquitint Blue RE	0.0100	0.0100							
Plurafac LF-403	0.1500	0.1500	0.1000	0.0999	0.1000	0.0999			
Total	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Conductividad eléctrica al 50 % (muestra pequeña diluida con agua desionizada fresca del grifo)	74.3	100.8	98.7	98	55.1	60	73.9		
pH, 50 %	7.53	7.92	8.00	8.00	7.38	7.35	7.9		
Observación	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt	Nublado, formación de ppt	Nublado, formación de ppt

Tabla 6: Resultados modificados de la norma ASTM D1384-24: pérdida media de peso de la muestra, paquete estándar, acoplamiento galvánico según la norma D1384-24, solución de ensayo al 50 % diluida con agua desionizada, sin sales corrosivas, 88 °C, 2 semanas, mg/336 h, ensayos por triplicado.

ID del ejemplo	Ej. 16	Ej. 17	Ej. 20
ID de referencia	H1	H2	H5
Cobre	1.4	1.4	1.2
Soldadura ASTM	38.8	36.4	20.3
Latón	0.8	2.5	3.5
Acero dulce	-0.6	-0.5	-0.3
Hierro fundido	-1.2	-0.9	-1.3
Aluminio fundido	-1.3	-1.2	-1.0

[0180] La composición según el ejemplo 16 (tabla 5) se evaluó adicionalmente utilizando una prueba ASTM D4340-19 modificada (publicada en junio de 2019). La norma ASTM D4340-19 es un procedimiento de selección para evaluar la eficacia de los refrigerantes de motor en la lucha contra la corrosión de las aleaciones de aluminio fundido en condiciones de transferencia de calor que pueden darse en los motores con culatas de aluminio. En esta prueba, se establece un flujo de calor a través de una aleación de aluminio fundido típica de las utilizadas para las culatas de motor, mientras se expone a un refrigerante de motor a una presión de 193 kPa (28 psi). La temperatura de la muestra de aluminio se mantiene a 135 °C (275 °F) y la prueba se prolonga durante una semana (168 h). La eficacia del refrigerante para prevenir la corrosión del aluminio en condiciones de transferencia de calor (en lo sucesivo, «corrosión por transferencia de calor») se evalúa sobre la base del cambio de peso de la muestra de prueba. En la prueba ASTM D4340-19 modificada, se creó una solución al 50 % en volumen del fluido de transferencia de calor del ejemplo 16 añadiendo agua desionizada y sin añadir sal corrosiva para replicar las condiciones que cabría esperar en los sistemas y componentes de transferencia de calor descritos.

[0181] Además, en un caso, la muestra sometida a ensayo se lavó con agua antes de la medición y, en otro caso, la muestra sometida a ensayo se lavó con ácido antes de la medición. Los resultados de cada uno de ellos se muestran en la tabla 7 y se expresan como cambio de peso por cada 168 horas.

Tabla 7: Resultados modificados de D4340: solución al 50 % en volumen, diluida añadiendo agua desionizada, sin añadir sal corrosiva

ID del ejemplo	Ej. 16
ID de referencia	H1
Lavado con agua Tasa de corrosión media	-0.02
Prueba n.º 1	-0.04
Prueba n.º 2	0.01
Limpiado con ácido Tasa de corrosión media	0.03
Prueba n.º 1	0.03
Prueba n.º 2	0.03

[0182] Se prepararon fluidos de transferencia de calor ejemplares con ingredientes inhibidores de la corrosión y/o composiciones, tal y como se indica en la tabla 8, que incluían ciertas combinaciones de fosfato de tris(2-butoxietilo), trietanolamina, ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico (PBTC), ácido octanoico, ácido decanoico, ésteres de fosfato H-66 o Chemfac NF100, acetato de calcio, acetato de magnesio y nitrato de estroncio. La inhibición de la corrosión de los fluidos de transferencia de calor se evaluó utilizando el procedimiento de ensayo ASTM D1384-24 modificado descrito anteriormente, en el que las probetas se expusieron a cada solución de ensayo durante 336 horas con la temperatura de la solución de ensayo controlada a 88 °C según la especificación ASTM D1384-24 y se obtuvo la pérdida de masa de cada probeta. La pérdida de masa de cada probeta se expresa en (mg de muestra)/336 horas.

[0183] El agua desionizada fresca de los ejemplos utilizados en la tabla 8 significa que el agua desionizada se prepara fresca mediante un equipo de ósmosis inversa sin que tenga la posibilidad de adsorber dióxido de carbono del aire. El agua desionizada fresca utilizada en los ejemplos descritos tenía típicamente una conductividad eléctrica inferior a 1 µS/cm.

[0184] La tabla 9 muestra los resultados de las pruebas obtenidos a partir de la prueba de detección de corrosión ASTM D1384-24 modificada descrita anteriormente y demuestra que las composiciones anticorrosivas descritas incluidas en los fluidos de transferencia de calor descritos proporcionan una excelente protección contra la corrosión a diversos metales.

Tabla 8: Formulaciones candidatas de refrigerante BEV a base de etilenglicol de baja conductividad eléctrica: efecto del fosfato de tris(2-butoxietilo), la trietanolamina, el PBTC, el ácido octanoico, el ácido decanoico, los ésteres de fosfato H-66 o Chemfac NF100 y Ca/MgAc₂ o Sr(NO₃)₂.

ID del ejemplo	Ej. 23	Ej. 24	Ej. 25	Ej. 26	Ej. 27	Ej. 28	Ej. 29	Ej. 30
ID de referencia	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I10
Ingrediente	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
Etilenglicol	97.1768	97.1749	97.1459	97.1474	97.1457	97.1312	95.4492	97.1649
Agua desionizada fresca	1.3006	1.3014	1.3012	1.3003	1.3005	1.3005	2.5896	1.3002
Toliltriazol sólido								0.2002
Benzotriazol sólido	0.2000	0.2005	0.2001	0.2002	0.2003	0.2002	0.1993	
Carbowax 400	0.2402	0.2402	0.2401	0.2401	0.2403	0.2402	0.2394	0.2401
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %								
Ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico (PBTC), sal sódica, producto Wincom	0.2000	0.2003	0.2005	0.2002	0.2003	0.2003	0.1995	0.2003
			0.0060					
Agua desionizada fresca (utilizada para preparar una mezcla previa con ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico, sal sódica, solución al 20 % en peso			0.0240					
50 % en volumen de PBTC, ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico								0.0092
Trietanolamina, 99+ %, Sigma Aldrich								
	0.4703	0.4701	0.4700	0.4700	0.4702	0.4701	0.4685	0.4703
Ácido octanoico	0.1002		0.1002	0.1000	0.1003	0.1000	0.0997	0.1001
Ácido decanoico		0.1004						
Dow Triton H-66, éster de fosfato				0.0300		0.0304		

[illegible]

Tabla 9: Resultados modificados según la norma ASTM D1384-24: pérdida media de peso de la muestra, paquete estándar, acoplamiento galvánico según la norma D1384-24, solución de ensayo al 50 % diluida con agua desionizada, sin sales corrosivas, 88 °C, 2 semanas, mg/336 h, ensayos por triplicado.

ID del ejemplo	Ej. 23	Ej. 24	Ej. 25	Ej. 26	Ej. 27	Ej. 28	Ej. 29	Ej. 30
ID de referencia	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I10
Cobre	1.1	1.6	2.0	0.3	0.7	0.9	0.9	0.7
Soldadura ASTM	19.9	13.1	10.2	11.7	9.2	15.0	6.6	16.3
Latón	1.9	3.0	3.1	3.5	3.4	3.8	2.4	3.3
Acero dulce	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.2
Hierro fundido	-0.8	-1.0	-0.7	-2.6	-2.1	-2.8	-3.3	-1.6
Aluminio fundido	-0.5	-1.3	-1.2	-1.2	-0.9	-1.3	-1.0	-0.7

[0185] Las composiciones según los ejemplos 23 y 26 (tabla 8) se evaluaron adicionalmente utilizando la prueba ASTM D4340-19 modificada descrita anteriormente. Se crearon soluciones al 50 % en volumen de los fluidos de transferencia de calor de los ejemplos 23 y 26 añadiendo agua desionizada y sin añadir sal corrosiva para replicar las condiciones que cabría esperar en los sistemas y componentes de transferencia de calor descritos. Además, en un caso, la muestra sometida a ensayo se lavó con agua antes de la medición y, en otro caso, la muestra sometida a ensayo se lavó con ácido antes de la medición. Los resultados de cada uno de ellos se muestran en la Tabla 10 y se expresan como cambio de peso por cada 168 horas.

Tabla 10: Resultados de la prueba D4340 modificada: solución al 50 % en volumen, diluida añadiendo agua desionizada, sin añadir sal corrosiva

ID del ejemplo	Ej. 23	Ej. 26
ID de referencia	I2	I5
Tasa de corrosión media lavada con agua	-0,05	-0.13
Prueba n.º 1	-0.05	-0.18
Prueba n.º 2	-0.06	-0.09
Tasa de corrosión media limpiada con ácido 0,02	-0.04	0.05
Prueba n.º 1	0.02	0.06
Prueba n.º 2	0.02	0.03

Ejemplos de pruebas de soldadura en atmósfera controlada

[0186] Como es sabido, los sistemas de transferencia de calor pueden incluir uno o varios componentes fabricados mediante soldadura en atmósfera controlada (*es decir*, CAB). En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de calor puede incluir aluminio. En estos casos, se ha descubierto que los cambios en los fluidos de transferencia de calor pueden ser más pronunciados tras el contacto con las superficies de aluminio de los intercambiadores de calor fabricados mediante una técnica de soldadura en atmósfera controlada (CAB) en condiciones de funcionamiento del sistema de refrigeración del motor. Los residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio que quedan en las superficies de aluminio

tras el proceso CAB pueden desempeñar un papel clave en el cambio de las propiedades químicas y el rendimiento de protección de los refrigerantes del motor.

[0187] El siguiente ejemplo describe tres fluidos de transferencia de calor según la presente invención en los que la composición inhibidora de la corrosión incluye un fosfato neutro y, en particular, un éster de fosfato que en algunos casos puede ser un éster de poliéter de fosfato o un éster de alcohol fosfato (por ejemplo, Triton™ H-66 o Triton™ H-55).

Tabla 11: Fluidos de transferencia de calor con un inhibidor de corrosión que incluye fosfatos neutros

ID del ejemplo	Ej. 30	Ej. 31	Ej. 32
Ingrediente	% en peso	% en peso	% en peso
Etilenglicol	98.5983	98.5293	98.4998
Benzotriazol sólido	0.4001	0.3998	0.3997
Carbowax 400 (polietilenglicol, peso molecular medio de 380-420)	0.2400	0.2398	0.2398
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %	0.2201	0.2199	0.2199
Acetato de calcio monohidratado	0.0050	0.0050	0.0050
Acetato de magnesio tetrahidratado	0.0220	0.0220	0.0220
Dow Triton H-55, éster de fosfato		0.0700	
Dow Triton H-66, éster de fosfato			0.0999
Mezcla antiespumante			
1-propanol	0.4004	0.4001	0.4000
BASF Plurafac LF-403	0.0951	0.0950	0.0950
Tergitol XD	0.0050	0.0050	0.0050
Chromaint Red 1690	0.0040	0.0040	0.0040
Chromatint Red 3382	0.0100	0.0100	0.0100
Total	100.0000	100.0000	100.0000
Solución al 50 % Conductividad eléctrica a 25 °C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	37	93.5	95.7
pH, 50 %	6.2	6.9	7.0
Observación	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt

[0188] Se utilizaron mediciones de la curva de polarización anódica en condiciones de ensayo GM9066P modificadas para medir y comparar el rendimiento de los fluidos de transferencia de calor identificados en la tabla 12 con respecto a la protección del aluminio fundido contra la corrosión a alta temperatura en condiciones de transferencia de calor con rechazo de calor, que se dan normalmente en bloques de motor y culatas. La configuración de ensayo utilizada en las mediciones de polarización anódica fue la misma que la especificada en GM9066P. Las soluciones de prueba contenían una cantidad de refrigerante indicada en la tabla 12 (diluida con agua desionizada). El electrodo de trabajo era una sección del extremo del tubo del radiador con residuos de fundente de fluoruro de potasio y aluminio cortada de un radiador nuevo de un automóvil norteamericano (radiador de tubos soldados). El tamaño de la sección del tubo del radiador utilizada como electrodo de trabajo era de aproximadamente 26 mm x 26 mm x 26 mm. La temperatura de la solución se controló a 88 °C, siendo la temperatura de

la superficie del electrodo aproximadamente 15 °C superior a la temperatura de la solución. La solución no contenía sales corrosivas.

[0189] La velocidad de corrosión se determinó mediante el método descrito en el documento GM9066P de las Normas de Ingeniería de General Motors, publicado en abril de 1989. En resumen, en este método se obtuvo una curva de polarización anódica después de que la temperatura de la solución alcanzara valores de estado estable (*es decir*, 88 °C) durante 5 a 6 horas utilizando una velocidad de barrido de 1 mV/seg, donde el electrodo de referencia era AgAgCl, 3M NaCl. Los resultados se muestran en la tabla 12 y en las figuras 5 y 6.

Tabla 12: Índice de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$) medido en una sección del tubo radiador soldado cubierta con residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio, medido mediante el método de resistencia a la polarización (GM9066P).

Líquido de prueba	Refrigerante OE BEV listo para usar 3, Comp. Ej. 9	Refrigerante OE BEV listo para usar 50/50 2, Comp. Ej. 7	56 % vol. Ej. 29 (Ref. ID I8)	56 % vol. Ej. 30	56 vol.% Ej. 31	56 vol.% Ej. 32	Refrigerante listo para usar para motores de combustión interna e híbridos eléctricos 1, comp. Ej. 22	50 vol.% Ej. 33 (K9)
Tiempo de exposición a 88 °C - Temperatura de la solución, horas	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)	Velocidad de corrosión ($\mu\text{m}/\text{año}$)
0.5	N.A.	189.2	3.3	40.6	3.9	2.8	8.41	2.54
1.5	528.5	95.3	2.8	27.5	4.0	2.8	8.82	3.49
3	252.9	69.0	3.3	27.6	3.2	2.4	9.31	4.17
4.5	122.4	43.5	3.2	21.0	2.8	2.3	7.97	5.12
6	104.1	23.3	2.7	20.2	2.6	2.4	7.89	5.43

*Comp. El ejemplo 22 es un refrigerante listo para usar para motores de combustión interna e híbridos eléctricos del mercado de repuestos. El ejemplo 1 es un refrigerante de alta conductividad eléctrica ($\sim 3600 \mu\text{S}/\text{cm}$) con una vida útil muy larga, es decir, protección garantizada durante 15 años/400 000 millas.

La fórmula del ejemplo 33 se proporciona en la tabla 13.

[0190] Como se puede apreciar en la tabla 12 y en las figuras 5 y 6, el rendimiento de protección contra la corrosión de la composición ejemplar según la presente invención superó con creces el proporcionado por los refrigerantes BEV originales comparables. Además, es evidente que lo mostrado en la tabla 12 y las figuras 5 y 6 indica que los fluidos de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica ejemplares de la presente invención proporcionan una protección contra la corrosión mucho mejor a la superficie del tubo del radiador de aluminio cubierta con residuos de fundente de fluoroaluminato de potasio en comparación con el ejemplo comparativo 22 y el ejemplo 33. Al examinar específicamente las figuras 5 y 6, se comprenderá que los fluidos de transferencia de calor de baja conductividad eléctrica ejemplares según la presente invención proporcionan una protección contra la corrosión mucho mejor a la superficie del tubo del radiador de aluminio cubierta con residuos de fundente que el ejemplo comparativo OE y los productos refrigerantes del mercado de repuestos en las condiciones de prueba utilizadas, especialmente en condiciones de corrosión por corrientes parásitas.

[0191] El siguiente ejemplo describe tres fluidos de transferencia de calor según la presente invención en los que la composición inhibidora de la corrosión incluye una amina y, en particular, trietanolamina o triisopropanolamina.

Tabla 13: Fluidos de transferencia de calor con un inhibidor de la corrosión que incluye aminas

ID del ejemplo	33	34	35
ID de referencia	K9	K1	K7
Ingrediente	% en peso	% en peso	% en peso
Etilenglicol	96.1101	96.5149	96.3841
Agua desionizada fresca	1.7940	1.5006	1.5003
Ácido benzoico	0.0200	0.0161	0.0101
Hidróxido de calcio	0.0051	0.0085	0.0053
Hidróxido de magnesio	0.0052		
50 % v/v PBTC, ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico	0.0081	0.0084	0.0085
Benzotriazol, sólido	0.4002	0.4002	0.4001
Carbowax 400	0.2401	0.2404	0.2401
Fosfato de tris(2-butoxietilo), 95 %	0.2001	0.2001	0.2004
Trietanolamina, 99+ %, MW = 149,188		0.5001	
Triisopropanolamina, 98 %, MW = 191,271	0.6400		0.6400
Ácido no iónico	0.0501	0.0505	0.0501
Ácido decanoico	0.0502	0.0500	0.0504
Dow Triton H-66			
Chemfac NF-100, fosfato de etilenglicol	0.0600		
Mezcla antiespumante			
n-propanol	0.4002	0.4000	0.4000
BASF Plurafac LF-403 0,0975	0.0975	0.0975	0.0975
Dow Tergitol XD	0.0025	0.0025	0.0025
Chromatint Red 169			
Chromatint Red 3382	0.0102	0.0103	0.0105
Total	100.0936	100.0000	100.0000
Conductividad eléctrica al 50 % v/v (diluido añadiendo agua desionizada)	144.1	128.7	108.8
pH, 50 v %	7.54	7.88	7.58
Observación	Sin ppt	Sin ppt	Sin ppt

[0192] Los expertos en la materia comprenderán que los ejemplos 33-35 identifican composiciones de fluidos de transferencia de calor adecuadas según la presente invención.

[0193] Aunque se han descrito realizaciones de la invención con referencia a varios elementos, cualquier elemento descrito en las realizaciones aquí descritas es ejemplar y puede omitirse, sustituirse,

añadirse, combinarse o reordenarse según sea aplicable para formar nuevas realizaciones. Una persona experta, al leer la presente especificación, reconocerá que dichas realizaciones adicionales se describen efectivamente en el presente documento. Por ejemplo, cuando la presente divulgación describe las características, la estructura, el tamaño, la forma, la disposición o la composición de un elemento o proceso para fabricar o utilizar un elemento o una combinación de elementos, las características, la estructura, el tamaño, la forma, la disposición o la composición también pueden incorporarse a cualquier otro elemento o combinación de elementos, o proceso para fabricar o utilizar un elemento o combinación de elementos descritos en el presente documento para proporcionar realizaciones adicionales.

[0194] Además, cuando se describe una realización que comprende algún elemento o grupo de elementos, las realizaciones adicionales pueden consistir esencialmente en o consistir en el elemento o grupo de elementos. Además, aunque en el presente documento se utiliza generalmente el término abierto «comprende», se pueden formar realizaciones adicionales sustituyendo los términos «que consiste esencialmente en» o «que consiste en».

[0195] Por la presente se incorpora por referencia todo el contenido de todas y cada una de las publicaciones patentadas y no patentadas citadas en el presente documento, salvo en caso de que exista alguna divulgación o definición incompatible con la presente especificación, en cuyo caso prevalecerá la divulgación o definición aquí contenida.

[0196] Debe entenderse que el uso de los artículos indefinidos «un» y «una» en referencia a un elemento (*por ejemplo*, «un depresor del punto de congelación», «un tensioactivo no iónico», «un polialquilenglicol», etc.) no excluye la presencia, en algunas realizaciones, de una pluralidad de dichos elementos.

[0197] Si bien los conceptos de la presente divulgación son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, en los dibujos se han mostrado a modo de ejemplo realizaciones específicas ejemplares de la divulgación. Sin embargo, debe entenderse que no existe la intención de limitar los conceptos de la presente divulgación a las formas particulares divulgadas; la intención es abarcar todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entran dentro del espíritu y el alcance de la invención tal y como se define en las reivindicaciones.

[0198] Debe entenderse que los elementos y características recitados en las reivindicaciones adjuntas pueden combinarse de diferentes maneras para producir nuevas reivindicaciones que también entran dentro del alcance de la presente invención. Así, aunque las reivindicaciones dependientes adjuntas a continuación dependen de una sola reivindicación independiente o dependiente, debe entenderse que estas reivindicaciones dependientes pueden, alternativamente, depender de cualquier reivindicación anterior, ya sea independiente o dependiente, y que dichas nuevas combinaciones deben entenderse como parte de la presente especificación.