

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 257**

51 Int. Cl.:

H05B 3/84

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2014 PCT/US2014/011273**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14149159**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2014 E 14706140 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2974526**

54 Título: **Pila que incluye capa de calentamiento y capa de drenaje**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201313843421

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

17.02.2021

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
3800 West 143rd Street
Cleveland, OH 44111, US**

72 Inventor/es:

**UPRETY, KRISHNA;
BIMANAND, ALEXANDER y
LAKDAWALA, KHUSHROO, H.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 806 257 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

Pila que incluye capa de calentamiento y capa de drenaje

5 Antecedentes

Se puede producir precipitación estática ("P-estática") sobre los vehículos aéreos (por ejemplo, aeronaves) como consecuencia de que el vehículo se encuentre en diferentes tipos de condiciones meteorológicas (por ejemplo, tormentas) y/o a partir de partículas aéreas, tales como hielo, nieve, gotas de lluvia y polvo, que golpean al vehículo e inducen una carga triboeléctrica (por ejemplo, carga por fricción). P-estática puede interferir con los sistemas electrónicos del vehículo. Por ejemplo, una descarga eléctrica procedente de P-estática puede interferir con los sistemas de radio del vehículo.

P-estática también puede provocar el fallo de la capa de calentamiento (por ejemplo, una película de calentamiento) del acristalamiento (por ejemplo, parabrisas de cubierta o ventana) del vehículo. La capa de calentamiento se puede usar para descongelar y/o desempañar el acristalamiento (por ejemplo, el parabrisas) y, con ello, el fallo de la capa de calentamiento afecta a la operabilidad del vehículo. Adicionalmente, la acumulación excesiva sobre el parabrisas de la aeronave puede producir el curvado, lo cual puede hacer que el sustrato (por ejemplo, vidrio o plástico) del parabrisas se rompa.

Sumario

Los aspectos de las realizaciones de la materia objetivo divulgada van destinados a una pila de multicapa que incluye una capa de drenaje para reducir la cantidad o la probabilidad de daños sobre la capa de calentamiento o un sustrato de la pila de multicapa como resultado de la carga eléctrica inducida en la capa de calentamiento. La presente invención se refiere a una pila de multicapa como se define en la reivindicación 1, que incluye:

un sustrato transparente; una capa de drenaje sobre un primer lado del sustrato; y una capa de calentamiento sobre la capa de drenaje. La pila de multicapa además incluye una capa dieléctrica entre la capa de calentamiento y la capa de drenaje; y un revestimiento de protección sobre la capa de calentamiento, incluyendo el revestimiento de protección un material seleccionado entre el grupo que consiste en carbono de tipo diamante, poliuretanos, poliacrilatos, polisiloxanos, epoxis, óxidos de silicio, óxidos de aluminio, oxocarburos de silicio, oxinitruros de circonio, óxidos de cerio, y combinaciones de las mismas, en la que la capa de calentamiento está entre la capa de dieléctrico y el revestimiento de protección, y en la que la capa de drenaje tiene una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 10^6 ohmios por cuadrado.

La capa de dieléctrico puede estar configurada para aislar eléctricamente la capa de calentamiento de la capa de drenaje de forma que la capa de calentamiento sea capaz de convertir la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento en calor para (o sea capaz de) fundir el hielo o disipar la humedad condensada formada sobre la pila de multicapa. Por ejemplo, la capa de dieléctrico puede tener una constante dieléctrica de al menos aproximadamente 2, por ejemplo dentro del intervalo de 2 a 10, o al menos aproximadamente.

En algunos ejemplos, la capa de drenaje tiene una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 10^4 ohmios por cuadrado, o menos de aproximadamente 2.000 ohmios por cuadrado. Por ejemplo, la capa de drenaje puede tener una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado.

En algunas realizaciones, el sustrato incluye un vidrio, un poliacrilato (por ejemplo, un poliacrilato estirado o poliacrilato moldeado), un policarbonato, un poliuretano o una combinación de los mismos.

La capa de drenaje puede incluir una capa de óxido conductora, una capa metálica conductora transparente, una malla metálica conductora o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa de óxido transparente puede incluir óxido de estaño e indio, óxido de cinc dopado con aluminio, óxido de estaño, óxido de estaño dopado con antimonio o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el metal de la capa metálica conductora transparente es oro, plata, paladio, platino o una combinación de los mismos. La malla metálica conductora puede incluir líneas eléctricamente conductoras impresas por chorro de tinta, líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico, malla metálica de alambre tejido o una combinación de los mismos.

En algunas realizaciones, la capa de dieléctrico incluye una capa orgánica, una capa inorgánica o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa orgánica puede incluir un polisiloxano, un poliacrilato, un poliuretano, un epoxi o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, la capa inorgánica incluye un carbono de tipo diamante, un óxido de silicio, un óxido de titanio, un óxido de aluminio, un oxocarburo de silicio, un oxinitruro de aluminio o una combinación de los mismos.

En algunos ejemplos, la capa de calentamiento tiene una resistencia de lámina dentro del intervalo de 0,02 a 1.000 ohmios por cuadrado.

En algunas realizaciones, la pila de multicapa además incluye una capa de base entre el sustrato y la capa de drenaje. La capa de base puede incluir un polisiloxano, un poliacrilato, un epoxi, un poliuretano y una combinación de los mismos.

5 En algunas realizaciones, la pila de multicapa también incluye un segundo revestimiento protector sobre la capa de calentamiento. El segundo revestimiento protector puede ser cualquier revestimiento protector apropiado. Por ejemplo, el segundo revestimiento protector puede incluir un carbono de tipo diamante, un poliuretano, un poliacrilato, un polisiloxano, un epoxi, un óxido de silicio, un óxido de titanio, un óxido de aluminio, un oxicarbono de silicio, oxinitruro de circonio, óxido de cerio o una combinación de los mismos.

De acuerdo con otra realización, un acristalamiento para un vehículo aéreo incluye una pila de multicapa como se ha definido anteriormente, en la que la capa de drenaje está configurada para la conexión a tierra del vehículo aéreo.

15 En algunas realizaciones, la pila de multicapa está configurada para tener un primer lado de la cara de sustrato hacia el interior del vehículo aéreo, y el sustrato tiene un segundo lado opuesto al primer lado, estando el segundo lado configurado para mirar hacia el exterior del vehículo aéreo.

20 La capa de dieléctrico puede estar configurada para aislar eléctricamente la capa de calentamiento de la capa de drenaje de forma que la capa de calentamiento sea capaz de convertir la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento en calor para (o sea capaz de) fundir el hielo o disipar la humedad condensada formada sobre el acristalamiento.

25 En algunas realizaciones, el sustrato tiene un segundo lado opuesto al primer lado, y la capa de drenaje está configurada para la conexión a tierra con el vehículo aéreo con el fin de disipar una carga inducida en un segundo lado del sustrato y para reducir la cantidad de carga inducida en la capa de calentamiento.

Breve descripción de los dibujos

30 Los dibujos adjuntos, junto con la memoria descriptiva, ilustran realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención y ejemplos útiles para la comprensión de la invención, y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

La Figura 1 es una vista en corte transversal, despiezada de un ejemplo de una pila de multicapa.

35 La Figura 2 es una vista en corte transversal, despiezada de otro ejemplo de una pila de multicapa.

La Figura 3 es una vista en corte transversal, despiezada de otro ejemplo de una pila de multicapa.

La Figura 4 es una vista en corte transversal, despiezada de otro ejemplo de una pila de multicapa.

La Figura 5 es una vista en corte transversal, despiezada de una realización de una pila de multicapa.

40 La Figura 6 es una vista en corte transversal, despiezada de otra realización de una pila de multicapa.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada, únicamente se muestran determinadas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, a modo de ilustración. Como reconocerían los expertos en la materia, la invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en este documento. También, en el contexto de la presente solicitud, cuando se hace referencia a un primer elemento como "sobre" un segundo elemento, puede estar directamente sobre el segundo elemento o estar indirectamente sobre el segundo elemento con uno o más elementos intermedios interpuestos entre los mismos, y "sobre" puede significar "debajo". Por ejemplo, también se puede considerar que una capa que está "sobre" otra capa se encuentra "debajo" de la otra capa, dependiendo del punto de vista. El sustrato y el acristalamiento descritos en la presente memoria pueden estar formados por vidrio, plástico u otros materiales apropiados, pueden estar revestidos o no, y pueden formar una cubierta, una ventana o un parabrisas de un coche, aeronave, barco, edificio o cualquier otro vehículo o estructura apropiados. En los dibujos, algunas características, tales como espesores de capas y regiones, se pueden ampliar o exagerar con fines de claridad. La presente divulgación no se limita a los tamaños y espesores mostrados en los dibujos. Los números de referencia iguales designan elementos similares en toda la memoria descriptiva.

Los acristalamientos para aviones (por ejemplo, ventanas, parabrisas o cubiertas) pueden fallar cuando la capa de calentamiento del acristalamiento se ve dañada. Debido que se usa la capa de calentamiento para descongelar y/o desempañar el acristalamiento, el daño a la capa de calentamiento puede afectar a la visibilidad del piloto en condiciones meteorológicas adversas y puede afectar a la operabilidad de la aeronave. El daño de la capa de calentamiento puede estar relacionado con la electrificación estática del acristalamiento como consecuencia de P-estática. El acristalamiento puede actuar de manera similar a la de un condensador de dos placas, actuando la capa de calentamiento como placa conductora. Como resultado, un aumento de la tensión eléctrica en la superficie externa del acristalamiento puede provocar un aumento similar (o relacionado) de la tensión eléctrica en la capa de calentamiento como consecuencia de los efectos de condensador. El aumento de la tensión eléctrica en la capa de calentamiento puede tener como resultado daño de la capa de calentamiento o el sustrato del acristalamiento, por

ejemplo, a través del curvado.

Aunque el acristalamiento puede incluir una capa conductora externa (por ejemplo, una capa antiestática) para disipar cierta P-estática, la resistencia de lámina de dicha capa está limitada por las consideraciones de durabilidad ambiental de la capa externa. Por ejemplo, las capas conductoras externas no tienen ni resistencia de lámina de menos de 10^6 ohmios por cuadrado ni la durabilidad ambiental apropiada. Adicionalmente, aunque la conexión a tierra de la capa de calentamiento puede evitar la inducción en la capa de calentamiento, la conexión a tierra de la capa de calentamiento evita o inhibe que la capa de calentamiento produzca calor a medida que la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento se transmite a tierra. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos N°. 4.078.107 divulga una capa externa y cables sobre la capa externa, y el documento EP 0 314 153 A2 divulga un medio de calentamiento que incluye cables y un sistema de banda de drenaje estático. Ni la patente de Estados Unidos N°. 4.078.107 ni el documento EP 0 314 153 A2, sin embargo, divulgan una capa de dieléctrico entre la capa de calentamiento y la capa de drenaje, presentando la capa de drenaje una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 10^6 ohmios por cuadrado, o un revestimiento protector que tiene una composición como se ha descrito en la presente memoria.

Tal como se muestra en la Figura 1, de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación, una pila de multicapa 100 incluye un sustrato 102, una capa de drenaje 104 (o capa de conexión a tierra) sobre un primer lado del sustrato, una capa de calentamiento 108 sobre la capa de drenaje, y una capa de dieléctrico 106 entre la capa de calentamiento y la capa de drenaje. La pila de multicapa se puede incluir en un acristalamiento, tal como un acristalamiento para un vehículo aéreo (por ejemplo, una aeronave). El vehículo aéreo puede ser una aeronave apropiada, tal como una aeronave de propulsión a chorro (pasajeros comerciales, carga, privado o militar) o una aeronave a propulsión (pasajeros comerciales, carga, privado o militar), tal como una aeronave de tiltrotor, pero la presente divulgación no se limita a ello.

El primer lado del sustrato 102 puede estar configurado para mirar hacia el interior de un vehículo aéreo (por ejemplo, aeronave). Por consiguiente, la capa de drenaje 104 puede estar en el lado interior del sustrato. Como tal, la capa de drenaje puede no estar sujeta a las mismas consideraciones ambientales que la capa conductora externa. Por consiguiente, la capa de drenaje 104 puede ser más conductora (por ejemplo, tener una resistencia de lámina menor) que el revestimiento conductor externo para un acristalamiento. Por ejemplo, debido a que la capa de drenaje está en el lado interior del sustrato, la capa de drenaje está protegida del entorno exterior del vehículo y, por tanto, puede incluir materiales que son menos duraderos que los incluidos en una capa conductora externa.

En algunas realizaciones, la capa de drenaje 104 puede tener una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 10^6 ohmios por cuadrado (es decir, ω/Π). Por ejemplo, la capa de drenaje puede tener una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 2.000 ohmios por cuadrado, o menos de aproximadamente 500 ohmios por cuadrado. Por ejemplo, la capa de drenaje puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 0,1 a 50 ohmios por cuadrado. En algunas realizaciones, la capa de drenaje tiene una resistencia de lámina dentro del intervalo de 10 a 2.000 ohmios por cuadrado. En otras realizaciones, la capa de drenaje tiene una resistencia de lámina dentro del intervalo de 50-500 ohmios por cuadrado.

Con una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 10^6 ohmios por cuadrado, la capa de drenaje 104 puede drenar P-estática adicional no disipada por una capa conductora externa. Por medio del drenaje adicional de P-estática, la capa de drenaje reduce la cantidad de carga eléctrica inducida en la capa de calentamiento 108, o incluso evita la inducción de carga eléctrica en la capa de calentamiento, como consecuencia de la acumulación de P-estática en el acristalamiento (por ejemplo, en un segundo lado o lado exterior del sustrato 102 opuesto al primer lado del sustrato que mira a la capa de drenaje), ampliándose la expectativa de vida del acristalamiento. Por consiguiente, los aspectos de las realizaciones de la presente divulgación van destinados a una pila de multicapa que incluye una capa de drenaje para reducir la cantidad (o probabilidad) de daño sobre la capa de calentamiento o un sustrato de un acristalamiento como consecuencia de la carga eléctrica inducida en la capa de calentamiento.

La capa de drenaje 104 puede incluir cualquier material apropiado, tal como un material que proporcione una capa de drenaje que tenga una resistencia de lámina menor de aproximadamente 10^6 ohmios por cuadrado. Por ejemplo, la capa de drenaje puede incluir una capa de óxido conductora y transparente, una capa metálica conductora transparente, una malla metálica conductora o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa de óxido conductora y transparente puede incluir óxido de estaño e indio (ITO), óxido de cinc dopado con aluminio (AZO), óxido de estaño, óxido de estaño dopado con antimonio o una combinación de los mismos. El metal de la capa metálica conductora transparente puede ser oro, plata, paladio, platino o una combinación de los mismos. La malla metálica conductora puede incluir líneas eléctricamente conductoras impresas por chorro de tinta, líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico, malla metálica de alambre tejido o una combinación de los mismos.

Por ejemplo, ITO se puede preparar usando un sistema de metalizado por bombardeo de magnetron de corriente continua. En primer lugar, se puede bombear una cámara para la preparación de una capa de drenaje que incluye ITO hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13,10^{-4}$ a $13,10^{-5}$ N.m⁻²) o menos. El sustrato al cual se aplica ITO se puede calentar a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C), y se puede hacer fluir argón y oxígeno al interior de la cámara durante la deposición de ITO. Por ejemplo, se puede hacer fluir argón con un caudal dentro del intervalo de 300 a 900 sccm y se puede hacer fluir oxígeno con un caudal dentro del

intervalo de 10 a 400 sccm. El ITO se puede depositar mediante la aplicación de una densidad de energía dentro del intervalo de 0,5 a 5 kw hasta el objetivo. La de drenaje resultante puede tener un espesor dentro del intervalo de 15 a 500 nm. La capa de drenaje que incluye ITO puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 10 a 2.000 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 80 a un 88 %.

5 Se puede preparar una capa de drenaje que incluye un metal conductor (por ejemplo, oro) por medio de metalizado por bombardeo o evaporación en una cámara de revestimiento. La cámara se puede bombear en primer lugar hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13,10^{-4}$ a $13,10^{-5}$ N.m-2) o menos. Se puede llevar a cabo la evaporación a temperatura ambiente durante un período de tiempo de 5 a 20 segundos. La capa de drenaje que
10 incluye oro preparada por medio de evaporación puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 50 a 500 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 70 a un 80 %.

También se puede someter el oro a metalizado por bombardeo usando un sistema de metalizado por bombardeo de magnetrón de corriente continua. El oro se puede someter a metalizado por bombardeo en una cámara que en primer
15 lugar se bombea hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13,10^{-4}$ a $13,10^{-5}$ N.m-2) o menos. El sustrato al cual se aplica oro se puede calentar a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C), y se puede hacer fluir argón al interior de la cámara durante el metalizado por bombardeo. Por ejemplo, se puede hacer fluir argón a una caudal dentro del intervalo de 300 a 900 sccm durante la deposición de oro. El oro se puede someter a metalizado por bombardeo mediante la aplicación de una densidad energética dentro del intervalo de 0,5 a
20 2 kW en el punto deseado. La capa de drenaje que incluye oro preparada por medio de metalizado por bombardeo puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 50 a 500 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 70 a un 80 %.

La capa de drenaje 104 puede incluir una malla metálica como se describe en la solicitud de patente de Estados
25 Unidos n.º 13/411.476. La malla metálica conductora puede incluir una pluralidad de líneas eléctricamente conductoras (por ejemplo, líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta, líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico, malla metálica de alambre tejido o una combinación de los mismos). Al menos una línea eléctricamente conductora intersecta al menos otra línea eléctricamente conductora. La malla metálica puede ser una película polimérica, y las líneas eléctricamente conductoras pueden estar en contacto físico con la película polimérica. Como alternativa, las líneas eléctricamente conductoras se pueden imprimir por medio de chorro de tinta o se pueden someter a patronaje litográfico directamente sobre el sustrato 102 (por ejemplo, las líneas eléctricamente conductoras se pueden poner en contacto físico con el sustrato). La presente divulgación, sin embargo, no está limitada a tener una malla conductora individual. Por ejemplo, la malla conductora se puede repetir para formar una estructura apilada sobre el sustrato 102.

35 De acuerdo con determinadas realizaciones de la presente invención, las líneas eléctricamente conductoras están separadas unas de otras. Por ejemplo, las líneas eléctricamente conductoras pueden estar separadas cualquier distancia apropiada para que la capa de drenaje 104 evite o reduzca la inducción de una carga eléctrica en la capa de calentamiento 108.

40 La configuración de las líneas eléctricamente conductoras de la malla metálica no es limitante. Es decir, la malla metálica (es decir, las líneas eléctricamente conductoras) pueden estar configuradas con cualquier forma de patrón o tesela. Por ejemplo, la malla metálica puede estar dispuesta en forma de rejilla cuadrada, baldosa triangular, baldosa hexagonal o rejilla formada a partir de líneas rectas, ondulantes, sinusoidales o en zigzag. La malla metálica puede
45 estar dispuesta de cualquier forma siguiendo un patrón uniforme, no uniforme, de repetición o aleatorio. Cada una de las líneas eléctricamente conductoras puede tener una anchura de aproximadamente 25 μ m, pero sin limitarse a esto. Adicionalmente, cada cuadrado entre las líneas eléctricamente conductoras puede tener una anchura de 250 μ m, pero sin limitarse a esto.

50 Los ejemplos de mallas metálicas conductoras se pueden obtener a partir de CIMA Nanotech, Inc., Dontech, Inc., Applied Nanotech Holdings, Inc., NanoMas Technologies, Inc., y FUJIFILM Dimatix, Inc. En otras realizaciones, la malla metálica conductora está formada por una pluralidad de líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta o una pluralidad de líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico sobre (por ejemplo, en contacto físico) el sustrato 102, en la que al menos una línea eléctricamente conductora intersecta al menos otra línea
55 eléctricamente conductora.

Las líneas eléctricamente conductoras se pueden imprimir por medio de chorro de tinta o litográficamente sobre cualquier película polimérica apropiada, tal como, por ejemplo, poli(tereftalato de etileno), policarbonato o poliuretano. De acuerdo con otras realizaciones de la presente invención, la malla metálica conductora está formada por una
60 pluralidad de líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta o con patrón litográfico sobre vidrio, poliacrilato, policarbonato o cualquier otro sustrato apropiado. En cualquiera de las realizaciones de la invención, la pluralidad de líneas eléctricamente conductoras se puede preparar por medio de tintas conductoras para impresión por chorro de tinta, tales como tintas conductoras METALON® disponible en Novacentrix. En determinadas realizaciones, la pluralidad de líneas eléctricamente conductoras incluye cualquier metal apropiado impreso por medio de chorro de tinta, tal como cobre (Cu), oro (Au), níquel (Ni), plata (Ag) o una combinación de los mismos. Por ejemplo,
65 la pluralidad de líneas eléctricamente conductoras puede incluir Cu. La pluralidad de líneas eléctricamente conductoras

puede incluir además epoxi, o cualquier otro material que tenga propiedades de enlace apropiadas.

En determinadas realizaciones, la malla metálica conductora tiene una resistencia de lámina dentro del intervalo de 0,02 a aproximadamente 1.000 ohmios por cuadrado. En otras realizaciones, la malla metálica tiene una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 400 ohmios por cuadrado. En otras realizaciones más, la malla metálica tiene una resistencia de lámina de menos de aproximadamente 100 ohmios por cuadrado.

La malla metálica conductora puede estar sobre una película polimérica. La película polimérica puede incluir cualquier polímero apropiado, tales como poli(tereftalato de etileno), policarbonato o poliuretano, pero la presente divulgación no se limita a ello. En determinadas realizaciones, la pluralidad de líneas eléctricamente conductoras está en contacto físico con la película polimérica. Por ejemplo, la pluralidad de líneas eléctricamente conductoras se puede imprimir por medio de chorro de tinta o patrón litográfico sobre la película polimérica (por ejemplo, se puede depositar sobre la película polimérica por medio de impresión de chorro de tinta o patronaje litográfico). La película polimérica puede tener un espesor dentro del intervalo de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 1.000 μm . La pluralidad de líneas eléctricamente conductoras puede tener una anchura dentro del intervalo de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 50 μm . La pluralidad de líneas eléctricamente conductoras puede tener un espesor dentro del intervalo de aproximadamente 50 nm a aproximadamente 5 μm . El espesor y/o la anchura de las líneas eléctricamente conductoras puede variar con objeto de modificar las propiedades de drenaje de carga eléctrica de la capa de drenaje 104.

Las líneas eléctricamente conductoras se pueden formar por medio de impresión de chorro de tinta de cualquier tinta sobre el sustrato. Por ejemplo, las líneas eléctricamente conductoras se pueden preparar por medio de tintas conductoras para impresión por chorro de tinta, tales como tintas conductoras METALON® disponibles en Novacentrix, sobre el sustrato 102. La impresión por chorro de tinta se puede llevar a cabo de acuerdo con cualquier técnica apropiada de impresión por chorro de tinta, tal como las descrita en Huang, Lu, et al., Graphene-based conducting inks for direct inkjet printing of flexible conductive patterns and their applications in electric circuits and chemical sensors, Nano Research (2011), vol. 4, número 7, 675-684.

En otra realización, el método de preparación del acristalamiento incluye laminado de una película polimérica y un sustrato de forma conjunta, en el que la malla metálica está formada por una pluralidad de líneas eléctricamente conductoras sobre la película polimérica. Por ejemplo, la película polimérica, una segunda película, y el sustrato 102 se pueden laminar de forma conjunta en un proceso de laminado para formar un sustrato laminado. El proceso de laminado puede incluir calentar la película polimérica, la segunda película polimérica, y el sustrato a una temperatura dentro del intervalo de aproximadamente 200 a aproximadamente 300 °F (de 93 a 148 °C). Además, el proceso de laminado puede incluir comprimir la película polimérica, la segunda película polimérica, y el sustrato a una presión dentro del intervalo de aproximadamente 50 a aproximadamente 250 psi (de 344 a 1723 N.m⁻²). El laminado de la película polimérica, la segunda película de enlace y el sustrato de forma conjunta se puede llevar a cabo durante un período de tiempo dentro del intervalo de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 5 horas. El proceso de laminado se puede llevar a cabo en una bolsa de plástico a vacío hermética que se haya vaciado. De manera adicional o alternativa, el proceso de laminado se puede llevar a cabo en un autoclave.

El sustrato 102 puede ser cualquier sustrato apropiado, tal como un sustrato transparente. Los ejemplos de sustrato incluyen vidrios (por ejemplo, un vidrio transparente), poliácridatos (por ejemplo, acrílicos estirados o moldeados), policarbonatos, poliuretanos y materiales similares formados a partir de una resina orgánica. En algunas realizaciones, el poliuretano del sustrato es OPTICOR, que se puede obtener a partir de PPG Industries. OPTICOR es una marca comercial de PPG Industries Inc. Por ejemplo, el poliuretano del sustrato puede ser cualquier poliuretano comentado en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º. 2009/0280329 A1.

La capa de dieléctrico 106 puede estar entre la capa de drenaje 104 y la capa de calentamiento 108. De este modo, si la capa de dieléctrico no es aislante eléctricamente de manera suficiente, entonces la fuga de corriente desde la capa de calentamiento hasta la capa de drenaje puede suponer un problema. Por ejemplo, si la capa de dieléctrico no es aislante eléctricamente de manera suficiente, entonces se puede producir una fuga de corriente eléctrica desde la capa de calentamiento a través de la capa de dieléctrico hasta la capa de drenaje. Si tiene lugar la fuga de corriente eléctrica desde la capa de calentamiento hasta la capa de drenaje, la carga eléctrica pasa a través de tierra, y la capa de calentamiento no convierte la energía eléctrica en calor de forma suficiente para descongelar o desempañar el acristalamiento. Tal como se usa en la presente memoria, la expresión "capa de dieléctrico" hace referencia a una capa capaz de aislar eléctricamente la capa de drenaje y la capa de calentamiento, una con respecto a otra, de forma que la capa de calentamiento puede convertir la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento en calor suficiente para retirar la humedad condensada (por ejemplo, hielo y/o "vaho") del acristalamiento (por ejemplo, para descongelar o desempañar el acristalamiento). Por ejemplo, la capa de dieléctrico puede estar configurada para aislar eléctricamente la capa de calentamiento de la capa de drenaje de forma que la capa de calentamiento sea capaz de convertir la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento en calor para fundir el hielo o disipar la humedad condensada formada sobre la pila de multicapa. En algunas realizaciones, la capa de dieléctrico tiene una constante dieléctrica de al menos aproximadamente 2 (por ejemplo, en un intervalo de 2 a 10). Por ejemplo, la capa de dieléctrico puede incluir óxido de silicio que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 3,7 a aproximadamente 3,9, Al₂O₃ que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 9 a

aproximadamente 10 (por ejemplo, aproximadamente 9,7), oxycarburo de silicio que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 3,1 a aproximadamente 3,8, un poliacrilato (por ejemplo, acrílico) que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 2,1 a aproximadamente 3,9, un polisiloxano que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 6, un carbono de tipo diamante que tiene una constante dieléctrica dentro del intervalo de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 5, o un vidrio que tiene una constante dieléctrica dentro de un intervalo de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 3,9.

La capa de dieléctrico 106 puede incluir una capa orgánica, una capa inorgánica o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa orgánica puede incluir un polisiloxano, un poliacrilato, un poliuretano, un epoxi o una combinación de los mismos. La capa inorgánica puede incluir un carbono de tipo diamante, un óxido de silicio, un óxido de titanio, un óxido de aluminio, oxinitruro de circonio, cualquier material apropiado depositado por medio de deposición química de vapor mejorada por plasma (PECVD), tal como oxycarburo de silicio o una combinación de los mismos. La capa inorgánica se puede preparar usando técnicas de revestimiento a vacío, tales como metalizado por bombardeo de magnetrón de radio frecuencia, radio frecuencia superpuesta a suministro energético de corriente continua, deposición química de vapor mejorada por plasma y/o deposición de capa.

En algunas realizaciones, la capa dieléctrica 106 incluye un poliacrilato. El poliacrilato puede incluir una mezcla de compuestos acrílicos monoméricos, oligoméricos y poliméricos. El acrílico monomérico puede ser monofuncional, difuncional, trifuncional, tetrafuncional, pentafuncional o hexafuncional, pero la presente divulgación no se limita a ello. Cuando la funcionalidad es mayor que 1, el monómero participa en la reticulación que mejora la resistencia química, resistencia frente a disolventes y resistencia a la abrasión de la capa de dieléctrico. En algunas realizaciones los poliacrilatos se preparan a partir de monómeros que son difuncionales. La cadena principal de los poliacrilatos puede estar basada en poli(epoxi acrilato de uretano) y química de policarbonato. Los poliacrilatos proporcionan buena resiliencia, flexibilidad y propiedades de formación de película. La capa de dieléctrico que incluye poliacrilatos se puede curar usando UV y/o energía térmica.

Por ejemplo, se puede preparar una capa de dieléctrico 106 que tiene una constante dieléctrica por medio de revestimiento de flujo de una composición de revestimiento de poliacrilato sobre la capa de drenaje 104 en un entorno de reivindicación de humedad y temperatura controladas. La composición de revestimiento se puede secar al aire durante 1 a 2 horas. La composición de revestimiento secada al aire se puede curar por calor o UV. Por ejemplo, el curado térmico se puede llevar a cabo a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C) durante un período de tiempo de 1 a 4 horas. El curado UV se puede llevar a cabo a una energía total de 6 julios usando múltiples pases. El espesor de la capa de dieléctrico que incluye poliacrilato puede estar dentro del intervalo de 1 a 20 μm .

La capa de calentamiento 108 tiene una resistencia de lámina dentro del intervalo de 0,02 a 1.000 ohmios por cuadrado, tal como una resistencia de lámina dentro del intervalo de 5 a 20 ohmios por cuadrado o de 7 a 20 ohmios por cuadrado. La capa de calentamiento puede incluir una capa que es la misma o sustancialmente la misma que la capa de drenaje 104 descrita con anterioridad. Por ejemplo, la capa de calentamiento puede incluir una capa de óxido conductor transparente, una capa metálica conductora transparente, una malla metálica conductora o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa de óxido conductora y transparente puede incluir óxido de estaño e indio (ITO), óxido de cinc dopado con aluminio (AZO), óxido de estaño, óxido de estaño dopado con antimonio o una combinación de los mismos. El metal de la capa metálica conductora transparente puede ser oro, plata, paladio, platino o una combinación de los mismos. La malla metálica conductora puede incluir líneas eléctricamente conductoras impresas por chorro de tinta, líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico, o una combinación de las mismas. La malla metálica conductora es la misma o sustancialmente la misma que la descrita anteriormente y, por tanto, se omite en este caso su descripción adicional.

ITO se puede preparar usando un sistema de metalizado por bombardeo de magnetrón de corriente continua. En primer lugar, se puede bombear una cámara para la preparación de una capa de drenaje que incluye ITO hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13 \cdot 10^{-4}$ a $13 \cdot 10^{-5}$ N.m-2) o menos. El sustrato al cual se aplica ITO se puede calentar a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C), y se puede hacer fluir argón y oxígeno al interior de la cámara durante la deposición de ITO. Por ejemplo, se puede hacer fluir argón con un caudal dentro del intervalo de 300 a 900 sccm y se puede hacer fluir oxígeno con un caudal dentro del intervalo de 10 a 400 sccm. El ITO se puede depositar mediante la aplicación de una densidad de energía dentro del intervalo de 0,5 a 5 kw hasta el objetivo. La capa de calentamiento resultante puede tener un espesor dentro del intervalo de 200 a 2.000 nm. La capa de calentamiento que incluye ITO puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 5 a 20 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 70 a un 85 %.

Se puede preparar una capa de calentamiento 108 que incluye un metal conductor (por ejemplo, oro) por medio de metalizado por bombardeo o evaporación en una cámara de revestimiento. La cámara se puede bombear en primer lugar hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13 \cdot 10^{-4}$ a $13 \cdot 10^{-5}$ N.m-2) o menos. Se puede llevar a cabo la evaporación a temperatura ambiente durante un período de tiempo de 10 a 30 segundos. La capa de calentamiento que incluye oro preparada por medio de evaporación puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 7 a 20 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 50 a un 70 %.

También se puede someter el oro a metalizado por bombardeo usando un sistema de metalizado por bombardeo de magnetrón de corriente continua. El oro se puede someter a metalizado por bombardeo en una cámara que en primer lugar se bombea hasta un nivel de vacío dentro del intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} torr (de $13,10^{-4}$ a $13,10^{-5}$ N.m-2) o menos. El sustrato al cual se aplica oro se puede calentar a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C), y se puede hacer fluir argón al interior de la cámara durante el metalizado por bombardeo. Por ejemplo, se puede hacer fluir argón a una caudal dentro del intervalo de 300 a 900 sccm durante la deposición de oro. El oro se puede someter a metalizado por bombardeo mediante la aplicación de una densidad energética dentro del intervalo de 0,5 a 2 kW en el punto deseado. El espesor de la capa que incluye oro puede estar dentro del intervalo de 6 a 15 nm. La capa de drenaje que incluye oro preparada por medio de metalizado por bombardeo puede tener una resistencia de lámina dentro del intervalo de 5 a 20 ohmios por cuadrado, y una transmisión de luz dentro del intervalo de un 50 a un 65 %.

A continuación se describen características adicionales y capas (por ejemplo, películas) de la pila de multicapa y el acristalamiento de acuerdo con la presente divulgación. Dependiendo de los ejemplos o realizaciones particulares, estas características adicionales y/o capas pueden estar o no presentes en la pila de multicapa y/o acristalamiento. Por ejemplo, la pila de multicapa 200 de acuerdo con un ejemplo de la presente invención se muestra en la Figura 2. La pila de multicapa incluye un sustrato 202, una capa de drenaje 204, una capa de dieléctrico 206 y una capa de calentamiento 208, cada una de las cuales es igual o sustancialmente igual que las capas correspondientes descritas anteriormente y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas. La pila de multicapa además incluye líneas o pestañas 211 y 212 para la conexión a tierra de la capa de drenaje. Por ejemplo, las líneas o las pestañas pueden estar configuradas para conectar a tierra la capa de drenaje a un vehículo aéreo (por ejemplo, una aeronave), por ejemplo cuando la pila de multicapa se incluye en un acristalamiento de un vehículo aéreo. La pila de multicapa también puede incluir líneas o pestañas 213 y 214 para suministrar corriente eléctrica a la capa de calentamiento 208.

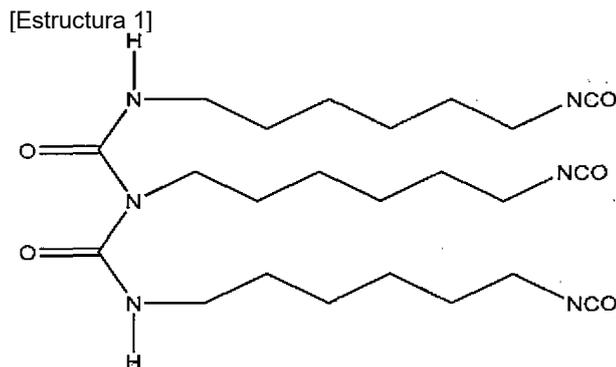
La Figura 3 muestra otro ejemplo de una pila de multicapa 300. La pila de multicapa incluye un sustrato 302, una capa de drenaje 304, una capa de dieléctrico 306 y una capa de calentamiento 308, cada una de las cuales es igual o sustancialmente igual que las capas correspondientes descritas anteriormente y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas. La pila de multicapa además incluye una capa de base 303 entre el sustrato y la capa de drenaje. La capa de base puede proporcionar una superficie apropiada para depositar la capa de drenaje y puede mejorar la adhesión de la capa de base al sustrato. La capa de base se puede preparar a partir de un silano o mezcla de silanos. En un ejemplo no limitante, la capa de base se puede preparar por medio de mezcla de viniltrimetoxisilano y 3-aminopropiltriethoxisilano juntos e hidrolizando en presencia de agua para formar el correspondiente silanol. Los silanoles se pueden hacer reaccionar en condiciones ambientales para formar un precondensado. El precondensado se puede diluir con una mezcla de alcohol isopropílico (IPA) y etanol para formar una disolución. La disolución se puede revestir por flujo sobre el sustrato por medio de una técnica de saturación, se puede secar al aire durante un período de tiempo dentro del intervalo de 30 a 90 minutos y posteriormente se puede curar a una temperatura dentro del intervalo de 100 a 200 °F (de 37 a 93 °C) durante un período de tiempo de 2 a 6 horas para formar la capa de base.

La Figura 4 muestra otro ejemplo de una pila de multicapa 400. La pila de multicapa incluye un sustrato 402, una capa de drenaje 404, una capa de dieléctrico 406 y una capa de calentamiento 408, cada una de las cuales es igual o sustancialmente igual que las capas correspondientes descritas anteriormente y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas. La pila de multicapa además incluye un primer revestimiento de protección 401 sobre un segundo lado (por ejemplo, un lado exterior) del sustrato. El primer revestimiento protector puede ser cualquier revestimiento protector apropiado. Por ejemplo, el primer revestimiento protector puede incluir un carbono de tipo diamante, un poliuretano, un poliacrilato, un polisiloxano, un epoxi, un óxido de silicio, un óxido de aluminio, un material depositado por medio de deposición química de vapor mejorada con plasma (por ejemplo, un oxicarburo de silicio), oxinitruro de circonio, óxido de cerio o una combinación de los mismos. El primer revestimiento protector protege la pila de multicapa del entorno externo. El primer revestimiento protector también puede ser conductor y disipar cierta cantidad de P-estática.

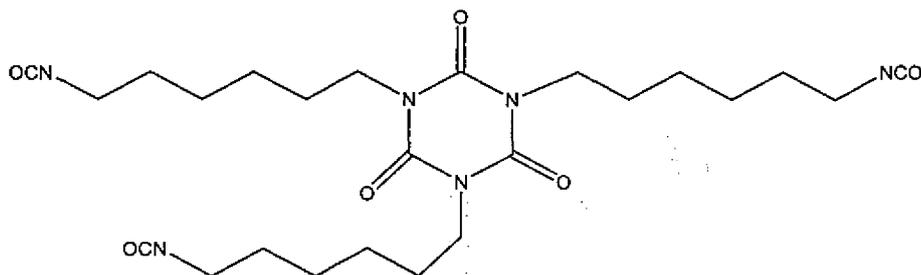
Por ejemplo, el primer revestimiento protector se puede formar a partir de una composición de revestimiento que incluye un primer poliisocianato alifático hidrófobo, un segundo poliisocianato alifático hidrófobo que incluye una parte hidrófila, un poli(poliol de éster), un polioliol fluorado y un polioliol hidrófilo. La composición de revestimiento se puede hacer reaccionar para formar un primer revestimiento que incluye un poli(polímero de uretano). De este modo, tal como se describe en la presente memoria, el primer revestimiento puede incluir los diversos componentes de la composición de revestimiento en sus formas reaccionada y no reaccionada, por ejemplo, el primer isocianato alifático hidrófobo y el poli(poliol de éster) se pueden incluir en el primer revestimiento protector en sus formas reaccionadas (por ejemplo, tal como monómeros en un enlace de polímero de uretano o carbamato).

Se pueden usar diversos isocianatos y poliisocianatos (tales como isocianatos difuncionales, polifuncionales, aromáticos, alifáticos, monoméricos y oligoméricos) en las composiciones de revestimiento para la formación de los revestimientos de poliuretano. Los isocianatos alifáticos tienen buena estabilidad hidrolítica y resistencia UV. Los ejemplos no limitantes de diisocianatos alifáticos monoméricos incluyen diisocianato de hexametileno, bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno y diisocianato de isoforona. Los diisocianatos alifáticos monoméricos se pueden usar

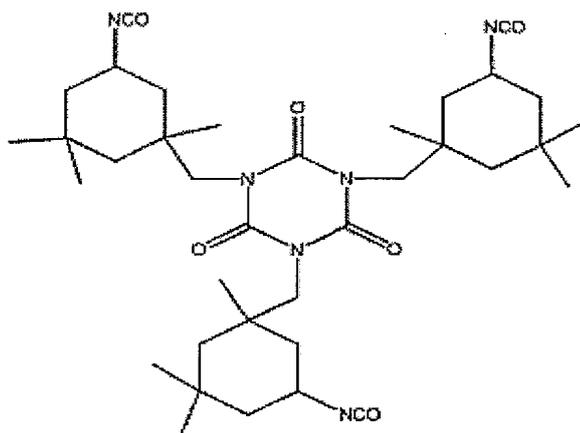
para preparar aductos de poliisocianato, prepolímeros y poliuretanos termoplásticos ("TPUs"). Por ejemplo, los diisocianatos alifáticos monoméricos se pueden usar para preparar poliisocianatos basados en biuret (por ejemplo, poliisocianatos que incluyen el grupo funcional (HN-CO-)₂N), poliisocianatos basados en anillo de isocianurato (por ejemplo, trímeros de diisocianato de isoforona) y otros oligómeros de poliisocianatos. Más específicamente, se puede usar diisocianato de hexametileno (HDI) para preparar el biuret basado en HDI que se muestra en la Estructura 1 siguiente o el trímero basado en HDI que incluye un anillo de isocianurato que se muestra en la Estructura 2 siguiente. Se puede usar diisocianato de isoforona (IPDI) para preparar el trímero basado en IPDI que se muestra en la Estructura 3 siguiente, que es un poliisocianato basado en anillo de isocianurato. Los trímeros de HDI que incluyen un anillo de isocianurato tienen mucha menos viscosidad que los biurets basados en HDI. Los trímeros IPDI tienen menor reactividad que los trímeros HDI.



[Estructura 2]



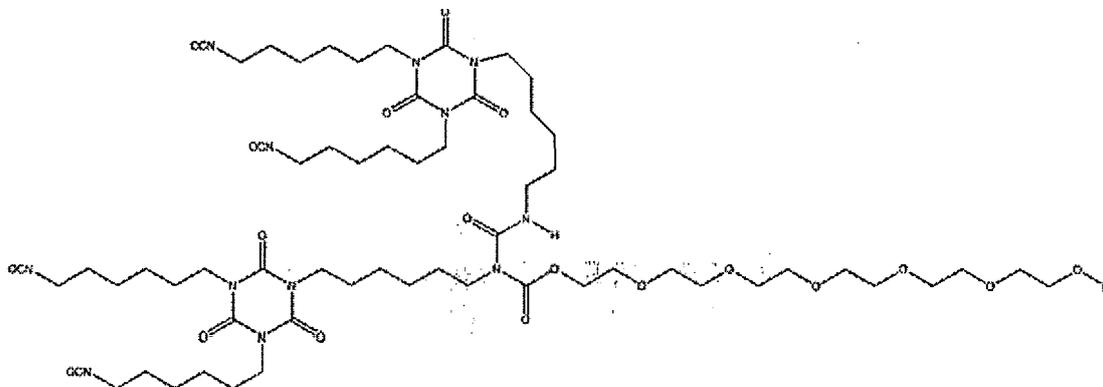
[Estructura 3]



Según realizaciones de la presente invención, el primer poliisocianato alifático puede ser uno o más de un poliisocianato basado en biuret, un poliisocianato basado en anillo de isocianurato, o un oligómero de diisocianato de isoforona. Por ejemplo, el primer poliisocianato alifático puede incluir uno o más de biuret basado en HDI mostrado en la Estructura 1 anterior (o un derivado del mismo), un trímero basado en HDI que incluye un anillo de isocianurato mostrado en la Estructura 2 anterior (o un derivado del mismo) o el trímero basado en IPDI mostrado en la Estructura 3 anterior (o un derivado del mismo). Los ejemplos comercialmente disponibles no limitantes del primer poliisocianato alifático (o mezclas que incluyen el primer poliisocianato alifático) incluyen bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno (por ejemplo, DESMODUR® W), poliisocianatos basados en diisocianato de metileno 1,6-hexametileno (por ejemplo, DESMODUR® N-75, DESMODUR® N-100, DESMODUR® N-3200, DESMODUR® N-3300, DESMODUR® N-3600 y

consiguiente, mientras se pueden usar estos poliisocianatos como segundo poliisocianato alifático, otros poliisocianatos pueden proporcionar mejor disipación de carga.

[Estructura 5]



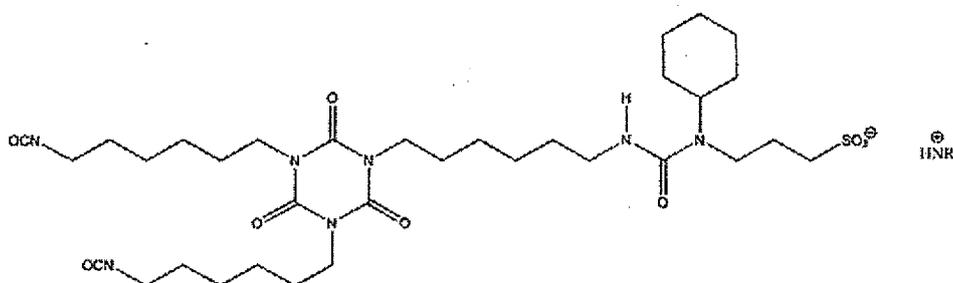
5

La Estructura 6 siguiente muestra un ejemplo de un poliisocianato iónico DHI modificado con ácido aminosulfónico, que tiene una elevada funcionalidad NCO. Los poliisocianatos iónicos HDI modificados con ácido aminosulfónico (CAPS) se encuentran comercialmente disponibles en Bayer Material Science como BAYHYDUR® XP2547, BAYHYDUR® XP2487/1 y BAYHYDUR® XP 2655. Los ejemplos de la composición de revestimiento que incluye un poliisocianato iónico HDI modificado con ácido aminosulfónico como segundo poliisocianato alifático formaron primeros revestimientos protectores que tenían buena resistencia química (por ejemplo, disolvente), pero los primeros revestimientos protectores exhibieron una mejora mínima en las propiedades antiestáticas. Por consiguiente, mientras se pueden usar estos poliisocianatos como segundo poliisocianato alifático, otros poliisocianatos pueden proporcionar mejores propiedades antiestáticas.

10

15

[Estructura 6]



20

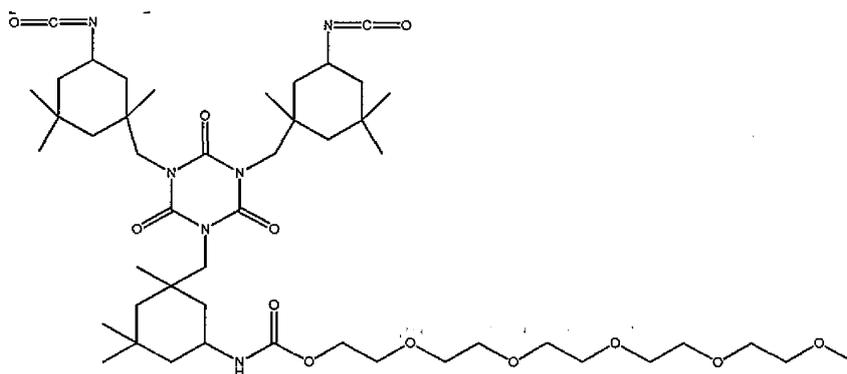
En algunas realizaciones, el segundo poliisocianato alifático incluye un trímero de IPDI modificado con poliéter, que incluye una cadena de poliéter ligada a un trímero de diisocianato de isoforona. Un ejemplo de un poliisocianato basado en trímero IPDI modificado con poliéter se muestra en la Estructura 7 siguiente. Los ejemplos de la composición de revestimiento que incluyen un poliisocianato basado en trímero IPDI modificado con poliéter como segundo poliisocianato alifático formaron de manera inesperada primeros revestimientos protectores que tenían buena integridad de película así como buenas propiedades de disipación de carga estática. Un ejemplo comercial de un poliisocianato basado en trímero IPDI modificado con poliéter es BAYHYDUR® 401-70, que tiene un T_g de aproximadamente 30 °C, forma primeros revestimientos protectores que tienen un tiempo mejorado libre de adhesión (es decir, un tiempo más reducido para convertirse en libre de adhesión), mejor adhesividad superficial y propiedades antiestáticas mejoradas. Sin embargo, cuando se incluyen cantidades excesivas de poliisocianato basado en trímero IPDI modificado con poliéter en la composición de revestimiento como segundo isocianato alifático, el primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento exhibe mejor resistencia a la erosión por lluvia, mayor sensibilidad a la humedad y menor resistencia a la abrasión de Bayer. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la relación en peso del primer poliisocianato alifático hidrófobo con respecto al segundo poliisocianato alifático está dentro del intervalo de 95:5 a 85:15, tal como, por ejemplo, 95:5, 92:8, 90:10, 87:13 u 85:15.

25

30

35

[Estructura 7]



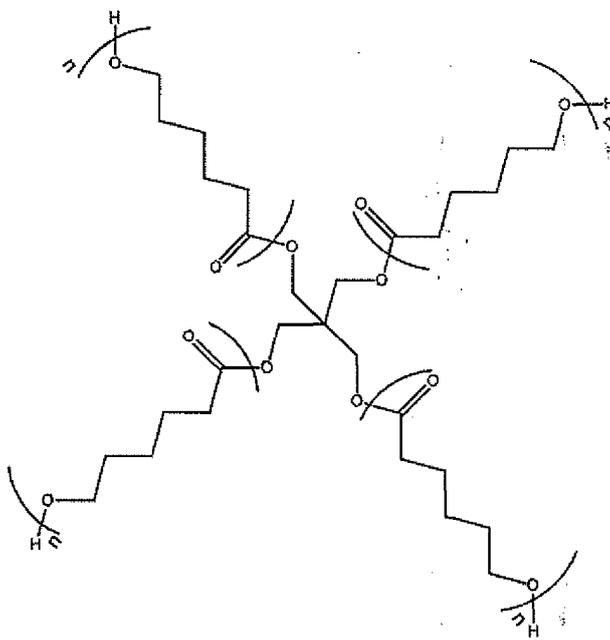
En algunas realizaciones, la composición de revestimiento además incluye un poli(poliol de éster). Por ejemplo, el poli(poliol de éster) puede ser un compuesto alifático que tiene de 2 a 4 grupos hidroxilo o una mezcla de compuestos alifáticos que tiene un promedio de 2 a 4 grupos hidroxilo. El poli(poliol de éster) puede proporcionar reticulación y resiliencia a un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento. Los ejemplos no limitantes del poli(poliol de éster) incluyen dioles y poli(poliol de caprolactona). Por ejemplo, el poli(poliol de éster) puede ser un poli(poliol de caprolactona), poli(diol de caprolactona) o una mezcla de los mismos que tiene un peso molecular promedio expresado en peso dentro del intervalo de 300 a 5.000 g/mol, por ejemplo, de 500 a 1.500 g/mol, y en algunas realizaciones, aproximadamente 1.000 g/mol.

Los poli(poliol de caprolactona) y los dioles se pueden preparar usando polimerización con apertura de anillo en condiciones moderadas que tienen como resultado una polimerización bien controlada que tiene como resultado escasos o nulos subproductos (por ejemplo, agua). Los poli(poliol de caprolactona) y los dioles preparados usando polimerización con apertura de anillo tienen bajos valores de ácido, funcionalidad altamente definida, bajos índices de polidispersidad y se pueden preparar con reproducibilidad muy elevada. Los poli(poliol de caprolactona) y los dioles también se pueden preparar con bajos niveles de impurezas, son no tóxicos y biodegradables, y tienen elevada flexibilidad a bajas temperaturas, buena estabilidad hidrolítica, buena resistencia al desgarro, reactividad consistente y baja viscosidad (en comparación con otros polioliol). La elevada flexibilidad y buena resistencia al desgarro de los poli(poliol de caprolactona) y los dioles pueden conferir resiliencia a un primer revestimiento protector formado a partir de una composición de revestimiento que incluye un poli(poliol de caprolactona) y/o un poli(diol de caprolactona). Los primeros revestimientos protectores que tienen resiliencia mejorada exhiben resultados mejorados del ensayo de abrasión de Bayer (por ejemplo, ensayos de acuerdo con ASTM F735 para 300 ciclos y 600 ciclos) y propiedades de resistencia a la erosión (por ejemplo, resultados mejorados a partir de ensayo de erosión de lluvia llevado a cabo usando lluvia simulada a varias velocidades de viento, tales como 550 mph (246 m/s)). Adicionalmente, una baja viscosidad de los poli(poliol de caprolactona) y dioles resulta beneficiosa para las composiciones de revestimiento que tienen elevado contenido en sólidos. En algunas realizaciones, el poli(poliol de éster) incluye un poli(poliol de caprolactona), un poli(diol de caprolactona) o una mezcla de los mismos.

En algunas realizaciones, el poli(poliol de éster) es un poli(poliol de caprolactona) que incluye cuatro grupos hidroxilo. Por ejemplo, el poli(poliol de éster) puede ser un poli(poliol de caprolactona) que incluye cuatro cadenas de policaprolactona. En algunas realizaciones, cada una de las cadenas de poli(caprolactona) incluye uno de los cuatro grupos hidroxilo en un extremo terminal de la cadena de policaprolactona. Un ejemplo del poli(poliol de éster) (por ejemplo, un poli(poliol de caprolactona)) se muestra en la Estructura 8 siguiente. En el poli(poliol de éster) mostrado en la Estructura 8, n puede estar dentro del intervalo de 1 a 6, tal como dentro del intervalo de 2 a 4. Por ejemplo, en el poli(poliol de éster) mostrado en la Estructura 8, n puede tener un valor promedio de 2. Cuando el poli(poliol de éster) es un poli(poliol de caprolactona) que incluye cuatro cadenas de policaprolactona que incluyen un grupo hidroxilo en un extremo terminal de cada cadena de policaprolactona, la composición de revestimiento puede formar un primer revestimiento protector que tiene densidad de reticulación mejorada, lo que a su vez mejora la resistencia del primer revestimiento protector frente a la sal-niebla y SO₂, sustancias químicas (por ejemplo, disolventes) y ácidos inorgánicos (por ejemplo, ácido sulfúrico y ácido nítrico). Adicionalmente, el primer revestimiento protector resultante puede tener una flexibilidad apropiada debido a la presencia de las unidades de caprolactona (por ejemplo, de 1 a 6 unidades de caprolactona) en cada una de las cuatro cadenas.

45

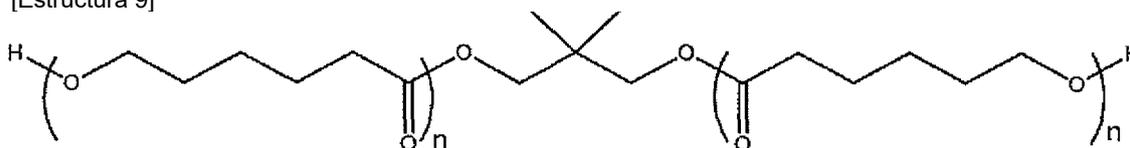
[Estructura 8]



En algunas realizaciones, el poli(poliol de éster) es un poli(diol de éster). El poli(diol de éster) puede ser un diol alifático lineal que tiene un primer extremo que incluye un grupo hidroxilo y un segundo extremo que incluye otro grupo hidroxilo primario. Los grupos hidroxilo primarios pueden estar conectados por medio de una cadena principal de policaprolactona. Un ejemplo del poli(poliol de éster) (por ejemplo, un poli(diol de caprolactona)) se muestra en la Estructura 9 siguiente. En el poli(diol de éster) mostrado en la Estructura 9, n puede estar dentro del intervalo de 1 a 8, tal como dentro del intervalo de 2 a 6. Por ejemplo, en el poli(poliol de éster) mostrado en la Estructura 9, n puede tener un valor promedio de 4.

Cuando la composición de revestimiento incluye un poli(poliol de éster), tal como un poli(diol de caprolactona), un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento tiene resiliencia mejorada. Por ejemplo, la cadena principal de policaprolactona relativamente larga entre los grupos hidroxilo puede proporcionar al primer revestimiento protector una resiliencia mejorada. Las realizaciones a modo de ejemplo del primer revestimiento protector preparado sin el poli(diol de éster), pero incluyendo otro poli(poliol de éster), exhibieron una resistencia a la abrasión de Bayer (descrita con más detalle anteriormente) tras 600 agitaciones de aproximadamente un 3 a un 4 %, mientras que las realizaciones a modo de ejemplo del primer revestimiento protector preparado con el poli(diol de éster) exhibieron una resistencia a la abrasión de Bayer menor de un 1 % tras 600 agitaciones. Incluyendo el poli(diol de éster) en la composición de revestimiento en exceso aumenta la adhesividad de los primeros revestimientos protectores formados a partir de la composición de revestimiento y reduce la resistencia química (por ejemplo, disolvente) del primer revestimiento protector. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el poli(poliol de éster) y el poli(diol de éster) están presentes en la composición de revestimiento con una relación en peso de 95:5 a 50:50, por ejemplo una relación en peso de 75:25. Los ejemplos no limitantes disponibles comercialmente del poli(poliol de éster) y el poli(diol de éster) incluyen Capa™ 2101, Capa™ 3031, Capa™ 3041 y Capa™ 4101, cada uno de los cuales se encuentran disponibles en Perstop Group, Perstop, Suecia.

[Estructura 9]



En algunas realizaciones, la composición de revestimiento además incluye un alcohol fluorado. Por ejemplo, el alcohol fluorado puede tener un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo). Presentando un grupo reactivo, el alcohol fluorado puede ser un compuesto fluorado migratorio capaz de migrar a una superficie de la composición de revestimiento durante la formación (por ejemplo, reacción o curado) del primer revestimiento protector. Mientras el alcance de la migración del primer compuesto fluorado (por ejemplo, compuesto fluorado migratorio) no se conoce por completo, basándose en la resistencia de ácido del primer revestimiento protector formado a partir de la composición y el ángulo de contacto observado de agua sobre el primer revestimiento protector, se piensa que al menos parte del alcohol fluorado (por ejemplo, el compuesto fluorado migratorio) migra a la superficie de la composición de revestimiento (por ejemplo, la superficie de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de

revestimiento).

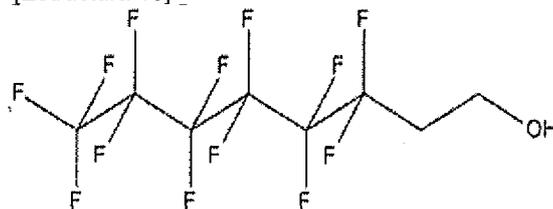
Se piensa que la migración del alcohol fluorado hasta la superficie de la composición de revestimiento (o la superficie del primer revestimiento protector) mejora la naturaleza hidrófoba de la superficie del primer revestimiento protector resultante y mejora la resistencia del primer revestimiento protector frente a la humedad y la lluvia ácida. En algunas realizaciones, el alcohol fluorado tiene un peso molecular relativamente bajo para mejorar la migración del alcohol fluorado. Por ejemplo, el alcohol fluorado puede tener un peso molecular promedio expresado en peso dentro del intervalo de aproximadamente 300 g/mol a aproximadamente 400 g/mol, tal como un peso molecular promedio expresado en peso de aproximadamente 364 g/mol. El alcohol fluorado puede incluir una cadena carbonada perfluorada y un grupo hidroxilo. El alcohol fluorado puede también incluir un grupo de enlace entre la cadena de carbono perfluorada y el grupo hidroxilo. Los ejemplos no limitantes del grupo de enlace incluyen grupos alquileo, tal como grupos etileno, propileno y vinileno, y grupos sulfonamida.

Según realizaciones de la invención, un primer revestimiento protector a partir de la composición de revestimiento puede incluir el alcohol fluorado en una superficie del primer revestimiento protector. Mediante la inclusión del alcohol fluorado en la superficie del primer revestimiento protector, la naturaleza hidrófoba y la resistencia a ácido de la superficie del primer revestimiento protector aumentan, mejorando de este modo la resistencia a la corrosión del primer revestimiento protector. La presencia del alcohol fluorado en la superficie de la composición de revestimiento (o el primer revestimiento) también aumenta la resistencia a la corrosión del sustrato revestido que incluye la composición de revestimiento, por ejemplo, como primer revestimiento protector. El alcohol fluorado se puede incluir en la composición de revestimiento en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente un 0,1 % en peso a aproximadamente un 5 % en peso, por ejemplo, un 1 % en peso, basado en el peso total del contenido de sólidos de la composición de revestimiento.

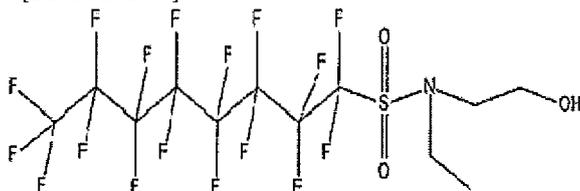
En algunas realizaciones, el alcohol fluorado es un compuesto parcialmente fluorado que incluye un grupo hidroxilo. Por ejemplo, en determinadas partes del compuesto, la mayoría o la totalidad de los átomos de hidrógeno pueden estar sustituidos por átomos de flúor, mientras que otras partes del compuesto pueden incluir hidrógeno ligado a carbono. En otras realizaciones, el alcohol fluorado es un compuesto perfluorado que incluye una cadena principal carbonada y perfluorada y un grupo hidroxilo. Como entenderán los expertos en la técnica, un compuesto "perfluorado" (o cadena) es un compuesto (o cadena) en el que todos los átomos de hidrógeno ligados a átomos de carbono están sustituidos por átomos de flúor. El alcohol fluorado puede tener una cadena principal carbonada que tiene de 1 a 20 átomos de carbono.

Los ejemplos no limitantes del alcohol fluorado incluyen compuestos alifáticos perfluorados o parcialmente fluorados. Por ejemplo, los compuestos alifáticos perfluorados disponibles comercialmente y/o las disoluciones de compuestos alifáticos perfluorados tales como, por ejemplo, se pueden usar N-etil-N-(2-hidroxietil)perfluorooctilsulfonamida (por ejemplo, FLUORAD™ FC-10; disponible en 3M Company, St. Paul, Minnesota); y 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-1-octanol (por ejemplo, CAPSTONE™ 62-AL), y perfluoroalquil-1-etanol (por ejemplo, ZONYL® BA) (disponible cada uno en E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware). ZONYL® es una marca comercial registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company. Los ejemplos de alcohol fluorado incluyen las Estructuras 10 y 11 siguientes

[Estructura 10]



[Estructura 11]



En algunas realizaciones, la composición de revestimiento además incluye un poliol fluorado. El poliol fluorado puede ser un compuesto que tiene una cadena principal carbonada de 1 a 20 átomos de carbono, y dos o más grupos reactivos, tales como grupos hidroxilo. Es decir, el poliol fluorado puede ser multifuncional. Por ejemplo, el poliol fluorado puede ser bifuncional, tal como un compuesto que tiene dos o más grupos hidroxilo. Como resultado de tener

dos o más grupos funcionales, el poliol fluorado puede reaccionar para formar una red tridimensional. Al contrario que el alcohol fluorado, la mayoría del poliol fluorado no migra a una superficie de la composición de revestimiento (o una superficie de un primer revestimiento protector a partir de la composición) y, en lugar de ello, se distribuye a través del espesor de la composición de revestimiento o revestimiento (por ejemplo, se distribuye por todo el material en volumen de la composición de revestimiento, o el material en volumen de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento). El poliol fluorado mejora la naturaleza hidrófoba de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento, mejorando de este modo la resistencia a la lluvia ácida del primer revestimiento protector. Los revestimientos existentes (por ejemplo, revestimientos protectores), tales como FX-446 (disponibles en PPG Industries Inc.), proporcionan cierta resistencia a la lluvia ácida, pero los primeros revestimientos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención que incluyen el poli(poliol fluorado) (o un poliol fluorado que ha reaccionado) en el volumen del primer revestimiento protector proporcionan una resistencia mejorada a la lluvia ácida en comparación con los revestimientos existentes.

La inclusión del poliol fluorado provoca que la composición de revestimiento forme una red polimérica tridimensional. Específicamente, los dos o más grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) del poliol fluorado reaccionan cada uno con las otras moléculas poliméricas para formar la estructura de red tridimensional. La rigidez de la red polimérica tridimensional formada con el poliol fluorado afecta a la resiliencia de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento. Similarmente, otros componentes de la composición de revestimiento, tales como polioles no fluorados (por ejemplo, poli(polioles de éster)), pueden formar parte de la red tridimensional y contribuyen a la resiliencia de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición. Como ejemplo, la rigidez de la red tridimensional de la composición se ve influenciada, en parte, por el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) presentes en el poliol fluorado. De este modo, el número de los grupos funcionales reactivos del poliol fluorado afecta a la resiliencia de un revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento. Similarmente, el número de los grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) incluido en el poliol no fluorado (por ejemplo, el poli(poliol de éster)) también afecta a la resiliencia de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento.

En general, la densidad de reticulación mayor (que está directamente relacionada con el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) incluidos en cada uno de los componentes de la composición) conduce una mayor rigidez, mejor resistencia química y frente a disolventes, y menor resistencia a la abrasión. La resiliencia de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento también se ve influenciada por el peso molecular, tamaño y tipo de la cadena principal de los compuestos fluorados y no fluorados en la composición de revestimiento. Cuando la composición incluye compuestos que tienen estructuras de cadena principal más rígidas, la composición también es más rígida, al tiempo que los compuestos que tienen estructuras de cadena principal más flexible producen una composición que tiene relativamente más resiliencia. Para un poliol concreto, el aumento del peso molecular del poliol generalmente tiene como resultado un compuesto que forma revestimientos que tienen mayor resiliencia, en comparación con los polioles correspondientes de peso molecular más bajo.

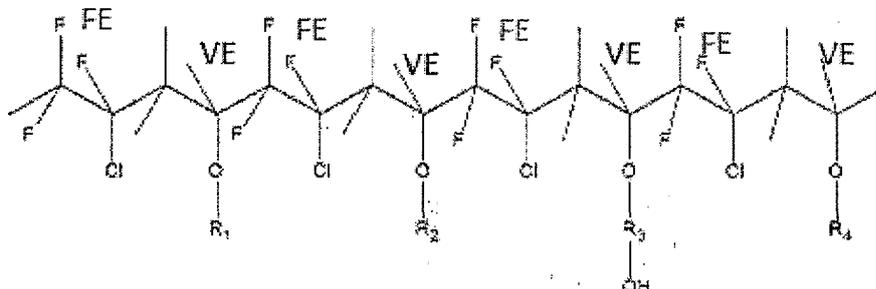
Por consiguiente, la resiliencia deseada de la composición se puede lograr seleccionando de forma apropiada el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) y pesos moleculares de los compuestos fluorados o los compuestos no fluorados. Por ejemplo, un poliol fluorado que tiene una cadena principal carbonada y fluorada y dos grupos funcionales reactivos (por ejemplo, dos grupos hidroxilo) forman una red tridimensional que es más flexible que la red tridimensional formada por un poliol fluorado que tiene composición química similar, el mismo (o sustancialmente el mismo) peso molecular, y una cadena principal carbonada y fluorada y tres grupos reactivos (por ejemplo, tres grupos hidroxilo). Similarmente, un poliol fluorado que tiene tres grupos funcionales reactivos (por ejemplo, tres grupos hidroxilo) forma una red tridimensional que es más flexible que la red tridimensional formada por un poliol fluorado que tiene la misma (o sustancialmente la misma) estructura química, el mismo (o sustancialmente el mismo) peso molecular, una cadena carbonada y fluorada, pero cuatro grupos reactivos (por ejemplo, cuatro grupos hidroxilo). El aumento de la flexibilidad de la red tridimensional que resulta del uso de un poliol fluorado que tiene dos grupos hidroxilo aumenta la resiliencia de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento. De este modo, en algunas realizaciones, la composición de revestimiento (o primer revestimiento protector) incluye un poliol fluorado (por ejemplo, un compuesto que tiene dos grupos hidroxilo), dichas composiciones de revestimiento producen primeros revestimientos protectores que tienen mayor resiliencia con respecto a los revestimientos producidos a partir de composiciones de revestimiento que incluyen polioles fluorados trifuncionales o tetrafuncionales (por ejemplo, compuestos que tienen tres o cuatro grupos hidroxilo, respectivamente). Los principios anteriormente descritos también se pueden aplicar a otros componentes de la composición de revestimiento, tales como los compuestos no fluorados. Por ejemplo, la resiliencia deseada del primer revestimiento protector se puede lograr usando una mezcla apropiada de poli(polioles de éster) difuncionales y tetrafuncionales no fluorados en la composición de revestimiento.

Los ejemplos no limitantes del poliol fluorado incluyen fluoropolímeros y precursores de fluoropolímero, ejemplos de los cuales incluyen, pero sin limitación, resinas puras y/o disoluciones de fluoropolímeros comercialmente disponibles y/o precursores de fluoropolímero tales como LUMIFLON® LF 600X, LUMIFLON® LF 9716, LUMIFLON® LF 9721, LUMIFLON®-910LM y LUMIFLON® LF 916F (disponible en AGC Chemicals Inc., Exton, Pennsylvania); FLUOROLINK® D10-H, FLUOROLINK® E10-H, FLUOROLINK® D, FOMBLIN® ETX, FOMBLIN® MF-402 y FLUOROBASE Z-1030 (cada uno disponible en Solvay Solexis, Inc.); y POLYFOX® PF-656 y POLYFOX® PF-7002

(disponible en Omnova Solutions, Fairlawn, Ohio). LUMIFLON® es una marca registrada de Asahi Glass Co., Ltd., FLUOROLINK® es una marca registrada de Solvay Solexis, Inc, FOMBLIN® es una marca registrada de Solvay Fluorati Holding S.P.A., Corporation y POLYFOX® es una marca registrada de Ampac Fine Chemicals LLC.

- 5 De los ejemplos anteriores de poliol fluorado, LUMIFLON®-910LM, que es un éter vinílico de fluoroetileno, exhibió la mejor compatibilidad con otros componentes de la composición de revestimiento. LUMIFLON®-910LM fue compatible con los otros componentes de la composición de revestimiento durante todo un intervalo amplio de cantidades. El fluoroetileno alternante y los segmentos de éter vinílico de LUMIFLON®-910LM proporcionan al primer revestimiento protector resultante buena alterabilidad a la primero y segundo. Por ejemplo, los segmentos de fluoroetileno pueden mejorar la durabilidad y la naturaleza hidrófoba del primer revestimiento protector resultante. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el poliol fluorado incluye una cadena principal que incluye fluoroetileno sustituido o no sustituido alternante y segmentos de éter vinílico sustituido o no sustituido. Un ejemplo del poliol fluorado se muestra en la Estructura 12 siguiente, en la que "FE" indica una unidad de fluoroetileno de repetición y "VE" indica una unidad de éter vinílico de repetición. En la Estructura 12, R₁ puede proporcionar transparencia, brillo y dureza; R₂ puede proporcionar flexibilidad; R₃ puede proporcionar capacidad de reticulación; y R₄ puede proporcionar adhesión.

[Estructura 12]



- 20 El poliol fluorado se puede incluir en la composición de revestimiento en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 35 % en peso, tal como en el intervalo de aproximadamente un 15 % en peso a aproximadamente un 25 % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de resina. En algunas realizaciones, el poliol fluorado está presente en una cantidad de aproximadamente un 20 % en peso basado en el peso total de los sólidos de la composición de revestimiento. A un 5 % en peso y un 10 % en peso del poliol fluorado, existe cierta mejora de la resistencia frente a ácidos del primer revestimiento protector resultante. A un 15 % en peso y un 20 % en peso del poliol fluorado, el primer revestimiento protector resultante exhibió una resistencia sustancialmente mejorada frente a ácido sulfúrico y ácido nítrico (por ejemplo, una mezcla 50:50 de ácido sulfúrico y ácido nítrico) en comparación con los revestimientos existentes, tales como FX-446. El primer revestimiento protector resultante exhibió una adhesividad superficial mejorada y resistencia al vapor, humedad y QUV, en comparación con los revestimientos existentes, tales como FX-446. Inesperadamente, el poliol fluorado no redujo de forma apreciable las propiedades anti-estáticas del primer revestimiento protector. Sin embargo, el poliol fluorado no reduce la resistencia a la abrasión de Bayer del primer revestimiento protector resultante. Por ejemplo, un ejemplo de la composición de revestimiento que incluye un 20 % en peso del poliol fluorado (basado en el peso total de los sólidos de la composición de revestimiento) formó un primer revestimiento protector que exhibió un cambio de turbidez de 3,5-4,0 % después de 600 agitaciones del ensayo de abrasión de Bayer (descrito con más detalle anteriormente), mientras que un ejemplo de la composición de revestimiento que no incluyó el poliol fluorado exhibió un cambio de turbidez de aproximadamente un 1 % tras 600 agitaciones del ensayo de abrasión de Bayer.

- 40 La composición de revestimiento descrita en la presente memoria se puede formar por medio de mezcla (u homogeneización) de una mezcla de Parte A (por ejemplo, un componente de base) con una mezcla de Parte B (por ejemplo, un componente de curado). Por ejemplo, la mezcla de Parte A y la mezcla de Parte B se pueden mezclar de forma conjunta y se pueden curar para formar una composición duradera (o primer revestimiento protector) que sea altamente inalterable a la primero y segundo, resistente a la abrasión, resistente a ácidos y resistente a sustancias químicas o disolventes. Tras mezclar la mezcla de Parte A y la mezcla de Parte B, la composición de revestimiento resultante se puede secar al aire durante un período de tiempo dentro del intervalo de 1,5 a 2 horas y posteriormente se puede curar a aproximadamente 200 °F (93 °C) durante un período de tiempo de aproximadamente 5 horas para formar un primer revestimiento protector. Por ejemplo, la composición de revestimiento (o primer revestimiento protector) puede formar un primer revestimiento protector de poliuretano que tiene propiedades antiestáticas.

- 50 La mezcla de Parte A y la mezcla de Parte B se pueden mezclar para lograr una relación de grupos isocianato reactivos con respecto a grupos hidroxilo (por ejemplo, una relación de NCO con respecto a OH) dentro del intervalo de 1,05 a 1,5, tal como una relación de aproximadamente 1,3. Una relación de NCO con respecto a OH de aproximadamente 1,05 dio como resultado un primer revestimiento protector que exhibía buena resistencia a la abrasión, pero una resistencia QUV comprometida (por ejemplo, resultados de ensayo pobres tras la exposición a radiación ultravioleta a 158 °F (70 °C) seguido de exposición a una condensación durante 4 horas a 122 °F (50 °C)). Una relación de NCO con respecto a OH de aproximadamente 1,3 dio como resultado un primer revestimiento protector que exhibía buena

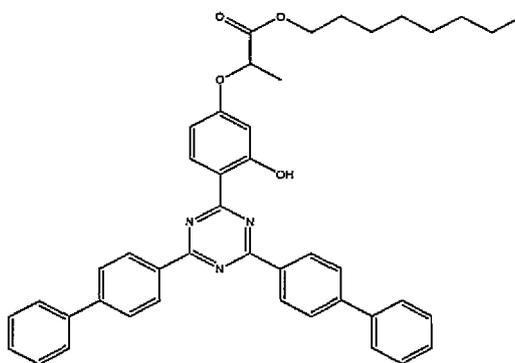
resistencia a la abrasión, buena resistencia QUV, y buena resistencia a la erosión por lluvia. Una relación de NCO con respecto a OH de aproximadamente 1,4 dio como resultado un primer revestimiento protector que exhibía buena resistencia QUV, pero baja resistencia a la abrasión y resistencia inferior a la erosión por lluvia, en comparación con el primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento que tiene una relación de NCO con respecto a OH de aproximadamente 1,3. La relación de NCO con respecto a OH de aproximadamente 1,5 dio como resultado una composición de revestimiento que tenía una reducida vida útil, escaso flujo superficial y escasas propiedades cosméticas.

La mezcla de la Parte A puede incluir, por ejemplo, cualquiera o la totalidad del poli(poliol de éster) (por ejemplo, el primer y/o segundo poli(poliol de éster)), el poliol fluorado, el poliol hidrófilo y el alcohol fluorado. La mezcla de la Parte A puede incluir aditivos, tales como, por ejemplo, absorbedor de luz ultravioleta migratorio (UV), absorbedor UV reactivo que incluye un grupo hidroxilo, un estabilizador UV migratorio, un estabilizador UV reactivo que incluye un grupo hidroxilo, un agente antiestático (por ejemplo, un compuesto conductor), un antioxidante, un catalizador, un agente de control de flujo y/o un disolvente. Sin embargo, no es necesario que la mezcla de la Parte A contenga cada uno de estos componentes. La mezcla de la Parte A puede incluir aditivos adicionales también.

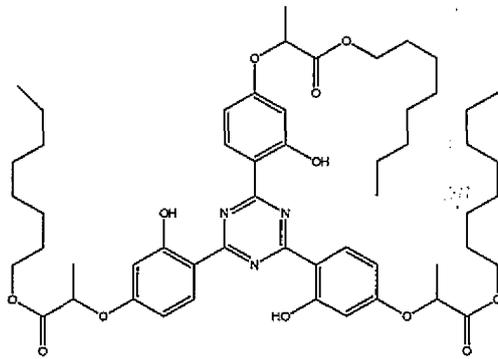
Se puede incluir un absorbedor UV migratorio y/o un absorbedor UV reactivo en la composición de revestimiento para absorber radiación UVA y UVB que incide en el primer revestimiento protector resultante. Los absorbedores UV aumentan la resistencia del primer revestimiento protector resultante al amarilleo y/o la degradación, y mejoran la durabilidad en exteriores a largo plazo del primer revestimiento protector. El absorbedor UV migratorio y el absorbedor UV reactivo pueden estar basados en cualquier absorbedor UV apropiado. El absorbedor UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo) y migra a la superficie de la composición de revestimiento (o primer revestimiento protector) durante la formación (por ejemplo, curado) de la composición de revestimiento (o primer revestimiento protector). Mediante la inclusión del absorbedor UV migratorio, el primer revestimiento protector incluye una concentración de un absorbedor UV en la superficie de la composición más elevada que el primer revestimiento protector que no incluye un absorbedor UV migratorio. La presencia de una concentración más elevada de absorbedor UV en la superficie de la composición (o primer revestimiento protector) mejora la vida útil del primer revestimiento protector formado a partir de la composición. Sin embargo, resulta deseable disponer también de un absorbedor UV en el volumen de la composición, ya que disponer de absorbedores UV tanto en la superficie de la composición como en el volumen de la composición amplía la vida útil de un primer revestimiento protector formado a partir de la composición en comparación con el revestimiento formado por una composición que únicamente incluye un absorbedor UV en la superficie.

Adicionalmente, si los compuestos migran a la superficie de la composición demasiado deprisa, la composición puede formar turbidez. Por ejemplo, los absorbedores UV que no incluyen un grupo hidroxilo (por ejemplo, un grupo hidroxilo reactivo) pueden migrar a la superficie del primer revestimiento protector de forma demasiado rápida dando como resultado turbidez. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la composición de revestimiento incluye el absorbedor UV migratorio únicamente en pequeñas cantidades (por ejemplo, dentro del intervalo de aproximadamente un 0,5 % en peso a aproximadamente un 0,75 % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de revestimiento), si es que lo hace. Los ejemplos de absorbedores UV migratorios se muestran en las Estructuras 13-17 siguientes.

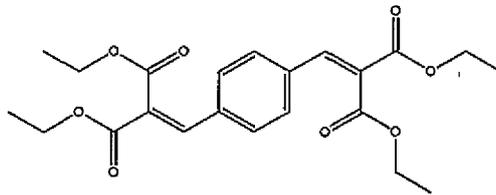
[Estructura 13]



[Estructura 14]

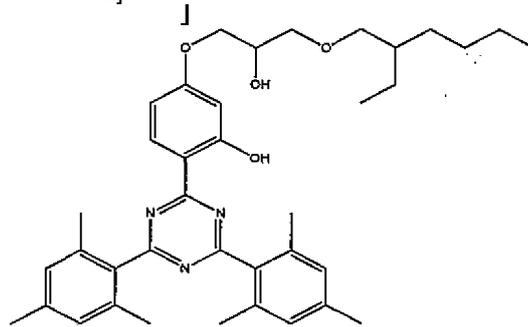


[Estructura 15]

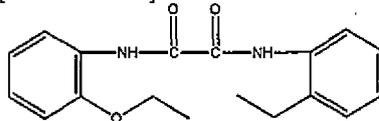


5

[Estructura 16]



[Estructura 17]



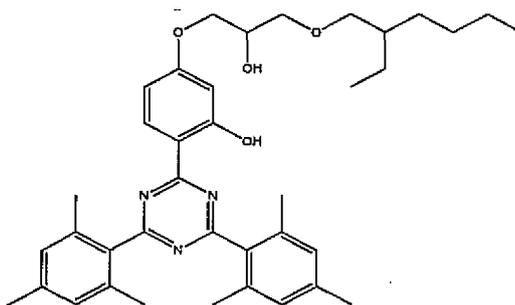
10

Una composición de revestimiento según las realizaciones de la presente invención puede incluir un absorbedor UV así como, o en lugar de, un absorbedor UV migrador. El absorbedor UV reactivo puede incluir uno o más grupos funcionales reactivos tales como un grupo hidroxilo. Al incluir los grupos hidroxilo, una mayoría del absorbedor UV reactivo no puede migrar a la superficie de la composición de revestimiento o al revestimiento protector resultante y en lugar de ello se distribuye a través del espesor de la composición de revestimiento o del revestimiento protector resultante (es decir, está distribuido por toda la masa de la composición de revestimiento o del revestimiento protector resultante). Además, si el absorbedor UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la red de polímero tridimensional formada al reaccionar los componentes de la composición. Un ejemplo no limitante del absorbedor UV reactivo se muestra en la siguiente estructura 18 y un ejemplo de una mezcla comercial de un absorbedor UV migrador y de un absorbedor UV reactivo se muestra en la siguiente estructura 19.

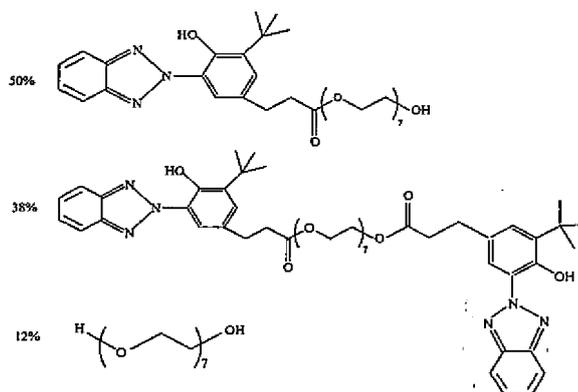
15

20

[Estructura 18]



[Estructura 19]



TINUVIN 1130

5

Los ejemplos no limitantes disponibles comercialmente del absorbedor UV migratorio y absorbedor UV reactivo incluyen ácido propanoico, éster 2-[4-[4,6-bis([1,1'-bifenil]-4-il)-1,3,5-triazin-2-il]-3-hidroxifenoxi]-isooctílico (por ejemplo, TINUVIN® 479), ácido β -[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenil]-propiónico éster 300 de poli(etilen glicol), ácido *bis*[β -[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenil]-propiónico]-éster 300 de poli(etilen glicol) (por ejemplo, TINUVIN® 1130), TINUVIN® 477 y 2-[4-[(2-hidroxi-3-(2'-etil)hexil)oxi]-2-hidroxifenil]4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina (por ejemplo, TINUVIN® 405) (cada uno disponible en BASF Resins); y éster *p*-fenilenbis(ácido metilmalónico)tetraetil éster (por ejemplo, HOSTAVIN® B-CAP), 2-etil,2'-etoxi-oxalanilida (por ejemplo, HOSTAVIN® VSU) y ácido propanodioico, 2-[(4-metoxifenil)metil]-,1,3-dimetiléster (por ejemplo, HOSTAVIN® PR-25) (cada uno disponibles en Clariant International Ltd.). TINUVIN® es una marca registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca registrada de Hoechst GMBH Corporation.

Los primeros revestimientos protectores de ejemplo a partir de composiciones de revestimiento que incluye el absorbedor UV de acuerdo con la Estructura 18 no exhibieron ningún signo discernible de formación de turbidez. Se piensa que la presencia del grupo hidroxilo de los absorbedores UV anteriores evitó (o redujo) la migración de los absorbedores UV hasta la superficie del primer revestimiento protector mediante la reacción con los grupos funcionales de isocianato para formar enlaces de uretano y convertirse en parte de la red tridimensional, evitando de este modo (o reduciendo) la formación de turbidez. TINUVIN® 1130 incluye tanto un absorbedor UV reactivo como un absorbedor UV migratorio y, por tanto, puede provocar turbidez en el primer revestimiento protector cuando se usa en exceso. El absorbedor UV migratorio se puede incluir en la composición de revestimiento en una cantidad pequeña sin provocar turbidez en el primer revestimiento protector resultante. Por ejemplo, el absorbedor UV migratorio mostrado en la Estructura 13 se puede incluir en la composición de revestimiento en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente un 0,5 % en peso a aproximadamente un 0,75 % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de revestimiento sin provocar turbidez apreciable en el primer revestimiento protector resultante, al tiempo que también se mejora la resistencia QUV del primer revestimiento protector resultante. Se piensa que el absorbedor UV migratorio mostrado en la Estructura 13 está presente a una concentración más elevada en la superficie del primer revestimiento protector resultante que en el material en volumen del primer revestimiento protector, proporcionando de este modo protección adicional frente a la luz UV. Algunos absorbedores UV, tales como HOSTAVIN® B-CAP, exhibieron escasa solubilidad como resultado de la escasa compatibilidad con los otros componentes de la composición de revestimiento.

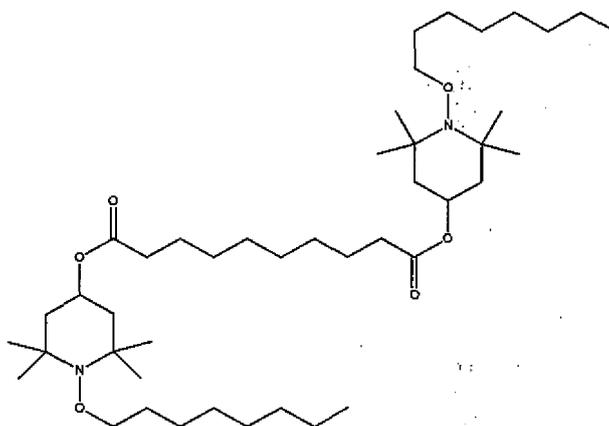
35

El estabilizador UV migratorio y el estabilizador UV reactivo pueden estar basados en cualquier estabilizador UV apropiado, tal como cualquier agente de neutralización de radicales libres apropiado, que se haya modificado para ser reactivo o migratorio. El estabilizador UV migratorio y el estabilizador UV reactivo reducen la degradación del primer revestimiento protector por medio de la luz UV mediante la neutralización de los radicales libres formados por medio

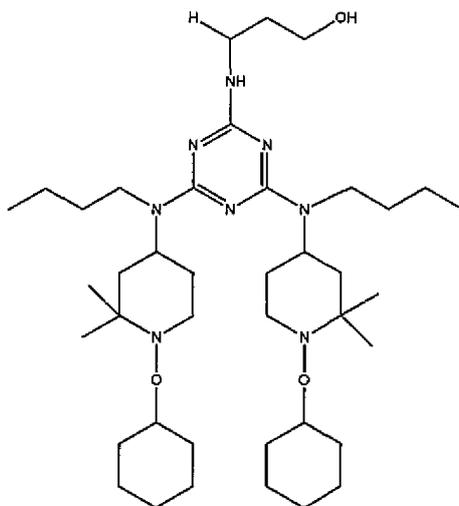
de disociación de los enlaces químicos como resultado de la absorción de luz UV. El estabilizador UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo) y migra a la superficie del primer revestimiento protector durante la formación (por ejemplo, curado) del primer revestimiento protector. Mediante la inclusión del estabilizador UV migratorio, el primer revestimiento protector incluye una concentración de estabilizador UV en la superficie del primer revestimiento protector más elevada que el revestimiento que no incluye un estabilizador UV migratorio. La presencia de una concentración más elevada de estabilizador UV en la superficie del primer revestimiento protector mejora la vida útil del primer revestimiento protector, y además mejora la vida útil del primer revestimiento protector formado a partir de la composición de revestimiento.

Sin embargo, resulta deseable disponer también de estabilizadores UV en el volumen del primer revestimiento protector, ya que disponer de estabilizadores UV tanto en la superficie del primer revestimiento protector como en el volumen del primer revestimiento protector amplía la vida útil del primer revestimiento protector, en comparación con un revestimiento que únicamente incluye estabilizadores UV en la superficie. Adicionalmente, si los compuestos migran a la superficie del primer revestimiento protector demasiado rápido, el primer revestimiento protector puede desarrollar turbidez. Por consiguiente, la composición de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede incluir el estabilizador UV reactivo, el estabilizador UV migratorio o ambos. El estabilizador UV reactivo puede incluir uno o más grupos funcionales reactivos, tales como grupos hidroxilo. Mediante la inclusión de los grupos reactivos, la mayoría del estabilizador UV reactivo no migra a la superficie del primer revestimiento protector sino que permanece en el interior del primer revestimiento protector (por ejemplo, en el material en volumen del primer revestimiento protector) debido a la reacción de los grupos funcionales con otros componentes de la composición de revestimiento. Adicionalmente, si el estabilizador UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la formación de la red tridimensional. Los ejemplos no limitantes comercialmente disponibles de estabilizador UV incluyen éster [(4-metoxifenil)-metil]-bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinílico) de ácido propanodioico (por ejemplo, HOSTAVIN® PR-31 disponible en Clariant International Ltd.), Sanduvor 3055 (disponible en Clariant Internacional Ltd.) y estabilizadores de luz de aminoéter con impedimento estérico comercialmente disponibles tales como TINUVIN® 123, TINUVIN® 292, TINUVIN® 326, TINUVIN® 328, TINUVIN® 765, TINUVIN® 900, TINUVIN® 900 y TINUVIN® 152 (cada uno disponible en BASF Resins). TINUVIN® es una marca registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca registrada de Hoechst GMBH Corporation. Los ejemplos de estabilizadores UV reactivos y estabilizadores UV migratorios se muestran en las Estructuras 20-29. Los primeros revestimientos protectores de ejemplo a partir de composiciones de revestimiento que incluyen el estabilizador UV de acuerdo con la Estructura 21 no exhibieron signo apreciable de formación de turbidez.

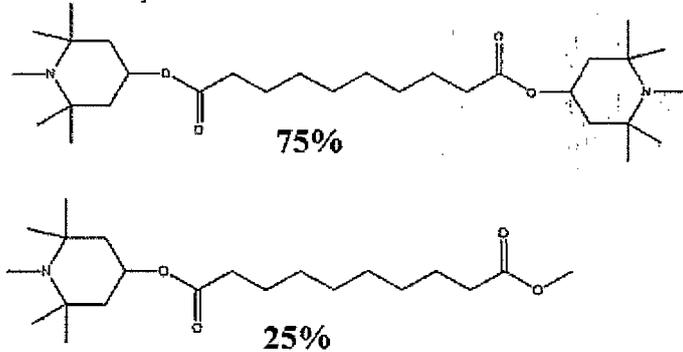
[Estructura 20]



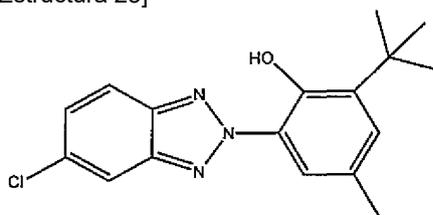
[Estructura 21]



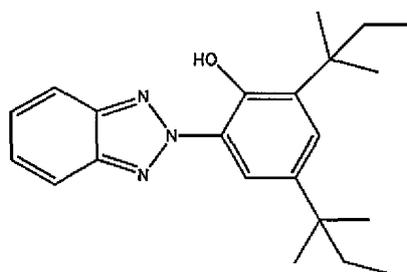
[Estructura 22]



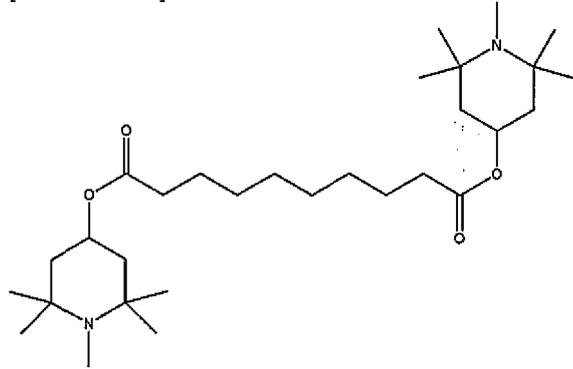
[Estructura 23]



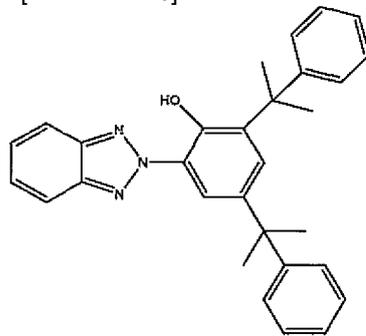
[Estructura 24]



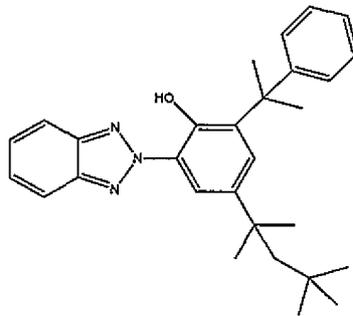
[Estructura 25]



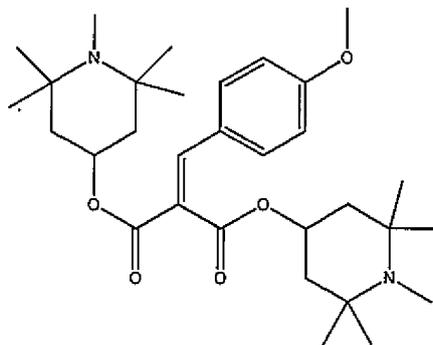
[Estructura 26]



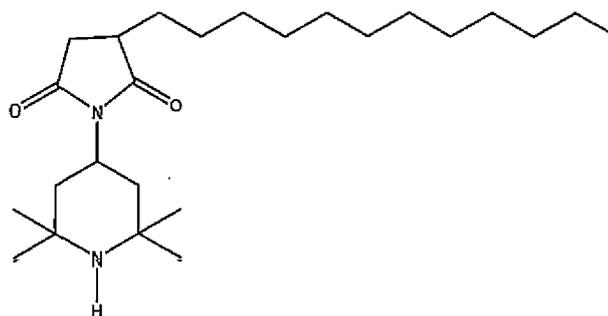
[Estructura 27]



[Estructura 28]



[Estructura 29]



La mezcla de la Parte A puede incluir agentes antiestáticos (por ejemplo, compuestos conductores, tales como óxidos metálicos conductores, sales de amonio cuaternario, polímeros inherentemente conductores, y/o agentes conductores apropiados), tales como los descritos en la Solicitud de Patente de EE.UU. N.º. publicación 2010/0025533 y la Solicitud de Patente de EE.UU. N.º. publicación 2010/0028684. Los ejemplos no limitantes comercialmente disponibles de los agentes antiestáticos incluyen Antistat SD100 (disponible en E.I. du Pont de Nemours and Company), EA Antistat (disponible en Wells Plastics Ltd) y MAXOMER® AS-1018/75DC (disponible en PCC Chemax, Inc.). MAXOMER® es una marca registrada de PCC Chemax, Inc.

Los agentes antiestáticos (por ejemplo, compuestos conductores) se pueden usar para reducir la resistencia eléctrica (por ejemplo, la resistencia de lámina) del primer revestimiento protector resultante hasta niveles aceptables para la disipación de P-estática, los cuales se deberían mantener incluso a temperaturas bajas (por ejemplo, -40 °F (-40 °C)). Los poliisocianatos hidrófilos comentados anteriormente pueden actuar como compuesto conductor. De manera alternativa o adicional, se puede incluir un poliol hidrófilo en la composición de revestimiento.

Por ejemplo, el primer revestimiento protector descrito en la presente memoria puede tener una resistencia de lámina tal que la carga eléctrica (por ejemplo, P-estática) pueda pasar a través del primer revestimiento protector hasta otra capa (por ejemplo, una pila eléctricamente conductora), que pueda posteriormente disipar o drenar la carga. Si la resistencia del primer revestimiento protector es demasiado elevada, la cantidad de carga eléctrica que puede pasar a través del primer revestimiento protector se ve reducida, y la capa conductora no proporciona niveles aceptables de disipación P-estática. En algunas realizaciones, la capa de imprimación (por ejemplo, una imprimación de poliacrilato) se puede incluir entre un primer revestimiento protector y la capa conductora (por ejemplo, pila eléctricamente conductora). Aunque la capa de imprimación puede tener una resistencia de lámina elevada (por ejemplo, mayor que la del revestimiento), la carga puede pasar a través del primer revestimiento protector y la capa de imprimación hasta la capa conductora si la capa de imprimación es suficientemente fina. De este modo, si se incluye una capa de imprimación, puede ser suficientemente fina para permitir que pase suficiente carga eléctrica a través del primer revestimiento protector y la capa de imprimación hasta la capa conductora para proporcionar disipación de P-estática.

La resistencia general de los revestimientos protectores de poliuretano es mayor o igual que $10^{12} \omega/\square$ para disipar de forma independiente la carga estática. La resistencia de lámina del primer revestimiento protector descrito en la presente memoria varía dependiendo de la resistencia de lámina del material sobre el cual se forma el primer revestimiento protector. Por ejemplo, si el primer revestimiento protector está sobre una capa de dieléctrico (por ejemplo, policarbonato), la resistencia de lámina del primer revestimiento protector puede ser de aproximadamente 10^9 ohmios por cuadrado, incluso si se incluye una capa de imprimación final entre el primer revestimiento protector y la capa de dieléctrico. Si el primer revestimiento protector está sobre una capa conductora (por ejemplo, pila de óxido de titanio/Au/óxido de titanio), la resistencia de lámina del primer revestimiento protector puede ser de 10^7 ohmios por cuadrado.

Los poliisocianatos hidrófilos, tales como los descritos anteriormente, mejoran la conductividad en los primeros revestimientos protectores. Adicionalmente, tal como se ha descrito anteriormente, los poliisocianatos hidrófobos proporcionan durabilidad a los primeros revestimientos protectores. De este modo, tal como se ha descrito anteriormente, a través de la combinación de poliisocianatos hidrófobos e hidrófilos (por ejemplo, HDI hidrófobo/hidrófilo y poliisocianatos basados en IPDI), se puede obtener un primer revestimiento protector que tiene un buen equilibrio de dureza, resiliencia, adhesividad superficial y conductividad.

De acuerdo con algunas realizaciones, la composición de revestimiento puede incluir además un poliol hidrófilo (por ejemplo, una resina antiestática reactiva), tal como un poliol hidrófilo que tiene una funcionalidad mayor de 2. Las propiedades p-estáticas de un primer revestimiento protector se pueden mejorar significativamente mediante la introducción del poliol hidrófilo. El poliol hidrófilo puede ser cualquier polímero hidrófilo apropiado que tiene restos de sal y grupos hidroxilo reactivos colgantes. Un ejemplo no limitante de un poliol hidrófilo apropiado es Superstat 463, que se encuentra comercialmente disponible en Advanced Materials & Coating Specialties, Azusa, California. El poliol hidrófilo reacciona con los poliisocianatos y se hace parte de la red tridimensional. Posteriormente, se forma un primer revestimiento protector transparente sin signo apreciable de migración del poliol hidrófilo hasta la superficie del primer

revestimiento protector. Se piensa que la conductividad se logra por medio de absorción de humedad en el primer revestimiento protector, pero parece que el poliol hidrófilo tiene cierta conductividad inherente.

5 Se forma un primer revestimiento protector que tiene una resistencia eléctrica de $10^5 \omega/\square$ (sobre policarbonato) y buenas propiedades ópticas cuando la cantidad combinada del poli(poliol de éster) y el poliol hidrófilo incluye un 50 % en peso de Superstat 463. Dicho primer revestimiento protector tiene un buen rendimiento en los ensayos de p-estática, incluso a -40°F (-57°C). El poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) se puede incluir en la composición de revestimiento en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente un 5 % en peso a aproximadamente un 30 % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de revestimiento. Cuando el poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) se incluye en la composición de revestimiento en una cantidad que está fuera del intervalo anterior (por ejemplo, es mayor que un 30 % en peso), el revestimiento resultante puede tener una adhesividad superficial elevada y puede ser susceptible de ataque de humedad cuando se expone a la misma. La adhesividad superficial se puede reducir mediante la adición de BYK 3700 (una poli(resina de dimetilsiloxano) con grupos hidroxilo colgantes), incorporación de etilen glicol o trimetilol propano (TMP) y/o sustitución parcial de N-75 por trímico IPDI. 15 Ninguna de estas mejoras en cuanto a adhesividad superficial dio como resultado un primer revestimiento superficial con buena alterabilidad a la intemperie, pero algunos de los revestimientos exhibieron buena resistencia a la abrasión.

Se formularon primeros revestimientos superiores antiestáticos útiles mediante la reducción del contenido de poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) hasta un intervalo de un 14 % en peso a un 26 % en peso (dependiendo de los otros componentes de la composición de revestimiento). Un revestimiento de poliuretano de dos partes típico tiene una resistencia de más de 10^{12} ohmios/cuadrado y es dieléctrico. Mediante la adición de un 24 % en peso de Superstat 463, se reduce la resistencia a un valor entre el intervalo de 10^8 a 10^9 ohmios/cuadrado sobre policarbonato y de 10^7 a 10^8 ohmios/cuadrado sobre una capa conductora, tal como una pila que incluye óxido de titanio/Au/óxido de titanio, una pila que incluye AZO/Au/AZO, una capa de ITO, una capa de Au, una capa de Al y similares. Se ha demostrado de forma repetida, por medio de los resultados de los ensayos de especificación, que una combinación de capa conductora/imprimación/revestimiento protector puede disipar fácilmente la carga p-estática incluso a temperaturas tan bajas como -40°F (-57°C). 20 25

Superstat 463 puede mejorar la conductividad del primer revestimiento protector. Superstat 463 es compatible con todos los componentes de la composición de revestimiento y proporciona un primer revestimiento protector con elevada transparencia, baja turbidez, buen flujo superficial y aspectos cosméticos superiores. De forma interesante, sin la presencia de Superstat 463, la composición de revestimiento puede exhibir escasas propiedades de formación de película. Por lo tanto, Superstat puede resultar beneficioso a la hora de mejorar la compatibilidad entre los componentes hidrófilos/hidrófobos de la composición de revestimiento. 30 35

La mezcla de la Parte A puede incluir además un catalizador, un agente de control de flujo y disolventes como se conoce en la técnica. La selección del catalizador apropiado, el agente de control de flujo y el disolvente se encuentra dentro del conocimiento común en la técnica y, por tanto, se omite la discusión adicional de esos componentes. 40

La mezcla de la Parte B (por ejemplo, el componente de curado) puede incluir el isocianato como se ha descrito con anterioridad. El componente de curado puede incluir además aceleradores de curado, retardadores de curado, plastificantes, aditivos y/o cargas. Sin embargo, como en la mezcla de la Parte A, no es necesario que la mezcla de la Parte B contenga cada uno de estos componentes. La mezcla de la Parte B puede incluir aditivos adicionales también. La selección de los aceleradores de curado, retardadores de curado, plastificantes, aditivos y cargas apropiados está dentro de la experiencia del conocimiento común en la técnica y, por tanto, se omite la discusión adicional de esos componentes. 45 50

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la composición de revestimiento incluye al menos un disolvente. El(los) disolventes se puede(n) añadir a la mezcla de la Parte A, la mezcla de la Parte B, o tanto la mezcla de la Parte A como la mezcla de la Parte B. El(los) disolvente(s) reduce(n) la viscosidad de la composición de revestimiento para hacerla apta para revestimiento por fluido. La integridad y aspecto del primer revestimiento protector resultante se pueden ver afectados por la naturaleza de los disolventes usados, aunque los disolventes no son un componente permanente del primer revestimiento protector curado. La tasa de evaporación del disolvente (o mezcla de disolventes) se puede ajustar de forma que la evaporación tenga lugar de forma rápida durante el secado inicial (por ejemplo, tras el revestimiento de flujo) para evitar el flujo excesivo, pero suficientemente lento para proporcionar adhesión y nivelación suficientes. El(los) disolvente(s) usado(s) puede(n) ser no reactivo(s) con isocianatos y no agresivo(s) frente al sustrato y/o las superficies revestidas, de forma que no tenga lugar ataque (o el ataque sea reducido) durante el revestimiento de flujo y/o el proceso de secado al aire. El(los) disolvente(s) usado(s) también afecta a la tasa de las reacciones de isocianato-hidroxilo, por ejemplo durante el período de secado al aire, dependiendo del alcance de enlace de hidrógeno y el carácter del momento dipolar del disolvente. 55 60

Los ejemplos no limitantes del disolvente incluyen acetato de isobutilo, 2,6-dimetil-4-heptanol, acetato de butoxi etilo, acetato de isobutilo, acetato de 2-butoxietilo, diisobutilcetona, éter dimetílico de dipropilenglicol y éter dimetílico de propilenglicol. En algunas realizaciones, el disolvente incluye alcohol de diacetona (DAA). DAA tiene una tasa de evaporación lenta y buenas propiedades de flujo. DAA disuelve de manera eficaz todo (o la mayoría) de los componentes de la composición de revestimiento para proporcionar una disolución transparente y homogénea. DAA 65

tiene un grupo hidroxilo terciario, pero la reactividad del hidroxilo terciario con isocianato es mucho menor que los hidroxilos de los otros componentes de la composición de revestimiento, y dado que DAA comienza a evaporarse durante el período de secado al aire, la reacción de DAA con los poliisocianatos resulta despreciable.

5 El disolvente también se puede usar para ajustar el contenido de sólidos de la composición de revestimiento. Puede resultar beneficioso maximizar el espesor del primer revestimiento protector resultante para un rendimiento mejorado en el ensayo de erosión por lluvia. A un contenido de sólidos de un 70 %, la composición de revestimiento es demasiado viscosa para aplicación satisfactoria de revestimiento de flujo con el equipo existente. A un contenido de sólidos de un 65 %, la composición de revestimiento forma un primer revestimiento protector que está libre de defectos cosméticos, tiene buena calidad superficial, y proporciona buen rendimiento en el ensayo de erosión por lluvia. Una
10 composición de revestimiento que tiene un contenido de sólidos de un 65 % aplicada a una cubierta de ensayo F-22 de producción por medio de un mezclador de dos componentes (por ejemplo, un mezclador, tal como un mezclador DL 2, disponible en Liquid Control Ltd., Wellingborough, Inglaterra) formó un revestimiento que tenía buena calidad superficial. Los recortes de la cubierta de ensayo no presentaron daño aparente tras 44 minutos de ensayo de erosión
15 por lluvia a 550 mph.

La Figura 5 muestra una realización de una pila de multicapa 500. La pila de multicapa incluye un sustrato 502, una capa de drenaje 504, una capa de dieléctrico 506 y una capa de calentamiento 508, cada una de las cuales es igual o sustancialmente igual que las capas correspondientes descritas anteriormente y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas. La pila de multicapa también incluye un segundo revestimiento protector 509 sobre la capa de calentamiento. El segundo revestimiento protector puede ser cualquier revestimiento protector apropiado. Por ejemplo, el segundo revestimiento protector puede incluir un carbono de tipo diamante, un poliuretano, un poliacrilato, un polisiloxano, un epoxi, un óxido de silicio, un óxido de titanio, un óxido de aluminio, un material depositado por medio de deposición química de vapor mejorada con plasma (por ejemplo, un oxocarburo de silicio), oxinitruro de circonio, óxido de cerio o una combinación de los mismos. El segundo revestimiento protector puede proteger la capa de calentamiento. Los materiales del segundo revestimiento protector pueden ser iguales o sustancialmente iguales a los descritos anteriormente con respecto al primer revestimiento protector y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas. En un ejemplo no limitante, el segundo revestimiento protector puede incluir un revestimiento de poliacrilato que tiene un espesor dentro del intervalo de 1 a 10 µm aplicado por medio de revestimiento de flujo en un entorno limpio de temperatura y humedad controladas. El revestimiento húmedo se puede secar al aire durante un período de tiempo dentro de un intervalo de 1 a 2 horas. El revestimiento secado al aire se puede curar posteriormente por UV a una energía de 6 Julios usando pases múltiples.
20
25
30

La Figura 6 muestra otra realización que incluye una pila de multicapa 600. La pila de multicapa incluye un primer revestimiento protector 601, un sustrato 602, una capa de base 603, una capa de drenaje 604, una capa de dieléctrico 606, una capa de calentamiento 608 y un segundo revestimiento protector 609, cada una de las cuales es igual o sustancialmente igual que las capas correspondientes descritas anteriormente y, por tanto, se omite en este caso la descripción detallada de las mismas.
35

40 Ejemplo

Se preparó una pila de multicapa que incluye un sustrato de policarbonato, una capa de calentamiento que incluye ITO preparado de acuerdo con la descripción anterior, y una capa de drenaje que incluye una película laminada que incluye líneas eléctricamente conductoras impresas por chorro de tinta como malla metálica conductora preparada de acuerdo con la descripción anterior. La pila de multicapa se sometió posteriormente a ensayo en cuanto a carga eléctrica inducida en la capa de calentamiento, usando un conjunto de ensayo diagnóstico electrostático disponible en Dayton-Granger, Fort Lauderdale, Florida. Se usó una sonda de conjunto de ensayo diagnóstico electrostático para aplicar una tensión al sustrato y se midió la tensión inducida en la capa de calentamiento y en la capa de drenaje. La Tabla 1 muestra los datos recogidos cuando no se conectaron a tierra ni la capa de calentamiento ITO ni la capa de drenaje (es decir, la película laminada que incluía líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta). Como se puede observar en la Tabla 1, cuando no se conectó a tierra ni la capa de calentamiento ni la capa de drenaje, se indujo una tensión sustancial en la capa de calentamiento.
45
50

Tabla 1

Tensión Aplicada (kV)	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Calentamiento	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Drenaje
0	0	0
10	0,88	1
20	7,49	8,30

55 La Tabla 1 muestra los datos recogidos cuando no se conectaron a tierra ni la capa de calentamiento ITO ni la capa de drenaje (es decir, la película laminada que incluía líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta). Como se puede observar en la Tabla 1, cuando no se conectó a tierra ni la capa de calentamiento ni la capa de drenaje, se indujo una tensión sustancial en la capa de calentamiento.
60

Tabla 2

Tensión Aplicada (kV)	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Calentamiento	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Drenaje
0	0	0
10	0	0
20	0	0

5 La Tabla 2 muestra los datos recogidos cuando la capa de calentamiento ITO, pero no la capa de drenaje (es decir, la película laminada que incluye líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta), se conectó a tierra. Como se puede observar en la Tabla 2, cuando se conecta a tierra la capa de calentamiento, no existe inducción de tensión en la capa de calentamiento o en la capa de drenaje. Sin embargo, la capa de calentamiento resulta inapropiada para calentar sustancialmente el sustrato en la presente configuración.

Tabla 3

Tensión Aplicada (kV)	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Calentamiento	Tensión Inducida (kV) en la Capa de Drenaje
0	0	0
10	0	0
20	0	0

10 La Tabla 3 muestra los datos recogidos cuando se conecta a tierra la capa de drenaje (es decir, la película laminada que incluye líneas eléctricamente conductoras impresas por medio de chorro de tinta), pero no la capa de calentamiento ITO. Como se puede observar en la Tabla 3, cuando se conecta a tierra la capa de drenaje, no existe inducción de tensión en la capa de calentamiento o en la capa de drenaje.

15 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con determinadas realizaciones a modo de ejemplo, se debe entender que la invención no está limitada a las realizaciones divulgadas, sino, por el contrario, se pretende que abarque modificaciones y configuraciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, y los equivalentes de las mismas.

20

REIVINDICACIONES

1. Una pila de multicapa (500, 600) que comprende:

5 un sustrato transparente (502, 602);
una capa de drenaje (504, 604) sobre un primer lado del sustrato (502, 602); y
una capa de calentamiento (508, 608) sobre la capa de drenaje (504, 604);
una capa de dieléctrico (506, 606) entre la capa de calentamiento (508, 608) y la capa de drenaje (504, 604);
caracterizada por que la pila de multicapa (500, 600) además comprende:

10 un revestimiento protector (509, 609) sobre la capa de calentamiento (508, 608), comprendiendo el
revestimiento protector (509, 609) un material seleccionado entre el grupo que consiste en carbonos de tipo
diamante, poliuretanos, poliacrilatos, polisiloxanos, epoxis, óxidos de silicio, óxidos de aluminio, oxcarburos de
silicio, oxinitruros de circonio, óxidos de cerio y combinaciones de los mismos,
15 en donde la capa de calentamiento (508, 608) está entre la capa de dieléctrico (506, 606) y el revestimiento
protector (509, 609), y en donde la capa de drenaje (504, 604) tiene una resistencia de lámina menor que
aproximadamente 10^6 átomos por cuadrado.

20 2. La pila de multicapa (500, 600) de la reivindicación 1, en la que la capa de dieléctrico (506, 606) está configurada
para aislar eléctricamente la capa de calentamiento (508, 608) de la capa de drenaje (504, 604) de forma que la capa
de calentamiento (508, 608) sea capaz de convertir la corriente eléctrica aplicada a la capa de calentamiento (508,
608) en calor para fundir el hielo o disipar la humedad condensada formada sobre la pila de multicapa (500, 600).

25 3. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de dieléctrico (506, 606) tiene
una constante dieléctrica de al menos aproximadamente 2.

4. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en la que el sustrato (502, 602) comprende un
material seleccionado entre el grupo que consiste en vidrios, poliacrilatos, policarbonatos, poliuretanos y
combinaciones de los mismos.

30 5. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de drenaje (504, 604)
comprende una capa seleccionada entre el grupo que consiste en capas de óxido conductor transparentes, capas
metálicas conductoras transparentes, mallas metálicas conductoras y combinaciones de las mismas.

35 6. La pila de multicapa (500, 600) de la reivindicación 5, en la que la capa de óxido conductora transparente comprende
un óxido transparente seleccionado entre el grupo que consiste en óxido de estaño e indio, óxido de cinc dopado con
aluminio, óxido de estaño, óxido de estaño dopado con antimonio y combinaciones de los mismos, el metal de la capa
metálica conductora transparente está seleccionado entre el grupo que consiste en oro, plata, paladio, platino y
combinaciones de los mismos, y la malla metálica conductora está seleccionada entre el grupo que consiste en líneas
40 eléctricamente conductoras impresas por chorro de tinta, líneas eléctricamente conductoras con patrón litográfico y
combinaciones de las mismas.

7. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de dieléctrico (506, 606)
comprende una capa orgánica, una capa inorgánica o una combinación de las mismas, y en donde la capa orgánica
45 comprende un material seleccionado entre el grupo que consiste en polisiloxanos, poliacrilatos, poliuretanos, epoxis y
combinaciones de los mismos.

8. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en la que la capa de dieléctrico (506, 606)
comprende una capa orgánica, una capa inorgánica o una combinación de las mismas, y en donde la capa inorgánica
50 comprende un material seleccionado entre el grupo que consiste en carbono tipo diamante, óxidos de silicio, óxidos
de titanio, óxidos de aluminio, oxcarburos de silicio, oxinitruros de circonio y combinaciones de los mismos.

9. La pila de multicapa (600) de cualquier reivindicación anterior, que además comprende otro revestimiento protector
(601) sobre un segundo lado del sustrato (602) opuesto al primer lado, en donde el otro revestimiento protector (601)
55 comprende un material seleccionado entre el grupo que consiste en carbonos de tipo diamante, poliuretanos,
poliacrilatos, polisiloxanos, epoxis, óxidos de silicio, óxidos de titanio, óxidos de aluminio, oxcarburos de silicio,
oxinitruros de circonio, óxidos de cerio y combinaciones de los mismos.

10. La pila de multicapa (600) de cualquier reivindicación anterior, que además comprende una capa de base (603)
60 entre el sustrato (602) y la capa de drenaje (604), comprendiendo la capa de base (603) un material seleccionado
entre el grupo que consiste en polisiloxanos, poliacrilatos, epoxis, poliuretanos y combinaciones de los mismos.

11. La pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

65 líneas de drenaje acopladas a la capa de drenaje (504, 604) para conectar a tierra la capa de drenaje, y
líneas de calentamiento acopladas a la capa de calentamiento (508, 608) para proporcionar corriente eléctrica a la

capa de calentamiento (508, 608).

- 5 12. La pila de multicapa (600) de cualquier reivindicación anterior, que además comprende una capa de base (603) entre el sustrato (602) y la capa de drenaje (604).
13. Un acristalamiento para un vehículo aéreo, que comprende la pila de multicapa (500, 600) de cualquier reivindicación anterior, en donde la capa de drenaje (504, 604) está configurada para ser conectada a tierra al vehículo aéreo.
- 10 14. El acristalamiento de la reivindicación 13, en el que el sustrato (502, 602) tiene un segundo lado opuesto a un primer lado, estando el segundo lado configurado mirando hacia el exterior del vehículo aéreo.
- 15 15. El acristalamiento de las reivindicaciones 13 o 14, en el que el sustrato (502, 602) tiene un segundo lado opuesto a un primer lado, y la capa de drenaje (504, 604) está configurada para ser conectada a tierra al vehículo aéreo con el fin de disipar la carga inducida en un segundo lado del sustrato y reducir la cantidad de carga inducida en la capa de calentamiento (508, 608).

FIG. 1

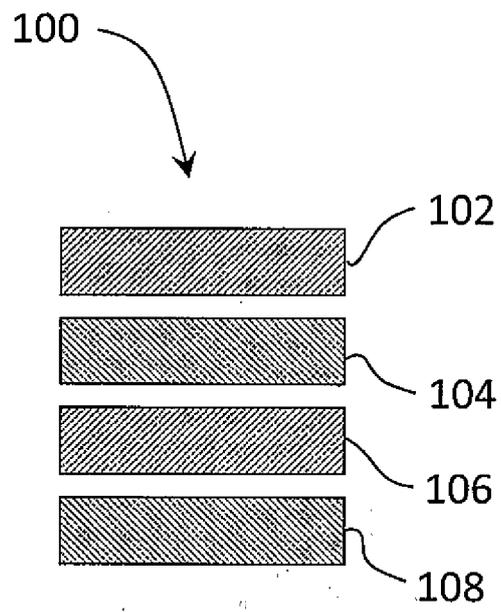


FIG. 2

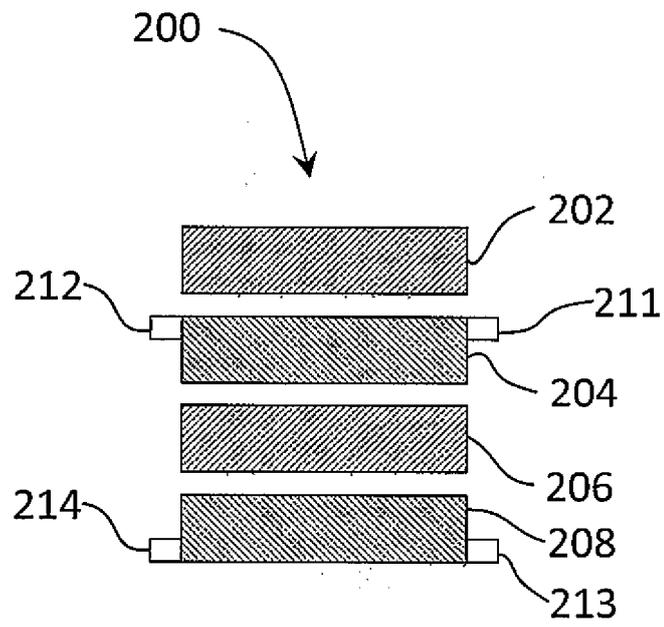


FIG. 3

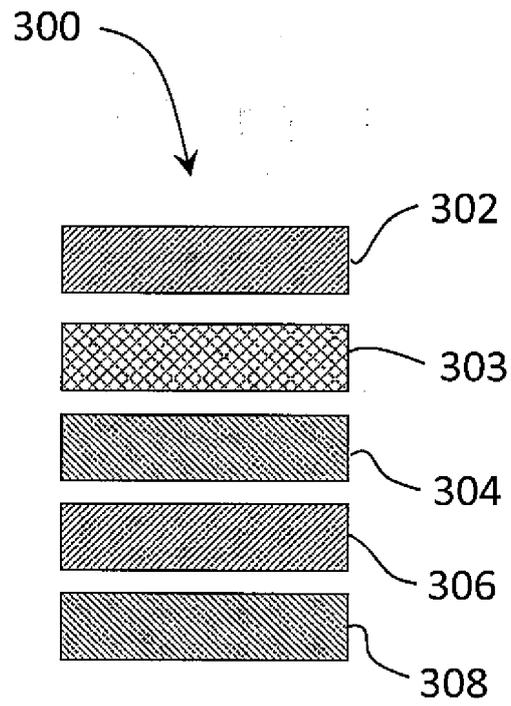


FIG. 4

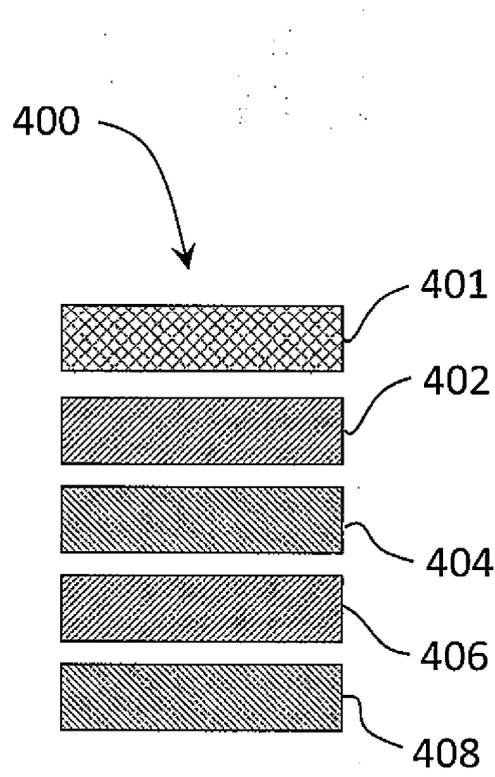


FIG. 5

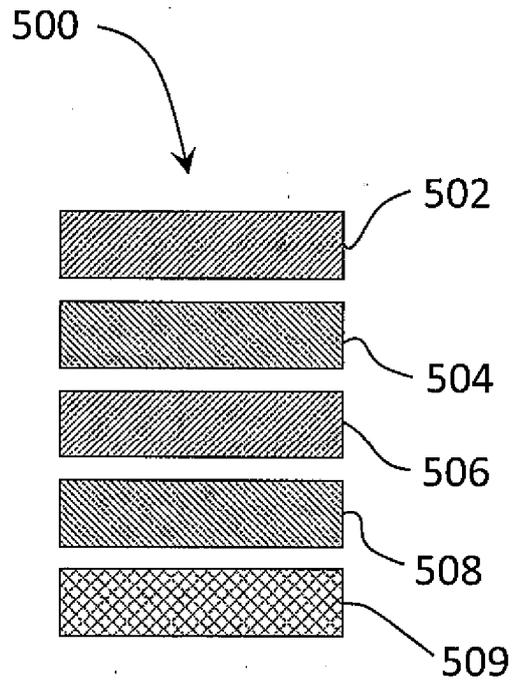


FIG. 6

