

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 885**

51 Int. Cl.:

B32B 27/40 (2006.01)
B64C 1/14 (2006.01)
C08J 7/04 (2010.01)
C03C 17/38 (2006.01)
G02B 1/111 (2015.01)
G02B 1/116 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2015 PCT/US2015/054046**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16160061**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2015 E 15787338 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 3277500**

54 Título: **Sistema de capa superior antiestática tipo revestimiento para doseles y parabrisas de aeronaves**

30 Prioridad:

02.04.2015 US 201514677849

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 817 885 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

Sistema de capa superior antiestática tipo revestimiento para doseles y parabrisas de aeronaves

5 Declaración con respecto a posible preocupación de seguridad nacional

Esta solicitud contiene un objeto de la patente que puede controlarse bajo el US International Traffic in Arms Regulations ("ITAR"), 22 CFR Párr. 120-130. Por lo tanto, esta solicitud debe considerarse por la agencia federal apropiada para la imposición de una orden de secreto.

10

Antecedentes

15 Los polímeros de poliuretano pueden usarse como un recubrimiento para una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, pueden usarse como un recubrimiento para sustratos recubiertos, tales como una transparencia recubierta para una aeronave. Las transparencias de aeronaves (por ejemplo, doseles), y particularmente los doseles de aeronaves furtivas, incluyen, preferentemente, una capa (o capas) de baja resistencia (es decir, alta conductividad eléctrica) para evitar o reducir la acumulación de carga estática y proporcionar atenuación de radar. La carga estática puede acumularse en un dosel como resultado de precipitaciones estáticas y/o golpes de rayos, y puede interferir con diversas funciones de la aeronave. Al incluir una capa (o capas) de baja resistencia, el dosel de una aeronave puede drenar o disipar la electricidad estática y de esta manera evitar o reducir la acumulación de carga estática en el dosel. La capa (o capas) de baja resistencia puede recubrirse con un recubrimiento de alta resistencia (por ejemplo, una capa superior antiestática de poliuretano), siempre que la carga estática pueda transferirse a través de la capa superior orgánica a la capa (o capas) de baja resistencia.

25 Los doseles de aeronaves de reacción modernos, tales como los doseles de aviones de combate furtivos F-22, se hacen típicamente de materiales poliméricos. Dichos materiales son convenientes debido a su peso ligero, alta resistencia y facilidad de moldeo. Sin embargo, la mayoría de los materiales poliméricos no cumplen con los requisitos para aeronaves furtivas, tales como la baja resistencia laminar y la capacidad de soportar condiciones climáticas extremas. Como resultado, se emplean recubrimientos (por ejemplo, recubrimientos orgánicos e inorgánicos) para impartir alta conductividad eléctrica y otras características al dosel.

35 El documento WO 2014/051859 A1 se refiere a una transparencia recubierta que incluye una pila multicapa conductora de la electricidad que tiene una resistencia laminar adecuada para proporcionar atenuación de radar y propiedades antiestáticas o de disipación de estática. La pila multicapa conductora de la electricidad incluye una capa metálica dispuesta entre un par de capas de óxido metálico que incluyen óxido de titanio. Opcionalmente, puede proporcionarse una capa superior sobre la pila multicapa conductora de la electricidad. La capa superior puede formarse a partir de una mezcla de reacción que puede comprender un componente hidrófobo (por ejemplo, compuestos con funcionalidades hidroxilo fluorados) y un componente hidrófilo (por ejemplo, un poliisocianato alifático con funcionalidad poliéter). Opcionalmente, puede colocarse una capa de unión polimérica (específicamente polímero acrílico) entre la pila multicapa conductora de la electricidad y la capa superior. No se describen grosores específicos de la capa de unión y de la capa superior en el mismo. El documento WO2014/143389 A1 describe también una transparencia recubierta similar.

40 Resumen

45 La presente invención se refiere a un sustrato recubierto transparente que incluye: un sustrato seleccionado del dosel de una aeronave, un parabrisas o una ventana; una pila multicapa conductora de la electricidad sobre el sustrato; y un recubrimiento en la pila multicapa conductora de la electricidad, donde el grosor del recubrimiento es de 127 µm (5 mil) a 254 µm (10 mil) y el recubrimiento incluye: una capa de unión conductora y antiestática en la pila multicapa conductora de la electricidad; y una capa superior conductora antiestática en la capa de unión conductora antiestática, donde la capa de unión conductora antiestática se forma a partir de una composición de recubrimiento que incluye un primer poliisocianato alifático hidrófobo, un segundo poliisocianato alifático que incluye una porción hidrófila, un poliéster poliol, un poliol hidrófilo y un poliol fluorado, en donde el grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática es de 63,5 µm (2,5 mil) a 127 µm (5 mil).

55 El grosor del recubrimiento puede ser 127 µm (5 mil) a 203,2 µm (8 mil).

El grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática puede ser 63,5 µm (2,5 mil) a 101,6 µm (4 mil).

60 El grosor del recubrimiento puede ser 152,4 µm (6 mil) a 203,2 µm (8 mil).

El grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática puede ser 76,2 µm (3 mil) a 101,6 µm (4 mil).

65 El grosor de la capa de unión conductora antiestática puede ser al menos 76,2 µm (3 mil).

El grosor de la capa superior conductora antiestática puede ser al menos 76,2 μm (3 mil).

La capa de unión conductora antiestática puede estar sustancialmente libre de polímeros inherentemente

5 conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores y nanotubos de carbono.
La capa superior conductora antiestática puede estar sustancialmente libre de polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores y nanotubos de carbono.

10 El sustrato recubierto puede incluir, además, una capa de unión entre el sustrato y la pila multicapa conductora de la electricidad.

El sustrato recubierto puede incluir, además, una capa base entre la capa de unión y la pila multicapa conductora de la electricidad.

15 El sustrato recubierto puede incluir, además, una capa de imprimación entre la pila multicapa conductora de la electricidad y la capa de unión conductora antiestática.

20 El recubrimiento puede tener una resiliencia de manera que el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 50 % o más larga que la longitud del recubrimiento tal como se formó sustancialmente sin desgarrar el recubrimiento. El recubrimiento puede tener una resiliencia de manera que el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 100 % o más larga que la longitud del recubrimiento tal como se formó sustancialmente sin desgarrar el recubrimiento.

25 El recubrimiento puede tener una resiliencia de manera que el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 200 % o más larga que la longitud del recubrimiento tal como se formó sustancialmente sin desgarrar el recubrimiento.

El segundo poliisocianato alifático puede incluir, además, una porción hidrófoba.

30 La porción hidrófoba del segundo poliisocianato alifático puede incluir un resto de diisocianato de isoforona o un derivado de este.

La porción hidrófila del segundo poliisocianato alifático puede incluir una cadena de poliéter.

El segundo poliisocianato alifático puede incluir una cadena de poliéter unida a un trímero de diisocianato de isoforona.

35 El primer poliisocianato alifático hidrófobo puede tener una funcionalidad isocianato en un intervalo de 3,0 a 4,2.

40 El primer poliisocianato alifático hidrófobo puede seleccionarse del grupo que consiste en poliisocianatos a base de biuret, poliisocianatos a base de anillos de isocianurato y sus combinaciones. Una relación en peso del primer poliisocianato alifático con respecto al segundo poliisocianato alifático puede estar en un intervalo de aproximadamente 95:5 a aproximadamente 85:15.

Breve descripción de las figuras

45 Estas y otras características de modalidades de la presente descripción se comprenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere junto con las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es una vista en sección transversal despiezada de una modalidad de un sustrato recubierto que incluye una capa de unión conductora antiestática y una capa superior conductora antiestática;

50 La Figura 2 es una vista en sección transversal despiezada de un sustrato recubierto de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

55 La Figura 3 es una vista en sección transversal despiezada de una porción de una pila multicapa conductora de la electricidad de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

La Figura 4 es una vista en sección transversal despiezada de otra porción de una pila multicapa conductora de la electricidad de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

60 La Figura 5 es una vista en sección transversal despiezada de una pila multicapa conductora de la electricidad de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

La Figura 6 es una vista en sección transversal despiezada de un sustrato recubierto de acuerdo con otra modalidad de la presente descripción;

65 La Figura 7 es una vista en sección transversal despiezada de un sustrato recubierto de acuerdo con otra modalidad de la presente descripción; y

La Figura 8 es una vista en sección transversal despiezada de un sustrato recubierto de acuerdo con otra modalidad de la presente descripción.

Descripción detallada

5 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones, diversas capas se describen como que están "en", "sobre" o "colocada sobre" una o más capas adicionales. Este lenguaje indica simplemente las posiciones relativas de las capas. Por lo tanto, en algunas modalidades, dos capas están literalmente una al lado de la otra, mientras que en otras modalidades, las mismas dos capas se separan por una o más capas adicionales. En cada caso, una de las dos capas se considera que está "en", "sobre" o "colocada sobre" la otra capa. Además, "en" o "sobre" puede significar "debajo". Por ejemplo, una capa que está "en" o "sobre" otra capa también puede considerarse "debajo" de la otra capa, en dependencia del punto de vista.

10 Como se usa en la presente, el término "sustrato recubierto" o "transparencia recubierta" se refiere a un sustrato o transparencia que se ha protegido (por ejemplo, recubierto) con una o más capas en el sustrato. El sustrato o la transparencia pueden hacerse de vidrio o plástico, recubierto o sin recubrir, y pueden formar una ventana o el parabrisas de un automóvil, aeronave, barco, edificio o cualquier otro vehículo o estructura adecuada.

15 Aspectos de las modalidades de la presente descripción se dirigen hacia un recubrimiento que es duro, duradero y resistente a la intemperie, pero que todavía es dúctil y flexible. La Figura 1 es una vista en sección transversal que muestra una modalidad de un sustrato recubierto 100 que incluye un sustrato 10, una pila multicapa conductora de la electricidad 120 en el sustrato y un recubrimiento 103 en la pila multicapa conductora de la electricidad. El recubrimiento incluye una capa de unión conductora antiestática 107 en la pila multicapa conductora de la electricidad y una capa superior conductora antiestática 105 en la capa de unión conductora antiestática. De acuerdo con la presente invención, el grosor del recubrimiento (por ejemplo, un grosor total de la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática) es 127 a 254 μm (5 a 10 mil). El recubrimiento puede ser un recubrimiento de tipo revestimiento. Como se usa en la presente, la declaración "recubrimiento de tipo revestimiento" se refiere a un recubrimiento que tiene un grosor de al menos 127 μm (5 mil) (por ejemplo, un grosor de 127 a 254 μm (5 a 10 mil)) y una resiliencia de manera que el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 50 % o más larga que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o agrietarse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas). En algunas modalidades, el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 100 % o más larga (por ejemplo, 100 % al 300 %) que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o agrietarse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas). En algunas modalidades, el recubrimiento puede estirarse a una longitud 200 % o más larga (por ejemplo, 200 % a 300 %) que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o agrietarse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas).

20 Modalidades de la capa de unión conductora antiestática incluyen un poliuretano y son altamente resilientes. La capa de unión conductora antiestática funciona como un amortiguador de impactos (por ejemplo, impactos de alta energía) de gotas de lluvia en una prueba de erosión por lluvia. Las propiedades de resistencia a la erosión por lluvia de modalidades del sustrato recubierto, que incluye la capa de unión conductora antiestática, se mejoran significativamente en comparación con los sustratos recubiertos que no incluyen la capa de unión conductora antiestática, pero que de cualquier otra manera son iguales. Por ejemplo, un sustrato recubierto que incluye el sustrato (por ejemplo, un sustrato acrílico), la pila multicapa conductora de la electricidad en el sustrato y la capa superior conductora antiestática en la pila multicapa conductora de la electricidad, pero que no incluye la capa de unión conductora antiestática, muestra un rendimiento significativamente comprometido en una prueba de erosión por lluvia a 885 km/h (550 mph) y 925 km/h (575 mph). Además, un recubrimiento que incluye una capa superior conductora antiestática preparada mediante el uso de un recubrimiento de flujo único no tiene una resistencia adecuada a la erosión por lluvia (por ejemplo, no pasa la prueba de erosión por lluvia a 885 km/h (550 mph) y 925 km/h (575 mph)) y/o aspectos cosméticos. Como se usa en la presente descripción, el término "flujo único" se refiere a un recubrimiento formado mediante el uso de una única aplicación y curado del recubrimiento. Por ejemplo, un recubrimiento que incluye la capa superior conductora antiestática, pero no la capa de unión conductora antiestática, no se ha preparado para ser muy grueso (por ejemplo, más grueso que 127 μm (5 mil) o 152,4 μm (6 mil)), conductor cosméticamente aceptable, y/o tener una resistencia a la erosión por lluvia adecuada mediante el uso de un recubrimiento de flujo único debido a las altas viscosidades de la composición de recubrimiento para formar la capa superior conductora antiestática. El sustrato recubierto de las modalidades de la presente descripción (por ejemplo, el recubrimiento que incluye la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática) proporciona propiedades de resistencia a la erosión por lluvia significativamente mejoradas en comparación con los sustratos recubiertos que incluyen la capa superior conductora antiestática, pero no incluyen la capa de unión conductora antiestática.

25 Modalidades del sustrato recubierto proporcionan una resistencia adecuada a la erosión por lluvia (por ejemplo, el sustrato recubierto pasa la prueba de erosión por lluvia a 885 km/h (550 mph) y 925 km/h (575 mph)) por medio de una capa superior conductora antiestática relativamente gruesa y resiliente. Al incluir tanto la capa de unión conductora antiestática como la capa superior conductora antiestática, puede hacerse que el recubrimiento tenga un grosor de al menos 127 m (5 mil) y que tenga una resiliencia de manera que el recubrimiento pueda estirarse hasta una longitud 50 % o más larga

que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o romperse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas), y en algunas modalidades, el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 100 % o más larga (por ejemplo, 100 % a 300 %) que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o agrietarse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas). En algunas modalidades, el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 200 % o más larga (por ejemplo, 200 % a 300 %) que la longitud tal como se formó (la longitud inicial, sin estirar) del recubrimiento sustancialmente sin romperse (por ejemplo, sustancialmente sin desgarrarse o agrietarse o sin desgarrarse o separarse en dos porciones separadas). Si bien la presente descripción no está limitada por ningún mecanismo o teoría en particular, se cree que debido a la resiliencia de las modalidades del recubrimiento que incluye la capa de unión conductora antiestática, la exposición prolongada en la QUV y las pruebas de humedad no degradan significativamente la adhesión y las propiedades de resistencia a la erosión por lluvia del sustrato recubierto.

El grosor total de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática juntas (el grosor combinado de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática) es de 127 a 254 μm (5 a 10 mil), 152,4 a 254 μm (6 a 10 mil), 127 a 203,2 μm (5 a 8 mil), 127 a 177,8 μm (5 a 7 mil) o 152,4 a 203,2 μm (6 a 8 mil). Cuando el recubrimiento tiene un grosor de al menos 127 μm (5 mil) (el grosor combinado de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática es de al menos 127 μm (5 mil)) se espera que el recubrimiento exhiba propiedades de tipo revestimiento (o tipo de propiedades de revestimiento) y un buen rendimiento a la erosión por lluvia a 925 km/h (575 mph). La capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática tienen cada una un grosor de 63,5 a 127 μm (2,5 a 5 mil). La capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática pueden tener cada una un grosor de 63,5 a 101,6 μm (2,5 a 4 mil) o 76,2 a 101,6 μm (3 a 4 mil). En algunas modalidades, la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática tienen cada una un grosor de 65 a 70 μm (2,56 a 2,76 mil). En otras modalidades, la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática tienen cada una un grosor de al menos 76,2 μm (3 mil) (por ejemplo, al menos 76,2 μm (3 mil) a 127 μm (5 mil)). En aún otras modalidades, la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática tienen cada una un grosor de 101,6 μm (4 mil) para tener un grosor combinado de 203,2 μm (8 mil).

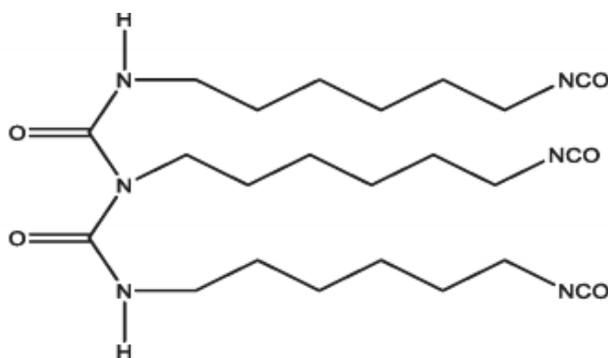
Modalidades de la capa de unión conductora antiestática son gruesas, resilientes y mejoran el rendimiento del sustrato recubierto en la prueba de erosión por lluvia a 925 km/h (575 mph). Cuando el sustrato recubierto incluye la capa de unión conductora antiestática gruesa (por ejemplo, al menos 127 μm (5 mil)) y resiliente, y una capa superior conductora antiestática gruesa y resiliente en la pila multicapa conductora de la electricidad en el sustrato (por ejemplo, un sustrato acrílico estirado), el sustrato recubierto exhibe buenos resultados de prueba de abrasión Bayer, QUV, vapor, humedad, erosión por lluvia, lluvia ácida, niebla salina y productos químicos/solventes junto con buenas capacidades de disipación de carga estática p. Las modalidades de la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática también tienen propiedades antiestáticas que permiten el paso de carga estática a través de la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática hacia la pila multicapa conductora de la electricidad para la disipación. Por ejemplo, la disipación de la carga estática p puede realizarse principalmente por la pila multicapa conductora de la electricidad (por ejemplo, mediante una capa metálica de la pila multicapa conductora de la electricidad). De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, la carga estática p (u otra carga eléctrica) pasa a través de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática (y a través de cualquier capa intermedia entre la capa superior conductora antiestática y la pila multicapa conductora de la electricidad) a la capa metálica de la pila multicapa conductora de la electricidad (por ejemplo, una capa de oro) y la carga estática p (u otra carga eléctrica) se disipa por la capa metálica (por ejemplo, la capa de oro) para reducir la cantidad de carga eléctrica (por ejemplo, carga estática p) en una superficie del sustrato recubierto.

La capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática pueden formarse cada una independientemente a partir de una composición de recubrimiento capaz de formar un recubrimiento que proporcione disipación de carga estática p y que tenga buena resistencia a la intemperie y buena resistencia a la lluvia ácida, productos químicos (por ejemplo, solventes), niebla salina, abrasión y erosión por lluvia. De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática, pueden formarse cada una independientemente a partir de una composición de recubrimiento que incluye un primer poliisocianato alifático hidrófobo, un segundo poliisocianato alifático que incluye una porción hidrófila, un poliéster polioliol, un polioliol fluorado y un alcohol fluorado. La composición de recubrimiento para formar la capa de unión conductora antiestática incluye, además, sales reactivas (por ejemplo, sales de amonio cuaternario). Las sales reactivas incluidas en la capa de unión conductora antiestática mejoran la conductividad de la capa de unión conductora antiestática. La composición de recubrimiento para formar la capa de unión conductora antiestática y la composición de recubrimiento para formar la capa superior conductora antiestática pueden hacerse reaccionar cada una para formar un recubrimiento que incluye un polímero de poliuretano. Por lo tanto, como se describe en la presente descripción, el recubrimiento puede incluir los diversos componentes de la composición de recubrimiento en sus formas reaccionadas o sin reaccionar, por ejemplo, el primer isocianato alifático hidrófobo y el poliéster polioliol pueden incluirse en el recubrimiento en sus formas reaccionadas (por ejemplo, como monómeros en un enlace de polímero de uretano o carbamato). Los componentes o porciones hidrófobas descritas en la presente descripción protegen modalidades del sustrato recubierto de la luz ultravioleta y la humedad y mejoran la resistencia química de la capa de unión conductora antiestática para resistir las técnicas normales de lavado a mano que se encuentran en la producción y la aplicación de recubrimiento por flujo de la capa superior conductora antiestática. Los

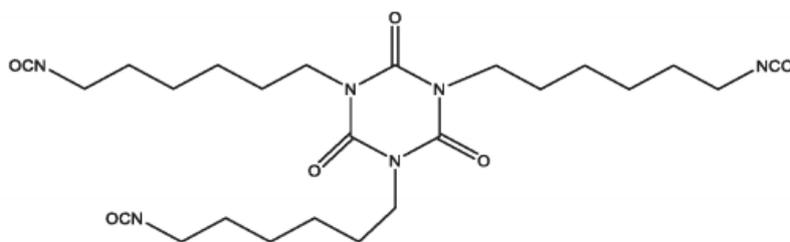
componentes o porciones hidrófilas descritas en la presente descripción promueven la disipación de carga estática.

Puede usarse una variedad de isocianatos y poliisocianatos (tales como isocianatos monoméricos y oligoméricos difuncionales, polifuncionales, aromáticos, alifáticos) en la composición de recubrimiento para formar recubrimientos de poliuretano. Los isocianatos alifáticos tienen buena estabilidad hidrolítica y resistencia a la radiación UV. Ejemplos no limitantes de diisocianatos alifáticos monoméricos incluyen diisocianato de hexametileno, bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno) y diisocianato de isoforona. Los diisocianatos alifáticos monoméricos pueden usarse para preparar aductos de poliisocianato, prepolímeros y poliuretanos termoplásticos ("TPU"). Por ejemplo, los diisocianatos alifáticos monoméricos pueden usarse para preparar poliisocianatos a base de biuret (por ejemplo, poliisocianatos que incluyen el grupo funcional $-(HN-CO-)_2N$), poliisocianatos a base de anillo de isocianurato (por ejemplo, trímeros de diisocianato de isoforona) y otros oligómeros de poliisocianatos. Más específicamente, el diisocianato de hexametileno (HDI) puede usarse para preparar el biuret a base de HDI que se muestra en la Estructura 1 más abajo o el trímero a base de HDI que incluye un anillo de isocianurato que se muestra en la Estructura 2 más abajo. El diisocianato de isoforona (IPDI) puede usarse para preparar el trímero a base de IPDI que se muestra en la Estructura 3 más abajo, que es un poliisocianato a base de anillo de isocianurato. Los trímeros de HDI que incluyen un anillo de isocianurato tienen una viscosidad mucho menor que los biurets a base de HDI. Los trímeros de IPDI tienen una menor reactividad que los trímeros de HDI.

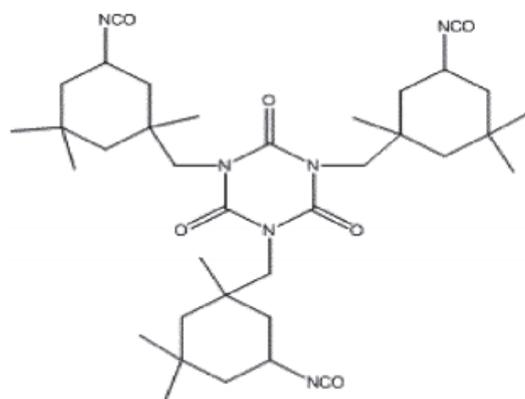
[Estructura 1]



[Estructura 2]



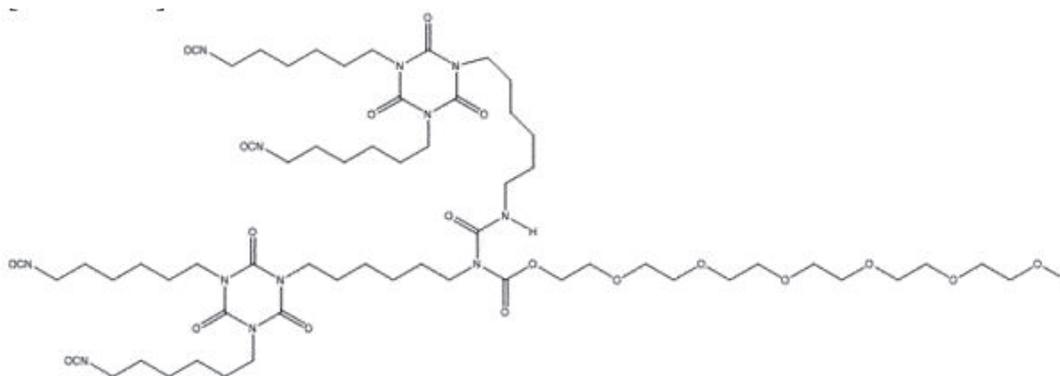
[Estructura 3]



De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, el primer poliisocianato alifático puede ser uno o más de un poliisocianato a base de biuret, un poliisocianato a base de anillo de isocianurato o un oligómero de diisocianato de isoforona. Por ejemplo, el primer poliisocianato alifático puede incluir uno o más del biuret a base de HDI que se muestra

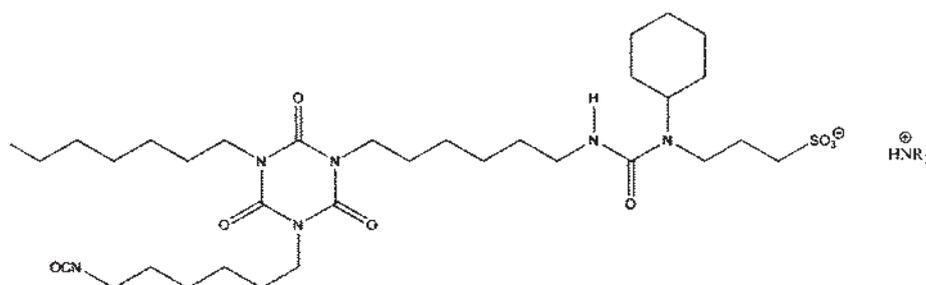
Un ejemplo de un poliisocianato a base de alofonato de HDI modificado con poliéter se muestra en la Estructura 5 más abajo, que es más hidrófobo que los poliisocianatos a base de trímero de HDI modificado con poliéter (no iónico) descritos anteriormente, y tiene una mayor funcionalidad NCO. Ejemplos de la composición de recubrimiento que incluye un poliisocianato a base de alofonato de HDI modificado con poliéter como el segundo poliisocianato alifático formaron recubrimientos que tienen una durabilidad y resistencia de película mejoradas, pero los recubrimientos exhibieron una disipación de carga estática reducida, particularmente a -40°C (-40°F). En consecuencia, aunque estos poliisocianatos pueden usarse como el segundo poliisocianato alifático, otros poliisocianatos pueden proporcionar una mejor disipación de carga.

[Estructura 5]



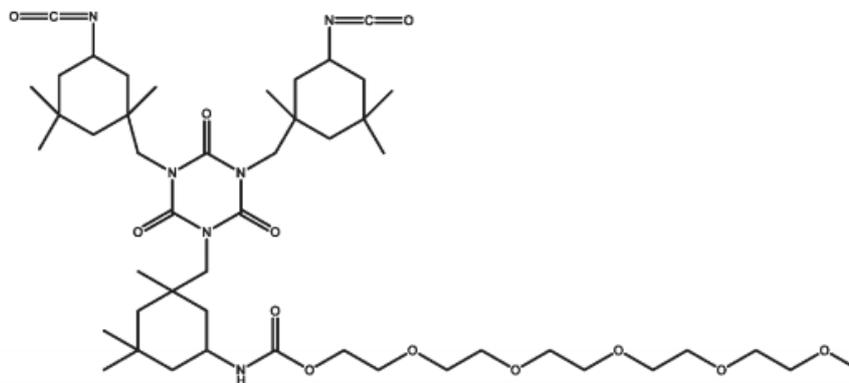
Un ejemplo de un poliisocianato de HDI modificado con ácido aminosulfónico iónico se muestra en la Estructura 6 más abajo, que tiene una alta funcionalidad NCO. Los poliisocianatos de HDI modificados con ácido aminosulfónico iónico (CAPS) están disponibles comercialmente en Bayer Material Science como BAYHYDUR® XP2547, BAYHYDUR® XP2487/1 y BAYHYDUR® XP 2655. Ejemplos de la composición de recubrimiento que incluye un poliisocianato de HDI modificado con ácido aminosulfónico iónico como el segundo poliisocianato alifático formaron recubrimientos que tienen buena resistencia a los productos químicos (por ejemplo, solvente), pero los recubrimientos mostraron una mejora mínima en las propiedades antiestáticas. En consecuencia, aunque estos poliisocianatos pueden usarse como el segundo poliisocianato alifático, otros poliisocianatos pueden proporcionar mejores propiedades antiestáticas.

[Estructura 6]



En algunas modalidades, el segundo poliisocianato alifático incluye un trímero de IPDI modificado con poliéter, que incluye una cadena de poliéter unida a un trímero de diisocianato de isoforona. Un ejemplo de un poliisocianato a base de trímero de IPDI modificado con poliéter se muestra en la Estructura 7 más abajo. Ejemplos de la composición de recubrimiento que incluye un poliisocianato a base de trímero de IPDI modificado con poliéter como el segundo poliisocianato alifático formaron inesperadamente recubrimientos que tienen buena integridad de película, así como también buenas propiedades de disipación de carga estática. Un ejemplo comercial de un poliisocianato a base de un trímero de IPDI modificado con poliéter es BAYHYDUR® 401-70, que tiene una T_g de aproximadamente 30°C , forma recubrimientos que tienen un tiempo hasta libre de adherencia mejorado (es decir, un tiempo más corto hasta volverse libre de adherencia), adherencia superficial reducida y propiedades antiestáticas mejoradas. Sin embargo, cuando se incluyen cantidades excesivas de poliisocianato a base de trímero de IPDI modificado con poliéter en la composición de recubrimiento como el segundo isocianato alifático, el recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento presenta una resistencia reducida a la erosión por lluvia, una mayor sensibilidad a la humedad y una resistencia a la abrasión Bayer reducida. En consecuencia, en algunas modalidades, una relación en peso del primer poliisocianato alifático hidrófobo con respecto al segundo poliisocianato alifático está en un intervalo de 95:5 a 85:15, tal como, por ejemplo, una relación de 95:5, 92:8, 90:10, 87:13 u 85:15.

[Estructura 7]



5

10

15

20 De acuerdo con la presente invención, la composición de recubrimiento incluye, además, un poliéster poliol. Por ejemplo, el poliéster poliol puede ser un compuesto alifático que tiene de 2 a 4 grupos hidroxilo o una mezcla de compuestos alifáticos que tienen un promedio de 2 a 4 grupos hidroxilo. El poliéster poliol puede proporcionar reticulación y resiliencia a un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento. Ejemplos no limitantes del poliéster poliol incluyen polioles y dioles de policaprolactona. Por ejemplo, el poliéster poliol puede ser un poliol de policaprolactona, diol de policaprolactona, o una mezcla de estos que tiene un peso molecular promedio en peso en un intervalo de 300 a 5000 g/mol, por ejemplo, 500 a 1500 g/mol, y en algunas modalidades, aproximadamente 1000 g/mol.

25

30

35

40

Los polioles y dioles de policaprolactona pueden prepararse mediante el uso de polimerización por apertura de anillo en condiciones suaves que dan como resultado una polimerización bien controlada que da como resultado ninguno o pocos subproductos (por ejemplo, agua). Los polioles y dioles de policaprolactona preparados mediante el uso de polimerización por apertura de anillo tienen valores ácidos bajos, funcionalidad altamente definida, índices de polidispersión bajos y pueden prepararse con una reproducibilidad muy alta. Los polioles y dioles de policaprolactona también pueden prepararse con bajos niveles de impurezas, son no tóxicos y biodegradables, y tienen alta flexibilidad a bajas temperaturas, buena estabilidad hidrolítica, buena resistencia al desgarro, reactividad consistente y baja viscosidad (en comparación con otros polioles). La alta flexibilidad y la buena resistencia al desgarro de los polioles y dioles de policaprolactona pueden impartir resiliencia a un recubrimiento formado a partir de una composición de recubrimiento que incluye un poliol de policaprolactona y/o diol de policaprolactona. Los recubrimientos que tienen una resiliencia mejorada exhiben propiedades mejoradas de abrasión Bayer (descritas con más detalle más abajo) y resistencia a la erosión por lluvia. Adicionalmente, la baja viscosidad de los polioles y dioles de policaprolactona es beneficiosa para las composiciones de recubrimiento que tienen un alto contenido de sólidos. En algunas modalidades, el poliéster poliol incluye un poliol de policaprolactona, un diol de policaprolactona o una mezcla de estos.

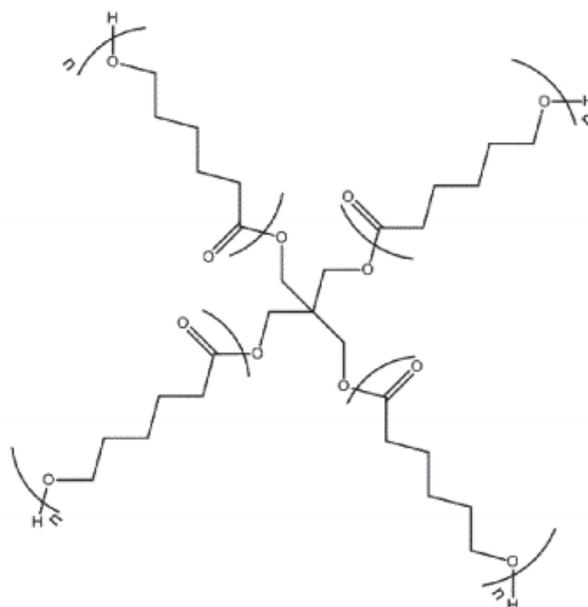
45

50

55

En algunas modalidades, el poliéster poliol es un poliol de policaprolactona que incluye cuatro grupos hidroxilo. Por ejemplo, el poliéster poliol puede ser un poliol de policaprolactona que incluye cuatro cadenas de policaprolactona. En algunas modalidades, cada una de las cadenas de policaprolactona incluye uno de los cuatro grupos hidroxilo en un extremo terminal de la cadena de policaprolactona. Un ejemplo del poliéster poliol (por ejemplo, un poliol de policaprolactona) se muestra en la Estructura 8 más abajo. En el poliéster poliol mostrado como Estructura 8, n puede estar en un intervalo de 1 a 6, tal como en un intervalo de 2 a 4. Por ejemplo, en el poliéster poliol mostrado como Estructura 8, n puede tener un valor promedio de 2. Cuando el poliéster poliol es un poliol de policaprolactona que incluye cuatro cadenas de policaprolactona que incluyen un grupo hidroxilo en un extremo terminal de cada cadena de policaprolactona, la composición de recubrimiento puede formar un recubrimiento que tiene una densidad de reticulación mejorada, lo que a su vez mejora la resistencia del recubrimiento a la niebla salina y SO₂, productos químicos (por ejemplo, solventes) y ácidos inorgánicos (por ejemplo, ácido sulfúrico y ácido nítrico). Adicionalmente, el recubrimiento resultante aún puede tener una flexibilidad adecuada debido a la presencia de las unidades de caprolactona (por ejemplo, 1 a 6 unidades de caprolactona) en cada una de las cuatro cadenas.

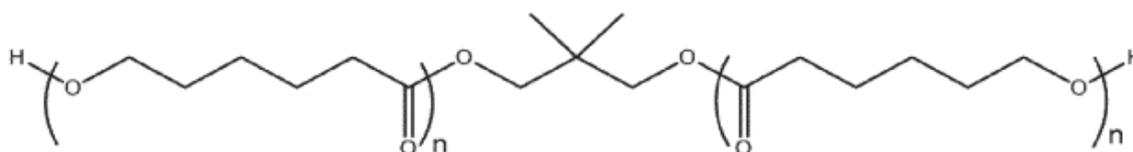
[Estructura 8]



En algunas modalidades, el poliéster polioli es un poliéster dioli. El poliéster dioli puede ser un dioli 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 conectarse mediante una cadena principal de policaprolactona. Un ejemplo del poliéster polioli (por ejemplo, un dioli de policaprolactona) se muestra como Estructura 9 más abajo. En el poliéster dioli mostrado como Estructura 9, n puede estar en un intervalo de 1 a 8, tal como en un intervalo de 2 a 6. Por ejemplo, en el poliéster polioli mostrado como Estructura 9, n puede tener un valor promedio de 4.

Cuando la composición de recubrimiento incluye un poliéster polioli, tal como un dioli de policaprolactona, un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento tiene una resiliencia mejorada. Por ejemplo, la cadena principal de policaprolactona relativamente larga entre los grupos hidroxilo puede proporcionar al recubrimiento una mayor resiliencia. Modalidades de ejemplo del recubrimiento preparado sin el poliéster dioli, pero que incluyen otro poliéster polioli, exhibieron resistencia a la abrasión Bayer (descrita con más detalle más abajo) después de 600 impactos de aproximadamente 3 a 4 %, mientras que modalidades de ejemplo del recubrimiento preparado con el poliéster dioli exhibieron resistencia a la abrasión Bayer de menos de 1 % después de 600 impactos. La inclusión del poliéster dioli en la composición de recubrimiento en exceso aumenta la adherencia de los recubrimientos formados a partir de la composición de recubrimiento y reduce la resistencia a los productos químicos (por ejemplo, solvente) del recubrimiento. En consecuencia, en algunas modalidades, el poliéster polioli y el poliéster dioli están presentes en la composición de recubrimiento en una relación en peso de 95:5 a 50:50, por ejemplo, en una relación en peso 75:25. Los ejemplos no limitantes disponibles comercialmente del poliéster polioli y el poliéster dioli incluyen Capa™ 2101, Capa™ 3031, Capa™ 3041 y Capa™ 4101, cada uno de los cuales está disponible en Perstop Group, Perstop, Suecia.

[Estructura 9]



En algunas modalidades, la composición de recubrimiento incluye, además, un alcohol fluorado. Por ejemplo, el alcohol fluorado puede tener un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo). Al tener un grupo reactivo, el alcohol fluorado puede ser un compuesto fluorado migratorio capaz de migrar a una superficie de la composición de recubrimiento durante la formación (por ejemplo, reacción o curado) del recubrimiento. Si bien no se conoce completamente el alcance de la migración del primer compuesto fluorado (por ejemplo, el compuesto fluorado migratorio), basado en la resistencia a los ácidos del recubrimiento formado a partir de la composición y al ángulo de contacto de agua observado en el recubrimiento, se cree que al menos parte del alcohol fluorado (por ejemplo, el compuesto fluorado migratorio) migra a la superficie de la composición de recubrimiento (por ejemplo, la superficie de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento).

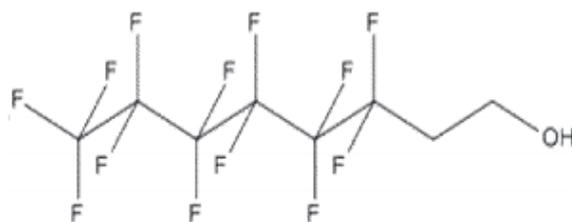
Se cree que la migración del alcohol fluorado a la superficie de la composición de recubrimiento (o la superficie del recubrimiento) mejora la hidrofobicidad superficial del recubrimiento resultante y aumenta la resistencia del recubrimiento a la lluvia ácida y la humedad. En algunas modalidades, el 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 en peso en un intervalo de aproximadamente 300 g/mol a aproximadamente 400 g/mol, tal como un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 364 g/mol. El alcohol fluorado puede incluir una cadena de carbono perfluorada y un grupo hidroxilo. El alcohol fluorado puede incluir, además, un grupo de enlace entre la cadena de carbono perfluorada y el grupo hidroxilo. Ejemplos no limitantes del grupo de enlace incluyen grupos alquileo, tales como grupos etileno, propileno y vinileno, y grupos sulfonamida.

De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento puede incluir el alcohol fluorado en una superficie del recubrimiento. Al incluir el alcohol fluorado en una superficie del recubrimiento, se incrementa la hidrofobicidad y la resistencia a los ácidos de la superficie del recubrimiento, lo que aumenta de esta manera la resistencia a la corrosión del recubrimiento. La presencia del alcohol fluorado en una superficie de la composición de recubrimiento (o el recubrimiento) aumenta, además, la resistencia a la corrosión de un sustrato recubierto que incluye la composición de recubrimiento, por ejemplo, como un recubrimiento. El alcohol fluorado puede incluirse en la composición de recubrimiento en una cantidad en un intervalo de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 5 % en peso, por ejemplo, 1 % en peso, basado en el peso total del contenido de sólidos de la composición de recubrimiento.

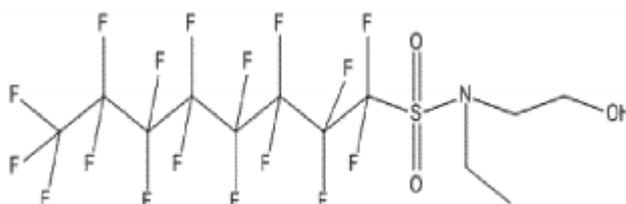
En algunas modalidades, el alcohol fluorado es un compuesto parcialmente fluorado que incluye un grupo hidroxilo. Por ejemplo, en ciertas porciones del compuesto, la mayoría o la totalidad de los átomos de hidrógeno pueden reemplazarse con átomos de flúor, mientras que otras porciones del compuesto pueden incluir hidrógeno unido al carbono. En otras modalidades, el alcohol fluorado es un compuesto perfluorado que incluye una cadena principal de carbono perfluorada y un grupo hidroxilo. Como entenderían los expertos en la técnica, un compuesto (o cadena) "perfluorado" es un compuesto (o cadena) en el que todos los átomos de hidrógeno unidos a átomos de carbono se reemplazan con átomos de flúor. El alcohol fluorado puede tener una cadena principal de carbono que tiene de 1 a 20 átomos de carbono.

Ejemplos no limitantes del alcohol fluorado incluyen compuestos alifáticos perfluorados o parcialmente fluorados. Por ejemplo, pueden usarse compuestos alifáticos perfluorados disponibles comercialmente y/o soluciones de compuestos alifáticos perfluorados tales como, por ejemplo, N-etil-N-(2-hidroxietil)perfluorooctilsulfonamida (por ejemplo, FLUORAD™ FC-10; disponible de 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) (cada uno disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware). ZONYL® es una marca registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company. Los ejemplos del alcohol fluorado incluyen las Estructuras 10 y 11 más abajo:

[Estructura 10]



[Estructura 11]



De acuerdo con la presente invención, la composición de recubrimiento incluye, además, un poliol fluorado. El poliol fluorado puede ser un compuesto que tiene una cadena principal de carbono con 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 reactivos, el poliol fluorado puede reaccionar para formar una red tridimensional. Por el contrario al alcohol fluorado, la mayoría del poliol fluorado no migra a una superficie de la composición de recubrimiento (o una superficie de un recubrimiento formado a partir de la composición) y en su lugar se distribuye a través del grosor

de la composición de recubrimiento o recubrimiento (por ejemplo, se distribuye por todo el cuerpo del material de la composición de recubrimiento, o todo el cuerpo del material de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento). El poliol fluorado mejora la hidrofobicidad aparente de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento, lo que mejora de esta manera la resistencia a la lluvia ácida del recubrimiento. Los recubrimientos existentes (por ejemplo, capas superiores), tales como FX-446 (disponible de PPG Industries Inc.), proporcionan cierta resistencia a la lluvia ácida, pero los recubrimientos de acuerdo con las modalidades de la presente descripción que incluyen el poliol fluorado (o un poliol fluorado reaccionado) en el cuerpo del recubrimiento proporcionan una resistencia mejorada a la lluvia ácida en comparación con los recubrimientos existentes.

La inclusión del poliol fluorado provoca que la composición de recubrimiento forme una red polimérica tridimensional. Específicamente, los dos o más grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) del poliol fluorado reaccionan cada uno con otras moléculas de polímero para formar la estructura de red tridimensional. La rigidez de la red polimérica tridimensional formada con el poliol fluorado afecta la resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento. De manera similar, otros componentes de la composición de recubrimiento, tales como los polioles no fluorados (por ejemplo, los poliéster polioles alifáticos), también pueden formar parte de la red tridimensional y contribuir a la resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición. Como un ejemplo, la rigidez de la red tridimensional de la composición está influenciada, en parte, por el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) contenidos en el poliol fluorado. Por lo tanto, el número de grupos funcionales reactivos del poliol fluorado afectará la resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento. De manera similar, el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) incluidos en el poliol no fluorado (por ejemplo, el poliéster poliol) también afectará la resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento.

En general, una mayor densidad de reticulación (que se relaciona directamente con el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) incluidos en cada uno de los componentes de la composición) conduce a una mayor rigidez, una mejor resistencia a los productos químicos y a los solventes, y una menor resistencia a la abrasión. La resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento también está influenciada por el peso molecular, y el tamaño y tipo de la cadena principal de los compuestos fluorados y no fluorados en la composición de recubrimiento. Cuando la composición incluye compuestos que tienen estructuras de cadena principal más rígidas, la composición también será más rígida, mientras que los compuestos que tienen estructuras de cadena principal relativamente más flexibles producirán una composición que tiene relativamente más resiliencia. Para un poliol dado, el aumento del peso molecular del poliol generalmente da como resultado un compuesto que forma recubrimientos que tienen mayor resiliencia, en comparación con los polioles de menor peso molecular correspondientes.

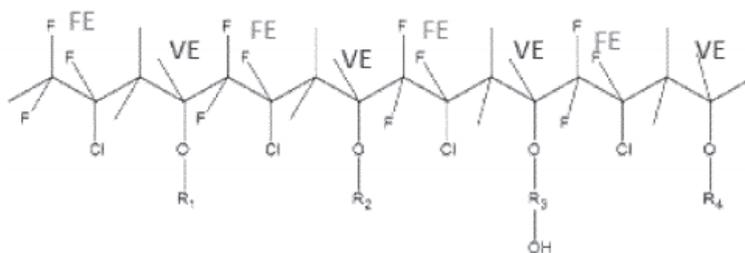
En consecuencia, la resiliencia deseada de la composición puede lograrse al seleccionar apropiadamente el número de grupos funcionales reactivos (por ejemplo, grupos hidroxilo) y pesos moleculares de los compuestos fluorados o los compuestos no fluorados. Por ejemplo, un poliol fluorado que tiene una cadena principal de carbono fluorada y dos grupos funcionales reactivos (por ejemplo, dos grupos hidroxilo) formará una red tridimensional que es más flexible que la red tridimensional formada por un poliol fluorado que tiene una composición química similar, el mismo (o sustancialmente el mismo) peso molecular, y una cadena principal de carbono fluorado y tres grupos reactivos (por ejemplo, tres grupos hidroxilo). De manera similar, un poliol fluorado que tiene tres grupos funcionales reactivos (por ejemplo, tres grupos hidroxilo) formará 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 principal de carbono fluorada, pero cuatro grupos reactivos (por ejemplo, cuatro grupos hidroxilo). El aumento de la flexibilidad de la red tridimensional resultante del uso de un poliol fluorado que tiene dos grupos hidroxilo aumenta la resiliencia de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento. Por lo tanto, en algunas modalidades, la composición de recubrimiento (o recubrimiento) incluye un poliol fluorado bifuncional (por ejemplo, un compuesto que tiene dos grupos hidroxilo), y dichas composiciones de recubrimiento producen recubrimientos que tienen una mayor resiliencia sobre los recubrimientos producidos a partir de composiciones de recubrimiento que incluyen polioles fluorados trifuncionales o tetrafuncionales (por ejemplo, compuestos que tienen tres o cuatro grupos hidroxilo, respectivamente). Los principios descritos anteriormente también son aplicables a otros componentes de la composición de recubrimiento, tales como los compuestos no fluorados. Por ejemplo, la resiliencia conveniente del recubrimiento puede lograrse mediante el uso de una mezcla apropiada de poliéster polioles no fluorados difuncionales y tetrafuncionales en la composición de recubrimiento.

Los ejemplos no limitantes del poliol fluorado incluyen fluoropolímeros y precursores de fluoropolímero, ejemplos de los cuales incluyen, pero no se limitan a, resinas puras disponibles comercialmente y/o soluciones de fluoropolímeros y/o precursores de fluoropolímero tales como LUMIFLON® LF 600X, LUMIFLON® LF 9716, LUMIFLON® LF 9721, LUMIFLON®-910LM y LUMIFLON® LF 916F (disponible de AGC Chemicals Inc., Exton, Pennsylvania); FLUOROLINK® D10-H, FLUOROLINK® E10-H, FLUOROLINK® D, FOMBLIN® ETX, FOMBLIN® MF-402 y FFUOROBASE Z-1030 (cada uno disponible Solvay Solexis, Inc.); y POFYFOX® PF-656 y POFYFOX® PF-7002 (disponible de Omnova Solutions, Fairlawn, Ohio). FUMIFFON® es una marca registrada de Asahi Glass Co., Ftd., FFUOROFINK® es una marca registrada de Solvay Solexis, Inc. FOMBFIN® es una marca registrada de Solvay Fluorati Holding S.P.A, Corporation y POFYFOX® es una marca registrada de Ampac Fine Chemicals EEC.

De los ejemplos anteriores del poliol fluorado, FUMIFFON®-910FM, que es un fluoroetileno vinil éter, mostró la mejor compatibilidad con los otros componentes de la composición de recubrimiento. FUMIFFON®-910FM fue compatible con

los otros componentes de la composición de recubrimiento en un amplio intervalo de cantidades. Los segmentos alternos de fluoroetileno y vinil éter de FUMIFFON®-910FM proporcionan al recubrimiento resultante una buena resistencia a la intemperie. Por ejemplo, los segmentos de fluoroetileno pueden mejorar la durabilidad y la hidrofobicidad del recubrimiento resultante. En consecuencia, en algunas modalidades, el poliol fluorado incluye una cadena principal que incluye fluoroetileno sustituido o no sustituido y segmentos de vinil éter sustituido o no sustituido alternos. Un ejemplo del poliol fluorado se muestra como la Estructura 12 más abajo, en la que "FE" indica una unidad de fluoroetileno que se repite y "VE" indica una unidad de éter de vinilo que se repite. 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]



El poliol fluorado puede incluirse en la composición de recubrimiento en una cantidad en un intervalo de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 35 % en peso, tal como en un intervalo de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, basado en el peso total de los sólidos en la composición de recubrimiento. En algunas modalidades, el poliol fluorado está presente en una cantidad de aproximadamente 20 % en peso basado en el peso total de los sólidos en la composición de recubrimiento. Con 5 % en peso y 10 % en peso del poliol fluorado, existió alguna mejora en la resistencia al ácido del recubrimiento resultante. Con un 15 % en peso y un 20 % en peso del poliol fluorado, el recubrimiento resultante mostró una resistencia sustancialmente mejorada al ácido sulfúrico y al ácido nítrico (por ejemplo, una mezcla 50:50 de ácido sulfúrico y ácido nítrico) en comparación con los recubrimientos existentes, tales como FX-446. El recubrimiento resultante exhibió, además, una mejor adherencia superficial y resistencia al vapor, la humedad y la QUV en comparación con los recubrimientos existentes, tales como FX-446. Inesperadamente, el poliol fluorado no redujo perceptiblemente las propiedades antiestáticas del recubrimiento. Sin embargo, el poliol fluorado si reduce la resistencia a la abrasión Bayer del recubrimiento resultante. Por ejemplo, un ejemplo de la composición de recubrimiento que incluye el 20 % en peso del poliol fluorado (basado en el peso total de los sólidos en la composición de recubrimiento) formó un recubrimiento que exhibió un cambio en la turbidez de 3,5-4,0 % después de 600 impactos de la prueba de abrasión de Bayer (descrita con más detalle más abajo), mientras que un ejemplo de la composición de recubrimiento que no incluía el poliol fluorado exhibió un cambio en la turbidez de aproximadamente 1 % después de 600 impactos de la prueba de abrasión de Bayer.

La composición de recubrimiento descrita en la presente descripción puede formarse al mezclar (o combinar) una mezcla de la Parte A (por ejemplo, un componente base) con una mezcla de la Parte B (por ejemplo, un componente de curado). Por ejemplo, la mezcla de la Parte A y la mezcla de la Parte B pueden mezclarse y curarse para formar una composición (o recubrimiento) duradera que es altamente resistente a la intemperie, resistente a la abrasión, resistente a los ácidos y resistente a productos químicos o solventes. Después de mezclar la mezcla de la Parte A y la mezcla de la Parte B, la composición de recubrimiento resultante puede secarse al aire durante un período de tiempo en un intervalo de 1,5 a 2 horas y después curarse a aproximadamente 93 °C (200 °F) durante un período de tiempo de aproximadamente 5 horas para formar un recubrimiento. Por ejemplo, la composición de recubrimiento (o recubrimiento) puede formar un recubrimiento de poliuretano que tiene propiedades antiestáticas.

La mezcla de la Parte A y la mezcla de la Parte B pueden mezclarse para lograr una relación de grupos isocianato reactivos con respecto a grupos hidroxilo reactivos (por ejemplo, una relación NCO/OH) en un intervalo de 1,05 a 1,5, tal como una relación de aproximadamente 1,3. Una relación NCO/OH de aproximadamente 1,05 dio como resultado un recubrimiento que presentaba una buena resistencia a la abrasión, pero una resistencia a la QUV comprometida (descrita con más detalle más abajo). Una relación NCO/OH de aproximadamente 1,3 dio como resultado un recubrimiento que presentaba buena resistencia a la abrasión, buena resistencia a la QUV y buena resistencia a la erosión por lluvia. Una relación NCO/OH de aproximadamente 1,4 dio como resultado un recubrimiento que presentaba una buena resistencia a la QUV, pero una resistencia a la abrasión más baja y una resistencia a la erosión por lluvia inferior, en comparación con el recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento que tiene una relación NCO/OH de aproximadamente 1,3. Una relación NCO/OH de aproximadamente 1,5 dio como resultado una composición de recubrimiento que tiene una vida útil corta, flujo superficial deficiente y aspectos cosméticos deficientes.

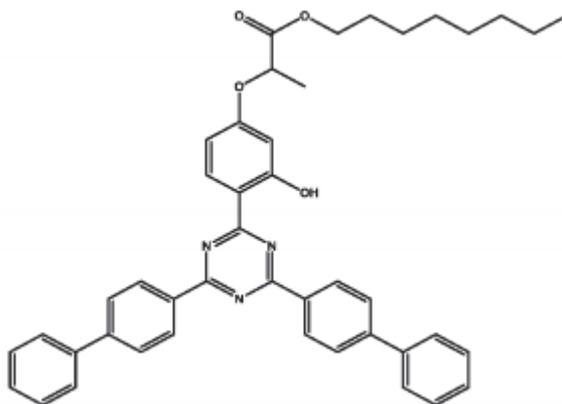
La mezcla de la Parte A puede incluir una mezcla de polioles selectivos, tales como una mezcla de componentes que contienen hidroxilo que tienen diferentes cadenas principales alifáticas, fluoradas y no fluoradas que tienen uno o más grupos reactivos, agentes antiestáticos reactivos y/o migratorios, y absorbentes/estabilizadores UV reactivos y/o

5 migratorios. Por ejemplo, la mezcla de la Parte A puede incluir cualquiera o la totalidad del poliéster poliol (por ejemplo, el primer y/o segundo poliéster poliol), el poliol fluorado, el poliol hidrófilo y el alcohol fluorado. La mezcla de la Parte A puede incluir, además, aditivos, tales como, por ejemplo, un absorbente de luz ultravioleta (UV) migratorio, un absorbente 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 solvente. Sin embargo, la mezcla de la Parte A no necesita contener cada uno de estos componentes. La mezcla de la Parte A puede incluir también aditivos adicionales.

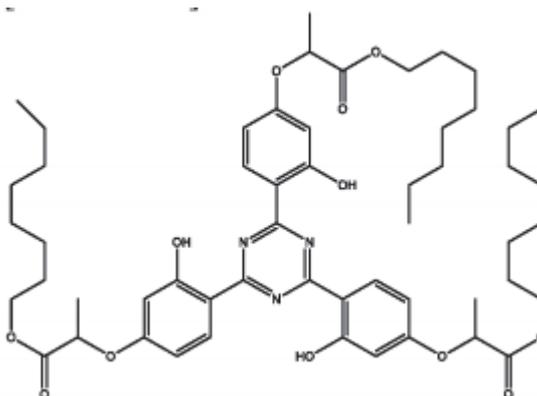
10 Puede incluirse un absorbente de UV migratorio y/o un absorbente de UV reactivo en la composición de recubrimiento para absorber la radiación UVA y UVB incidente al recubrimiento resultante. Los absorbentes de UV aumentan la resistencia del recubrimiento resultante al amarillamiento y/o degradación, y mejoran la durabilidad a largo plazo del recubrimiento en exteriores. El absorbente de UV migratorio y el absorbente de UV reactivo pueden basarse en cualquier absorbente de UV adecuado. El absorbente de UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo) y migra a una superficie de la composición de recubrimiento (o recubrimiento) durante la formación (por ejemplo, curado) de la composición de recubrimiento (o recubrimiento). Al incluir el absorbente de UV migratorio, el recubrimiento incluye una mayor concentración de absorbente de UV en la superficie de la composición que un recubrimiento que no incluye un absorbente de UV migratorio. Tener una mayor concentración de absorbente de UV en la superficie de la composición (o recubrimiento) mejora la vida útil del recubrimiento hecho a partir de la composición. Sin embargo, es conveniente tener también un absorbente de UV en el cuerpo de la composición, ya que tener absorbentes de UV tanto en la superficie de la composición como en la masa de la composición extenderá la vida útil de un recubrimiento hecho a partir de la composición en comparación con un recubrimiento hecho a partir de una composición que solo incluye absorbente de UV en la superficie.

25 Adicionalmente, si los compuestos migran a una superficie de la composición demasiado rápido, la composición puede formar turbidez. Por ejemplo, los absorbentes de UV que no incluyen un grupo hidroxilo (por ejemplo, un grupo hidroxilo reactivo) pueden migrar a la superficie del recubrimiento demasiado rápido y producir turbidez. En consecuencia, en algunas modalidades, la composición de recubrimiento incluye el absorbente de UV migratorio solo en pequeñas cantidades (por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 0,75 % en peso basado en el peso total de los sólidos de la composición de recubrimiento), si está presente. Los absorbentes se muestran como las Estructuras 13-17 más abajo.

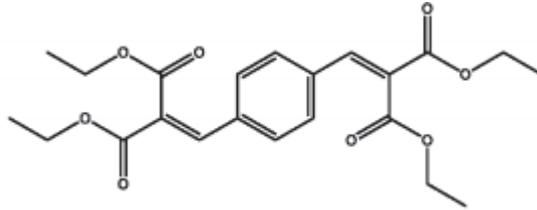
[Estructura 13]



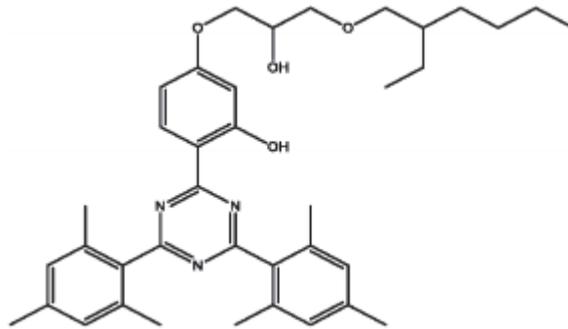
[Estructura 14]



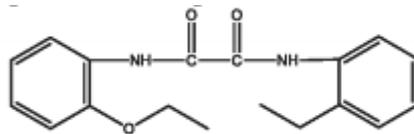
[Estructura 15]



[Estructura 16]

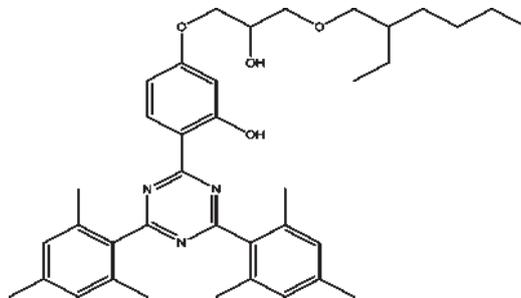


[Estructura 17]

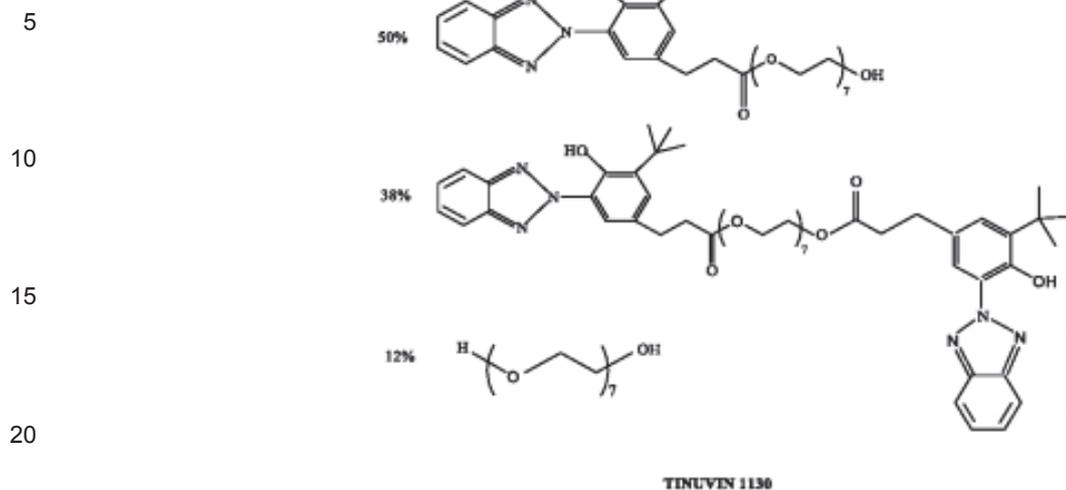


Una composición de recubrimiento de acuerdo con las modalidades de la presente descripción puede incluir un absorbente de UV reactivo así como también, o en lugar de, el absorbente de UV migratorio. El absorbente de UV reactivo puede incluir uno o más grupos funcionales reactivos, tales como un grupo hidroxilo. Al incluir los grupos reactivos, una mayoría del absorbente de UV reactivo no migra a la superficie de la composición de recubrimiento o el recubrimiento resultante y en su lugar se distribuye a través del grosor de la composición de recubrimiento o el recubrimiento resultante (por ejemplo, se distribuye en el cuerpo de la composición de recubrimiento o el recubrimiento resultante). Adicionalmente, si el absorbente de UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la red polimérica tridimensional formada al reaccionar los componentes de la composición. Un ejemplo no limitante del absorbente de UV reactivo se muestra como la Estructura 18 más abajo, y un ejemplo de una mezcla disponible comercialmente de un absorbente de UV migratorio y un absorbente de UV reactivo se muestra como la Estructura 19 más abajo.

[Estructura 18]



[Estructura 19]



25 Los ejemplos no limitantes disponibles comercialmente del absorbente de UV migratorio y el absorbente de UV reactivo incluyen ácido propanoico, 2-[4-[4,6-bis([1,1'-bifenil]-4-il)-1,3,5-triazin-2-il]-3-hidroxifenoxi]-isooctil éster (por ejemplo, TINUVIN® 479), β-[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenilo]-ácido propiónico-poli(etilenglicol) 300 éster, bis(β-[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenil]-ácido propiónico)-poli(etilenglicol) 300 éster (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 β-fenileno-bis(ácido metileno-malónico)tetraetil éster (por ejemplo, HOSTAVIN® B-CAP), 2-etil,2'-etoxi-oxalanilida (por ejemplo, HOSTAVIN® VSU) y ácido propanodioico, 2-[(4-metoxifenil)metileno]-1,3-dimetiléster (por ejemplo, HOSTAVIN® PR-25) (cada uno disponible de Clariant International Ltd.). TINUVIN® es una marca registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca registrada de Hoechst GMBH Corporation.

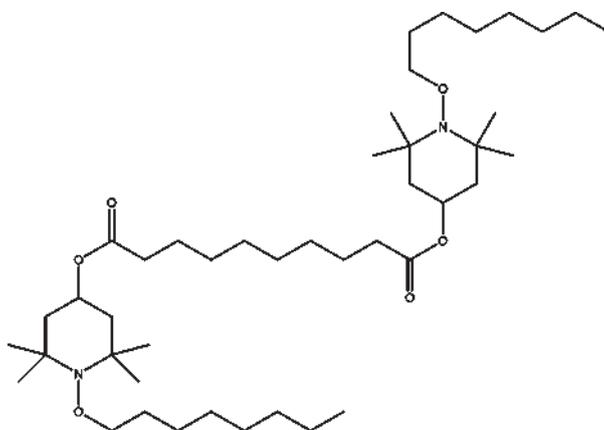
35 Los recubrimientos de ejemplo formados a partir de composiciones de recubrimiento que incluyen el absorbente de UV de acuerdo con la Estructura 18 no exhibieron signos discernibles de formación de turbidez. Se cree que la presencia del grupo hidroxilo de los absorbentes de UV reactivos anteriores evitó (o redujo) la migración de los absorbentes de UV a la superficie del recubrimiento al reaccionar con grupos funcionales de isocianato para formar enlaces de uretano y convertirse en parte de la red tridimensional, lo que evita (o reduce) de esta manera la formación de turbidez. TINUVIN® 1130 incluye un absorbente UV reactivo y un absorbente UV migratorio y, por lo tanto, puede provocar turbidez en el recubrimiento cuando se usa en exceso. El absorbente de UV migratorio puede incluirse en la composición de recubrimiento en una pequeña cantidad sin provocar turbidez en el recubrimiento resultante. Por ejemplo, el absorbente de UV migratorio mostrado como Estructura 13 puede incluirse en la composición de recubrimiento en una cantidad en un intervalo de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 0,75 % en peso basado en el peso total de los sólidos de la composición de recubrimiento sin provocar turbidez perceptible en el recubrimiento resultante, a la vez que también mejora la resistencia a la QUV del recubrimiento resultante. Se cree que el absorbente de UV migratorio mostrado como Estructura 13 estará presente en una concentración más alta en la superficie del recubrimiento resultante que en el cuerpo del material del recubrimiento, lo que proporciona de esta manera protección adicional contra la luz UV. Algunos absorbentes de UV, tales como HOSTAVIN® B-CAP, exhibieron una mala solubilidad como resultado de una mala compatibilidad con los otros componentes de la composición de recubrimiento.

55 El estabilizador UV migratorio y el estabilizador UV reactivo pueden basarse en cualquier estabilizador UV adecuado, tal como cualquier eliminador de radicales libres adecuado, que se ha modificado para que sea reactivo o migratorio. El estabilizador UV migratorio y el estabilizador reactivo UV reducen la degradación del recubrimiento por la luz UV al eliminar los radicales libres formados por la disociación de los enlaces químicos como resultado de la absorción de la luz UV. El estabilizador UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo (por ejemplo, un grupo hidroxilo) y migra a la superficie del recubrimiento durante la formación (por ejemplo, curado) del recubrimiento. Al incluir el estabilizador UV migratorio, el recubrimiento incluye una concentración más alta del estabilizador UV en la superficie del recubrimiento que un recubrimiento que no incluye un estabilizador UV migratorio. Tener una mayor concentración de estabilizador UV en la superficie del recubrimiento mejora la vida útil del recubrimiento y, por lo tanto, mejora la vida útil de un recubrimiento formado a partir de la composición de recubrimiento.

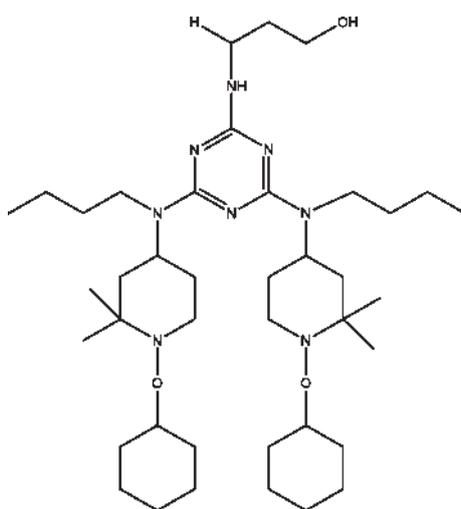
65 Sin embargo, es conveniente tener también estabilizadores UV en el cuerpo del recubrimiento, ya que tener estabilizadores UV tanto en la superficie del recubrimiento como en el cuerpo del recubrimiento extenderá la vida útil del recubrimiento en comparación con un recubrimiento que solo incluye estabilizadores UV en la superficie. Adicionalmente, si los compuestos migran a una superficie del recubrimiento demasiado rápido, el recubrimiento puede desarrollar una

turbidez. En consecuencia, una composición de acuerdo con las modalidades de la presente descripción 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 un grupo hidroxilo. Al incluir los grupos reactivos, la mayoría del estabilizador UV reactivo no migra a una superficie del recubrimiento y, en cambio, permanece en el interior del recubrimiento (por ejemplo, en el cuerpo del recubrimiento) debido a la reacción de los grupos funcionales reactivos con otros componentes de la composición de recubrimiento. Adicionalmente, si el estabilizador UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la formación de la red tridimensional. Los ejemplos no limitantes disponibles comercialmente del estabilizador UV incluyen ácido propanodioico, [(4-metoxifenil)-metileno]-bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinil) éster (por ejemplo, HOSTAVIN® PR-31 disponible de Clariant International Ltd.), Sanduvor 3055 (disponible de Clariant International Ltd.) y estabilizadores de luz de aminoéter impedidos disponibles comercialmente como TINUVIN® 123, TINUVIN® 292, TINUVIN® 326, TINUVIN® 328, TINUVIN® 765, TINUVIN® 900, TINUVIN® 900 y TINUVIN® 152 (cada uno disponible de BASF Resins). TINUVIN® es una marca registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca registrada de Hoechst GMBH Corporation. Ejemplos de estabilizadores UV reactivos y estabilizadores UV migratorios se muestran como las Estructuras 20-29. Los recubrimientos de ejemplo formados a partir de ejemplos de composiciones de recubrimiento que incluyen el estabilizador de UV de acuerdo con la Estructura 21 no exhibieron signos discernibles de formación de turbidez.

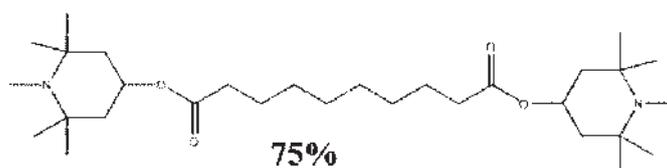
[Estructura 20]

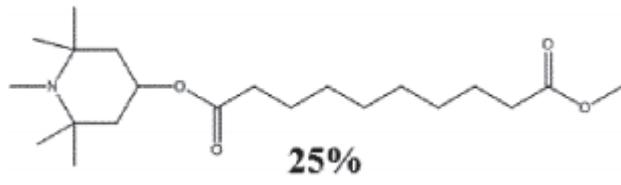


[Estructura 21]

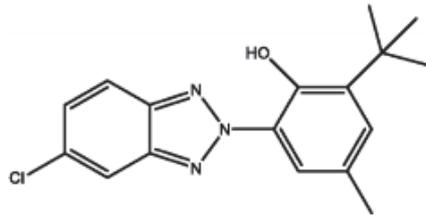


[Estructura 22]

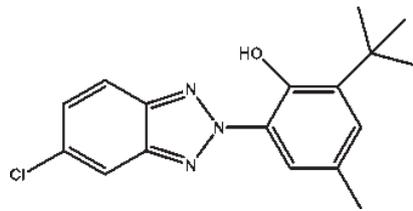




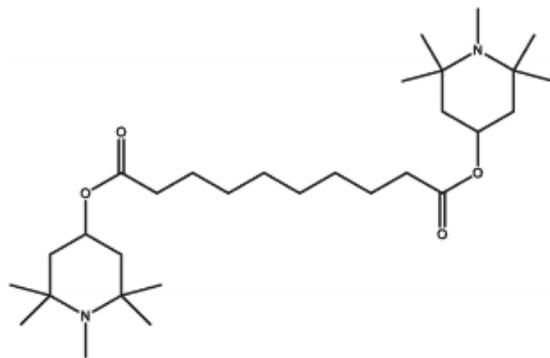
[Estructura 23]



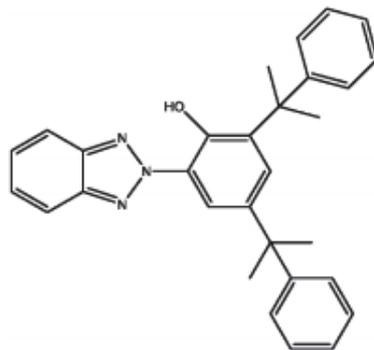
[Estructura 24]



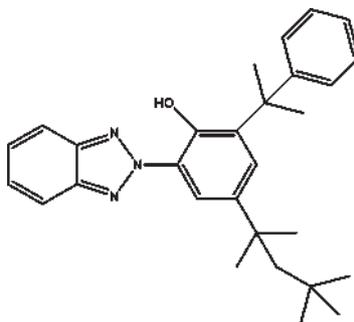
[Estructura 25]



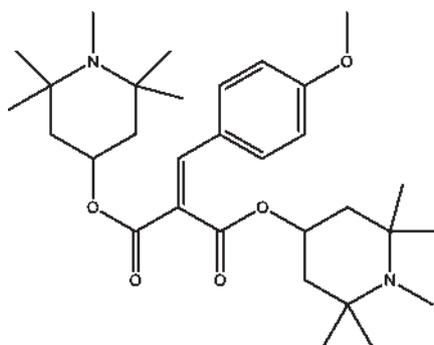
[Estructura 26]



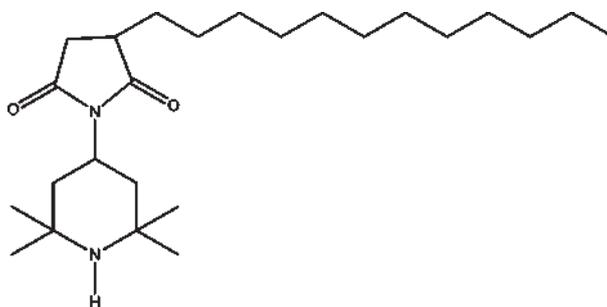
[Estructura 27]



[Estructura 28]



[Estructura 29]



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

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/u otros agentes conductores adecuados), tales como los descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0025533 y la publicación de solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0028684. Los ejemplos disponibles comercialmente no limitantes de los agentes antiestáticos incluyen Antistat SD100 (disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company), EA Antistat (disponible de Wells Plastics Ltd) y MAXOMER® AS-1018/75DC (disponible de PCC Chemax, Inc.). MAXOMER® es una marca registrada de PCC Chemax, Inc.

Los agentes antiestáticos (por ejemplo, compuestos conductores) pueden usarse para reducir la resistencia eléctrica (por ejemplo, resistencia laminar) del recubrimiento resultante a niveles aceptables para la disipación de la estática p que debe mantenerse incluso a bajas temperaturas (por ejemplo, -40 °C (-40 °F)). Los poliisocianatos hidrófilos analizados anteriormente pueden actuar como un compuesto conductor. Adicionalmente, se incluye un poliol hidrófilo en la composición de recubrimiento de acuerdo con la presente invención.

Por ejemplo, el recubrimiento descrito en la presente descripción puede tener una resistencia laminar de manera que la carga eléctrica (por ejemplo, estática p) puede pasar a través del recubrimiento a otra capa (por ejemplo, una pila conductora de electricidad), que después puede disipar o drenar la carga. Si la resistencia del recubrimiento es demasiado alta, la cantidad de carga eléctrica que puede pasar a través del recubrimiento se reduce y la capa conductora no proporcionará niveles aceptables de disipación de estática p. En algunas modalidades, puede incluirse una capa de imprimación (por ejemplo, una imprimación de poliacrilato) entre el recubrimiento y la capa conductora (por ejemplo, la pila multicapa conductora de la electricidad). Aunque la capa de imprimación puede tener una alta resistencia laminar (por ejemplo, más alta que la del recubrimiento), la carga aún puede pasar a través del recubrimiento y la capa de imprimación

a la capa conductora si la capa de imprimación es suficientemente fina. Por lo tanto, si se incluye una capa de imprimación, debe hacerse lo suficientemente fina como para permitir que pase suficiente carga eléctrica a través del recubrimiento y la capa de imprimación a la capa conductora para proporcionar una disipación de la estática p.

5 La resistencia eléctrica general del recubrimiento (la capa superior conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática) es mayor o igual a 10^{12} Ω/m para disipar independientemente la carga estática. La resistencia laminar de los recubrimientos descritos en la presente descripción varía en dependencia de la resistencia laminar del material sobre el que se forma el recubrimiento. Por ejemplo, si el recubrimiento está en una capa dieléctrica (por ejemplo, policarbonato), la resistencia laminar del recubrimiento puede ser de aproximadamente 10^9 ohmios por cuadrado, incluso si se incluye una capa de imprimación fina entre el recubrimiento y la capa dieléctrica. Si el recubrimiento está en una capa conductora (por ejemplo, una pila de óxido de titanio/Au/óxido de titanio), la resistencia laminar del recubrimiento puede ser de 10^7 ohmios por cuadrado.

15 Los poliisocianatos hidrófilos, tales como los descritos anteriormente, mejoran la conductividad en los recubrimientos. Adicionalmente, como se describió anteriormente, los poliisocianatos hidrófobos proporcionan recubrimientos con durabilidad. Por lo tanto, como se describió anteriormente, a través de la combinación de poliisocianatos hidrófobos e hidrófilos (por ejemplo, poliisocianatos a base de HDI e IPDI hidrófobos/hidrófilos), puede obtenerse un recubrimiento que tenga un buen equilibrio de dureza, resiliencia, adherencia superficial y conductividad.

20 De acuerdo con la presente invención, la composición de recubrimiento incluye, además, un poliol hidrófilo (por ejemplo, una resina antiestática reactiva), tal como un poliol hidrófilo que tiene una funcionalidad de más de 2. Las propiedades de estática p de un recubrimiento pueden mejorarse significativamente mediante la introducción del poliol hidrófilo. El poliol hidrófilo puede ser cualquier polímero hidrófilo adecuado que tenga restos de sal y grupos hidroxilo reactivos colgantes. Un ejemplo no limitante de un poliol hidrófilo adecuado es Superstat 463, que está disponible comercialmente en Advanced Materials & Coating Specialties, Azusa, California. El poliol hidrófilo reacciona con los poliisocianatos y se convierte en parte de la red tridimensional. Después, se forma un recubrimiento transparente sin signos perceptibles de migración del poliol hidrófilo a la superficie del recubrimiento. Se cree que la conductividad se logra mediante la absorción de humedad en el recubrimiento, pero el poliol hidrófilo parece tener cierta conductividad inherente.

30 Un recubrimiento que tiene una resistencia eléctrica de 10^5 Ω/n (en policarbonato) y buenos aspectos ópticos se forma cuando la cantidad combinada de poliéster poliol y poliol hidrófilo incluye 50 % en peso de Superstat 463. Dicho recubrimiento tiene buen rendimiento en pruebas de estática p, incluso a -40 °C (-40 °F). El poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) puede incluirse en la composición de recubrimiento en una cantidad en un intervalo de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 30 % en peso basado en el peso total de los sólidos de la composición de recubrimiento. Cuando el poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) se incluye en la composición de recubrimiento en una cantidad que está fuera del intervalo anterior (por ejemplo, es superior al 30 % en peso), el recubrimiento resultante puede tener una alta adherencia superficial y puede ser susceptible al ataque de la humedad cuando se expone a la humedad. La adherencia de la superficie puede reducirse mediante la adición de BYK 3700 (una resina de polidimetilsiloxano con grupos hidroxilo colgantes), la incorporación de etilenglicol o trimetilol propano (TMP) y/o el reemplazo parcial de N-75 con trimero de IPDI. Ninguna de estas mejoras en la adherencia de la superficie produjo un recubrimiento con buena resistencia a la intemperie, pero algunos de los recubrimientos si exhibieron una buena resistencia a la abrasión.

45 Se formularon recubrimientos antiestáticos útiles mediante la reducción del contenido de poliol hidrófilo (por ejemplo, Superstat 463) hasta un intervalo de 14 % en peso a 26 % en peso. Un recubrimiento de poliuretano típico de dos partes tiene una resistencia de más de 10^{12} ohmios/cuadrado y es dieléctrico. Mediante la adición de 14 a 24 % en peso de Superstat 463 (en dependencia de los otros componentes de la composición de recubrimiento), la resistencia se reduce hasta entre el intervalo de 10^8 a 10^9 ohmios/cuadrado en policarbonato y 10^7 a 10^8 ohmios/cuadrado en 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 ITO, una capa Au, una capa Al y similares. Se ha demostrado repetidamente, por los resultados de las pruebas de especificación, que una combinación de capa conductora/imprimador/capa de unión conductora antiestática/capa superior conductora antiestática puede disipar fácilmente la carga estática p incluso a temperaturas tan bajas como -40 °C (-40 °F).

55 Superstat 463 puede mejorar la conductividad del recubrimiento. Superstat 463 es compatible con todos los componentes de la composición de recubrimiento y proporciona un recubrimiento que tiene alta transparencia, baja turbidez, buen flujo superficial y aspectos cosméticos superiores. Curiosamente, sin la presencia de Superstat 463, la composición de recubrimiento puede exhibir malas propiedades de formación de película. Por lo tanto, Superstat puede ser beneficioso para mejorar la compatibilidad entre los componentes hidrófilos/hidrófobos de la composición de recubrimiento.

60 La mezcla de la Parte A puede incluir, además, un catalizador, un agente de control de flujo y solventes disponibles en la técnica. La selección de un catalizador adecuado, un agente de control de flujo y un solvente está dentro de la habilidad de los expertos en la técnica y, por lo tanto, no es necesario aquí un análisis adicional de esos componentes.

65 La mezcla de la Parte B (por ejemplo, componente de curado) puede incluir el isocianato como se describió anteriormente. Por ejemplo, la mezcla de la Parte B (el componente de curado) puede incluir isocianatos selectivos, tales como un poliisocianato hidrófobo alifático y un poliisocianato hidrófilo alifático. El componente de curado puede incluir además,

5 aceleradores de curado, retardadores de curado, plastificantes, aditivos y/o rellenos. Sin embargo, al igual que la mezcla de la Parte A, la mezcla de la Parte B no necesita contener cada uno de estos componentes. La Parte B también puede incluir aditivos adicionales. La selección de aceleradores de curado, retardadores de curado, plastificantes, aditivos y rellenos adecuados está dentro de la habilidad de los expertos en la técnica y, por lo tanto, no es necesario aquí un análisis adicional de esos componentes.

10 De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, la composición de recubrimiento incluye al menos un solvente. El(los) solvente(s) puede(n) añadirse 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) solvente(s) reduce(n) la viscosidad de la composición de recubrimiento para hacerla recubrible por flujo. La integridad y el aspecto del recubrimiento resultante pueden afectarse por la naturaleza de los solventes usados, aunque los solventes no son un componente permanente del recubrimiento curado. La velocidad de evaporación del solvente (o mezcla de solventes) puede ajustarse de modo que la evaporación se realice rápidamente durante el secado inicial (por ejemplo, después del recubrimiento por flujo) para evitar un flujo excesivo, pero lo suficientemente lenta como para proporcionar una nivelación y adhesión suficientes. El(los) solvente(s) usado(s) puede(n) ser no reactivo con isocianatos y no agresivo contra el sustrato y/o superficies recubiertas, de modo que no se produzca (o se produzca poco) ataque durante el proceso de recubrimiento por flujo y/o secado al aire. El(los) solvente(s) también podría(n) influir en la velocidad de las reacciones isocianato-hidroxiilo, por ejemplo, durante el período de secado al aire, en dependencia de la extensión del enlace de hidrógeno y el carácter del momento dipolar del solvente.

20 Ejemplos no limitantes del solvente incluyen acetato de isobutilo, 2,6-dimetil-4-heptanol, acetato de butoxietilo, acetato de isobutilo, acetato de 2-butoxietilo, diisobutilcetona, dipropilenglicol dimetil éter y propilenglicol dimetil éter. En algunas modalidades, el solvente incluye alcohol de diacetona (DAA). El DAA tiene una velocidad de evaporación lenta y buenas propiedades de flujo. El DAA disuelve eficazmente todos (o la mayoría) de los componentes de la composición de recubrimiento para dar una solución clara y homogénea. El DAA 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 recubrimiento, y dado que el DAA comienza a evaporarse durante el período de secado al aire, la reacción de DAA con los poliisocianatos es despreciable.

30 El solvente también puede usarse para ajustar el contenido de sólidos de la composición de recubrimiento. Puede ser beneficioso maximizar el grosor del recubrimiento resultante para mejorar el rendimiento en la prueba de erosión por lluvia. A un contenido de sólidos del 70 %, la composición de recubrimiento es demasiado viscosa para una aplicación exitosa de recubrimiento por flujo con el equipo existente. A un contenido de sólidos del 65 %, la composición de recubrimiento forma un recubrimiento libre de defectos cosméticos, tiene buena calidad de superficie y proporciona un buen rendimiento en la prueba de erosión por lluvia. Una composición de recubrimiento que tiene un contenido de sólidos del 65 % aplicada a un dosel de prueba F-22 en producción mediante un mezclador de dos componentes (por ejemplo, un mezclador, tal como el mezclador DL 2, disponible de Liquid Control Ltd., Wellingborough, Inglaterra) formó un recubrimiento que tenía buena calidad de superficie. Los trozos del dosel de prueba no tuvieron daños aparentes después de 44 minutos de pruebas de erosión por lluvia a 885 km/h (550 mph).

40 Como se describió anteriormente, la composición de recubrimiento puede usarse para formar el recubrimiento. Por ejemplo, un sustrato recubierto 100 (por ejemplo, una transparencia recubierta) se muestra en la Figura 1. Como puede verse en la modalidad mostrada en la Figura 1, el sustrato recubierto 100 (transparencia recubierta) incluye el sustrato 10, la capa de unión conductora antiestática 107 en el sustrato y la capa superior conductora antiestática 105 en la capa de unión conductora antiestática. En esta modalidad, la capa de unión conductora antiestática 107 y la capa superior conductora antiestática 105 pueden formarse cada una a partir de la composición de recubrimiento descrita en la presente descripción. El sustrato recubierto puede usarse como parabrisas, ventana o dosel de una aeronave, pero la presente descripción no se limita a los mismos. Por ejemplo, el sustrato recubierto también puede usarse como una ventana o parabrisas de un automóvil, aeronave, bote, edificio o cualquier otro vehículo o estructura adecuada. En el caso de un dosel de avión moderno, el sustrato puede ser una resina orgánica, tal como policarbonato o poliacrilato.

50 Se entiende que la presente descripción no se limita a la configuración mostrada en la Figura 1, y puede haber una o más capas o elementos intermedios adicionales entre el sustrato 10 y la capa superior conductora antiestática 105. En la Figura 1, la capa superior conductora antiestática 105 es la capa más externa del sustrato recubierto, y es un material duro, duradero y resistente a la intemperie, tal como el poliuretano, pero aún es lo suficientemente dúctil y flexible para evitar la formación de grietas debido al estrés térmico. Como se describió anteriormente, la composición de recubrimiento, y por lo tanto el recubrimiento, puede incluir compuestos conductores para proporcionar propiedades antiestáticas, y el recubrimiento puede ser conductor para ayudar a disipar la carga estática y otras fuerzas electromagnéticas. Por ejemplo, el recubrimiento puede tener propiedades antiestáticas para permitir que la carga estática se disipe a la capa o capas conductoras subyacentes, si están presentes. En algunas modalidades, la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática incluyen cada una independientemente otros aditivos tales como los descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0028684 (por ejemplo, óxidos metálicos conductores, sales de amonio cuaternario, polímeros inherentemente conductores y/u otros agentes conductores adecuados). En algunas modalidades, la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática, está sustancialmente libre de polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) y nanotubos de carbono (CNT). Como se usa en la presente, los términos "sustancialmente libre de polímeros

inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) y nanotubos de carbono (CNT)" y términos similares se usan como términos de aproximación (no como términos de grado) para indicar que la cantidad de polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) o nanotubos de carbono (CNT) en la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática es a lo máximo insignificante, de manera que si los polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) o nanotubos de carbono (CNT) están presentes en cualquier caso en la capa de unión conductora antiestática y/o en la capa superior conductora antiestática, están presentes como una impureza incidental. En algunas modalidades, la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática está completamente libre de polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) y nanotubos de carbono (CNT). Por ejemplo, en ciertas condiciones, los polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores (por ejemplo, óxidos metálicos conductores) o CNT no son adecuados debido a la falta de compatibilidad con la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática, debido a una reducción significativa en la transmisión de luz de la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática, y/o debido a una coloración intensa resultante de la capa de unión conductora antiestática y/o la capa superior conductora antiestática.

La pila multicapa conductora de la electricidad del sustrato recubierto puede incluir una primera y una segunda capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio, la primera capa de óxido metálico incluye una primera región (por ejemplo, una primera subcapa), una segunda región (por ejemplo, una segunda subcapa) en la primera región, y una tercera región (por ejemplo, una tercera subcapa) en la segunda región, donde la primera región y la tercera región tienen cada una una concentración de oxígeno más alta que la de la segunda región, y una capa metálica (tal como una capa de metal que incluye oro (Au)) entre la primera y la segunda capa de óxido metálico. La primera capa de óxido metálico puede colocarse sobre la transparencia, y la capa metálica puede colocarse entre la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico. Como se usa en la presente, el término "óxido de titanio" se refiere a cualquier compuesto que contenga solo Ti y O como elementos constituyentes. Algunos ejemplos no limitantes de óxidos de titanio adecuados incluyen TiO₂, TiO, Ti₂CO₂, Ti₃O, Ti₂O y derivados o variaciones de estos.

Un sustrato recubierto (por ejemplo, una transparencia recubierta) que incluye dicha pila multicapa conductora de la electricidad se muestra en la Figura 2. Como puede verse en la modalidad de la Figura 2, el sustrato recubierto 200 incluye un sustrato 10 o transparencia (tal como un dosel de aeronave), y una pila multicapa conductora de la electricidad 120. La pila multicapa conductora de la electricidad incluye una primera capa de óxido metálico 40 que incluye óxido de titanio adyacente a una capa de metal 50, y una segunda capa de óxido metálico 60 que incluye óxido de titanio adyacente a la capa de metal 50. Cada una de las capas de óxido metálico primera y segunda y la capa de metal pueden colocarse en o sobre una capa adyacente en el orden mostrado. Una o más de la primera capa de óxido metálico 40 y la segunda capa de óxido metálico 60 pueden incluir varias regiones (o subcapas) como se describe con más detalle más abajo. La transparencia recubierta también puede incluir capas adicionales, tales como capas de unión, base y superior, según se desee. Por ejemplo, aunque la capa superior conductora antiestática 105 de acuerdo con las modalidades de la presente descripción puede usarse como una capa superior, en algunas modalidades, la capa superior conductora antiestática puede usarse como una capa base u otro recubrimiento con una o más capas adicionales en la parte superior de la capa superior conductora antiestática 105.

Al menos una de la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico incluye una primera región, una segunda región en la primera región y una tercera región en la segunda región. La primera región y la tercera región tienen cada una, una concentración de oxígeno más alta que la de la segunda región. Por ejemplo, una modalidad en la que la primera capa de óxido metálico 40 incluye una primera región 40a, una segunda región 40b y una tercera región 40c se muestra en la Figura 3. Como puede verse en la modalidad de la Figura 3, la segunda región 40b está en la tercera región 40c, y la primera región 40a está en la segunda región 40b. Alternativamente, la segunda región 40b puede estar en la primera región 40a, y la tercera región 40c puede estar en la segunda región 40b. Sin embargo, se entiende que las regiones primera, segunda y tercera 40a, b y c pueden colocarse en cualquier orden con relación a la otra, y no se limitan a las posiciones y el orden descritos aquí y representados en las figuras.

La Figura 4 muestra otra modalidad en la que la segunda capa de óxido metálico 60 incluye una primera región 60a, una segunda región 60b y una tercera región 60c. Como puede verse en la modalidad de la Figura 4, la segunda región 60b está en la tercera región 60c, y la primera región 60a está en la segunda región 60b. Alternativamente, la segunda región 60b puede estar en la primera región 60a, y la tercera región 60c puede estar en la segunda región 60b. La Figura 5 muestra otra modalidad en la que cada una de la primera capa de óxido metálico 40 y la segunda capa de óxido metálico 60 incluyen una primera región, una segunda región y una tercera región. La primera región y la tercera región tienen cada una, una concentración de oxígeno más alta que la de la segunda región.

De acuerdo con modalidades de la presente descripción, un método para fabricar una pila multicapa conductora de la electricidad incluye: formar una primera capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio; formar una capa metálica en la primera capa de óxido metálico; y formar una segunda capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio en la capa metálica, al menos uno de los que forman la primera capa de óxido metálico y los que forman la segunda capa de óxido metálico incluyen formar una primera región, una segunda región y una tercera región, donde la primera región y la tercera región tienen cada una, una concentración de oxígeno más alta que la segunda región. Las capas de óxido metálico

- 5 pueden prepararse mediante el uso de cualquier proceso adecuado capaz de producir una capa de óxido metálico que incluye una primera región, una segunda región y una tercera región, donde la primera región y la tercera región tienen cada una, una concentración de oxígeno más alta que la segunda región. Por ejemplo, las capas de óxido metálico pueden prepararse mediante el uso de deposición física de vapor, deposición de capa atómica y deposición química de vapor (por ejemplo, deposición química de vapor mejorada por plasma). Además, la primera región, la segunda región y la tercera región pueden formarse después de la deposición de la capa de óxido metálico correspondiente. Por ejemplo, la capa de óxido metálico puede depositarse primero y después someterse a un tratamiento posterior a la deposición para crear la primera región, la segunda región y/o la tercera región.
- 10 En algunas modalidades, al menos una de la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico se forma al variar la tasa de flujo de oxígeno durante la formación. Las capas de óxido metálico pueden formarse mediante cualquier proceso adecuado, tal como, por ejemplo, un proceso físico de deposición de vapor, tal como la pulverización catódica. La pulverización catódica puede incluir, por ejemplo, pulverización catódica de un objetivo metálico de titanio o un objetivo de TiO₂, pero la presente descripción no se limita a estos. En algunas modalidades, tanto la primera capa de óxido metálico como la segunda capa de óxido metálico se forman al variar la tasa de flujo de oxígeno durante la formación (por ejemplo, durante la pulverización catódica). Al variar la tasa de flujo de oxígeno durante la formación, la concentración de oxígeno de la capa de óxido metálico puede variarse, lo que forma de esta manera un gradiente de concentración de oxígeno en la capa formada. Las diferentes concentraciones de oxígeno en el gradiente forman la primera, segunda y tercera regiones de la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico.
- 20 Por ejemplo, variar la tasa de flujo de oxígeno durante la pulverización catódica puede incluir hacer fluir oxígeno a una primera tasa de flujo de oxígeno, después hacer fluir oxígeno a una segunda tasa de flujo de oxígeno y después hacer fluir oxígeno a una tercera tasa de flujo de oxígeno. En algunas modalidades, una relación de la primera tasa de flujo de oxígeno con respecto a la segunda tasa de flujo de oxígeno está en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1, y una relación de la tercera tasa de flujo de oxígeno con respecto a la segunda tasa de flujo de oxígeno está en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1. Al variar la tasa de flujo de oxígeno durante la formación, la primera o segunda capa de óxido metálico se forma con primera, segunda y tercera regiones, donde cada región tiene una concentración de oxígeno diferente. Adicionalmente, como se describe con más detalle más abajo, la variación de la tasa de flujo de oxígeno también puede variar la rugosidad de la superficie de la primera región, la segunda región y la tercera región, lo que varía de esta manera el área superficial de cada una. Por ejemplo, formar una región de óxido de titanio mientras fluye oxígeno a una tasa de flujo más alta da como resultado un área superficial aumentada (o energía superficial) en comparación con la formación de una región de óxido de titanio mientras fluye oxígeno a una tasa de flujo más baja. El aumento del área superficial de una región de óxido de titanio formada a una tasa de flujo de oxígeno más alta puede observarse mediante el uso de microscopía electrónica de transmisión (TEM), bajo la cual la región de óxido de titanio exhibirá una sección transversal más ondulada en comparación con una región de óxido de titanio formada a una tasa de flujo de oxígeno más baja, que exhibirá una sección transversal más lisa bajo TEM.
- 30 En algunas modalidades, variar la tasa de flujo de oxígeno durante la formación (por ejemplo, durante la pulverización catódica) incluye, además, hacer fluir un primer gas inerte a una primera tasa de flujo de gas inerte, después hacer fluir un segundo gas inerte a una segunda tasa de flujo de gas inerte, y después hacer fluir un tercer gas inerte a una tercera tasa de flujo de gas inerte. Por ejemplo, una relación de la primera tasa de flujo de oxígeno con respecto a la primera tasa de flujo de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,8:2,2 a aproximadamente 1:1,8, una relación de la segunda tasa de flujo de oxígeno con respecto a la segunda tasa de flujo de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 1:29 a aproximadamente 2:25, y una relación de la tercera tasa de flujo de oxígeno con respecto a la tercera tasa de flujo de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,8:2,2 a aproximadamente 1:1,8. Al hacer fluir gases inertes a las tasas de flujo anteriores, la concentración de oxígeno de la primera región, la segunda región o la tercera región puede controlarse adicionalmente.
- 40 En algunas modalidades, hacer fluir gas inerte a la primera tasa de flujo de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno a la primera tasa de flujo de oxígeno, hacer fluir gas inerte a la segunda tasa de flujo de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno a la segunda tasa de flujo de oxígeno, y hacer fluir gas inerte a la tercera tasa de flujo de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno a la tercera tasa de flujo de oxígeno. Los gases inertes primero, segundo y tercero pueden ser iguales o diferentes. En algunas modalidades, cada uno del primer gas inerte, el segundo gas inerte y el tercer gas inerte son todos iguales (por ejemplo, Ar).
- 50 La duración del proceso de deposición dependerá del proceso de deposición usado y de las características de la pila multicapa conductora de la electricidad, tal como el tamaño del sustrato (por ejemplo, el área) en el que se deposita la pila multicapa conductora de la electricidad y el grosor de cada una de las diversas capas de la pila multicapa conductora de la electricidad. Por ejemplo, la duración del proceso de pulverización catódica dependerá del tamaño del objetivo, la energía aplicada al objetivo y, dado que el objetivo puede moverse, el número de pases que el objetivo realiza sobre el sustrato. El sustrato también puede moverse durante el proceso de deposición. En consideración a las variables descritas anteriormente, el proceso de deposición puede llevarse a cabo durante un período de tiempo suficiente para formar la primera región, la segunda región y/o la tercera región con un grosor apropiado.
- 60 Por ejemplo, la primera región puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 6 nm,
- 65

- tal como en un intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 nm. De manera similar, la tercera región puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 6 nm, tal como en un intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 nm. La segunda región puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 8 nm. Adicionalmente, una relación del grosor de la primera región con respecto al de la segunda región puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,0625:1 a aproximadamente 1:1, tal como en un intervalo de aproximadamente 0,25:1 a aproximadamente 1:1. De manera similar, una relación del grosor de la tercera región con respecto al de la segunda región puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,0625:1 a aproximadamente 1:1, tal como en un intervalo de aproximadamente 0,25:1 a aproximadamente 1:1.
- Como se describió anteriormente, la segunda región puede tener una concentración de oxígeno más baja que la de cada una de la primera región y la tercera región. Por ejemplo, como se estableció anteriormente, la segunda región puede formarse al hacer fluir oxígeno a una tasa de flujo más baja (es decir, más baja con relación a las tasas de flujo de oxígeno para ya sea la primera región o la tercera región) durante la formación. Como resultado de que la segunda región tiene una concentración de oxígeno más baja que la de cada una de la primera región y la tercera región, la segunda región tiene propiedades de transmisión de luz mejoradas en comparación con la primera región y la tercera región. En consecuencia, las capas de óxido metálico que incluyen la primera, segunda y tercera regiones tienen propiedades de transmisión de luz mejoradas en comparación con las capas de óxido metálico que solo incluyen una primera región y/o una tercera región.
- Adicionalmente, al tener una concentración de oxígeno más alta que la segunda región (por ejemplo, al formarse a una tasa de flujo de oxígeno más alta que la de la segunda capa), cada una de la primera región y la tercera región tiene mayor rugosidad superficial que la segunda región (por ejemplo, la región de concentración de oxígeno más baja). El aumento de la concentración de oxígeno y, por lo tanto, el aumento de la rugosidad de la superficie y el aumento del área superficial (o energía superficial) de la primera región y la tercera región, con relación a la segunda región, mejora la adhesión de la capa de óxido metálico al sustrato u otras capas (ejemplos no limitantes de las cuales incluyen capas de metal, capas de unión, capas base, capas de capa superior o similares). Por ejemplo, las capas de óxido metálico que incluyen la primera y la tercera regiones, con una rugosidad superficial mayor que la segunda región, tienen una adhesión mejorada al sustrato en comparación con las capas de óxido metálico que incluyen solo una segunda región (por ejemplo, una región de concentración de oxígeno relativamente más baja). En consecuencia, la capa de óxido metálico de múltiples regiones descrita anteriormente logra una mayor adhesión a al menos algunos de los componentes de la transparencia recubierta que la que puede lograrse mediante una capa de óxido metálico que solo incluye la segunda región. Por lo tanto, la capa de óxido metálico de múltiples regiones descrita anteriormente tiene propiedades de adhesión y transmisión de luz mejoradas en comparación con las capas de óxido metálico que solo tienen una única región (es decir, una única concentración de oxígeno) o que no varían la concentración de oxígeno como se describe aquí.
- En algunas modalidades, el sustrato recubierto (por ejemplo, transparencia recubierta) proporciona la funcionalidad requerida para un dosel de aeronave furtiva moderna. Por ejemplo, en algunas modalidades, la pila multicapa conductora de la electricidad 120 tiene una resistencia laminar adecuada para la atenuación de radar. Más específicamente, una o más de las capas de óxido metálico primera y segunda y la capa de metal pueden ser conductoras de electricidad y tener una resistencia laminar adecuada para la atenuación de radar. Cuando se coloca sobre una transparencia o sustrato, tal como un dosel de aeronave, una pila multicapa conductora de la electricidad con una resistencia laminar adecuada para la atenuación de radar puede prevenir o reducir la acumulación de carga estática en la transparencia recubierta al drenar o disipar la carga estática, y puede proporcionar funcionalidad de atenuación de radar a la transparencia recubierta.
- Adicionalmente, algunas modalidades de la pila multicapa conductora de la electricidad son transparentes y, por ejemplo, tienen una transmitancia de luz visible de al menos aproximadamente 61 %. En algunas modalidades, por ejemplo, la pila multicapa conductora de la electricidad puede tener una transmitancia de luz visible en un intervalo de aproximadamente 61 % a aproximadamente 67 %. Más específicamente, el recubrimiento de una o más de las capas de óxido metálico primera y segunda de la pila multicapa conductora de la electricidad puede ser transparente y/o antirreflectante. En consecuencia, una transparencia o sustrato recubierto, tal como un dosel de aeronave, que incluye un recubrimiento hecho a partir de la composición de recubrimiento y la pila multicapa conductora de la electricidad, puede ser transparente y, por ejemplo, tener una transmitancia de luz visible de al menos aproximadamente 61 %. En algunas modalidades, la transmitancia de luz visible del sustrato recubierto es superior al 65 % (por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 65 % a aproximadamente 67 %).
- En algunas modalidades, la pila multicapa conductora de la electricidad incluye una primera y segunda capas de óxido metálico que incluyen óxido de titanio, que, de acuerdo con las modalidades de la presente descripción, tiene un índice de refracción más alto que ciertos otros óxidos metálicos conductores transparentes, tales como el óxido de indio y estaño ITO y AZO. Como resultado de su índice de refracción más alto, una capa de óxido de titanio no necesita hacerse tan gruesa como una capa ITO o AZO correspondiente para lograr aproximadamente las mismas propiedades antirreflectantes. Al hacer la capa de óxido metálico más fina, la flexibilidad de la capa de óxido metálico, según se mide mediante alargamiento por deformación, puede mejorarse sobre otros recubrimientos que incluyen ITO o AZO, como se describe con más detalle más abajo. Aunque una capa AZO generalmente tiene una mayor flexibilidad que una capa de óxido de titanio del mismo grosor, las capas de óxido metálico que incluyen óxido de titanio de modalidades de la presente descripción pueden ser ultrafinas y, por lo tanto, tienen una mayor flexibilidad que las capas AZO más gruesas de los recubrimientos anteriores. Como tal, una pila multicapa conductora de la electricidad que incluye óxido de titanio ultrafino

de acuerdo con las modalidades de la presente descripción puede ser más flexible que las pilas multicapa conductoras de la electricidad anteriores que incluyen capas más gruesas de ITO o AZO. Por ejemplo, la flexibilidad mejorada de las capas de óxido metálico ultrafinas que incluyen óxido de titanio, puede mejorar la flexibilidad general de un recubrimiento que incluye esas capas. Adicionalmente, las películas de óxido de titanio, tales como las incluidas en las modalidades de la presente descripción, tienen buena transmitancia de luz en la región de luz visible (por ejemplo, ~85 %), un alto índice de refracción (por ejemplo, ~2,1). El óxido de titanio también tiene una mejor estabilidad ambiental (por ejemplo, estabilidad química, tal como resistencia a la corrosión inducida por agua o ácido) y durabilidad mecánica que otros óxidos metálicos.

Debido al índice de refracción relativamente más alto del óxido de titanio, una capa de óxido de titanio puede hacer más fina que otras capas de óxido metálico tales como ITO y AZO y aun así dar como resultado una cantidad aceptable de interferencia destructiva en la luz visible reflejada por la primera y segunda capas de óxido metálico y la capa metálica, lo que da como resultado de esta manera una cantidad aceptable de luz visible que se refleja (y, en consecuencia, una cantidad aceptable de luz visible que se transmite).

Aunque las propiedades antirreflectantes y de transmitancia de luz visible de los recubrimientos antirreflectantes (tales como ITO, AZO y óxido de titanio) dependen del índice de refracción relativo del recubrimiento antirreflectante, esas propiedades también dependen del grosor del recubrimiento antirreflectante. Recubrimientos antirreflectantes que tienen un grosor igual a un cuarto de la longitud de onda de la luz visible (por ejemplo, luz que tiene una longitud de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 750 nm, o aproximadamente 550 nm), en dependencia del índice de refracción del óxido metálico, producen interferencia destructiva en la luz visible reflejada, lo que cancela de esta manera la luz visible reflejada y aumenta la cantidad de luz visible transmitida. Es decir, cuando el grosor del recubrimiento antirreflectante es igual a un cuarto de la longitud de onda de la luz visible, la luz visible reflejada por el recubrimiento antirreflectante (es decir, la capa de óxido metálico) estará fuera de fase con la luz visible reflejada por la capa metálica, y la luz visible reflejada desde el recubrimiento antirreflectante y la capa metálica se cancelarán como resultado de la interferencia destructiva. En consecuencia, la luz que habría sido reflejada por el recubrimiento antirreflectante (es decir, la capa de óxido metálico) y la capa metálica se transmite en su lugar a través del recubrimiento antirreflectante y la capa metálica. Debido a que el ITO debe hacerse ultrafino para pasar la prueba de flexión de cuatro puntos, los grosores de las capas de ITO anteriores eran sustancialmente menos de un cuarto de la longitud de onda de la luz visible, lo que limita de esta manera la cantidad de interferencia destructiva producida por esas capas de ITO y reduce la cantidad de luz visible transmitida. Por el contrario a las capas de ITO ultrafinas, las capas de óxido metálicas primera y segunda descritas actualmente, que pueden incluir óxido de titanio, pueden hacerse más finas y aún proporcionar propiedades antirreflectantes aceptables. Además, dado que las capas de óxido de titanio se hacen más finas, son más flexibles y pueden pasar más fácilmente la prueba de flexión de cuatro puntos. Como tal, una pila multicapa conductora de la electricidad de acuerdo con las modalidades de la presente descripción proporciona propiedades antirreflectantes adecuadas y transmitancia de luz visible.

En algunas modalidades, la primera capa de óxido metálico tiene un grosor en un intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 20 nm, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 nm, de aproximadamente 8 a aproximadamente 15 nm o de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 nm. Adicionalmente, en algunas modalidades, la segunda capa de óxido metálico tiene un grosor en un intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 20 nm, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 nm, de aproximadamente 8 a aproximadamente 15 nm o de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 nm. Una pila multicapa conductora de la electricidad de acuerdo con las modalidades de la presente descripción puede incluir capas de óxido metálico que tienen los grosores descritos anteriormente y todavía pasan la prueba de flexión de cuatro puntos. Por el contrario, una pila multicapa conductora de la electricidad que incluye una capa de óxido metálico de ITO necesitaría típicamente tener una capa de ITO con un grosor superior a 20 nm para tener propiedades antirreflectantes adecuadas, y carecería de la flexibilidad necesaria para pasar la prueba de flexión de cuatro puntos. Debido a que una pila multicapa conductora de la electricidad que incluye capas de óxido metálico de óxido de titanio de las modalidades de la presente descripción son más flexibles que, por ejemplo, una pila multicapa conductora de la electricidad comparable que incluye capas de óxido metálico ITO, las pilas conductoras de las modalidades de la presente descripción son más flexibles y, por lo tanto, más duraderas (es decir, tienen propiedades mecánicas superiores) que ciertas pilas multicapas anteriores.

Los presentes inventores también han descubierto que las pilas multicapa conductoras de electricidad de acuerdo con algunas modalidades de la presente descripción, por ejemplo, las pilas multicapa conductoras de electricidad que incluyen capas metálicas que incluyen oro, exhiben mejor resistencia a la corrosión y durabilidad que ciertos recubrimientos anteriores. Debido a que el oro es menos susceptible a la corrosión que ciertos otros metales, tales como la plata, las pilas multicapa conductoras de la electricidad que incluyen capas de oro son menos susceptibles a la corrosión que ciertos recubrimientos anteriores (por ejemplo, aquellos que incluyen capas de plata). En consecuencia, las pilas multicapa conductoras de la electricidad que incluyen capas metálicas de oro, tienen menos probabilidades de sufrir degradación de las propiedades eléctricas (por ejemplo, resistencia laminar) y ópticas (por ejemplo, transmitancia de la luz visible), lo que da como resultado una mayor durabilidad de las transparencias recubiertas que incluyen dichas pilas multicapa.

En algunas modalidades ilustrativas, la pila multicapa conductora de la electricidad incluye una primera capa de óxido metálico 40 que incluye óxido de titanio, una capa de metal 50 que incluye oro y una segunda capa de metal 60 que incluye óxido de titanio. La primera capa de óxido metálico 40 se coloca sobre una transparencia, la capa de metal 50 se

coloca sobre la primera capa de óxido metálico 40, y la segunda capa de óxido metálico 60 se coloca sobre la capa de metal 50. Por ejemplo, la capa de metal puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 nm. Adicionalmente, en algunas modalidades, la capa metálica consiste esencialmente en oro. Como se usa en la presente y en las reivindicaciones que siguen, el término "que consiste esencialmente en oro" y "que consiste esencialmente en" significa que la capa metálica contiene principalmente oro, pero puede contener otras sustancias que no afectan las propiedades de resistencia a la corrosión, resistencia laminar y/o atenuación de radar del oro. Por ejemplo, una capa de metal que consiste esencialmente en oro estaría sustancialmente libre, o incluso completamente libre, de plata (Ag). Como se usa en la presente, el término "sustancialmente" se usa como un término de aproximación y no como un término de grado, de manera que el término "sustancialmente libre" significa que el material que se analiza está presente en la composición de recubrimiento (o recubrimiento), si está presente, como una impureza incidental. Como se usa en la presente, el término "completamente libre" significa que el material no está presente en la composición de recubrimiento (o recubrimiento) en absoluto.

Debido a que el oro es menos susceptible a la corrosión que, por ejemplo, la plata, una transparencia recubierta que incluye una pila multicapa conductora de la electricidad que incluye una capa de metal que incluye oro no requiere capas orgánicas protectoras adicionales, tal como una capa barrera, para proteger la capa de metal de la oxidación. Por ejemplo, una transparencia recubierta de acuerdo con algunas modalidades de la presente descripción incluye una pila multicapa conductora de la electricidad que incluye una primera capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio (por ejemplo, la primera capa de óxido metálico 40), una capa de metal que incluye oro (por ejemplo, capa de metal 50), y una segunda capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio (por ejemplo, la segunda capa de óxido metálico 60), con la condición de que la transparencia recubierta no incluya una capa barrera. Como resultado, tales pilas multicapas conductoras de la electricidad pueden ser menos complicadas y menos costosas de producir que ciertas pilas anteriores (es decir, porque no requiere capas orgánicas protectoras adicionales, tal como una capa barrera, para proteger la capa metálica de la oxidación). Al eliminar la capa barrera, las transparencias recubiertas de algunas modalidades de la presente descripción pueden producirse en menos etapas y con menos materiales que ciertas transparencias anteriores, lo que reduce de esta manera el costo y aumenta la eficiencia de la producción.

No obstante, algunas modalidades de la transparencia recubierta de la presente descripción pueden incluir una o más capas adicionales, tales como las que se exponen más abajo. Por ejemplo, en algunas modalidades, la transparencia recubierta incluye, además, una capa superior adicional (por ejemplo, una capa superior conductora que incluye un óxido metálico conductor, una sal de amonio cuaternario, un polímero inherentemente conductor y/u otro agente conductor adecuado), una(s) capa(s) base(s) (por ejemplo, una capa que incluye un material seleccionado de poliepóxidos, poliacrilatos, poliuretanos, polisiloxanos y sus combinaciones), y/o una(s) capa(s) de unión (por ejemplo, un polímero acrílico y/o una mezcla de polímeros), tales como los descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0028684.

Por ejemplo, otra modalidad de la presente descripción se muestra en la Figura 6. De acuerdo con esta modalidad, un sustrato recubierto 300 incluye un sustrato 10 (por ejemplo, una transparencia), una capa base polimérica 30, una pila multicapa conductora de la electricidad 120, y un recubrimiento 103 que incluye una capa de unión conductora antiestática 107 y una capa superior conductora antiestática 105 como se describe en la presente descripción. Cada una de las capas de la transparencia recubierta puede colocarse en o sobre un elemento adyacente (o capa) en el orden mostrado en la Figura 6. Aunque no se muestra, la transparencia recubierta también puede incluir un promotor de la adhesión (por ejemplo, una capa promotora de la adhesión), tal como 3-aminopropiltrietoxisilano, entre el sustrato y las capas posteriores. El sustrato, la pila multicapa conductora de la electricidad y el recubrimiento (la capa de unión conductora antiestática y la capa superior conductora antiestática) son sustancialmente los mismos que los descritos anteriormente con referencia a las Figuras 1 y 2.

La capa base polimérica 30 puede seleccionarse para que se adhiera bien al material del sustrato (por ejemplo, policarbonato y/o poliacrilato). Por ejemplo, la capa base puede cubrir imperfecciones del sustrato y promover la adhesión del sustrato a otra capa, tal como la primera capa de óxido metálico 40. Es decir, la capa base 30 acopla el sustrato 10 a la pila multicapa conductora de la electricidad 120, y debería ser capaz de unirse a la misma. Cuando se usa en un parabrisas, ventana o dosel de una aeronave, la capa base no debe afectar negativamente la resistencia al impacto del sustrato. Adicionalmente, cuando la capa base entra en contacto directamente con la primera capa de óxido metálico de la pila conductora de la electricidad, la capa base debe ser lo suficientemente dura como para soportar el recubrimiento antirreflectante de óxido metálico cerámico (por ejemplo, la primera capa de óxido metálico).

En algunas modalidades de la presente descripción, la capa base 30 incluye un material seleccionado de poliepóxidos, poliacrilatos, poliuretanos, polisiloxanos y sus combinaciones. Una capa base de polisiloxano puede ser particularmente útil como resultado de su composición inorgánica y dureza. Como tal, la capa base 30 puede incluir un silano polimérico y/u oligomérico, entre otras especies. Por ejemplo, puede prepararse una composición de recubrimiento a partir de una combinación de silanos monoméricos y polímeros terminados en silano que se hidrolizan en una mezcla de agua y ácido para formar silanoles, que se condensan a un estado precondensado después de formarse. Cuando la composición de recubrimiento se aplica a una superficie y se cura, el precondensado, que incluye los silanoles, reacciona para formar enlaces de siloxano, lo que forma de esta manera una capa base de polisiloxano ilustrativa 30. Alternativamente, la capa base 30 puede incluir cualquier poliepóxido, poliacrilato o poliuretano adecuados. Por ejemplo, la capa base 30 puede incluir un poliacrilato curable térmicamente recubierto con el polisiloxano descrito anteriormente.

Además, puede colocarse una capa suave (una capa de unión) entre la capa base y el sustrato. Cuando está presente, la capa de unión disipa la tensión por retracción que resulta de la adición de las otras capas (por ejemplo, la capa base y la pila multicapa conductora de la electricidad 120), y la capa de unión acomoda el cambio dimensional del sustrato debido a la exposición térmica extrema. Por ejemplo, la Figura 7 muestra un sustrato recubierto 400 que incluye un sustrato 10 (es decir, una transparencia), una capa base 30, una pila multicapa conductora de la electricidad 120 y un recubrimiento 103 que incluye una capa de unión conductora antiestática 107 y una capa superior conductora antiestática 105, como se describió anteriormente. La transparencia recubierta incluye, además, una capa de unión 20 entre el sustrato 10 y la capa base 30.

En el caso de que el sustrato sea un poliacrilato, policarbonato o resina orgánica similar, la capa de unión 20 puede ser un polímero acrílico o una mezcla de polímeros, por ejemplo, un polímero acrílico hecho de uno o más acrilatos y/o metacrilatos de alquilo. Opcionalmente, la capa de unión puede incluir, además, uno o más promotores de la adhesión adicionales, tales como monómeros adicionales. La capa puede aplicarse al sustrato mediante recubrimiento por gravedad u otra técnica de aplicación adecuada. En el recubrimiento por gravedad, se prepara una solución polimérica del(de los) polímero(s) o monómeros precursores de la capa de unión, y la solución se aplica al dosel en el centro y a lo largo de un eje longitudinal que se extiende a lo largo de la longitud completa del dosel. La solución polimérica se descarga después desde una boquilla y se vierte sobre el dosel en la parte superior, lo que permite que la solución fluya hacia abajo por ambos lados y cubra de esta manera la superficie del dosel. La solución se aplica lentamente desde un extremo a otro a lo largo del eje longitudinal del dosel, hasta que todo el dosel está cubierto con una capa de unión. El grosor del recubrimiento puede controlarse, por ejemplo, al controlar la viscosidad de la solución polimérica. El recubrimiento líquido puede aplicarse mediante múltiples pases para asegurar que se forme una capa consistente a través del dosel. Cualquier exceso de goteo del dosel se recolecta en la parte inferior, a través de una canaleta, donde puede desecharse y/o reusarse adecuadamente.

En otra modalidad, se dirigen múltiples corrientes de la solución polimérica para incidir en el dosel. Las corrientes de solución se expulsan a través de una o más boquillas u otras salidas a una tasa de flujo constante. Al mantener constante la tasa de flujo de la solución polimérica, puede controlarse el grosor del recubrimiento. Además de la tasa de flujo, el grosor del recubrimiento también depende de la viscosidad de la solución polimérica. El aumento de la viscosidad de la solución polimérica aumenta el grosor del recubrimiento. En algunas modalidades, la viscosidad de la solución polimérica está en un intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 200 centipoise. Una vez que el dosel se recubre con el(los) material(es) de la capa de unión, se seca al aire en condiciones atmosféricas y a temperatura ambiente, y después se cura mediante el uso de calor o luz ultravioleta.

Después de que la capa de unión 20 se aplica al sustrato 10 y se cura, la capa base 30 se aplica mediante recubrimiento por gravedad o un proceso similar al descrito anteriormente. El sustrato, lo que incluye la capa de unión 20 y la capa base 30, se deja secar después al aire en condiciones ambientales, y después se cura.

La primera capa de óxido metálico 40 se aplica a la capa base 30 mediante cualquier proceso adecuado, tal como, por ejemplo, pulverización catódica. En una modalidad ilustrativa, la primera capa de óxido metálico se forma mediante el uso de un proceso de pulverización catódica por magnetron en el que una descarga de plasma de alta tensión provoca que los átomos se expulsan de un objetivo, tal como un objetivo de metal de titanio o TiO_2 . El metal o el óxido metálico golpean después la capa base y forman una capa fina transparente de óxido metálico. Como el recubrimiento se forma en una escala atómica, es posible producir capas uniformes de películas. Para el óxido de titanio, la capa de óxido metálico 40 puede aplicarse a una temperatura relativamente moderada, es decir, de aproximadamente 137,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F). El sustrato, lo que incluye la capa de unión 20 y la capa base 30, se calienta a una temperatura dentro de ese intervalo, y se deposita una capa suficientemente gruesa sobre el mismo. Adicionalmente, como se describió anteriormente, formar la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico puede incluir variar la tasa de flujo de oxígeno durante la pulverización catódica. El objetivo puede moverse durante el proceso de pulverización catódica y el objetivo puede realizar múltiples pases sobre el sustrato.

En una modalidad ilustrativa, la película de óxido de titanio se forma mediante el uso de pulverización catódica por magnetron con DC pulsada en una mezcla de gas de argón y O_2 a una temperatura de aproximadamente 37,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F).

Una vez que se aplica la primera capa de óxido metálico 40, la capa de metal 50 se aplica mediante el uso de un proceso físico de deposición de vapor o pulverización catódica como se describió anteriormente. Para el oro, el proceso de deposición puede llevarse a cabo a una temperatura de aproximadamente 37,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F). Después de que se deposita la capa metálica 50, se aplica a continuación la segunda capa de óxido metálico 60, mediante el uso de un proceso similar al descrito anteriormente con respecto a la primera capa de óxido metálico 40.

Después de que se forma la pila multicapa conductora de electricidad 120, puede formarse sobre la misma la capa de unión conductora antiestática. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 2, 6 y 7, la capa de unión conductora antiestática 107 puede formarse directamente sobre la segunda capa de óxido metálico 60 para proporcionar una capa de unión conductora antiestática que está en contacto físico directo con la segunda capa de óxido metálico 60.

Alternativamente, el sustrato recubierto puede incluir una segunda capa de unión (por ejemplo, una segunda capa de unión conductora) entre la pila conductora de la electricidad y la capa de unión conductora antiestática, como se muestra en la Figura 8. De acuerdo con la modalidad mostrada en la Figura 8, la transparencia recubierta incluye un sustrato 10 (por ejemplo, una transparencia), una capa de unión 20, una capa base 30, una pila multicapa conductora de la electricidad 120, un recubrimiento 103 que incluye una capa de unión conductora antiestática 107 y una capa superior conductora antiestática 105, como se describió anteriormente. La transparencia recubierta incluye, además, una segunda capa de unión 70 (por ejemplo, una capa de unión de capa superior) entre la capa de unión conductora antiestática 107 y la pila multicapa conductora de la electricidad 120. En una modalidad, la segunda capa de unión 70 incluye una resina polimérica que es compatible con la capa superior conductora antiestática 107 e incluye, opcionalmente, un compuesto de organosiloxano, que puede interactuar y unirse a la segunda capa de óxido metálico 60 de la pila multicapa conductora de la electricidad 120. La capa superior conductora antiestática 105 puede hacerse de un polímero duradero y resistente a la intemperie, tal como el poliuretano. Por ejemplo, la segunda capa de unión 70 puede ser una capa de unión (por ejemplo, un polímero acrílico y/o una mezcla de polímeros) tal como la descrita en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos núm. 2010/0028684.

Los siguientes ejemplos se presentan solo con fines ilustrativos y no deben considerarse como limitantes del alcance de la presente descripción. A menos que se indique de otra forma, todas las partes y porcentajes en los siguientes ejemplos, así como también en toda la descripción, son en peso.

20 Ejemplo 1

Un dosel de policarbonato para una aeronave a reacción F-22A se raspó ligeramente para aumentar su rugosidad superficial y área superficial para recibir una imprimación (3-aminopropiltriethoxisilano, un promotor de la adhesión). La imprimación se recubrió por gravedad sobre el dosel. A continuación, se aplicó una solución polimérica (FX-430, producida por PPG Industries, Inc.) al dosel mediante recubrimiento por flujo para formar una capa de unión (capa superior). La solución polimérica se vertió desde la parte superior del dosel y de un extremo a otro, lo que permite que la solución fluya hacia abajo y cubra el dosel mediante flujo por gravedad. Se dejó que el exceso de solución polimérica fluyera hacia abajo en una bandeja de goteo y se recolectó para su eliminación adecuada.

Después de que toda la superficie externa del dosel se hubiera recubierto, se curó en un horno calentado a 110 °C (230 °F) durante aproximadamente 5 horas. Después de curar el recubrimiento, el dosel se raspó para aumentar su área superficial para recibir la siguiente capa de recubrimiento y después se limpió con isopropanol (IPA). A continuación, se aplicó una capa base de silano (una capa base de silano) mediante recubrimiento por flujo, seguido de una capa de una capa base (FX-419, producida por PPG Industries, Inc.). El dosel recubierto se curó después en un horno precalentado a una temperatura de aproximadamente 87,8 °C (190 °F) durante aproximadamente 2 horas. Después del curado, el dosel se limpió a fondo para eliminar las partículas de polvo y partículas que pudieran haberse acumulado en la superficie.

El dosel limpio se colocó después en una cámara de vacío. La presión en la cámara de vacío se redujo y el sustrato en la cámara se calentó de aproximadamente 37,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F). Se depositaron dos capas de óxido metálico y una capa metálica sobre el dosel recubierto a una temperatura elevada (por ejemplo, de aproximadamente 37,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F)) mediante el uso de pulverización catódica por magnetrón. Primero, se formó una capa de óxido de titanio mediante pulverización catódica de un objetivo de TiO₂ mediante el uso de un suministro de energía con DC pulsada con una frecuencia de 300 kHz. Se formó una primera región del óxido de titanio al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de aproximadamente 1:2 durante la pulverización catódica por un período de tiempo de aproximadamente 5-10 minutos. Se formó una segunda región del óxido de titanio al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de 1:29 durante la pulverización catódica por un período de tiempo de aproximadamente 5-10 minutos. Se formó una tercera región del óxido de titanio al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de aproximadamente 1:2 durante la pulverización catódica por un período de tiempo de 5-10 minutos. Durante la pulverización catódica, tanto el dosel como el objetivo se movieron.

Después, se depositó una capa de oro sobre el dosel a la misma temperatura. Después de que se formó la capa de oro, se depositó una segunda capa de óxido de titanio en la parte superior de la capa de oro a una temperatura de aproximadamente 37,8 °C (100 °F) a aproximadamente 93,3 °C (200 °F) de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la primera capa de óxido de titanio. A continuación, se retiró el dosel de la cámara y se limpió cuidadosamente para eliminar cualquier contaminante que pudiera haberse adherido a la superficie. Se formó una capa de imprimación (recubrimiento de acrilato con una concentración de 1-3 %) sobre la segunda capa de óxido de titanio mediante recubrimiento por flujo. Después, se aplicó una capa de unión conductora antiestática a la segunda capa de óxido de titanio. Se prepararon ejemplos de la capa de unión conductora antiestática mediante el uso de composiciones de recubrimiento que incluyen componentes en cantidades en los intervalos mostrados en la Tabla 1. Las cantidades en la Tabla 1 se muestran en % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de recubrimiento. Los componentes enumerados en la Tabla 1 también se diluyeron con alcohol de diacetona a 65 % de sólidos (partes en peso).

Tabla 1

Componente	Cantidad (% en peso)
Capa™ 4101	10-25
Capa™ 2101A	2-8
Superstat	15-32
TINUVIN® T-405	1-5
TINUVIN® T-152	0.5-2
LUMIFLON® 910 LM	5-15
T-12	0,005-0,015
FC-4432	0,1-0,6
N-75	20-50
BAYHYDUR® 401-70	3-9
Total	100

Para mejorar aún más la adhesión de la capa de unión conductora antiestática a la capa de imprimación y la adhesión de una capa superior conductora antiestática a la capa de unión conductora antiestática, se añadió el agente de acoplamiento 3-glicidoxipropil trimetoxisilano (A-187) al 3 % (en peso de los sólidos totales) a la composición de recubrimiento antes de la aplicación de recubrimiento por flujo de la capa de unión conductora antiestática (mediante una máquina mezcladora de dos componentes) sobre el sustrato. La capa de unión conductora antiestática se secó al aire durante 2 horas y después se curó a 87,8 °C (190 °F) durante 5 horas. Se formó una capa superior conductora antiestática en la capa de unión conductora antiestática mediante recubrimiento por flujo. Se prepararon ejemplos de la capa superior conductora antiestática mediante el uso de composiciones de recubrimiento que incluyen componentes en cantidades en los intervalos mostrados en la Tabla 2. Las cantidades en la Tabla 2 se muestran en % en peso, basado en el peso total de los sólidos de la composición de recubrimiento. Los componentes enumerados en la Tabla 2 también se diluyeron con alcohol de diacetona a 65 % de sólidos (partes en peso).

Tabla 2

Componente	Cantidad (% en peso)
Capa™ 4101	5-15
Capa™ 2101A	2-10
Superstat	6-25
TINUVIN® T-405	2-10
TINUVIN® T-152	1,0-4
T-479	0,1-1

5	LUMIFLON® 910 LM	15-45
	Capstone 62 AL	0.5-2
	T-12	0,005-0,015
10	FC-4432	0,1-0,6
15	N-75	15-45
	BAYHYDUR® 401-70	2-8
20	Total	100

Pruebas de turbidez y transmisión luminosa

25 Un cupón de 7,6 cm (3 pulgadas) por 30,5 cm (12 pulgadas) preparado de acuerdo con el Ejemplo 1 se probó de acuerdo con la norma ASTM D1003 mediante el uso de un instrumento Haze-Gard Plus. La turbidez mide la claridad y transparencia de la película (la película no debe ser translúcida y difundir la luz), mientras que la transmitancia de la luz visible o luminosa indica la cantidad de luz visible transmitida a través de la muestra. El cupón de acuerdo con el Ejemplo 1 exhibió una transmitancia de luz visible del 65,7 % y una turbidez del 1,31 %. De acuerdo con los resultados de la prueba, el cupón de acuerdo con el Ejemplo 1 cumple con los valores de transmitancia de luz visible y turbidez requeridos para el dosel, el parabrisas y las ventanas de la aeronave, que son 58 % o más y 10 % o menos, respectivamente.

Prueba de abrasión de Bayer

35 La resistencia a la abrasión de un cupón de 5,1 cm (2 pulgadas) por 5,1 cm (2 pulgadas) preparado de acuerdo con el Ejemplo 1 se probó de acuerdo con la norma ASTM F735 durante 300 ciclos. Antes de la prueba de abrasión de Bayer, el cupón exhibía una transmitancia de luz visible del 68,0 % y una turbidez del 1,60 %, según lo determinado mediante la prueba de transmitancia luminosa y turbidez descrita anteriormente. Después de 300 ciclos de la prueba de abrasión de Bayer, el cupón exhibió una transmitancia de luz visible del 67,5 % y una turbidez del 4,5 %, según lo determinado mediante la prueba de turbidez descrita anteriormente. De acuerdo con los resultados de la prueba, la transmitancia de luz visible y la turbidez del cupón no se alteraron significativamente mediante la prueba de abrasión de Bayer.

Prueba de humedad

45 Un cupón de 7,6 cm (3 pulgadas) por 30,5 cm (12 pulgadas) preparado de acuerdo con el Ejemplo 1, se expuso al 100 % de humedad por condensación a 50 °C (122 °F). La turbidez y la transmitancia de luz visible (VLT) se midieron después de 4 semanas y después de 12 semanas de exposición. Antes de la prueba de humedad, el cupón exhibía una transmitancia de luz visible de 68,10 % y una turbidez de 0,92 %. Después de 4 semanas de exposición al 100 % de humedad por condensación a 50 °C (122 °F), el cupón exhibió una transmitancia de luz visible de 67,00 % y una turbidez de 1,26 %. Después de 12 semanas de exposición, el cupón exhibió una transmitancia de luz visible de 66,00 % y una turbidez de 1,21 %. La adhesión a la trama cruzada (según lo medido mediante el uso de 10 tirones de cinta) del cupón después de tanto 4 como 12 semanas de exposición fue del 100 % con excelentes aspectos cosméticos.

Prueba de humedad y radiación solar (QUV)

55 Un cupón de 7,6 cm (3 pulgadas) por 30,5 cm (12 pulgadas) preparado de acuerdo con el Ejemplo 1, se expuso a ciclos de 8 horas de radiación ultravioleta (UV) a 60 °C (140 °F) a 0,49 W/m², seguido de exposición a condensación durante 4 horas a 50 °C (122 °F). La turbidez y la transmitancia de luz visible (VET) se midieron después de que los ciclos se hubieran repetido durante un total de 4 semanas, y después 12 semanas. Antes de la prueba de humedad y radiación solar (QUV), el cupón exhibía una transmitancia de luz visible de 65,00 % y una neblina de 1,68 %. Después de 4 semanas de ciclos, el cupón exhibió una transmitancia de luz visible de 64,5 % y una turbidez de 2,00 %. Después de 12 semanas de exposición, el cupón exhibió una transmitancia de luz visible de 64,1 % y una turbidez de 2,5 %. La adhesión a la trama cruzada (según lo medido mediante el uso de 10 tirones de cinta) del cupón después de tanto 4 como 12 semanas de exposición fue del 100 % con excelentes aspectos cosméticos.

Prueba de erosión por lluvia

5 Un cupón de 2,54 cm (1 pulgada) por 2,54 cm (1 pulgada) preparado de acuerdo con el Ejemplo 1 se expuso a precipitación simulada a una velocidad de 885 km/h (550 millas por hora (mph)) en el University of Dayton Research Institute (UDRI). Se inspeccionaron los cupones para determinar la degradación del recubrimiento después de 1 minuto, 11 minutos y 22 minutos de exposición a la precipitación simulada. No se observó daño al cupón o pérdida de adhesión después de 1, 11 y 22 minutos de exposición.

Prueba de exposición a productos químicos/solventes

10 Se prepararon varios cupones de acuerdo con el Ejemplo 1. Se creó un pozo que tenía un diámetro de 6,35 cm (2,5 pulgadas) en la superficie de recubrimiento de cada cupón mediante el uso de cinta adhesiva. Los pozos incluían agua, una mezcla de isopropanol/agua 50/50 (p/p), isopropanol sustancialmente puro, una solución de jabón suave, nafta, Kilfrost, combustible para aeronaves JB-5 y combustible para aeronaves JB-8. Los cupones se expusieron continuamente a los respectivos solventes/productos químicos durante un período de 10 días (y los solventes y/o productos químicos se repusieron según fue necesario). Después de 10 días, los cupones se inspeccionaron en busca de ojo de pez, deslaminación o distorsión de la superficie. Los cupones también se probaron para determinar la adhesión a la trama cruzada en las áreas de exposición. No se observaron cambios en los cupones y la adhesión a la trama cruzada fue del 100 %. Además, la transmitancia de luz y la turbidez de los cupones se midieron antes y después de la prueba de exposición a productos químicos/solventes, y no se observó ningún cambio significativo en la transmitancia de luz o turbidez.

25 Aunque se han descrito diversas modalidades de la invención, modificaciones y variaciones adicionales serán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, el sustrato recubierto puede tener capas de unión o imprimaciones adicionales, capas de unión conductoras, grosores alternativos, componentes adicionales, etc. Como se usa en la presente, los términos "capa de unión" y "capa base" pueden considerarse sinónimos de los términos "capa de unión" y "capa base", respectivamente. Además, a medida que se forman las capas individuales incluidas en el sustrato recubierto, estas pueden limpiarse antes de depositar la siguiente capa adyacente. Por ejemplo, la primera capa de unión puede limpiarse con una solución tal como una mezcla de agua y alcoholes, y después secarse para eliminar el agua superficial, lo que podría interferir con las propiedades de flujo del polisiloxano de la capa base 30. La invención no se limita a las modalidades específicamente descritas, y la transparencia recubierta, sus capas y composiciones pueden modificarse sin apartarse de la invención, que está limitada solo por las reivindicaciones adjuntas.

35 A lo largo del texto y las reivindicaciones, la palabra "aproximadamente" se usa como un término de aproximación, no como un término de grado, y refleja la penumbra de variación asociada con la medición, las cifras significativas y la intercambiabilidad, todo tal como lo entiende un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Adicionalmente, a lo largo de esta descripción y las reivindicaciones adjuntas, se entiende que incluso aquellos intervalos que pueden no usar el término "aproximadamente" para describir los valores altos y bajos también se modifican implícitamente por ese término, a menos que se especifique de cualquier otra manera.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato recubierto transparente que comprende:
 un sustrato seleccionado de un dosel, un parabrisas o una ventana de una aeronave;
 una pila multicapa conductora de la electricidad en el sustrato; y
 un recubrimiento en la pila multicapa conductora de la electricidad, con un grosor del recubrimiento de 127 μm (5 mil) a 254 μm (10 mil) y el recubrimiento comprende:
 una capa de unión conductora antiestática en la pila multicapa conductora de la electricidad;
 y
 una capa superior conductora antiestática en la capa de unión conductora antiestática,
 donde la capa de unión conductora antiestática se forma a partir de una composición de recubrimiento que
 comprende un primer poliisocianato alifático hidrófobo, un segundo poliisocianato alifático que comprende una
 porción hidrófila, un poliéster polioliol, un polioliol hidrófilo y un polioliol fluorado,
 en donde un grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora
 antiestática es de 63,5 μm (2,5 mil) a 127 μm (5 mil).
2. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el grosor del recubrimiento es de 127 μm (5 mil) a 203,2 μm (8 mil).
3. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 2, en donde un grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión antiestática es de 63,5 μm (2,5 mil) a 101,6 μm (4 mil).
4. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el grosor del recubrimiento es de 152,4 μm (6 mil) a 203,2 μm (8 mil).
5. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 4, en donde el grosor de cada una de la capa superior conductora antiestática y la capa de unión conductora antiestática es de 76,2 μm (3 mil) a 101,6 μm (4 mil).
6. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde un grosor de la capa de unión conductora antiestática o de la capa superior conductora antiestática es de al menos 76,2 μm (3 mil).
7. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde la capa de unión conductora antiestática o la capa superior conductora antiestática, está sustancialmente libre de polímeros inherentemente conductores, líquidos iónicos, óxidos conductores y nanotubos de carbono.
8. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además una capa de unión entre el sustrato y la pila multicapa conductora de la electricidad, que comprende además, opcionalmente, una capa base entre la capa de unión y la pila multicapa conductora de la electricidad.
9. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además una capa de imprimación entre la pila multicapa conductora de la electricidad y la capa de unión conductora antiestática.
10. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el recubrimiento tiene una resiliencia de manera que el recubrimiento puede estirarse hasta una longitud 50 % o más larga que la longitud del recubrimiento tal como se formó, tal como una longitud 100 % o más larga o 200 % o más larga que la longitud del recubrimiento tal como se formó, sustancialmente sin desgarrar el recubrimiento.
11. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el segundo poliisocianato alifático comprende, además, una porción hidrófoba.
12. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 11, en donde la porción hidrófoba del segundo poliisocianato alifático comprende un resto de diisocianato de isofozona o un derivado de este.
13. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde la porción hidrófila del segundo poliisocianato alifático comprende una cadena de poliéter.
14. El sustrato recubierto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el segundo poliisocianato alifático comprende una cadena de poliéter unida a un trímero de diisocianato de isofozona.

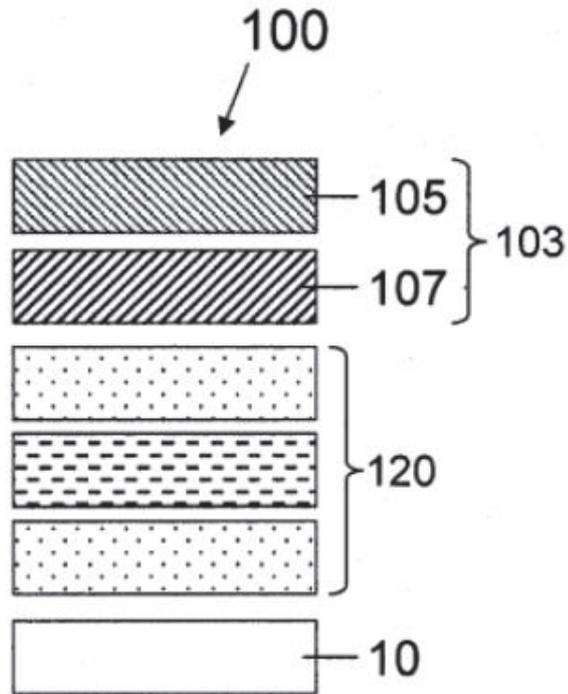


FIG. 1

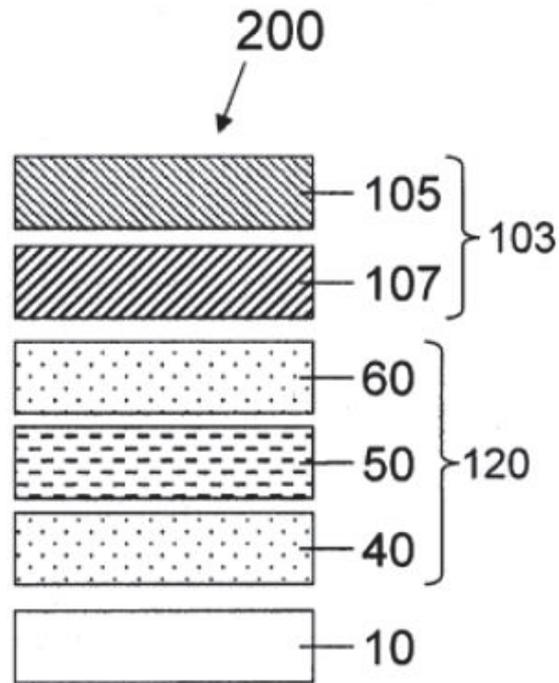


FIG. 2

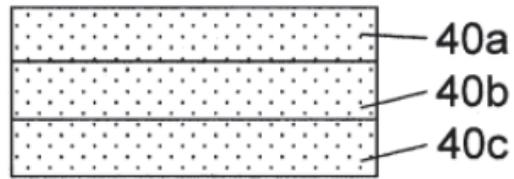


FIG. 3

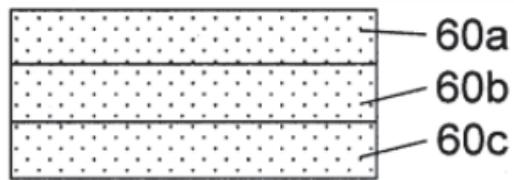


FIG. 4

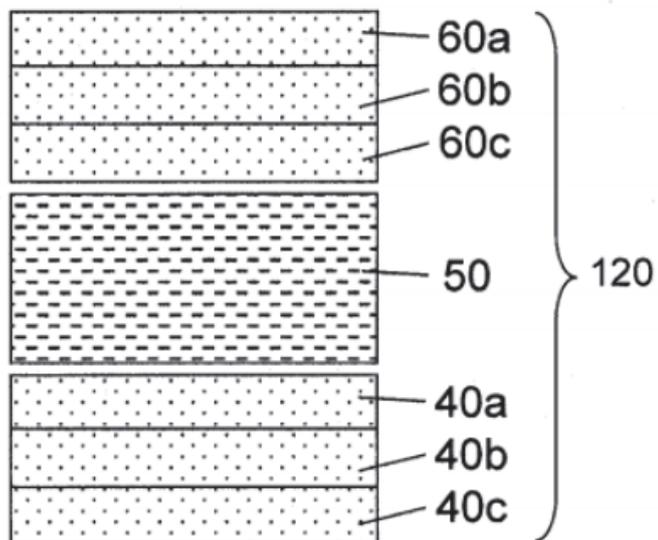


FIG. 5

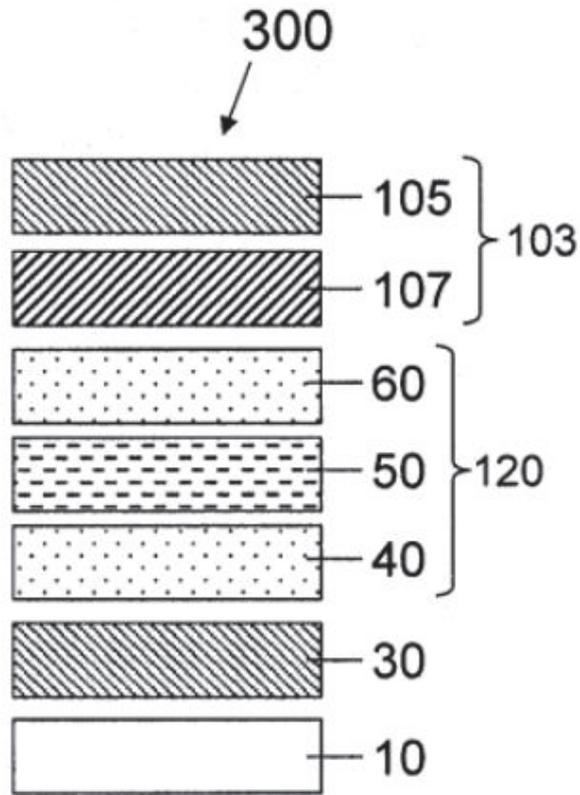


FIG. 6

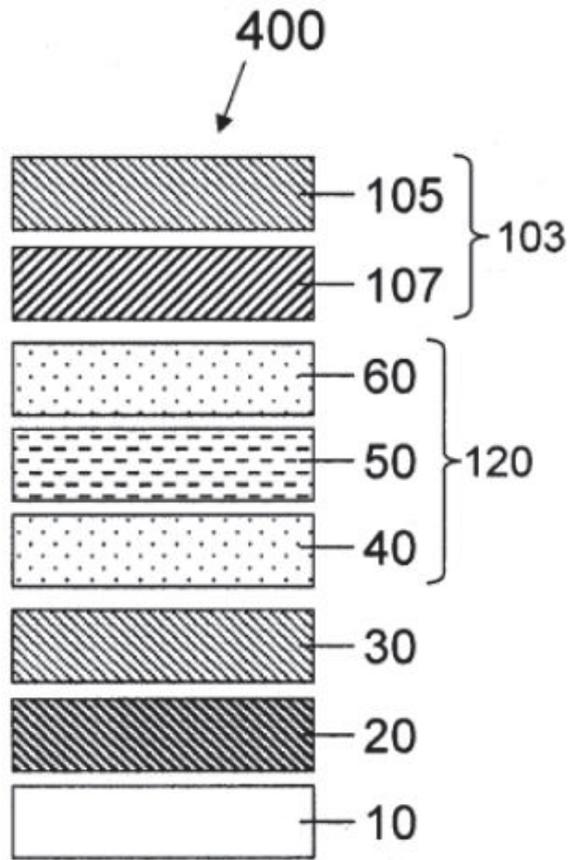


FIG. 7

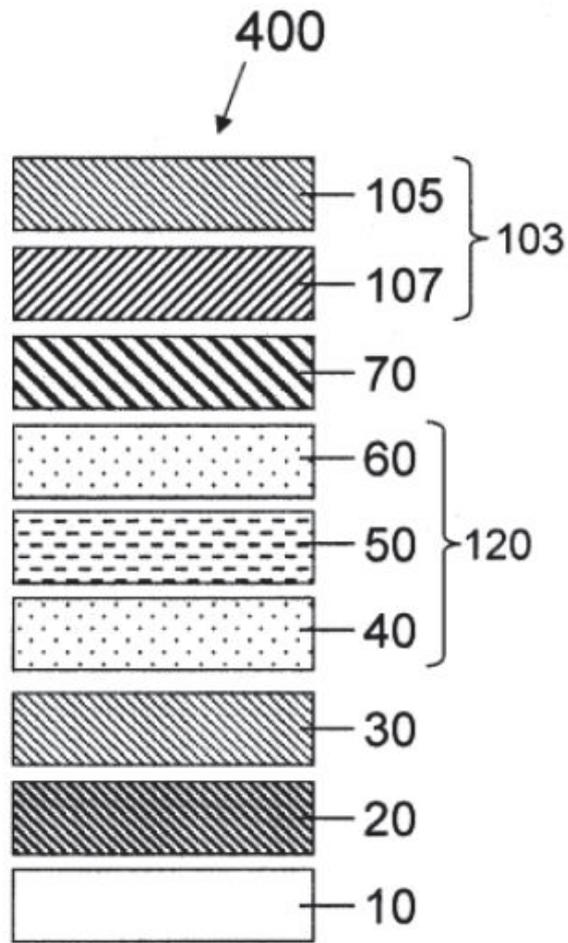


FIG. 8