



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 516**

51 Int. Cl.:  
**C09K 5/10** (2006.01)  
**H01M 8/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03742823 .2**  
96 Fecha de presentación : **19.02.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1476524**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.11.2004**

54 Título: **Composiciones de transmisión de calor con alta resistencia eléctrica para ensamblajes de pilas de combustible.**

30 Prioridad: **19.02.2002 US 358201 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2009**

73 Titular/es: **Honeywell International Inc.**  
**101 Columbia Road, P.O. Box 2245**  
**Morristown, New Jersey 07960, US**

72 Inventor/es: **Jeffcoate, Carol S.;**  
**Gershun, Aleksei V.;**  
**Woyciesjes, Peter M. y**  
**Marinho, Filipe J.**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 315 516 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Composiciones de transmisión de calor con alta resistencia eléctrica para ensamblajes de pilas de combustible.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a composiciones de transmisión de calor. Más particularmente, la presente invención se refiere a composiciones de transmisión de calor con alta resistencia eléctrica para uso en equipo de generación de potencia o en motores. Tales composiciones son particularmente útiles en ensamblajes de pilas de combustible.

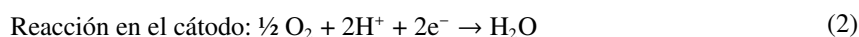
10 **Antecedentes de la invención**

Los fluidos de transmisión de calor (v.g., fluidos refrigerantes) para motores de combustión interna ("ICEs") son conocidos. Tales fluidos contienen por lo general aproximadamente 50% de agua y 50% de etilenglicol (en peso) con cantidades traza de aditivos, que incluyen inhibidores de corrosión. Sin embargo, el ICE puede quedar obsoleto en las próximas décadas. Las pilas de combustible han aparecido en el mercado como un sustituto potencial. En general, una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de un combustible en energía eléctrica. Las mismas proporcionan varias ventajas sobre el ICE. Las pilas de combustible son más eficientes en la extracción de energía del combustible (v.g., 60-70% de eficiencia en comparación con 40% para los motores turbodiesel y 30% para los motores de gasolina). Adicionalmente, las pilas de combustible son silenciosas y producen emisiones insignificantes de contaminantes. Asimismo, la fuente primaria de combustible para la pila de combustible es hidrógeno, que está más fácilmente disponible que las fuentes de combustible del ICE (v.g., la gasolina). Sin embargo, el reemplazamiento del ICE con pilas de combustible puede requerir el reemplazamiento concomitante de los fluidos de transmisión de calor conocidos.

Típicamente, una pila de combustible está constituida por un ánodo (un electrodo cargado positivamente), un cátodo (un electrodo cargado negativamente) y un electrólito entre los dos electrodos. Cada electrodo está recubierto con una capa de catalizador. En el ánodo, un combustible, tal como el hidrógeno, se convierte catalíticamente para formar cationes, que migran a través del electrólito hasta el cátodo. En el cátodo, un oxidante, tal como el oxígeno, reacciona en la capa del catalizador para formar aniones. La reacción entre los aniones y los cationes genera un producto de reacción, electricidad y calor.

La corriente producida de una pila de combustible es proporcional al tamaño (área) de los electrodos. Una sola pila de combustible produce típicamente un voltaje relativamente pequeño (aproximadamente 1 voltio). Para producir un voltaje mayor, se conectan varias pilas de combustible, en serie o en paralelo, a través de placas bipolares que separan las pilas de combustible adyacentes (es decir, "apiladas"). Como se utiliza en esta memoria, un ensamblaje de pilas de combustible hace referencia a una pila de combustible individual.

El combustible y oxidante más comunes utilizados en las pilas de combustible son hidrógeno y oxígeno. En tales pilas de combustible, las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo se representan por las ecuaciones:



El oxígeno utilizado en las pilas de combustible proviene del aire. El hidrógeno utilizado puede encontrarse en forma de hidrógeno gaseoso o tratarse de un hidrógeno "reformado". El hidrógeno reformado se produce por medio de un reformador, un componente opcional en un ensamblaje de pila de combustible, en el cual combustibles hidrocarbonados (v.g., metanol, gas natural, gasolina o análogos) se convierten en hidrógeno. La reacción de reformación produce calor, al mismo tiempo que hidrógeno.

Actualmente, existen cinco tipos de pilas de combustible, clasificados por su electrólito (sólido o líquido), su temperatura de operación, y sus preferencias de combustible. Las categorías de pilas de combustible incluyen: pila de combustible con membrana de intercambio de protones ("PEMFC"), pila de combustible de ácido fosfórico ("PAFC"), pila de combustible de carbonato fundido ("MCFC"), pila de combustible de óxido sólido ("SOFC") y pila de combustible alcalina ("AFC").

La PEMFC, conocida también como pila de combustible con membrana de electrólito polímero, utiliza una membrana de intercambio iónico como electrólito. La membrana permite únicamente el paso de los protones entre el ánodo y el cátodo. En una PEMFC, se introduce el combustible hidrógeno en el ánodo donde el mismo se oxida catalíticamente para liberar electrones y formar protones. Los electrones viajan en la forma de una corriente eléctrica a través de un circuito externo hasta el cátodo. Al mismo tiempo, los protones se difunden a través de la membrana hasta el cátodo, donde los mismos reaccionan con el oxígeno para producir agua, completando de este modo el proceso global. Las PEMFC's operan a temperaturas relativamente bajas (aproximadamente 90°C [200°F]). Una desventaja de este tipo de pila de combustible es su sensibilidad a las impurezas del combustible.

La PAFC utiliza ácido fosfórico como electrólito. El intervalo de temperatura de operación de una PAFC es 150-200°C (300-400°F). Al contrario que las PEMFC's, las PAFC's no son sensibles a las impurezas del combustible. Esto

## ES 2 315 516 T3

amplía la elección de combustibles que pueden utilizar las mismas. Sin embargo, las PAFC's presentan varias desventajas. Una desventaja es que las PAFC's utilizan un catalizador caro (platino). Otra es que las mismas generan corriente y potencia bajas en comparación con otros tipos de pila de combustible. Asimismo, las PAFC's tienen generalmente un tamaño y peso grandes.

5 La MCFC utiliza un carbonato de metal alcalino (v.g., de  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ ) como el electrólito. Con objeto de que el carbonato de metal alcalino funcione como electrólito, el mismo tiene que encontrarse en forma líquida. Como resultado, las MCFC's operan a temperaturas de aproximadamente  $650^\circ\text{C}$  ( $1200^\circ\text{F}$ ). Una temperatura de operación tan alta es necesaria para conseguir una conductividad suficiente del electrólito. Ello permite mayor flexibilidad en la elección de combustibles (a saber, hidrógeno reformado), pero, al mismo tiempo, aumenta la corrosión y la descomposición de los componentes de la pila.

15 La SOFC utiliza como electrólito un óxido metálico sólido no poroso en lugar de un electrólito en forma líquida. Las SOFC's, como las MCFC's, operan a temperaturas altas, comprendidas entre  $700$  y  $1000^\circ\text{C}$  ( $1290$  a  $1830^\circ\text{F}$ ). La elevada temperatura de operación de las SOFC's presenta las mismas ventajas y desventajas que las MCFC's. Una ventaja adicional de la SOFC reside en el carácter de estado sólido de su electrólito, que no limita la configuración del ensamblaje de la pila de combustible (a saber, una SOFC puede diseñarse en configuraciones planas o tubulares).

20 El tipo final de pila de combustible, conocido como AFC, utiliza una solución acuosa de hidróxido de potasio alcalino como electrólito. Su temperatura de operación es de  $150$  a  $200^\circ\text{C}$  ( $300$ - $400^\circ\text{F}$ ). Una ventaja de las AFC's es que la reacción en el cátodo es más rápida en electrólitos alcalinos que en electrólitos ácidos. Sin embargo, la AFC es muy sensible a la contaminación, por lo que requiere sustancias reaccionantes puras, es decir, hidrógeno y oxígenos puros.

25 En general, las reacciones que tienen lugar en el ensamblaje de la pila de combustible (es decir, la reacción electroquímica y la reacción de reformación) son exotérmicas. Sin embargo, el catalizador empleado en estas reacciones es sensible al calor. Para comportarse óptimamente, las pilas de combustible deberían mantenerse a una cierta temperatura que es prácticamente uniforme a través de cada pila en el conjunto de pilas. Por ejemplo, a temperaturas altas, el catalizador puede destruirse, mientras que a temperaturas bajas puede formarse hielo en el interior del ensamblaje de pilas de combustible. Por ello, a fin de acomodar tales requerimientos de temperatura, son precisas composiciones de transmisión de calor.

30 Las composiciones de transmisión de calor conocidas no son susceptibles de utilización en los ensamblajes de pilas de combustible. Los fluidos de transmisión de calor convencionales contienen inhibidores de corrosión, que son generalmente sales metálicas u orgánicas ácidas. Dichas sales se encuentran en forma de iones en solución. La presencia de cantidades importantes de iones positivos y negativos en solución proporciona un camino para una "corriente eléctrica vagabunda". Dicha corriente vagabunda debe limitarse por varias razones. En primer lugar, la misma puede causar riesgos de electrochoque al operador de la pila de combustible. En segundo lugar, dicha corriente vagabunda puede generar hidrógeno gaseoso sumamente explosivo en el sistema de refrigeración por hidrólisis. Por último, una porción significativa de la electricidad generada por la pila de combustible puede ponerse en cortocircuito a través del fluido, en lugar de ir a parar a la producción de energía, disminuyendo con ello la eficiencia del ensamblaje de la pila de combustible. Por ello, los fluidos de transmisión de calor utilizados en una aplicación de pila de combustible deben tener conductividades eléctricas menores (es decir, mayor resistencia eléctrica) que los utilizados en una aplicación de ICE.

45 Además de resistividad eléctrica, existen consideraciones adicionales implicadas en el desarrollo de los fluidos de transmisión de calor de las pilas de combustible. Una consideración hace referencia a su aplicación. Los fluidos de transmisión de calor de las pilas de combustible en una aplicación de automoción estarán expuestos probablemente a metales diferentes de los utilizados en un ICE. Por ejemplo, es de esperar que ensamblajes de pilas de combustible contengan acero inoxidable, algunas aleaciones de aluminio, especialmente aluminio recubierto y polímeros aislantes, mientras que los ICE contienen hierro fundido, acero, latón, aleación de soldadura y cobre. Así pues, los fluidos de transmisión de calor para pilas de combustible deben adaptarse a tipos diferentes de metales. Otra consideración se refiere a las propiedades físicas del fluido de transmisión de calor. En las pilas de combustible, el fluido de transmisión de calor debe ser capaz de fluir por todo el dispositivo a fin de mantener una temperatura uniforme a través de la capa de catalizador. Ésta depende del punto de congelación, la presión de vapor, la viscosidad, la bombeabilidad y el flujo laminar del fluido de transmisión de calor. Además de estas propiedades, la capacidad del fluido de transmisión de calor para adsorber gases afecta a la conductividad del fluido de transmisión de calor. Como consideración final, los fluidos de transmisión de calor de las pilas de combustible, como los fluidos de transmisión de calor conocidos, deben ser eficaces en costes.

60 En general, se han utilizado agua o agua desionizada como el fluido de transmisión de calor en las aplicaciones de pilas de combustible. Véanse las patentes de los Estados Unidos Núms. 5.252.410; 4.344.850; 6.120.925; y 5.804.326. Sin embargo, la utilización de agua como fluido de transmisión de calor en las pilas de combustible presenta varias desventajas. En primer lugar, la pila de combustible puede verse expuesta a condiciones ambientales extremadas, v.g. grandes variaciones de temperatura. Por ejemplo, cuando la temperatura de la pila de combustible cae por debajo del punto de congelación del agua, la expansión volumétrica del agua puede causar un deterioro severo a la pila de combustible. Adicionalmente, el agua puede ser corrosiva para los diferentes metales que se utilizan en las aplicaciones de pilas de combustible. Como resultado, se precisarían inhibidores inorgánicos y/u orgánicos para proporcionar una

## ES 2 315 516 T3

protección contra la corrosión a largo plazo. Sin embargo, dichos inhibidores pueden cambiar la resistencia eléctrica del fluido de transmisión de calor. Por último, la conductividad eléctrica del agua puede cambiar a través del tiempo como resultado de la acumulación de contaminantes de degradación, subproductos, y herrumbre. Cada uno de los factores anteriores es perjudicial para la eficiencia de la pila de combustible.

Los esfuerzos para mantener la temperatura por encima del punto de congelación del fluido de transmisión de calor de agua se han concentrado en el diseño del ensamblaje de la pila de combustible. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos No. 6.248.462 B1 (“la patente ’462”) describe un apilamiento de pilas de combustible que contiene una placa de refrigeración intercalada a través del apilamiento de pilas de combustible. En la placa de refrigeración circula una solución anticongelante a través de sus canales. Dicha placa de refrigeración impide la difusión del anticongelante en el resto del apilamiento de pilas de combustible. Si bien la placa de refrigeración aborda el problema principal asociado con la utilización de agua como fluido de transmisión de calor, la misma no consigue obviar todos ellos. Además, la adición de una placa de refrigeración de este tipo al apilamiento de pilas de combustible aumenta el peso y volumen global del apilamiento de pilas de combustible.

Los esfuerzos para resolver estos inconvenientes se han concentrado en el desarrollo de ensamblajes de pilas de combustible que se adapten a anticongelantes conocidos. Por ejemplo, la patente de los Estados Unidos No. 6.316.135 B1 y la Publicación Internacional No. WO 01/47052 A1 describen un ensamblaje de pilas de combustible que utiliza únicamente anticongelante como el fluido de transmisión de calor. Tales ensamblajes de pilas de combustible contienen ciertos componentes “a prueba de humedad”, es decir, sustancialmente hidrófobos. El diseño de estos ensamblajes evita que el anticongelante contamine el electrolito y el catalizador, eliminando con ello la necesidad de aislar el anticongelante de los componentes de ensamblaje de pilas de combustible (v.g., en una placa de refrigeración). Como resultado, pueden construirse apilamientos de pilas de combustible que tengan menores peso y volumen que los descritos en la patente ’462. Sin embargo, dichos ensamblajes de pilas de combustible presentan varios problemas, que incluyen la contaminación del fluido anticongelante y una eficacia de refrigeración reducida causada por los materiales a prueba de humedad.

Se han desarrollado también nuevos fluidos de transmisión de calor. Por ejemplo, cada una de las patentes de Estados Unidos Núms. 5.868.105; 6.101.988; 6.053.132, y 6.230.669 describen un fluido de transmisión de calor que es un líquido sustancialmente anhidro y susceptible de hervir que tiene una temperatura de saturación mayor que la del agua. Los fluidos de transmisión de calor descritos tienen un contenido mínimo de agua, por ejemplo, menos de 5% en peso. Un ejemplo de un fluido de transmisión de calor de este tipo es propilenglicol con aditivos para inhibir la corrosión. El uso de propilenglicol como fluido de transmisión de calor adolece de limitaciones. Una limitación importante radica en su viscosidad. A temperaturas bajas, el propilenglicol es muy viscoso. Esto reduce su fluidez a través del ensamblaje de pilas de combustible, y en consecuencia, su eficiencia de disipación de calor. El resultado final es una disminución en la eficiencia del ensamblaje de pilas de combustible.

Se han utilizado también mezclas de agua y alcoholes como fluidos de transmisión de calor en pilas de combustible. Véase, v.g., la Gaceta de Patentes Japonesas Expuesta al Público No. 7-185303. Tales mezclas adolecen de deficiencias resultantes de la vaporización del disolvente. Los alcoholes, como el metanol, pueden hacer que algo del fluido de transmisión de calor se vaporice en la capa de refrigeración. Dicha vaporización aumenta la presión de la capa de enfriamiento, impidiendo con ello que el fluido de transmisión de calor fluya a una tasa constante a través del ensamblaje de pilas de combustible. Esto afecta a la capacidad del fluido de transmisión de calor para mantener una temperatura uniforme a través de la capa de catalizador.

Otros fluidos de transmisión de calor de pilas de combustible han sido también utilizados. Por ejemplo, mezclas agua-glicol, Thenninol D-12 (que es una nafta pesada hidrotratada (de petróleo)), y fluidos dieléctricos (v.g., aceites minerales y aceites de silicona) han sido utilizados en pilas de combustible. Véanse, v.g., las patentes de Estados Unidos Núms. 5.565.279; 5.252.410; 5.804.326, y 6.218.038. El fluido de transmisión de calor de pilas de combustible descrito en la Publicación Internacional PCT WO 01/23495 comprende agua, glicol e inhibidores de corrosión. Cada uno de los fluidos de transmisión de calor anteriores adolece de deficiencias, con inclusión de inflamabilidad y conducción incrementada (es decir, resistividad reducida).

Así pues, persiste la necesidad de una composición fluida de transmisión de calor que sea resistente a la corrosión, la congelación, la vaporización y la adsorción de gases, proporcionando al mismo tiempo eficiencia de larga duración y alta resistencia eléctrica.

### Sumario de la invención

Es un objetivo de esta invención proporcionar una composición de transmisión de calor para uso en un ensamblaje de pila de combustible con resistencia eléctrica mayor que 5 K $\Omega$ .cm.

Es otro objetivo de esta invención proporcionar una composición de transmisión de calor que confiere protección contra la corrosión.

Es otro objetivo de esta invención proporcionar una composición de transmisión de calor que confiere protección contra la congelación.

## ES 2 315 516 T3

### Descripción detallada

A fin de que esta invención pueda comprenderse más plenamente, se presenta la descripción detallada que sigue. Sin embargo, la descripción detallada no tiene por objeto limitar las invenciones que se describen por las reivindicaciones.

La presente invención proporciona composiciones de transmisión de calor para uso en ensamblajes de pilas de combustible. Más particularmente, la presente invención proporciona composiciones de transmisión de calor para uso en ensamblajes de pilas de combustible constituidas por

(a) desde 20% a 80% en peso de un alcohol seleccionado del grupo constituido por etilenglicol, 1,2-propilenglicol, 1,3-propilenglicol, glicerol, alcohol tetrahidrofurfúrico y mezclas de los mismos;

(b) desde 1% a 75% en peso de un poli(óxido de alquileno) seleccionado del grupo constituido por polioxietileno, polímeros de oxipropileno y oxibutileno y mezclas de los mismos;

(c) desde 1% a 30% de un aditivo en peso, en donde el aditivo se selecciona del grupo constituido por fluidos dieléctricos, agentes humectantes, agentes tensioactivos, antiespumantes, lubricantes, disolventes, e inhibidores de corrosión; y

(d) siendo el resto agua, teniendo la composición una resistividad eléctrica mayor que 5 K $\Omega$ -cm.

Dichas composiciones de transmisión de calor son particularmente adecuadas para el uso en ensamblajes de pilas de combustible a fin de disipar el calor calmante (sic) y mantener una temperatura de operación apropiada al tiempo que se proporciona una resistencia eléctrica elevada.

El primer componente en las composiciones de la presente invención es alcohol. Alcoholes adecuados son etilenglicol, 1,2-propilenglicol, 1,3-propilenglicol, glicerol, alcohol tetrahidrofurfúrico y mezclas de los mismos.

El alcohol está presente en la composición en una cantidad de 20% a 80% (en peso). Más preferiblemente, el alcohol está presente en una cantidad de 30% a 70%, y aún más preferiblemente, 40% a 60%.

El segundo componente en las composiciones de la presente invención es un poli(óxido de alquileno). Los poli(óxidos de alquileno) útiles en las composiciones de la presente invención tienen un peso molecular medio de 55 a 380.000, y más preferiblemente de 135 a 10.000.

Poli(óxidos de alquileno) adecuados son polímeros de polioxietileno ("EO") (sic), oxipropileno ("PO"), oxibutileno ("BO") y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el poli(óxido de alquileno) es un copolímero de polímeros EO y PO que tienen una relación en peso de EO a PO de 1:100 a 100:1, preferiblemente de 1:3 a 3:1. Más preferiblemente, el poli(óxido de alquileno) es UCON LB-135, UCON LB-165-Y24, UCON LB-165Y3, UCON LB-165, UCON 1281, UCON LB-65, UCON 50-HB-55, UCON 50-HB-260, UCON 50-HB-100, UCON 50-HB-5100, UCON 75-H-1400, UCON 75-H-90,000, UCON 50-HB-260-Y3, UCON HTF 500, LB165 Y24, LB165Y3; H1400, HB-100, HB-260, 50-HB-260-Y3, SYNALOX<sup>®</sup>, Poliglicol E200, Poliglicol E300, Poliglicol E400, Poliglicol E600, Poliglicol E900, Poliglicol E1000, Poliglicol E1450, Poliglicol E3350, Poliglicol E4500, Poliglicol E8000, Poliglicol E300NF, Poliglicol E400NF, Poliglicol E600NF, Poliglicol E900NF, Poliglicol E1000NF, Poliglicol E1450NF, Poliglicol E3350NF, Poliglicol E4500NF, Poliglicol E8000NF, MPEG 350, MPEG 550, MPEG 750, Poliglicol P-425, Poliglicol P-1200, Poliglicol P-200, Poliglicol P-4000, Poliglicol L-910, Poliglicol L1150, Poliglicol 112-2, Poliglicol 15-200, Poliglicol EP530, Carbowax PEG 200, Carbowax PEG 300, Carbowax PEG 400, Carbowax PEG 540 Blend, Carbowax PEG 600, Carbowax PEG 900, Carbowax PEG 1000, Carbowax PEG 1450, Carbowax PEG 3500, Carbowax PEG 4600, Carbowax PEG 8000, Carbowax PEG 300 Sentry, Carbowax PEG 400 Sentry, Carbowax PEG 600 Sentry, Carbowax PEG 900 Sentry, Carbowax PEG 1000 Sentry, Carbowax PEG 1450 Sentry, Carbowax PEG 3350 Sentry, Carbowax PEG 4600 Sentry, Carbowax PEG 8000 Sentry, Carbowax MEG 350, Carbowax MEG 550, Carbowax MEG 750, Polipropilenglicol 425, Polipropilenglicol 1025 y Polipropilenglicol 2025 de Union Carbide/Dow Chemical, PLURACOL E200, PLURACOL E300, PLURACOL E400, PLURACOL E600, PLURACOL E1000, PLURACOL E1450, PLURACOL E2000, PLURACOL E4000, PLURACOL E4500, PLURACOL E8000, PLURACOL P410, PLURACOL P1010, PLURACOL P2010, PLURACOL P4010 y Pluronic L-92 de BASF, POLY-G 200, POLY-G 300, POLY-G 400, POLY-G B1530, POLY-G 600, POLY-G 1000, POLY-G 1500, POLY-G 2000, POLY-G 300NF, POLY-G 400NF, POLY-G 600NF, POLY-G D400, POLY-G D1200, y POLY-G D2000 de Olin; Silwet L-7200, Silwet L-7230, Silwet L-7600, Silwet L-7604, Silwet L-7607, Silwet L-7657, Silwet L7650, Silwet L-7664, Silwet L-8600, Silwet L-8620, Silwet L-77, Formasil 891, Formasil 593, Formasil 433, o Formasil 891 de Osi Specialties; o TBF-190 de Path Silicones, Inc.

Aún más preferiblemente, el poli(óxido de alquileno) es UCON LB-135, UCON LB-165-Y24, UCON LB-165Y3, UCON LB-165, UCON 1281, UCON LB-65, UCON 50-HB-55, UCON 50-HB-260, UCON 50-HB-100, UCON 50-HB-5100, UCON 75-H-1400, UCON 75-H-90,000, UCON 50-HB-260-Y3, UCON HTF 500, LB165 Y24, LB165Y3; H1400, HB-100, HB-260, 50-HB-260-Y3, Pluronic L-92, Poliglicol P-425, Formasil 433, Formasil 891, Silwet L-7200, Silwet L-7230, Silwet L-7600, Silwet L-7604, Silwet L-7607, Silwet L-7657, Silwet L-7650, Silwet L7664, Silwet L-8600, Silwet L-8620, Silwet L-77 o TBF190.

## ES 2 315 516 T3

El poli(óxido de alquileo) está presente en la composición en una cantidad de 1% a 75% (en peso), y preferiblemente, 2% a 75%. Más preferiblemente, el poli(óxido de alquileo) está presente en una cantidad de 3% a 50%, y aún más preferiblemente, 5% a 25% (en peso).

5 Con preferencia, la relación en peso de alcohol a poli(óxido de alquileo) es aproximadamente 3:1, de modo más preferible aproximadamente 5:1, y de modo aún más preferible aproximadamente 15:1.

10 El tercer componente en las composiciones de la presente invención es un aditivo. Aditivos adecuados son fluidos dieléctricos [v.g., fluidos minerales, sintéticos, y de silicona (v.g., la serie Armul de Witco Corporation) o aceites y mezclas de los mismos]; agentes humectantes (Rhodafac PL-6 de Rhodia); agentes tensioactivos (v.g., Mazon RI o la serie 14a de BASF; la serie Deriphac de Henkel Chemical; Rhodameen T-15, Miranol CS Conc, Mirapol WT, Mirataine H2C-HA y Miramine TO-DT de Rhodia); antiespumantes y/o lubricantes (v.g., polisiloxanos y polidimetilsiloxanos, Rhodafac PA-32, Lubrophos RD-570 y Lubrophos LB-400 de Rhodia; TBA4456 de Path Silicones, Inc.); disolventes (v.g., la serie Exxol de Exxon-Mobil); e inhibidores de corrosión (TBF-77A y TBF-193 de Path Silicones, Inc.).

15 El aditivo está presente en la composición en una cantidad de 1% a 30% (en peso). Aún más preferiblemente, el aditivo está presente en una cantidad de 2% a 20%, y todavía más preferiblemente, 3% a 10%.

20 Las composiciones de transmisión de calor de la presente invención proporcionan alta resistividad eléctrica. Dichas composiciones de transmisión de calor tienen valores de resistividad eléctrica mayores que aproximadamente 5 KΩ·cm.

25 Las composiciones de transmisión de calor de la presente invención resisten también la corrosión, la congelación, la vaporización y la adsorción de gases, proporcionando al mismo tiempo eficiencia de larga duración sin cambio en la resistividad eléctrica.

Las composiciones de transmisión de calor de la presente invención pueden prepararse en forma de concentrados. Tales concentrados pueden diluirse con agua.

30 La presente invención proporciona también sistemas de pilas de combustible que comprenden uno o más ensamblajes de pilas de combustible y una composición de transmisión de calor de la presente invención. Tales ensamblajes de pilas de combustible se seleccionan del grupo constituido por PEMFC, PAFC, MCFC, SOFC y AFC.

35 La presente invención proporciona adicionalmente métodos para disipar el calor de un ensamblaje de pilas de combustible. Tales métodos comprenden el paso de poner en contacto el ensamblaje de pilas de combustible, sea directa o indirectamente, con una composición de transmisión de calor de la presente invención. Dicho ensamblaje de pilas de combustible se selecciona del grupo constituido por PEMFC, PAFC, MCFC, SOFC y AFC.

40 Con objeto de que se comprenda mejor esta invención, se proporcionan los ejemplos siguientes.

### Ejemplos

45 Se prepararon 138 composiciones diferentes de transmisión de calor (Ejemplos 1-138). Estos ejemplos son todos ellos ejemplos de referencia. Los componentes de estas composiciones se describen en las Tablas 1-23 a continuación. Las abreviaturas utilizadas en las tablas siguientes son como sigue:

El Componente A es alcohol, el Componente B es poli(óxido de alquileo), el Componente C es aditivo, el Componente D es agua, EG es etilenglicol, PG es propilenglicol, G es glicerol y THFA es alcohol tetrahidrofurfúrico.

TABLA 1

Componente (% en peso)	Ejemplo No.					
	1*	2*	3*	4*	5*	6*
Agua		25	50		25	75
Anticongelante Inorgánico <sup>1</sup>	100	75	50			
Anticongelante Orgánico <sup>2</sup>				100	75	50
Resistividad Eléctrica (KΩ·cm)	1,7	0,7	0,4	1,3	0,5	0,3

<sup>1</sup> GM-4043M

<sup>2</sup> Refrigerante Havoline Extended Life

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 2

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		7*	8*	9*	10*	11*	12*
A	EG		100	75	60	50	
A	PG						100
D	Agua	100		25	40	50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		0,9	5,9/2,2 <sup>1</sup>	2,4	2,0	1,2	50/7,3 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Resistencia a 80°C.

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 3

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		13*	14*	15*	16*	17*	18*
A	PG	75	60	50			
A	1,3-Propanodiol				100	75	60
D	Agua	25	40	50		25	40
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		3,6	2,2	1,1	33,3/11 <sup>1</sup>	11,3	6,0

<sup>1</sup> Resistencia a 80°C.

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 4

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		19*	20*	21*	22*	23*	24*
A	1,3-Propanodiol	50					
A	G		100	75	60	50	50
A	PG						50
D	Agua	50		25	40	50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		2,0	100	25/2,6 <sup>1</sup>	15	5,7	100
después de ASTM D1384				1,0			

<sup>1</sup> Resistividad a 80°C.

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

## TABLA 5

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		25*	26*	27*	28*	29*	30*
A	G	25		25			
A	PG	25	25				
A	EG		25	50			
B	UCON LB-135				100		
B	UCON LB-165-Y24					100	
B	UCON LB-165Y3						100
D	Agua	50	50	25			
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		2,3	3,0/1,0 <sup>1</sup>	4,9	>100	>100	>100

<sup>1</sup> Resistividad a 80°C.

\* Ejemplo de Referencia

## TABLA 6

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		31*	32*	33*	34*	35*	36*
B	UCON LB-165	100					
B	UCON 1281		100				
B	UCON LB-65			100			
B	UCON 50-HB-55				100	75	60
D	Agua					25	40
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		>100	>100	>100	25	1,6	0,5

\* Ejemplo de Referencia

## TABLA 7

		Ejemplo No.					
Componente (% peso)		37*	38*	39*	40*	41*	42*
B	UCON 50-HB-55	50					
B	UCON 50-HB-260		100	75	60	50	
B	UCON 50-HB-100						100
D	Agua	50		25	40	50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		0,3	>100	3,7	0,7	0,3	100

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 8

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		43*	44*	45*	46*	47*	48*
B	UCON 50-HB-100	75	60	50			
B	UCON 50-HB-5100				100	75	60
D	Agua	25	40	50		25	40
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		4,0	0,7	0,3	100	1,5	0,2

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 9

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		49*	50*	51*	52*	53*	54*
B	UCON 50-HB-5100	50					
B	UCON 75-H-1400		100	75	60	50	
B	UCON 75-H-90,000						100
D	Agua	50		25	40	50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		0,06	100	9,1	3,1	1,4	100

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 10

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		55*	56*	57*	58*	59*	60*
C	Polidimetilsiloxano	100					
C	Octametiltrisiloxano		36				
C	Decametiltetrasiloxano		28				
C	Dodecametilpentasiloxano		17				
C	Polidimetilsiloxano		17				
C	Aceite Vegetal			100			
C	Aceite de Soja				100		
C	Aceite de Maíz					100	
C	Aceite Castrol						100
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		>100	>100	>100	>100	>100	>100

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 11

Componente (% en peso)		Ejemplo No.					
		61*	62*	63*	64*	65*	66*
A	G					50	25
A	EG					25	50
B	LB165 Y24				44		
B	LB165Y3				16		
B	H1400					5	5
C	Aceite de Petróleo	100					
C	Aceite de Algodón		100				
C	Aceite de Pino			100			
C	Aceite de Soja				40		
D	Agua					20	20
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		>100	>100	>100	>100	11,1	5,9
después de ASTM D1384					100	0,2	0,2

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 12

Componente (% en peso)		Ejemplo No.					
		67	68*	69*	70*	71*	72*
A	EG						
A	G						
A	PG	20					
B	H1400						
B	HB-100	40					
B	HB-260	20					
B	UCON 50-HB-260-Y3		100	75	60		
B	UCON HTF 500					100	75
D	Agua	20		25	40		25
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		6,3		>100	9,1	3,4	8,3
después de ASTM D1384		1,0					

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 13

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		73*	74*	75*	76*	77*	78*
A	THFA		100				
B	UCON HTF 500	60					
B	Pluronic L-92				100	50	
C	Mazon RI-4a			100			
C	Syltherm XLT						100
D	Agua	40				50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		1,9	2,0	0,008	>100	0,1	>100

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 14

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		79*	80*	81*	82*	83*	84*
C	Syltherm XLT	50					
C	Syltherm 800		100	50			
C	Rhodafac PL-6				100	50	
C	Rhodafac PA-32						100
D	Agua	50		50		50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		1,0	>100	11,1	0,2	0,04	0,5

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 15

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		85*	86*	87*	88*	89*	90*
C	Rhodameen T-15	100					
C	Deriphac 151C		100				
C	Lubrhophos RD-510			100			
C	Lubrhophos LB-400				100		
C	Exxsol D 130					100	50
D	Agua						50
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		1,3	0,3	0,4	0,5	>100	0,6

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 16

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		91*	92*	93*	94*	95*	96*
B	Poliglicol P-425	100	50				
B	Formasil 433			100	50		
B	Formasil 891					100	50
D	Agua		50		50		50
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		100	0,05	>100	1,2	1,3	0,03

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 17

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		97*	98*	99*	100*	101*	102*
B	Formasil 593	100					
B	Silwet L-7200		100				
B	Silwet L-7230			100			
B	Silwet L-7600				100	50	
B	Silwet L-7657						100
D	Agua					50	
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		>100	>100	>100	100	0,2	1,4

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 18

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		103*	104*	105*	106*	107*	108*
B	Silwet L-7657	50					
B	Silwet L-7650		100	50			
B	Silwet L-77				100	50	
D	Agua	50		50		50	100
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		0,03	100	0,4	1,2	0,1	0,4

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 19

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		109*	110*	111*	112*	113*	114*
A	EG	70	70	70	70	70	70
B	Pluronic L-92	5					
B	Poliglicol P425						5
C	Syltherm XLT		5				
C	Syltherm 800			5			
C	Rhodafac PL-6				5	5	
C	Exxsol D130						
D	Agua	25	25	25	25	25	25
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		1,5	1,5	2,1	0,03	1,6	0,8

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 20

		Ejemplo No.					
Componente (% en peso)		115*	116*	117*	118*	119*	120*
A	EG	70	70	70	70		
A	THFA					10	10
B	Formasil 433	5					
B	Silwet L-7600		5				
B	Silwet L-7650			5			
B	Silwet L-77				5		
B	50-HB-260-Y3					45	50
D	Agua	25	25	25	25	45	40
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		1,6	1,0	1,8	1,0	0,7	1,1

\* Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 21

Componente (% en peso)		Ejemplo No.					
		121*	122*	123*	124*	125*	126*
A	THFA	30					
A	1,3-Propanodiol		75	70			
A	EG				73,5	73,5	73,5
B	50-HB-260-Y3	30		5			
B	Formasil 433					4,4	
B	Silwet 7650						4,4
C	Syltherm XLT				4,4		
D	Agua	40	25	25	22,4	22,4	22,4
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		8,5	11,6	7,9	2,4	2,4	1,2
Después de ASTM D-1384			1,1	0,8	0,04	0,04	1,0

\* Ejemplo de Referencia

TABLA 22

Componente (% en peso)		Ejemplo No.					
		127*	128*	129*	130*	131*	132*
A	EG		67	70	70	70	70
A	PG	67					
B	TBF-190			5			
C	TBF-193				5		
C	TBF-77A					5	
C	TBA-4456						5
D	Agua	33	33	25	25	25	25
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		Nt	nt	0,8	0,6	2,1	0,2

Ejemplo de Referencia

# ES 2 315 516 T3

TABLA 23

		Ejemplo No.					
Componente (% peso)		133*	134*	135*	136*	137*	138*
A	EG	74,99	70	70	70	70	70
B	Silwet L-7604		5				
B	Silwet L-7664				5		
B	Silwet L-7607			5			
B	Silwet L-8600					5	
B	Silwet L-8620						
C	TBA-4456	0,01					5
D	Agua	25	25	25	25	25	25
Resistividad Eléctrica (MΩ·cm)		2,2	1,4	0,8	1,6	0,7	1,0

\* Ejemplo de Referencia

### Medida de la Resistencia en Solución

La resistividad eléctrica,  $R$ , se define en la norma ASTM D1125, como la resistencia de corriente alterna ( $ac$ ) en  $ohms$  medida entre las caras opuestas de un cubo de un centímetro cúbico de una solución acuosa a una temperatura especificada. La resistividad eléctrica se mide por aplicación de una tensión excitadora  $ac$  entre placas de platino paralelas de superficie y distancia de separación conocidas, y medida de la resistencia de la solución. La resistencia real de la pila,  $R_x$ , se representa por la fórmula:

$$R_x = R \cdot L/A$$

Donde  $L$  es la distancia de separación de las placas en cm,  $A$  es el área de la sección transversal de las placas en  $cm^2$  y  $R$  es la resistividad del fluido en  $M\Omega \cdot cm$ . Los valores de resistividad mayores que aproximadamente  $5 K\Omega \cdot cm$  se consideran aceptables para aplicaciones de pilas de combustible.

Se realizaron medidas de resistividad en solución utilizando un Traceable<sup>®</sup> Bench Conductivity Meter 4163 con una sonda vidrio-platino de flujo continuo. El instrumento se calibró conforme a las especificaciones NIST (National Institute of Standards and Technology). La sonda se enjuagó inicialmente con agua desionizada ("DI"), se secó y se enjuagó en la solución de test para evitar la dilución y contaminación de la solución de test. Se sumergió la sonda en aproximadamente 50 ml de solución de test. Se tomaron medidas a medida que la sonda se movía a través de la solución en un movimiento de agitación. El movimiento de agitación ayuda a evitar la polarización.

Las medidas de resistividad eléctricas se realizaron conforme al método de test ASTM D1125.

Las Tablas 1-23 muestran que las composiciones de transmisión de calor de los ejemplos comparativos proporcionan alta resistividad eléctrica (es decir, valores de resistividad eléctrica mayores que aproximadamente  $5 K\Omega \cdot cm$ ). Por ejemplo, los Ejemplos 35-37, 39-41, 43-45, 47-49, 51-53, 65-67, 69-70, 72-73, 77, 92, 94, 96, 101, 103, 105, 107, 109, 114-121, 123, 125-126, 129, y 134-137 tienen resistividades eléctricas de 11,1 a  $0,03 M\Omega \cdot cm$  (sic). En contraste, las composiciones de control que contienen anticongelante inorgánico (Ejemplos 1-3) o anticongelante orgánico (Ejemplos 4-6) exhiben resistividades eléctricas bajas de 1,7 a  $0,3 K\Omega \cdot cm$ .

*ASTM D-1384 Modificado en Laboratorio - "Método de Test Estándar para Test de la Corrosión, para Refrigerantes de Motores en Material de Vidrio"*

Se prepararon trece composiciones de transmisión de calor y se evaluaron en las condiciones (modificadas como se explica más adelante) establecidas por ASTM D1384. Véase el Annual Book of ASTM Standards, Sección 15, volumen 15.05 (2000). ASTM D1384 es un método de test estándar para corrosión general de una diversidad de metales encontrados típicamente en el sistema de refrigeración y/o el sistema de calentamiento de los motores de combustión interna. ASTM D1384 se modificó a fin de evaluar los metales que se utilizarán en el ensamblaje de pilas de combustible. Dichos metales incluyen acero inoxidable, aleaciones de aluminio y polímeros aislantes. ASTM

## ES 2 315 516 T3

D1384 se modificó adicionalmente de tal modo que las formulaciones de test no se diluyeron con “agua corrosiva” (es decir, agua DI que contiene 100 ppm de cada uno de  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$ , añadidos todos como sales de  $\text{Na}^+$ ). Dicha dilución explica las variaciones en el agua añadida a los concentrados anticongelantes tradicionales, que no pueden existir con relación a los fluidos de transmisión de calor de las pilas de combustible.

Después de preparación de las composiciones y sometimiento de las mismas a los procedimientos de test expuestos en ASTM D1384 (los especímenes metálicos se sumergieron durante 336 horas en la composición de transmisión de calor y se mantuvieron a una temperatura de  $88^\circ\text{C}$ ), se midió el cambio de peso de los especímenes metálicos (valor medio de medidas duplicadas). Una pérdida de peso negativa significa un aumento de peso debido a la formación de un recubrimiento protector sobre las superficies metálicas. Una pérdida de peso de 10 mg para cada uno de cobre, latón, acero y hierro fundido, y 30 mg para cada uno de aluminio y aleación de soldadura es el máximo permitido para pasar satisfactoriamente el test ASTM D1384.

Como se muestra en la Tabla 24, las proporciones de transmisión de calor de los ejemplos comparativos proporcionan inhibidor general contra la corrosión tanto para acero inoxidable como para aluminio. Verbigracia, los Ejemplos 66-67, 123 y 125-126 exhibían pérdidas de peso del acero inoxidable inferiores a 0,3 mg, y los Ejemplos 65-67, 123 y 125 exhibían pérdidas de peso de aluminio iguales o menores que 10 mg. La Tabla 24 muestra también que estas formulaciones son inhibidores eficaces de la corrosión en general para otros metales comparados con agua (Ejemplo 7), mezcla agua/propilenglicol (Ejemplos 15 y 127), mezcla agua/1,3-propanodiol (Ejemplo 122) y mezcla agua/etilenglicol (Ejemplo 128) en ASTM D1384.

TABLA 24

Ejemplo No.	Pérdida de Peso del Metal (mg), ASTM D1384 Modificado					
	Cobre	Latón	Acero	Acero Inoxidable	Hierro Fundido	Aluminio
7*	2	5	219	nt	450	110
15*	-1,4	-1,1	5,3	nt	8,7	-1,0
15*	-2,3	-1,8	nt	-1,3	nt	1,4
64*	0,2	-0,6	-0,4	nt	-1,1	-3,5
64*	-1,9	-1,2	nt	-0,7	nt	-2,6
65*	0,9	0,1	4,3	nt	24,8	-0,4
66*	-1,4	-1,2	nt	-0,1	nt	5,5
67*	3,6	0,6	139	nt	206	-2,7
67*	0,1	0,6	nt	0,1	nt	-3,1
122*	2,7	1,1	7,4	nt	145	0,6
122*	1,4	1,0	nt	-1,3	nt	32
123*	2,9	1,2	50	nt	145	10
123*	1,5	0,5	nt	-1,6	nt	0,4
124*	4,1	2,9	115	nt	254	0,3
124*	4,1	2,2	nt	0,0	nt	1,8
125*	1,5	2,7	82	nt	223	-1,6
125*	2,6	0,3	nt	-0,1	nt	1,8
126*	-3,8	-1,3	10	nt	230	-2,4
126*	-2,2	-1,2	nt	0,3	nt	1,8
127*	4	5	214	nt	345	15
128*	4	11	974	nt	1190	165

Nt - no ensayado; los Ejemplos 1, 128 y 129 se ensayaron conforme a los requerimientos de test ASTM D1384.

\* Ejemplo de referencia

Una vez completado el test ASTM D1384 modificado, se midió la resistividad eléctrica para 10 composiciones de transmisión de calor (Ejemplos 21, 64-67, 122-126). Como se muestra en las Tablas 11-12 y 21, las composiciones de los ejemplos comparativos proporcionan alta resistividad eléctrica incluso después de exposición a superficies metálicas diferentes durante periodos de test prolongados. Por ejemplo, los Ejemplos 65-67, 123 y 125-126 exhiben una resistividad eléctrica de 1 a  $0,04 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$  después del test ASTM D1384.

# ES 2 315 516 T3

## REIVINDICACIONES

1. Una composición de transmisión de calor constituida por:

5 (a) desde 20% a 80% en peso de un alcohol seleccionado del grupo constituido por etilenglicol, 1,2-propilenglicol, 1,3-propilenglicol, glicerol, alcohol tetrahidrofurfúrico y mezclas de los mismos;

10 (b) desde 1% a 75% en peso de un poli(óxido de alquileo) seleccionado del grupo constituido por polioxietileno, polímeros de oxipropileno y oxibutileno y mezclas de los mismos;

(c) desde 1% a 30% de un aditivo en peso, en donde el aditivo se selecciona del grupo constituido por fluidos dieléctricos, agentes humectantes, agentes tensioactivos, antiespumantes, lubricantes, disolventes, e inhibidores de corrosión; y

15 (d) siendo el resto agua,

en donde dicha composición tiene una resistividad eléctrica mayor que 5 K $\Omega$ -cm, y en donde dicha composición está destinada a uso en ensamblajes de pilas de combustible.

20 2. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho alcohol está presente en una cantidad de 20% a 60% en peso.

25 3. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho poli(óxido de alquileo) está presente en una cantidad de 1% a 50% en peso.

4. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho poli(óxido de alquileo) está presente en una cantidad de 1% a 25% en peso.

30 5. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho poli(óxido de alquileo) tiene un peso molecular medio de 55 a 380.000.

6. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho poli(óxido de alquileo) tiene un peso molecular medio de 135 a 10.000.

35 7. La composición de transmisión de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho aditivo está presente en una cantidad de 2% a 20% en peso.

40 8. Un sistema de pilas de combustible que comprende uno o más ensamblajes de pilas de combustible y una composición de transmisión de calor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

45 9. El sistema de pilas de combustible de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicho ensamblaje de pilas de combustible se selecciona del grupo constituido por pilas de combustible de membrana de intercambio de protones, pilas de combustible de ácido fosfórico, pilas de combustible de carbonato fundido, pilas de combustible de óxido sólido, y pilas de combustible alcalinas.

50 10. Un método para disipar calor de un ensamblaje de pilas de combustible, en donde dicho método comprende el paso de poner en contacto dicho ensamblaje de pilas de combustible con una composición de transmisión de calor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

50

55

60

65