

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 596**

51 Int. Cl.:

C08L 81/02 (2006.01)

C08K 3/04 (2006.01)

C08K 7/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2012 PCT/US2012/054624**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13039890**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2012 E 12762161 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2756039**

54 Título: **Composiciones sellantes conductoras**

30 Prioridad:

16.09.2011 US 201161535927 P
10.09.2012 US 201213608220

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2017

73 Titular/es:

PRC-DESOTO INTERNATIONAL, INC. (100.0%)
12780 San Fernando Road
Sylmar, California 91342, US

72 Inventor/es:

SHARABY, AHMED y
TAN, PONCHIVY

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 637 596 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 sellantes conductoras

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a composiciones sellantes que presentan mejor conductividad, alargamiento por tracción y gravedad específica, y que son útiles en las aplicaciones de descarga eléctrica.

10 Antecedentes

Durante el vuelo, las aeronaves se enfrentan a una serie de fenómenos medioambientales que pueden causar condiciones peligrosas o incluso daños físicos. Por ejemplo, las descargas eléctricas y las interferencias electromagnéticas (EMI) son fenómenos medioambientales bastante comunes que pueden conducir a condiciones peligrosas durante el vuelo de las aeronaves. Las descargas eléctricas pueden causar daños físicos a la aeronave mediante punción de agujeros a través de las partes de la aeronave, o pueden causar una corriente de sobretensión peligrosa que puede entrar en contacto con el depósito de combustible y provocar una explosión. Las EMI pueden causar niveles de energía excesivos en el cableado y las sondas del sistema de combustible de la aeronave. Dado el potencial de daños graves o interferencias eléctricas causados por estos fenómenos medioambientales, los medios para prevenir o mitigar los efectos adversos de las descargas eléctricas y las EMI son importantes en el diseño y la fabricación de la aeronave.

Sumario

En las realizaciones de la presente invención, una composición sellante incluye una composición de base que incluye un polímero que contiene azufre, una composición de agente de curación que incluye un agente de curación, y una carga conductora de electricidad en al menos una de la composición de base o la composición de agente de curación. La carga conductora de electricidad incluye nanotubos de carbono y negro de carbón conductor. El negro de carbón conductor puede ser carbono Ketjenblack o Black Pearls®. En algunas realizaciones, la composición sellante está sustancialmente libre de níquel.

El negro de carbón conductor puede tener un diámetro de partícula promedio mayor que el diámetro de partícula promedio de los nanotubos de carbono, o los nanotubos de carbono pueden tener un diámetro de partícula promedio mayor que un diámetro de partícula promedio del negro de carbón conductor. En algunas realizaciones, por ejemplo, los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión de longitud de 5 µm a 30 µm, y una dimensión de diámetro de 10 nm a 30 nm, y el negro de carbón conductor puede tener un tamaño de partícula promedio de 10 µm a 40 µm. Adicionalmente, una relación de volumen de los nanotubos de carbono respecto al negro de carbón conductor puede ser de 1:5 a 1:10.

La composición sellante puede incluir además al menos uno de un promotor de adhesión, un inhibidor de la corrosión o un plastificante en al menos una de la composición de base o la composición de agente de curación.

El polímero que contiene azufre en la composición de base puede ser un polisulfuro o un politioéter.

En algunas realizaciones, una composición sellante incluye una composición de base sustancialmente libre de níquel que incluye un polímero que contiene azufre, una composición de agente de curación sustancialmente libre de níquel que incluye un agente de curación, y una carga conductora de electricidad sustancialmente libre de níquel en al menos una de la composición de base o la composición de agente de curación. La carga conductora de electricidad incluye nanotubos de carbono y negro de carbón conductor. El negro de carbón conductor puede ser carbono Ketjenblack o Black Pearls®. El negro de carbón conductor puede tener un diámetro de partícula promedio mayor que el diámetro de partícula promedio de los nanotubos de carbono, o los nanotubos de carbono pueden tener un diámetro de partícula promedio mayor que el diámetro de partícula promedio del negro de carbón conductor. En algunas realizaciones, por ejemplo, los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión de longitud de 5 µm a 30 µm, y una dimensión de diámetro de 10 nm a 30 nm, y el negro de carbón conductor puede tener un tamaño de partícula promedio de 10 µm a 40 µm. Adicionalmente, una relación de volumen de los nanotubos de carbono respecto al negro de carbón conductor puede ser de 1:5 a 1:10.

Las composiciones sellantes según la presente invención están sustancialmente libres de Ni, son particularmente útiles en las aplicaciones de descargas eléctricas, y presentan un alargamiento por tracción superior y una baja gravedad específica.

Descripción detallada

En determinadas realizaciones de la presente divulgación, una composición sellante comprende al menos un polímero que contiene azufre, y una carga conductora de electricidad que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor. Los términos «sellante», «que sella» o «sello», tal como se usa en el presente documento, se

refieren a composiciones que tienen la capacidad de resistir condiciones atmosféricas tales como humedad y temperatura y bloquear al menos parcialmente la transmisión de materiales tales como agua, combustible, y otros líquidos y gases. A menudo, los sellantes tienen propiedades adhesivas, pero no son simplemente adhesivos que no tienen las propiedades de bloqueo de un sellante.

5 Las composiciones sellantes de la presente divulgación pueden prepararse mediante la mezcla de una composición de base conductora de electricidad, y una composición de agente de curación. Una composición de base y una composición de agente de curación pueden prepararse independientemente, y después se mezclan para formar una composición sellante. Una composición de base conductora puede comprender, por ejemplo, al menos un polímero
10 que contiene azufre, al menos un plastificante, al menos un promotor de adhesión, al menos un inhibidor de la corrosión, al menos una carga no conductora de electricidad, y una carga conductora de electricidad que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor. Sin embargo, se entiende que las composiciones de base no necesitan contener cada uno de estos componentes. Por ejemplo, muchos de estos componentes son opcionales,
15 por ejemplo, el plastificante, el promotor de adhesión, el inhibidor de la corrosión, la carga no conductora de electricidad, y la carga conductora de electricidad. Por consiguiente, la composición de base, en algunas realizaciones, puede contener solo el polímero (que puede ser uno o ambos, un polisulfuro o un politioéter), y un disolvente. Sin embargo, tal como se discute más adelante, al menos una de la composición de base y/o la composición de agente de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor.

20 Una composición de agente de curación puede comprender, por ejemplo, al menos un agente de curación, al menos un plastificante, al menos una carga no conductora de electricidad, y al menos un acelerador de curado. Sin embargo, al igual que la composición de base, la composición de agente de curación no necesita contener cada uno de estos componentes. De hecho, muchos de estos componentes son opcionales, por ejemplo, el plastificante, la
25 carga no conductora de electricidad y el acelerador de curado. Por consiguiente, la composición de agente de curación, en algunas realizaciones, puede contener solo el agente de curación. Sin embargo, tal como se discute más adelante, al menos una de la composición de base y/o la composición de agente de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor.

30 En determinadas realizaciones, se mezclan de 5 a 20 partes en peso de una composición de agente de curación con 100 partes en peso de una composición de base y, en determinadas realizaciones, se mezclan de 8 a 16 partes en peso de composición de agente de curación con 100 partes en peso de una composición de base para formar una composición sellante conductora de electricidad.

35 En determinadas realizaciones, se prefieren las composiciones curables de dos componentes sobre las composiciones curables de un componente porque las composiciones de dos componentes proporcionan la mejor reología para la aplicación y presentan propiedades químicas y físicas deseables en la composición curada resultante. Tal como se usa en el presente documento, los dos componentes se denominan composición de base, y la composición de agente de curación. En determinadas realizaciones, la composición de base puede comprender
40 polímeros de polisulfuro, polímeros de politioéter, agentes de oxidación, aditivos, cargas, plastificantes, disolventes orgánicos, promotores de adhesión, inhibidores de la corrosión, y combinaciones de los mismos. Sin embargo, se entiende que las composiciones de base no necesitan contener cada uno de estos componentes. Por ejemplo, muchos de estos componentes son opcionales, por ejemplo, los agentes de oxidación, los aditivos, las cargas, los plastificantes, los promotores de adhesión, y los inhibidores de la corrosión. Por consiguiente, la composición de
45 base, en algunas realizaciones, puede contener solo el polímero (que puede ser uno o ambos, un polisulfuro o un politioéter), y un disolvente. Sin embargo, tal como se discute más adelante, al menos una de la composición de base y/o la composición de agente de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor.

50 En determinadas realizaciones, la composición de agente de curación puede comprender agentes de curación, aceleradores de curado, retardantes de curado, plastificantes, aditivos, cargas, y combinaciones de los mismos. Sin embargo, al igual que la composición de base, la composición de agente de curación no necesita contener cada uno de estos componentes. De hecho, muchos de estos componentes son opcionales, por ejemplo, los aceleradores de curado, los retardantes de curado, los plastificantes, los aditivos, y las cargas. Por consiguiente, en algunas
55 realizaciones, la composición de agente de curación puede contener solo el agente de curación. Sin embargo, tal como se discute más adelante, al menos una de la composición de base y/o la composición de agente de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor.

60 Al menos una de la composición de base y la composición de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el negro de carbón conductor incluye carbono Black Pearls® o Ketjenblack. La carga conductora puede incluir además cualquier carga conductora adicional convencionalmente usada en composiciones sellantes. Sin embargo, en algunas realizaciones, la carga conductora adicional opcional está sustancialmente libre de Ni con el fin de reducir la toxicidad y los problemas medioambientales adversos. En algunas realizaciones, por ejemplo, la carga conductora
65 incluye grafito además de los nanotubos de carbono y el negro de carbón conductor. Tal como se usa en el presente documento, el término «sustancialmente» se usa como término de aproximación, y no como término de grado.

Adicionalmente, la expresión «sustancialmente libre de níquel» se usa como término de aproximación para denotar que la cantidad del níquel en la carga conductora o composición sellante es insuficiente, de manera que, si el níquel está presente en alguna de la carga conductora adicional o composición sellante, está como impureza incidental.

5 En determinadas realizaciones, los polímeros que contienen azufre útiles en la práctica de la presente divulgación incluyen polímeros de polisulfuro que contienen múltiples grupos sulfuro, es decir, -S-, en la estructura polimérica y/o en la posición terminal o pendiente sobre la cadena polimérica. Tales polímeros se describen en la patente estadounidense n.º 2.466.963 en la que los polímeros divulgados tienen múltiples enlaces -S-S- en la estructura polimérica, cuyo contenido íntegro se incorpora al presente documento por referencia. Otros polímeros de polisulfuro
10 útiles son aquellos en los que el enlace de polisulfuro está reemplazado con un enlace de politioéter, es decir, $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n-$ en el que n puede ser un número entero que varía de 8 a 200, tal como se describe en la patente estadounidense n.º 4.366.307. En algunas realizaciones, por ejemplo, los polímeros de politioéter pueden ser aquellos que se describen en la patente estadounidense n.º 6.172.179. Por ejemplo, el polímero de politioéter puede ser el politioéter preparado en el Ejemplo 1 de la patente estadounidense n.º 6.172.179. Los polímeros de polisulfuro pueden estar terminados con grupos no reactivos tales como alquilo aunque, en determinadas
15 realizaciones, los polímeros de polisulfuro contienen grupos reactivos en las posiciones terminal o pendiente. Los grupos reactivos típicos son tiol, hidroxilo, amino y vinilo. Tales polímeros de polisulfuro se describen en la patente estadounidense n.º 2.466.963, la patente estadounidense n.º 4.366.307 mencionadas anteriormente, y la patente estadounidense n.º 6.372.849. Tales polímeros de polisulfuro pueden curarse con agentes de curación que son reactivos con los grupos reactivos del polímero de polisulfuro.
20

Los polímeros que contienen azufre de la presente divulgación pueden tener pesos moleculares promedios en número que varían de 500 a 8.000 gramos por mol y, en determinadas realizaciones, de 1.000 a 5.000 gramos por mol, determinados mediante cromatografía de permeación en gel usando un poliestireno convencional. En el caso
25 de los polímeros que contienen azufre que contienen grupos funcionales reactivos, los polímeros que contienen azufre pueden tener funcionalidades promedias que varían de 2,05 a 3,0, y en determinadas realizaciones que varían de 2,1 a 2,6. Puede lograrse una funcionalidad promedia específica mediante la selección adecuada de los componentes reactivos. Los ejemplos no limitantes de polímeros que contienen azufre incluyen aquellos disponibles a través de PRC-DeSoto International, Inc., con el nombre comercial PERMAPOL, específicamente, PERMAPOL P-3.1 o PERMAPOL P-3, y a través de Akros Chemicals, tales como THIOPLAST G4.
30

Un polímero que contiene azufre puede estar presente en la composición de base en una cantidad que varía del 10 % al 80 % en peso del peso total de la composición de base, y en determinadas realizaciones puede variar del 10 % al 40 %, y en otras realizaciones puede variar del 20 % al 30 % en peso. En determinadas realizaciones, el polímero que contiene azufre comprende una combinación de un polímero de polisulfuro y un polímero de politioéter, y las cantidades de polímero de polisulfuro y de polímero de politioéter pueden ser similares. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la cantidad de polímero de polisulfuro y la cantidad de polímero de politioéter en una composición de base puede variar cada uno de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 15 % en peso del peso total de la composición de base.
35
40

Las composiciones sellantes de la presente divulgación comprenden al menos un agente de curación para la curación del al menos un polímero que contiene azufre. La expresión «agente de curación» se refiere a cualquier material que puede añadirse a un polímero que contiene azufre para acelerar la curación o la gelificación del polímero que contiene azufre. Los agentes de curación también se conocen como aceleradores, catalizadores o pastas de curado. En determinadas realizaciones, el agente de curación es reactivo a una temperatura que varía de 10 °C a 80 °C. El término «reactivo» significa capaz de reaccionar químicamente e incluye cualquier nivel de reacción, desde reacción parcial a completa, de un reactivo. En determinadas realizaciones, un agente de curación es reactivo cuando se proporciona para la reticulación o gelificación de un polímero que contiene azufre.
45

50 En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes comprenden al menos un agente de curación que contiene agentes de oxidación capaces de oxidar los grupos mercaptano terminales del polímero que contiene azufre para formar enlaces disulfuro. Los agentes de oxidación útiles incluyen, por ejemplo, dióxido de plomo, dióxido de manganeso, dióxido de calcio, monohidrato de perborato de sodio, peróxido de calcio, peróxido de cinc, y dicromato. La cantidad de agente de curación en una composición de agente de curación puede variar del 25 % en peso al 75 % en peso del peso total de la composición de agente de curación. Los aditivos, tales como estearato de sodio, pueden incluirse para mejorar la estabilidad del acelerador. Por ejemplo, una composición de agente de curación puede comprender una cantidad de acelerador de curado que varía del 0,1 % al 1,5 % en peso basado en el peso total de la composición de agente de curación.
55

60 En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes de la presente divulgación pueden comprender al menos un agente de curación que contiene al menos un grupo funcional reactivo que es reactivo con grupos funcionales unidos al polímero que contiene azufre. Los agentes de curación útiles que contienen al menos un grupo funcional reactivo que es reactivo con grupos funcionales unidos al polímero que contiene azufre incluyen politioles, tales como politioéteres, para la curación de polímeros terminados con vinilo; poliisocianatos tales como diisocianato de isoforona, diisocianato de hexametileno, y mezclas y derivados de isocianurato de los mismos para la curación de polímeros terminados con tiol, hidroxilo y amino; y, poliepóxidos para la curación de polímeros terminados con amina
65

y tiol. Los ejemplos no limitantes de poliepóxidos incluyen diepóxido de hidantoína, epóxidos de bisfenol A, epóxidos de bisfenol F, epóxidos de tipo novolaca, poliepóxidos alifáticos, y resinas insaturadas epoxidadas, y resinas fenólicas. El término «poliepóxido» se refiere a un material que tiene un equivalente de 1,2-epoxi mayor de uno e incluye monómeros, oligómeros y polímeros.

5 La composición sellante puede comprender opcionalmente al menos un compuesto para modificar la velocidad de curado. Por ejemplo, los acelerantes de curado, tales como la mezcla de dipentametileno/tiuram/polisulfuro, pueden incluirse en la composición sellante para acelerar la velocidad de curado, y/o al menos un retardante de curado, tal como ácido esteárico, puede añadirse para retrasar la velocidad de curado y ampliar de este modo la vida útil de una
10 composición sellante durante la aplicación. En determinadas realizaciones, la composición de agente de curación puede comprender una cantidad de acelerante que varía del 1 % a aproximadamente el 7 % en peso, y/o una cantidad de retardante de curado que varía del 0,1 % al 1 % en peso, basado en el peso total de la composición de agente de curación. Para controlar las propiedades de curado de la composición sellante, también puede ser útil
15 incluir al menos un material capaz de retirar al menos parcialmente la humedad de la composición sellante tal como un polvo de tamiz molecular. En determinadas realizaciones, una composición de agente de curación puede comprender una cantidad de material capaz de retirar al menos parcialmente la humedad que varía del 0,1 % al 1,5 % en peso, basado en el peso total de la composición de agente de curación.

20 En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes de la presente divulgación puede comprender cargas. Tal como se usa en el presente documento, «carga» se refiere a un componente no reactivo en la composición que proporciona una propiedad deseada, tal como, por ejemplo, conductividad eléctrica, densidad, viscosidad, resistencia mecánica, eficacia de protección contra EMI/RFI, aplicabilidad a descargas eléctricas, alargamiento por tracción, gravedad específica y similares.

25 Los ejemplos de cargas no conductoras de electricidad incluyen materiales tales como, pero sin limitación, carbonato de calcio, mica, poliamida, sílice pirógena, polvo de tamiz molecular, microesferas, dióxido de titanio, creta, negros alcalinos, celulosa, sulfuro de cinc, espato pesado, óxidos alcalinotérreos, hidróxidos alcalinotérreos, y similares. Las cargas a modo de ejemplo también pueden incluir materiales de alta banda prohibida tales como compuestos de bario inorgánicos y sulfuro de cinc. En determinadas realizaciones, la composición de base puede comprender una
30 cantidad de carga no conductora de electricidad que varía del 2 % al 10 % en peso, basado en el peso total de la composición de base, y, en determinadas realizaciones, puede variar del 3 % al 7 % en peso. En determinadas realizaciones, una composición de agente de curación puede comprender una cantidad de carga no conductora de electricidad que varía de menos del 6 % en peso, y en determinadas realizaciones que varía del 0,5 % al 4 % en peso, basado en el peso total de la composición de agente de curación.

35 Según las realizaciones de la presente divulgación, una o ambas de la composición de base y/o la composición de agente de curación incluye una carga conductora que comprende nanotubos de carbono y negro de carbón conductor (por ejemplo, carbono Black Pearls® o Ketjenblack). En algunas realizaciones, por ejemplo, la composición sellante incluye del 80 % al 90 % de la composición de base y del 10 % al 20 % de la composición de agente de curación, y la carga conductora que incluye los nanotubos de carbono y el negro de carbón conductor se incluyen en la composición de base. Estas cargas se usan para conferir conductividad eléctrica a las composiciones sellantes mientras que mantienen la aplicabilidad del sellante en las aplicaciones de descargas eléctricas. La combinación de los nanotubos de carbono y negro de carbón conductor (por ejemplo, carbono Black Pearls® o Ketjenblack) forma una matriz conductora interactiva que confiere conductividad eléctrica de manera inesperada
45 superior, alargamiento por tracción e inferior gravedad específica. Además, esta combinación de nanotubos de carbono y carbono conductor elimina Ni, que se ha usado normalmente en cargas conductoras en composiciones sellantes convencionales. De hecho, según las realizaciones de la presente invención, la carga conductora, así como la composición sellante, están sustancialmente libres de Ni, eliminando de este modo sustancialmente la toxicidad y los problemas medioambientales atribuidos a la inclusión de Ni en composiciones sellantes convencionales. Tal como se ha discutido anteriormente, tal como se usa en el presente documento, el término «sustancialmente» se usa como término de aproximación, y no como término de grado. Adicionalmente, tal como se ha discutido anteriormente, la expresión «sustancialmente libre de níquel» se usa como término de aproximación para denotar que la cantidad del níquel en las composiciones sellantes es insuficiente, de manera que, si el níquel está presente en alguna, está como impureza incidental.

55 El tamaño de los nanotubos de carbono y negro de carbón conductor (por ejemplo, Black Pearls® o Ketjenblack) puede variar según se desee para ajustar o modificar la conductividad eléctrica y/u otras propiedades de la composición sellante. Sin embargo, en determinadas realizaciones, uno de los nanotubos de carbono o las partículas de negro de carbón conductor tiene una dimensión de partícula promedia (es decir, nanotubo o partícula) que es mayor que una dimensión de partícula promedia (es decir, nanotubo o partícula) del otro de los nanotubos de carbono o negro de carbón conductor. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión de longitud que varía de 5 a 30 μm , y una dimensión de diámetro que varía de 10 a 30 nm. Las partículas de negro de carbón conductor pueden tener un tamaño de partícula promedio que varía de 10 a 40 μm . Además, una relación de volumen de los nanotubos de carbono respecto al negro de carbón conductor puede variar de 1:5 a 1:10. En una realización, por ejemplo, la relación de volumen de los nanotubos de carbono respecto al negro de carbón conductor es 1:5.

Las composiciones sellantes también pueden incluir opcionalmente uno o más inhibidores de la corrosión. Los ejemplos no limitantes de inhibidores de la corrosión adecuados incluyen cromato de estroncio, cromato de calcio, cromato de magnesio, y combinaciones de los mismos. La patente estadounidense n.º 5.284.888 y la patente estadounidense n.º 5.270.364 divulgan el uso de triazoles aromáticos para inhibir la corrosión de superficies de aluminio y de acero. En determinadas realizaciones, un eliminador de oxígeno sacrificial, tal como Zn, puede usarse como inhibidor de la corrosión. En determinadas realizaciones, el inhibidor de la corrosión puede comprender menos del 10 % en peso del peso total de la composición sellante. En determinadas realizaciones, el inhibidor de la corrosión puede comprender una cantidad que varía del 2 % en peso al 8 % en peso del peso total de la composición sellante.

En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes pueden comprender además opcionalmente uno o más plastificantes, cuyos ejemplos no limitantes incluyen ésteres de ftalato, parafinas cloradas, terfenilos hidrogenados, terfenilos parcialmente hidrogenados, y similares. El plastificante puede incluirse en una o ambas de la composición de base y/o la composición de agente de curación. En algunas realizaciones, el plastificante se incluye en la composición de base en una cantidad que varía del 0,1 % al 5 % en peso basado en el peso total de la composición de base, y, en determinadas realizaciones, puede variar del 0,5 % al 3 % en peso. En algunas realizaciones, el plastificante se incluye en la composición de agente de curación en una cantidad que varía del 20 % al 60 % en peso del peso total de la composición de agente de curación, y, en determinadas realizaciones, puede variar del 30 % al 40 % en peso.

En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes pueden comprender además opcionalmente un disolvente orgánico, tal como una cetona o un alcohol, por ejemplo, metil etil cetona, y alcohol isopropílico, o una combinación de los mismos.

En determinadas realizaciones, las composiciones sellantes pueden comprender además opcionalmente uno o más promotores de adhesión, cuyos ejemplos no limitantes incluyen resinas fenólicas, promotores de adhesión de silano, y combinaciones de los mismos. Los promotores de adhesión ayudan a facilitar la adhesión de los componentes poliméricos de la composición sellante a un sustrato, así como a las cargas no conductoras de electricidad y conductoras de electricidad en la composición sellante. El promotor de adhesión puede incluirse en una o ambas de la composición de base y/o la composición de agente de curación. En determinadas realizaciones, el promotor de adhesión se incluye en la composición de base en una cantidad que varía del 0,10 % al 3,0 % en peso (para promotores de adhesión fenólicos), del 0,05 % al 2,0 % en peso (para promotores de adhesión de mercapto-silano), o del 0,05 % al 2,0 % en peso (para promotores de adhesión de epoxi-silano). La cantidad total de promotor de adhesión en la composición de base puede variar del 0,5 % al 7 % en peso, basado en el peso total de la composición de base.

En determinadas realizaciones, la composición de base puede prepararse mediante mezcla por lotes de al menos un polímero que contiene azufre, aditivos y/o cargas en una mezcladora planetaria doble con vacío. Otro equipo de mezcla adecuado incluye una extrusora de amasado, mezcladora sigma, o mezcladora de doble brazo «A». Por ejemplo, una composición de base puede prepararse mediante mezcla de al menos un polímero que contiene azufre, plastificante y promotor de adhesión fenólico. Después de que la mezcla se mezcle completamente, los constituyentes adicionales pueden añadirse independientemente y mezclarse usando una cuchilla de trituración de alto cizallamiento, tal como una cuchilla Cowless, hasta el corte. Los ejemplos de constituyentes adicionales que pueden añadirse a la composición de base incluyen la carga conductora de nanotubo de carbono/negro de carbón conductor, inhibidores de la corrosión, cargas no conductoras y promotores de adhesión de silano. La mezcla puede mezclarse después durante otros 15 a 20 minutos con un vacío de 68,58 cm (27 pulgadas) de mercurio o mayor para reducir o retirar el aire y/o gases atrapados. La composición de base puede extraerse después desde la mezcladora usando un cilindro de pistón de alta presión.

La composición de agente de curación puede prepararse mediante mezcla por lotes de un agente de curación, aditivos y cargas. En determinadas realizaciones, el 75 % del plastificante total (tal como terfenilo parcialmente hidrogenado) y un acelerante (tal como una mezcla de dipentametileno/tiuram/polisulfuro) se mezclan en una mezcladora de ancla de un solo eje. El polvo de tamiz molecular se añade después y se mezcla durante 2 a 3 minutos. El 50 % del dióxido de manganeso total se mezcla después hasta el corte. El ácido esteárico, el estearato de sodio y el plastificante restante se mezclan después hasta el corte seguido del 50 % restante del dióxido de manganeso que se mezcla hasta el corte. La sílice pirógena se mezcla después hasta el corte. Si la mezcla es demasiado espesa, puede añadirse un tensioactivo para aumentar la humectación. La composición de agente de curación se mezcla después durante 2 a 3 minutos, se hace pasar sobre un molino de pintura de tres rodillos para lograr una trituración, y se devuelve a la mezcladora de ancla de un único eje y se mezcla durante otros 5 a 10 minutos. La composición de agente de curación puede retirarse después de la mezcladora con un cilindro de pistón y colocarse en recipientes de almacenamiento y madurarse durante al menos 5 días antes de combinarse con una composición de base. La composición de base y la composición de agente de curación se mezclan entre sí para formar la composición sellante, que puede aplicarse después a un sustrato.

Se indica que, tal como se usa en la presente divulgación, las formas singulares «un», «una» y «el», «la» incluyen referentes en plural a menos que se limiten expresa e inequívocamente a un referente. Por tanto, por ejemplo, la

referencia a «una carga» incluye una o más cargas. También se indica que, tal como se usa en el presente documento, el término «polímero» se refiere a polímeros, oligómeros, homopolímeros y copolímeros.

5 Las realizaciones de la presente divulgación pueden definirse además mediante la referencia al siguiente ejemplo, que describe en detalle la preparación de una composición a modo de ejemplo de la presente divulgación.

10 Ejemplo: los componentes de la composición de base se indican en la siguiente tabla. De manera específica, la composición de base incluía 27,56 kg (60,75 lbs) de una dispersión nanotubo de carbono (CNT) (es decir, el 1 % de nanotubos de carbono dispersados en un polímero de politioéter (Permapol P3.1e, disponible a través de PRC-DeSoto)), 0,095 kg (0,21 lbs) de promotor de adhesión fenólico, 1,63 kg (3,59 lbs) de polisulfuro con promotor de adhesión fenólico, 0,70 kg (1,54 lbs) de promotor de adhesión de silano, 3,92 kg (8,65 lbs) de grafito conductor, 3,45 kg (7,60 lbs) de negro de carbón conductor y 8,00 kg (17,65 lbs) de disolvente.

| | Material | Cantidad en kg (lbs) |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 % de CNT en P3.1e | CNT/polímero | 27,56 kg (60,75 lbs) |
| fenol | promotor de adhesión | 0,095 kg (0,21 lbs) |
| polisulfuro con fenol | promotor de adhesión | 1,63 kg (3,59 lbs) |
| silano | promotor de adhesión | 0,70 kg (1,54 lbs) |
| grafito de Asbury | grafito conductor | 3,92 kg (8,65 lbs) |
| negro de carbón conductor | negro de carbón conductor | 3,45 kg (7,60 lbs) |
| acetato de etilo | disolvente | 8,00 kg (17,65 lbs) |

15 Al 1 % de nanotubos de carbono dispersados en un polímero de politioéter, se añaden los promotores de adhesión y se mezclan en una mezcladora de velocidad de Hauschild. El grafito de Asbury se añade y se mezcla en la mezcladora de velocidad de Hauschild, y después se añaden el acetato de etilo y el negro de carbón conductor y se mezclan en la mezcladora de velocidad.

20 Las composiciones se curaron usando una composición de agente de curación a base de manganeso para efectuar la curación oxidativa. Por ejemplo, la composición de agente de curación puede incluir una composición a base de óxido de manganeso que incluye un plastificante y/o un modificador de velocidad de curado (por ejemplo, un acelerante de curado o un retardante de curado). Un ejemplo de una composición de agente de curación adecuada es una composición que incluye del 25 % al 75 % de dióxido de manganeso.

25 Los nanotubos de carbono dispersados en el polímero aumentan de manera significativa la capacidad de lograr la conductividad y la resistencia eléctrica deseadas. La siguiente Tabla 1 enumera la resistencia eléctrica para los ejemplos preparados como en el caso anterior, pero con cantidades distintas de los nanotubos de carbono dispersados previamente en el polímero.

30

Tabla 1

| | solo P3.1e | 0,25 % de CNT | 0,50 % de CNT | 0,75 % de CNT | 1 % de CNT | 1 % de Ketjenblack EC600JD |
|--------------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|------------|----------------------------|
| Resistencia eléctrica (ohmios) | 25-59 | 14-16 | 7-13 | 12-16 | 9-13 | 17-20 |

35 Aunque las composiciones de recubrimiento se describen como útiles para aplicaciones aeroespaciales, estas también pueden ser útiles para otras aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una composición sellante, que comprende:
 - 5 una composición de base que comprende un polímero que contiene azufre; una composición de agente de curación que comprende un agente de curación; y una carga conductora de electricidad en al menos una de la composición de base o la composición de agente de curación, comprendiendo la carga conductora de electricidad nanotubos de carbono y negro de carbón conductor.
 - 10 2. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que la carga conductora de electricidad está en la composición de base.
 - 15 3. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que la carga conductora de electricidad está en la composición de agente de curación.
 4. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que la carga conductora de electricidad está tanto en la composición de agente de curación como en la composición de base.
 - 20 5. La composición sellante de la reivindicación 1, en donde la composición sellante está sustancialmente libre de níquel.
 6. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que el negro de carbón conductor tiene un diámetro de partícula promedio mayor que un diámetro de partícula promedio de los nanotubos de carbono.
 - 25 7. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que los nanotubos de carbono tienen un diámetro de partícula promedio mayor que un diámetro de partícula promedio del negro de carbón conductor.
 8. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que los nanotubos de carbono tienen una dimensión de longitud de 5 μm a 30 μm , y una dimensión de diámetro de 10 nm a 30 nm.
 - 30 9. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que el negro de carbón conductor tiene un tamaño de partícula promedio de 10 μm a 40 μm .
 - 35 10. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que la relación de volumen de los nanotubos de carbono respecto al negro de carbón conductor es de 1:5 a 1:10.
 11. La composición sellante de la reivindicación 1, que comprende además al menos uno de un promotor de adhesión, un inhibidor de la corrosión o un plastificante en al menos una de la composición de base o la composición de agente de curación.
 - 40 12. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que el polímero que contiene azufre es un polisulfuro o un politioéter.