

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 892**

51 Int. Cl.:

**H01B 1/24** (2006.01)

**C09D 181/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2012 E 12834608 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2756504**

54 Título: **Composiciones sellantes conductoras**

30 Prioridad:

**16.09.2011 US 201161535886 P**  
**10.09.2012 US 201213608241**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.10.2015**

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 2 547 892 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 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad y el beneficio de la solicitud provisional de Estados Unidos con N° de serie 61/535.886, presentada el 16 de septiembre de 2011 y titulada "CONDUCTIVE SEALANT COMPOSITIONS", todo cuyo contenido se incorpora en el presente documento por referencia.

10

### Campo técnico

La presente divulgación se refiere a composiciones sellantes que presentan una eficacia de blindaje a IEM/RFI mejorada.

15

### Antecedentes

Durante el vuelo, una aeronave se enfrenta a una serie de acontecimientos ambientales que pueden generar condiciones peligrosas o incluso daño físico. Por ejemplo, la caída de rayos y las interferencias electromagnéticas (IEM) son acontecimientos ambientales bastante comunes que pueden dar lugar a condiciones peligrosas durante el vuelo de la aeronave. La caída de rayos puede provocar daños físicos en la aeronave al perforar orificios a través de piezas de la aeronave, o puede provocar una corriente de sobretensión peligrosa que puede entrar en contacto con el depósito de combustible y producir una explosión. Las IEM pueden provocar niveles de energía excesivos en el cableado y las sondas del sistema de combustible de la aeronave. Además, el ruido electromagnético provocado por las IEM puede provocar dificultades operativas graves en los componentes eléctricos de la aeronave. Dado el potencial para el daño grave o las interferencias eléctricas provocadas por estos acontecimientos ambientales, en el diseño y la fabricación de aeronaves son importantes medios para prevenir o mitigar los efectos adversos de la caída de rayos y IEM.

25

### 30 Sumario

En las realizaciones de la presente invención, una composición sellante incluye una composición base que tiene un polímero que contiene azufre, una composición de agente de curado que tiene un agente de curado, y un agente de relleno eléctricamente conductor en al menos una de la composición base o la composición de agente de curado. El agente de relleno eléctricamente conductor incluye nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable.

35

En algunas realizaciones, la composición sellante está esencialmente libre de níquel.

Las fibras de acero inoxidable pueden tener una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión de partícula promedio de los nanotubos de carbono, o los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión de partícula promedio de las fibras de acero inoxidable. En algunas realizaciones, por ejemplo, los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión longitudinal promedio de 5  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 30  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y una dimensión de diámetro promedio de 10 nm aproximadamente a 30 nm aproximadamente, y las fibras de acero inoxidable pueden tener una primera dimensión promedio de 8  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 22  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y una segunda dimensión promedio de 330  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 1 mm aproximadamente. Además, la relación volumétrica de los nanotubos de carbono a las fibras de acero inoxidable puede ser de 1:1 a 1:50 aproximadamente.

40

45

En algunas realizaciones, las composiciones sellantes además incluyen al menos uno de un promotor de la adhesión, un inhibidor de la corrosión o un plastificante en al menos una de la composición base o la composición de agente de curado.

50

En algunas realizaciones, el polímero que contiene azufre es un polisulfuro o un politioéter.

55

De acuerdo con algunas realizaciones, una composición sellante incluye una composición base esencialmente libre de níquel que incluye un polímero que contiene azufre, una composición de agente de curado esencialmente libre de níquel que incluye un agente de curado, y un agente de relleno eléctricamente conductor esencialmente libre de níquel en al menos una de la composición base o la composición de agente de curado. El agente de relleno eléctricamente conductor incluye nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable. Las fibras de acero inoxidable pueden tener una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión de partícula promedio de los nanotubos de carbono, o los nanotubos de carbono tienen una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión de partícula promedio de las fibras de acero inoxidable. En algunas realizaciones, por ejemplo, los nanotubos de carbono tienen una dimensión longitudinal promedio de 5  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 30  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y una dimensión de diámetro promedio de 10 nm aproximadamente a 30 nm aproximadamente, y las fibras de acero inoxidable tienen una primera dimensión promedio de 8  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 22  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y una segunda dimensión promedio de 330  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 1 mm aproximadamente.

60

65

Además, la relación volumétrica de los nanotubos de carbono a las fibras de acero inoxidable puede ser de 1:5 a 1:50 aproximadamente.

5 Las composiciones sellantes están esencialmente libres de Ni y presentan una eficacia de blindaje a IEM/RFI inesperadamente superior.

### Descripción detallada

10 En ciertas realizaciones de la presente divulgación, una composición sellante comprende al menos uno de un polímero que contiene azufre, y un agente de relleno eléctricamente conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable. El término "sellante", "sellador" o "sello" como se usa en el presente documento se refiere a composiciones que tienen la capacidad de resistir las condiciones atmosféricas tales como la humedad y temperatura y al menos bloquear parcialmente la transmisión de materiales tales como el agua, combustible, y otros líquidos y gases. Los sellantes con frecuencia tienen propiedades adhesivas, pero no son  
15 simples adhesivos que tienen las propiedades bloqueantes de un sellante.

Las composiciones sellantes de la presente divulgación se pueden preparar mezclando una composición base eléctricamente conductora y una composición de agente de curado. Una composición base y una composición de agente de curado se pueden preparar por separado, y a continuación se mezclan para formar una composición  
20 sellante. Una composición base conductora puede comprender, por ejemplo, al menos un polímero que contiene azufre, al menos un plastificante, al menos un promotor de la adhesión, al menos un inhibidor de la corrosión, al menos un agente de relleno eléctricamente no conductor, y un agente de relleno eléctricamente conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable. No obstante, se entiende que las composiciones base no tienen por qué contener cada uno de estos componentes. Por ejemplo, muchos de estos componentes son  
25 opcionales, por ejemplo, el plastificante, el promotor de la adhesión, el inhibidor de la corrosión, el agente de relleno eléctricamente no conductor, y el agente de relleno eléctricamente conductor. Por consiguiente, la composición base, en algunas realizaciones, puede contener únicamente el polímero (que puede ser cualquiera o ambos de un polisulfuro y/o un politioéter), y un disolvente. No obstante, como se ha descrito anteriormente, al menos una de la composición base y/o la composición de agente de curado incluye un agente de relleno conductor que comprende  
30 nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable.

Una composición de agente de curado puede comprender, por ejemplo, al menos un agente de curado, al menos un plastificante, al menos un agente de relleno eléctricamente no conductor, al menos un agente de relleno eléctricamente conductor, y al menos un acelerante de curado. No obstante, al igual que la composición base, la  
35 composición de agente de curado no tiene por qué contener cada uno de estos componentes. De hecho, muchos de estos componentes son opcionales, por ejemplo, el plastificante, el agente de relleno eléctricamente no conductor, el agente de relleno eléctricamente conductor, y el acelerante de curado. Por consiguiente, la composición de agente de curado, en algunas realizaciones, puede contener únicamente el agente de curado. No obstante, como se describe a continuación, al menos una de la composición base y/o la composición de agente de curado incluye un  
40 agente de relleno conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable.

En ciertas realizaciones, de 5 a 20 partes en peso de una composición de agente de curado se mezclan con 100 partes en peso de una composición base, y en ciertas realizaciones, de 8 a 16 partes en peso de una composición de agente de curado se mezclan con 100 partes en peso de una composición base para formar una composición  
45 sellante eléctricamente conductora.

En ciertas realizaciones, se prefieren composiciones curables de dos componentes sobre composiciones curables de un componente debido a que las composiciones de dos componentes proporcionan la mejor reología para su aplicación y presentan propiedades físicas y químicas deseables en la composición curada resultante. Como se usa  
50 en el presente documento, los dos componentes se conocen como composición base, y composición de agente de curado. En ciertas realizaciones, la composición base puede comprender polímeros de polisulfuro, polímeros de politioéter, agentes oxidantes, aditivos, agentes de relleno, plastificantes, disolventes orgánicos, promotores de la adhesión, inhibidores de la corrosión, y sus combinaciones. No obstante, se entiende que las composiciones base no tienen por qué contener cada uno de estos componentes. Por ejemplo, muchos de estos componentes son  
55 opcionales, por ejemplo, los agentes oxidantes, aditivos, agentes de relleno, plastificantes, promotores de la adhesión, e inhibidores de la corrosión. Por consiguiente, la composición base, en algunas realizaciones, puede contener únicamente el polímero (que puede ser cualquiera o ambos de un polisulfuro y/o un politioéter), y un disolvente. No obstante, como se ha descrito anteriormente, al menos una de la composición base y/o la composición de agente de curado incluye un agente de relleno conductor que comprende nanotubos de carbono y  
60 fibras de acero inoxidable.

En ciertas realizaciones, la composición de agente de curado puede comprender agentes de curado, acelerantes del curado, retardantes del curado, plastificantes, aditivos, agentes de relleno, y sus combinaciones. No obstante, al igual que la composición base, la composición de agente de curado no tiene por qué contener cada uno de estos  
65 componentes. De hecho, muchos de estos componentes son opcionales, por ejemplo, los acelerantes del curado, retardantes del curado, plastificantes, aditivos, y agentes de relleno. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la

composición de agente de curado puede contener únicamente el agente de curado. No obstante, como se describe a continuación, al menos una de la composición base y/o la composición de agente de curado incluye un agente de relleno conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable.

5 Al menos una de la composición base y la composición de curado incluye un agente de relleno conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable. El agente de relleno conductor además puede incluir cualquier agente de relleno conductor adicional usado convencionalmente en composiciones sellantes. No obstante, en algunas realizaciones, el agente de relleno conductor adicional opcional está esencialmente libre de Ni para reducir la toxicidad y los riesgos medioambientales adversos. En algunas realizaciones, por ejemplo, el agente de relleno conductor incluye grafito además de los nanotubos de carbono y las fibras de acero inoxidable. Como se usa en el presente documento, el término "esencialmente" se usa como término aproximativo, y no como término de grado. Además, el término "esencialmente libre de níquel" se usa como término aproximativo para indicar que la cantidad de níquel en el agente de relleno conductor adicional o la composición sellante es despreciable, tal que si el níquel llega a estar presente en el agente de relleno conductor adicional o la composición sellante, es como impureza accidental.

En ciertas realizaciones, los polímeros que contienen azufre útiles en la práctica de la presente divulgación incluyen polímeros de polisulfuro que contienen varios grupos sulfuro, es decir, -S-, en el esqueleto polimérico y/o en las posiciones terminales o colgantes sobre la cadena polimérica. Dichos polímeros se describen en la patente de Estados Unidos N° 2.466.963 en la que los polímeros divulgados tienen múltiples enlaces -S-S- en el esqueleto polimérico, cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. Otros polímeros de polisulfuro útiles son aquellos en los que el enlace de polisulfuro se sustituye con un enlace de politioéter, es decir,  $[-CH_2-CH_2-S-CH_2-CH_2-]_n-$  en la que n puede ser un número entero que oscila entre 8 y 200 como se describe en la patente de Estados Unidos N° 4.366.307, cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. En algunas realizaciones, por ejemplo, los polímeros de politioéter pueden ser los descritos en la patente de Estados Unidos N° 6.172.179, cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. Por ejemplo, el polímero de politioéter puede ser el politioéter preparado en el Ejemplo 1 de la patente de Estados Unidos N° 6.172.179. Los polímeros de polisulfuro pueden estar terminados con grupos no reactivos tales como alquilo, aunque en ciertas realizaciones, los polímeros de polisulfuro contienen grupos reactivos en las posiciones terminales o pendientes. Los grupos reactivos típicos son tiol, hidroxilo, amino, y vinilo. Dichos polímeros de polisulfuro se describen en la patente de Estados Unidos N° 2.466.963, patente de Estados Unidos N° 4.366.307, y patente de Estados Unidos N° 6.372.849 anteriormente mencionadas, el contenido completo de cada una de ellas que se incorpora en el presente documento por referencia. Dichos polímeros de polisulfuro se pueden curar con agentes de curado que son reactivos con los grupos reactivos del polímero de polisulfuro.

Los polímeros que contienen azufre de la presente divulgación pueden tener pesos moleculares promedio en número que oscilan entre 500 y 8000 g por mol, y en ciertas realizaciones, entre 1000 y 5000 g por mol, como se determina mediante cromatografía de permeación de gel usando un patrón de poliestireno. Para los polímeros que contienen azufre que incluyen grupos funcionales reactivos, los polímeros que contienen azufre pueden tener funciones promedio que oscilan entre 2,05 y 3,0, y en ciertas realizaciones que oscilan entre 2,1 y 2,6. Se puede conseguir una funcionalidad promedio específica mediante la selección adecuada de componentes reactivos. Ejemplos no limitantes de polímeros que contienen azufre incluyen los disponibles en PRC-DeSoto International, Inc. bajo la marca comercial PERMAPOL, específicamente, PERMAPOL P-3.1 o PERMAPOL P-3, y en Akros Chemicals, tales como THIOPLAST G4.

Un polímero que contiene azufre puede estar presente en la composición base en una cantidad que oscila entre el 10 % aproximadamente y el 80 % en peso aproximadamente del peso total de la composición base, y en ciertas realizaciones puede oscilar entre el 10 % aproximadamente y el 40 % en peso, y en otras realizaciones puede oscilar entre el 20 % aproximadamente y el 30 % en peso aproximadamente. En ciertas 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 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 base puede oscilar cada una entre el 10 % en peso aproximadamente y el 15 % en peso aproximadamente del peso total de la composición base.

Las composiciones sellantes de la presente divulgación comprenden al menos un agente de curado para el curado del al menos un polímero que contiene azufre. El término "agente de curado" se refiere a cualquier material que se pueda añadir a un polímero que contiene azufre para acelerar el curado o la gelificación del polímero que contiene azufre. Los agentes de curado también se conocen como acelerantes, catalizadores o pastas de curado. En ciertas realizaciones, el agente de curado es reactivo a una temperatura que oscila entre 10 °C y 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 ciertas realizaciones, el agente de curado es reactivo cuando proporciona la reticulación o gelificación del polímero que contiene azufre.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes comprenden al menos un agente de curado que contiene agentes oxidantes capaces de oxidar grupos mercaptano terminales del polímero que contiene azufre para formar

enlaces disulfuro. Los agentes oxidantes útiles incluyen, por ejemplo, dióxido de plomo, dióxido de manganeso, dióxido de calcio, perborato sódico monohidratado, peróxido de calcio, peróxido de zinc, y dicromato. El agente de curado también puede ser una resina epoxi, o el agente de curado puede incluir una mezcla de otro agente oxidante y una resina epoxi. La cantidad de agente de curado en una composición de agente de curado puede oscilar entre el 25 % en peso aproximadamente y el 75 % en peso aproximadamente del peso total de la composición de agente de curado. También se pueden incluir aditivos tales como estearato sódico para mejorar la estabilidad del acelerante. Por ejemplo, una composición de agente de curado puede comprender una cantidad de acelerante de curado que oscila entre el 0,1 % aproximadamente y el 1,5 % en peso aproximadamente basado en el peso total de la composición de agente de curado.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes de la presente divulgación pueden comprender al menos un agente de curado que contiene al menos un grupo funcional reactivo que es reactivo con los grupos funcionales unidos al polímero que contiene azufre. Los agentes de curado útiles que contienen al menos un grupo funcional reactivo que es reactivo con los grupos funcionales unidos al polímero que contiene azufre incluyen politioles, tales como politioéteres, para el curado de polímeros vinil terminales; poliisocianatos tales como diisocianato de isoforona, diisocianato de hexametileno, y sus mezclas y derivados de isocianurato para el curado de polímeros tiol-, hidroxilo- y aminoterminal; y poliepóxidos para el curado de polímeros amino y tiolterminal. Ejemplos no limitantes de poliepóxidos incluyen diepóxido de hidantoína, epóxidos de bisfenol A, epóxidos de bisfenol F, óxidos de tipo novolaca, poliepóxidos alifáticos, y resinas epoxidadas insaturadas, y resinas fenólicas. El término "poliepóxidos" se refiere a un material que tiene un equivalente 1,2-epoxi superior a uno e incluye monómeros, oligómeros, y polímeros.

La composición sellante opcionalmente puede comprender al menos un compuesto para modificar la velocidad de curado. Por ejemplo, en la composición sellante se pueden incluir acelerantes de curado tales como una mezcla de dipentametileno/tiuram/polisulfuro para acelerar la velocidad de curado, y/o se puede añadir al menos un retardante de curado tal como ácido esteárico para retardar la velocidad de curado y así prolongar la vida útil de una composición sellante durante su aplicación. En ciertas realizaciones, la composición de agente de curado puede comprender una cantidad de acelerante que oscila entre el 1 % aproximadamente y el 7 % en peso aproximadamente, y/o una cantidad de retardante de curado que oscila entre el 0,1 % aproximadamente y en 1 % en peso aproximadamente, basado en el peso total de la composición de agente de curado. Para controlar las propiedades de curado de la composición sellante, también puede ser útil incluir al menos un material capaz de eliminar al menos parcialmente la humedad de la composición sellante, tal como un polvo de tamices moleculares. En ciertas realizaciones, una composición de agente de curado puede comprender una cantidad de material capaz de eliminar al menos parcialmente la humedad que oscila entre el 0,1 % aproximadamente y el 1,5 % en peso aproximadamente, basado en el peso total de la composición de agente de curado.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes de la presente divulgación pueden comprender agentes de relleno. Como se usa en el presente documento, "agente de relleno" 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 blindaje a IEM/RFI, y similares.

Ejemplos de agentes de relleno eléctricamente no conductores incluyen materiales tales como, pero no limitados a, carbonato de calcio, mica, poliamida, sílice de pirólisis, polvo de tamices moleculares, microesferas, dióxido de titanio, tizas, negros alcalinos, celulosa, sulfuro de zinc, espato pesado, óxidos alcalinotérreos, hidróxidos alcalinotérreos, y similares. Los agentes de relleno a modo de ejemplo también pueden incluir materiales de alta separación de banda tal como sulfuro de zinc y compuestos inorgánicos de bario. En ciertas realizaciones, la composición base puede comprender una cantidad de agente de relleno eléctricamente no conductor que oscila entre el 2 % aproximadamente y el 10 % en peso aproximadamente, basado en el peso total de la composición base, y en ciertas realizaciones, puede oscilar entre el 3 % aproximadamente y el 7 % en peso aproximadamente. En ciertas realizaciones, la composición de agente de curado puede comprender una cantidad de agente de relleno eléctricamente no conductor que oscila entre menos del 6 % en peso, y en ciertas realizaciones que oscila entre el 0,5 % aproximadamente y el 4 % en peso aproximadamente, basado en el peso total de la composición de agente de curado.

De acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, cualquiera o ambas de la composición base y/o la composición de agente de curado incluyen un agente de relleno conductor que comprende nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable. En algunas realizaciones, la composición sellante incluye del 80 % aproximadamente al 90 % aproximadamente de composición base y del 10 % aproximadamente al 20 % de composición de agente de curado, y el agente de relleno conductor que incluye los nanotubos de carbono y las fibras de acero inoxidable está incluido en la composición base. Estos agentes de relleno se usan para conferir conductividad eléctrica y eficacia de blindaje a IEM/RFI a las composiciones sellantes. La combinación de nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable forma una matriz conductora interactiva que confiere una conductividad eléctrica y una eficacia de blindaje a IEM inesperadamente superior. Además, esta combinación de nanotubos de carbono y fibras de acero inoxidable elimina el Ni, que normalmente se ha usado en agentes de relleno conductores de composiciones sellantes convencionales. De hecho, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, el agente de relleno conductor, así como la composición sellante, están esencialmente libres de Ni, eliminando así esencialmente la

toxicidad y los inconvenientes medioambientales atribuidos a la inclusión de Ni en las composiciones sellantes convencionales. Como se ha descrito anteriormente, tal como se usa en el presente documento, el término "esencialmente" se usa como término aproximativo, y no como término de grado. Además, como se ha descrito anteriormente, el término "esencialmente libre de níquel" se usa como término aproximativo para indicar que la cantidad de níquel en las composiciones sellantes es despreciable, tal que si el níquel llega a estar presente, es en forma de impureza accidental.

El tamaño de los nanotubos de carbono y de las fibras de acero inoxidable puede variar según se desee para ajustar o modificar la conductividad eléctrica y/o eficacia del blindaje a IEM de la composición sellante. No obstante, en ciertas realizaciones, uno de los nanotubos de carbono o de las fibras de acero inoxidable tiene una dimensión de partícula promedio (es decir, nanotubo o fibra) que es mayor que la dimensión de partícula promedio (es decir, nanotubo o fibra) del otro de los nanotubos de carbono o las fibras de acero inoxidable. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los nanotubos de carbono pueden tener una dimensión longitudinal que oscila entre 5 aproximadamente y 30  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y una dimensión de diámetro que oscila entre 10 aproximadamente y 30 nm aproximadamente. Las fibras de acero inoxidable pueden tener dimensiones de 8  $\mu\text{m}$  aproximadamente  $\times$  330  $\mu\text{m}$  aproximadamente a 22  $\mu\text{m}$  aproximadamente  $\times$  1 mm aproximadamente. Además, la relación volumétrica de los nanotubos de carbono a las fibras de acero inoxidable puede oscilar entre 1:5 aproximadamente y 1:50 aproximadamente. En una realización, por ejemplo, la relación volumétrica de los nanotubos de carbono a las fibras de acero inoxidable es de 1:5 aproximadamente.

Las composiciones sellantes también pueden incluir opcionalmente uno o más inhibidores de la corrosión. Ejemplos no limitantes de inhibidores de la corrosión adecuados incluyen cromato de estroncio, cromato de calcio, cromato de magnesio, y sus combinaciones. La patente de Estados Unidos N° 5.284.888 y la patente de Estados Unidos N° 5.270.364, cuyos contenidos se incorporan en el presente documento por referencia, desvelan el uso de triazoles aromáticos para inhibir la corrosión de superficies de aluminio y acero. En ciertas realizaciones, se puede usar un captador de oxígeno sacrificial tal como Zn como inhibidor de la corrosión. En ciertas realizaciones, el inhibidor de la corrosión puede comprender menos del 10 % en peso del peso total de la composición sellante. En ciertas realizaciones, el inhibidor de la corrosión puede comprender una cantidad que oscila entre el 2 % en peso aproximadamente y el 8 % en peso aproximadamente del peso total de la composición sellante.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes además pueden comprender 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 estar incluido en cualquiera o en ambas de la composición base y/o la composición de agente de curado. En algunas realizaciones, el plastificante está incluido en la composición base en una cantidad que oscila entre el 0,1 % aproximadamente y el 5 % en peso aproximadamente basado en el peso total de la composición base, y en ciertas realizaciones, puede oscilar entre el 0,5 % aproximadamente y el 3 % en peso aproximadamente. En algunas realizaciones, el plastificante está incluido en la composición de agente de curado en una cantidad que oscila entre el 20 % aproximadamente y el 60 % en peso aproximadamente del peso total de la composición de agente de curado, y en ciertas realizaciones, puede oscilar entre el 30 % aproximadamente y el 40 % en peso aproximadamente.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes además pueden comprender opcionalmente un disolvente orgánico, tal como una cetona o un alcohol, por ejemplo, metiletilcetona, y alcohol isopropílico, o una de sus combinaciones.

En ciertas realizaciones, las composiciones sellantes además pueden comprender opcionalmente uno o más promotores de la adhesión, cuyos ejemplos no limitantes incluyen resinas fenólicas, promotores de la adhesión silano, y sus combinaciones. Los promotores de la adhesión ayudan a facilitar la adhesión de los componentes poliméricos de la composición sellante a un sustrato, así como a los agentes de relleno eléctricamente no conductores y conductores en la composición sellante. El promotor de la adhesión puede estar incluido en cualquiera o en ambas de la composición base y/o la composición de agente de curado. En ciertas realizaciones, el promotor de la adhesión está incluido en la composición base en una cantidad que oscila entre el 0,10 % aproximadamente y el 5,0 % en peso aproximadamente (para promotores de la adhesión fenólicos), entre el 0,05 % aproximadamente y el 1,0 % en peso aproximadamente (para promotores de la adhesión mercaptosilano), o entre el 0,05 % aproximadamente y el 1,0 % en peso aproximadamente (para promotores de la adhesión epoxi-silano). La cantidad total de promotor de la adhesión en la composición base puede oscilar entre el 0,5 % y el 7 % en peso aproximadamente, basado en el peso total de la composición base.

En ciertas realizaciones, la composición base se puede preparar mediante mezcla discontinua de al menos un polímero que contiene azufre, aditivos, y/o agentes de relleno en un mezclador planetario doble al vacío. Otro equipo de mezcla adecuado incluye un amasador-extrusor, un mezclador Sigma, o un mezclador de brazo doble "A". Por ejemplo, una composición base se puede preparar mezclando al menos un polímero que contiene azufre, un plastificante, y un promotor de la adhesión fenólico. Después de que la mixtura se haya mezclado completamente, se pueden añadir constituyentes adiciones por separado y se pueden mezclar usando una hoja de alta cizalladura, tal como una hoja Cowless, hasta que se corte. Ejemplos de constituyentes adicionales que se pueden añadir a la composición base incluyen el agente de relleno conductor de nanotubos de carbono/acero inoxidable, inhibidores de

la corrosión, agentes de relleno no conductores, y promotores de la adhesión silano. A continuación la mixtura se puede mezclar durante 15 a 20 minutos más a vacío de 686 mm de mercurio o superior para reducir o eliminar el aire y/o gases atrapados. A continuación la composición base se puede extruir del mezclador usando un pistón de pistón de alta presión.

5 La composición de agente de curado se puede preparar mediante mezcla discontinua de un agente de curado, aditivos, y agentes de relleno. En ciertas 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 un agitador de tipo ancla de un solo eje. A continuación se añaden los polvos de tamices moleculares y se mezcla durante 2 a 3 minutos. A continuación se mezcla el 50 % del dióxido de manganeso total hasta que se corte. El ácido esteárico, el estearato sódico, y el plastificante remanente se mezclan a continuación hasta que se corte, seguido por el 50 % restante del dióxido de manganeso que se mezcla hasta que se corte. A continuación se añade la sílice de pirólisis hasta que se corte. Si la mezcla es demasiado densa se puede añadir un tensioactivo para incrementar la humectación. A continuación la composición de agente de curado se mezcla durante 2 a 3 minutos, se pasa por un molino de pintura de tres rodillos para conseguir la molienda, y se devuelve al agitador de tipo ancla de un solo eje y se mezcla durante 5 a 10 minutos más. A continuación la composición de agente de curado se extrae del agitador con un pistón de pistón y se pone en contenedores de almacenamiento y se envejece durante al menos 5 días antes de combinar con una composición base. La composición base y la composición de agente de curado se mezclan juntas para formar una composición sellante, que a continuación se puede aplicar a un sustrato.

20 Cabe señalar que, como se usa en esta divulgación, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" incluyen los referentes en plural a menos que se limite expresa e inequívocamente a un referente. Así, por ejemplo, la referencia a "un agente de relleno" incluye uno o más agentes de relleno. También cabe señalar que, como se usa en el presente documento, el término "polímero" se refiere a polímeros, oligómeros, homopolímeros, y copolímeros.

25 Para los fines de esta divulgación, a menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes o porcentajes o proporciones de otros materiales, condiciones de reacción, etc., usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones se debe entender que están modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones anexas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener mediante la presente divulgación. Las realizaciones de la presente divulgación se pueden definir adicionalmente en referencia al siguiente ejemplo, que describe en detalle la preparación de una composición a modo de ejemplo de la presente divulgación. Será evidente para los expertos en la materia que se pueden poner en práctica modificaciones, tanto materiales como de métodos, sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

**Ejemplo**

40 Los componentes de la composición base están indicados en la tabla siguiente. Específicamente, la composición base incluía 23 kg de una dispersión de nanotubos de carbono (NTC) (es decir, el 1 % de nanotubos de carbono dispersos en un polímero de politioéter (Permapol P3.1e, disponible en PRC-DeSoto)), 1 kg de grafito conductor, 13,7 kg de fibras de acero inoxidable, y 7,6 kg de disolvente.

	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
1 % de NTC en P3.1e	NTC/polímero	23
Grafito	grafito conductora	1
Fibra de acero inoxidable	fibras conductoras	13,7
Acetato de etilo	disolvente	7,6

45 Al 1 % de nanotubos de carbono dispersos en un polímero de politioéter, se le añadió el grafito y se mezcló en un agitador Hauschild Speed. A continuación se añadieron las fibras de acero inoxidable y el acetato de etilo y se dispersaron en el agitador Speed.

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

55 La presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones y aspectos a modo de ejemplo, pero no se limita a ellos. Los expertos en la materia apreciarán que se pueden realizar otras modificaciones y aplicaciones sin apartarse significativamente de la invención. Por ejemplo, a pesar de que las composiciones de revestimiento se describen como útiles para aplicaciones aeroespaciales, también pueden ser útiles para otras aplicaciones, incluyendo en otros dispositivos electrónicos que requieran blindaje a IEM/RFI. Por consiguiente, la descripción

anterior no se debe interpretar como limitada a las realizaciones y aspectos precisos descritos, sino que se debe leer en consonancia con y como respaldo de las siguientes reivindicaciones, que han de tener su ámbito de aplicación más completo y justo.

- 5 A lo largo de todo el texto y las reivindicaciones, el uso de la palabra "aproximadamente" en relación con un intervalo de valores está previsto que modifique tanto el valor superior como inferior mencionados, y refleja la incertidumbre de variación asociada a la medición, cifras significativas, e intercambio, todo ello como entiende la persona experta en la materia a la que pertenece esta invención. Además, a lo largo de esta divulgación y las reivindicaciones acompañantes, se entiende que incluso aquellos intervalos que puedan no usar el término "aproximadamente" para describir los valores superior e inferior, también están modificados implícitamente por ese término, a menos que se especifique lo contrario.
- 10

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición sellante, que comprende:
- 5 una composición base que comprende un polímero que contiene azufre;  
una composición de agente de curado que comprende un agente de curado; y  
un agente de relleno eléctricamente conductor en al menos una de la composición base o la composición de  
agente de curado, comprendiendo el agente de relleno eléctricamente conductor nanotubos de carbono y fibras  
de acero inoxidable.
- 10 2. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que el agente de relleno eléctricamente conductor se  
encuentra en la composición base.
- 15 3. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que el agente de relleno eléctricamente conductor se  
encuentra en la composición de agente de curado.
4. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que el agente de relleno eléctricamente conductor se  
encuentra tanto en la composición de agente de curado como en la composición base.
- 20 5. La composición sellante de la reivindicación 1, en donde la composición sellante está esencialmente libre de  
níquel.
6. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que las fibras de acero inoxidable tienen  
una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión 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  
una dimensión de partícula promedio mayor que una dimensión de partícula promedio de las fibras de acero  
inoxidable.
- 30 8. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que los nanotubos de carbono tienen  
una dimensión longitudinal promedio de 5  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ , y una dimensión de diámetro promedio de 10 nm a 30 nm.
9. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que las fibras de acero inoxidable tienen  
una primera dimensión promedio de 8  $\mu\text{m}$  a 22  $\mu\text{m}$ , y una segunda dimensión promedio de 330  $\mu\text{m}$  a 1 mm.
- 35 10. La composición sellante de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en la que la relación volumétrica de los  
nanotubos de carbono a las fibras de acero inoxidable es de 1:5 a 1:50 aproximadamente.
- 40 11. La composición sellante de la reivindicación 1, que además comprende al menos uno de un promotor de la  
adhesión, un inhibidor de la corrosión o un plastificante en al menos una de la composición base o la composición de  
agente de curado.
12. La composición sellante de la reivindicación 1, en la que el polímero que contiene azufre es un polisulfuro o un  
politioéter.