

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 798**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00	(2006.01)
C23C 14/00	(2006.01)
C23C 14/08	(2006.01)
C23C 14/20	(2006.01)
G02B 1/116	(2015.01)
B64C 1/14	(2006.01)
B64D 7/00	(2006.01)
C03C 17/42	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2013 PCT/US2013/053823**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14051859**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2013 E 13747941 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2900845**

54 Título: **Apilamiento de varias capas conductor, sustratos revestidos que incluyen el mismo y métodos para elaborar el mismo**

30 Prioridad:

28.09.2012 US 201213631773

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

26.02.2019

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
One PPG Place, 39th Floor
Pittsburgh, PA 15272, US**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 701 798 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

Apilamiento de varias capas conductor, sustratos revestidos que incluyen el mismo y métodos para elaborar el mismo

5 Campo

La siguiente descripción se refiere generalmente a paneles transparentes revestidos (p. ej., estratificados revestidos). Más específicamente, la siguiente descripción se refiere a un panel transparente revestido que incluye un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que tiene una resistencia laminar adecuada para proporcionar atenuación radárica y propiedades antiestáticas y disipadoras de la electricidad estática y a métodos para fabricar el mismo.

Antecedentes

Los doseles de los aviones, y particularmente los doseles de aviones furtivos, incluyen preferiblemente una capa (o capas) de baja resistencia (es decir, alta conductividad eléctrica) para prevenir o reducir la acumulación de carga estática y para proporcionar atenuación radárica. La carga estática se puede acumular sobre un dosel como resultado de la precipitación estática y/o relámpagos y puede interferir con diversas funciones del avión. Al incluir una capa (o capas) de baja resistencia, un dosel de avión puede agotar o disipar la electricidad estática y de ese modo prevenir o reducir la acumulación de carga estática sobre el dosel. La capa (o capas) de baja resistencia puede estar revestida con un estrato superior de alta resistencia (p. ej., un revestimiento antiestático de poliuretano), de modo que la carga estática se pueda transferir a través del estrato superior orgánico a la capa (o capas) de baja resistencia.

Los doseles de los reactores modernos, tales como los doseles de cazas furtivos F-22, típicamente están hechos de materiales poliméricos. Estos materiales son deseables debido a su peso ligero, alta resistencia y facilidad de conformación. Sin embargo, la mayoría de los materiales poliméricos no cumplen los requisitos para un avión furtivo, tales como baja resistencia laminar y la capacidad de soportar condiciones climáticas extremas. Como resultado, se emplean revestimientos (p. ej., revestimiento orgánicos e inorgánicos) para impartir alta conductividad eléctrica y otras características necesarias para el dosel.

Sumario

Aspectos de realizaciones de la presente invención se dirigen a un apilamiento de varias capas no corrosivo altamente durable y eléctricamente conductor, que puede estar revestido sobre un panel transparente. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye: primera y segunda capas de óxido de titanio, incluyendo la primera capa de óxido metálico una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la de la segunda región; y una capa metálica entre la primera y la segunda capas de óxido metálico. Según realizaciones de la presente invención, las capas de óxido de titanio tienen altos índices de refracción, alta transmisión de luz, buena estabilidad química y buena adherencia a otras capas, en comparación con las otras capas de óxido metálico.

La capa metálica puede incluir oro (Au).

En algunas realizaciones, cada una de la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico incluye la primera región, la segunda región y la tercera región.

La primera región pueden tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 6 nm, por ejemplo de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 nm.

La segunda región puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 8 nm.

La tercera región puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 6 nm, por ejemplo de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 nm.

La relación del grosor de la primera región al de la segunda región puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,0625:1 a aproximadamente 1:1, por ejemplo de aproximadamente 0,25:1 a aproximadamente 1:1.

La relación del grosor de la tercera región al de la segunda región puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,0625:1 a aproximadamente 1:1, por ejemplo de aproximadamente 0,25:1 a aproximadamente 1:1.

Al menos una de la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 20, por ejemplo de aproximadamente 8 a aproximadamente 15 nm.

5 La capa metálica puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 nm.

En algunas realizaciones de la presente invención, el panel transparente revestido es un dosel de avión.

10 En algunas realizaciones ejemplares, el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor puede ser transparente.

El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor puede tener una transmitancia de luz visible de al menos aproximadamente 61%.

15 Según algunas realizaciones de la invención, un panel transparente revestido incluye un panel transparente y un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor sobre el panel transparente. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor es el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor descrito anteriormente. En algunas realizaciones, el panel transparente revestido también incluye una capa de base situada encima del panel transparente, en donde la capa de base está entre el panel transparente y el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor.

20 La capa de base puede incluir un material seleccionado de poliepóxidos, poliacrilatos, poliuretanos, polisiloxanos, y combinaciones de los mismos.

25 El panel transparente revestido también puede incluir una capa de conexión situada encima del panel transparente entre el panel transparente y la capa de base.

30 Aspectos de realizaciones de la presente invención también se dirigen a un panel transparente revestido que incluye además un estrato superior situado encima del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor.

35 En algunas realizaciones, el estrato superior incluye un componente hidrófobo que tiene un esqueleto carbonado fluorado y un componente lipófilo que tiene una cadena de poliéter.

El estrato superior puede ser un producto de reacción de un precursor hidrófobo que tiene un esqueleto carbonado fluorado y un precursor hidrófilo que tiene una cadena de poliéter.

40 El estrato superior puede incluir además un compuesto que incluye grupos funcionales poliuretano. Por ejemplo, el estrato superior se puede formar al mezclar una mezcla que incluye compuestos que incluyen uno o más grupos funcionales reactivos, tales como grupos hidroxilo, con una mezcla que incluye compuestos que incluyen uno o más grupos funcionales reactivos, tales como grupos isocianato, y aplicar la mezcla resultante sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor y hacer reaccionar los grupos hidroxilo y los grupos isocianato para formar grupos funcionales poliuretano.

45 El estrato superior puede estar en contacto físico directo con la segunda capa de óxido metálico.

En algunas realizaciones, el panel transparente revestido incluye además una capa de conexión del estrato superior entre el estrato superior y el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor.

50 La capa de conexión del estrato superior puede ser eléctricamente conductora.

55 Aspectos de realizaciones de la invención también se dirigen a un método para fabricar el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor. El método puede incluir: formar una primera capa de óxido de titanio; formar una capa metálica sobre la primera capa de óxido metálico; y formar una segunda capa de óxido de titanio sobre la capa metálica. La formación de la primera capa de óxido metálico o la formación de la segunda capa de óxido metálico incluye variar un caudal de oxígeno durante la formación.

60 En algunas realizaciones, la variación del caudal de oxígeno incluye hacer fluir el oxígeno a un primer caudal de oxígeno, hacer fluir oxígeno a un segundo caudal de oxígeno y hacer fluir oxígeno a un tercer caudal de oxígeno. Por ejemplo, la variación del caudal de oxígeno incluye en primer lugar hacer fluir oxígeno al primer caudal de oxígeno, hacer fluir el oxígeno al segundo caudal de oxígeno y a continuación hacer fluir oxígeno al tercer caudal de oxígeno.

65 Una relación del primer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno puede estar en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1, y una relación del tercer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno puede estar en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1.

5 La variación del caudal de oxígeno puede incluir además hacer fluir un primer gas inerte a un primer caudal de gas inerte, hacer fluir un segundo gas inerte a un segundo caudal de gas inerte y a continuación hacer fluir un tercer gas inerte a un tercer caudal de gas inerte. Por ejemplo, hacer fluir gas inerte puede incluir hacer fluir en primer lugar el primer gas inerte al primer caudal de gas inerte, a continuación hacer fluir el segundo gas inerte al segundo caudal de gas inerte y a continuación hacer fluir el tercer gas inerte al tercer caudal de gas inerte. El primer, segundo y tercer gases inertes pueden ser iguales o diferentes. En algunas realizaciones, cada uno del primer gas inerte, el segundo gas inerte y el tercer gas inerte son todos iguales (p. ej., Ar).

10 Una relación del primer caudal de oxígeno al primer caudal de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,8:2,2 a aproximadamente 1:1,8, una relación del segundo caudal de oxígeno al segundo caudal de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 1:29 a aproximadamente 2:25 y una relación del tercer caudal de oxígeno al tercer caudal de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,8:2,2 a aproximadamente 1:1,8.

15 En algunas realizaciones, la formación de la primera capa de óxido metálico y la formación de la segunda capa de óxido metálico incluye cada una variar el caudal de oxígeno durante la formación.

En algunas realizaciones, la formación de la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico incluye pulverización catódica, evaporación, deposición de una capa atómica o deposición química de vapor.

20 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, junto con la memoria descriptiva, ilustran realizaciones ejemplares de la presente invención, y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

La FIG. 1 es una vista en sección transversal ampliada de un panel transparente revestido que incluye un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según una realización de la presente invención.

25 Las FIGS. 2-7 son vistas en sección transversal ampliadas de paneles transparentes revestidos según diversas realizaciones de la presente invención.

30 La FIG. 8 es una gráfica que compara la transmitancia de luz frente a la longitud de onda de luz de un apilamiento de varias capas que incluye un apilamiento de óxido de titanio/Au/óxido de titanio según una realización de la presente invención con un apilamiento de varias capas que incluye AZO/Au/AZO y un apilamiento de varias capas que incluye ITO/Au/ITO.

La FIG. 9 es una vista lateral esquemática de la disposición usada en la prueba de curvatura de cuatro puntos.

La FIG. 10 es una vista superior esquemática de una porción de la disposición usada en la prueba de curvatura de cuatro puntos.

35 La FIG. 11 es una gráfica que compara los resultados de la prueba de curvatura de cuatro puntos para un apilamiento de varias capas que incluye un apilamiento de óxido de titanio/Au/óxido de titanio según una realización de la presente invención con un apilamiento de varias capas que incluye AZO/Au/AZO, un apilamiento de varias capas que incluye ITO/Au/ITO y un apilamiento de varias capas que incluye ITO/Ag/ITO.

Descripción detallada

40 En la siguiente descripción y en las reivindicaciones, se describen diversas capas que están "sobre", "encima de" o "situadas encima de" una o más capas adicionales. Este lenguaje simplemente indica las posiciones relativas de las capas. Así, en algunas realizaciones, dos capas están literalmente justo una al lado de la otra, mientras que en otras realizaciones, las mismas dos capas están separadas por una o más capas adicionales. En cada caso, se considera que una de las dos capas está "sobre", "encima de" o situada encima de" las otras capas. Además, "sobre" o "encima de" puede significar "debajo de". Por ejemplo, una capa que está "sobre" o "encima de" otra capa también se puede considerar "debajo de" la otra capa, dependiendo del punto de vista.

50 Según se usa en la presente, el término "sustrato revestido" o "panel transparente revestido" se refiere a un sustrato o panel transparente que se ha protegido (p. ej., revestido) con una o más capas de metal y/u óxido metálico para proporcionar una capa conductora sobre el sustrato. El sustrato o el panel transparente puede estar hecho de vidrio o plástico, revestido o no revestido, y puede formar una ventana o un parabrisas de un coche, un avión, un barco, un edificio o cualquier vehículo o estructura adecuados.

Realizaciones de la presente invención se dirigen a un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor, que se puede usar para revestir un sustrato tal como un panel transparente. En algunas realizaciones, el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye primera y segunda capas de óxido metálico que incluyen óxido de titanio, incluyendo la primera capa de óxido metálico una primera región (p. ej., una primera subcapa), una segunda región (p. ej., una segunda subcapa) sobre la primera región, y una tercera región (p. ej., una tercera subcapa) sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la de la segunda región, y una capa metálica (tal como una capa metálica que incluye oro (Au)) entre la primera y la segunda capas de óxido metálico. La primera capa de óxido metálico está situada encima del panel transparente y la capa metálica está situada entre la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico. Según se usa en la presente, el término "óxido de titanio" se refiere a cualquier compuesto que contenga solamente Ti y O como los elementos constituyentes. Algunos ejemplos no limitativos de óxidos de titanio adecuados incluyen TiO_2 , TiO , Ti_2O_3 , Ti_3O , Ti_2O y derivados o variaciones de los mismos.

En algunas realizaciones, un panel 100 transparente revestido incluye el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor descrito anteriormente. Un panel transparente revestido ejemplar se muestra en la FIG. 1. Como se puede observar en la realización de la FIG. 1, el panel transparente revestido incluye un panel transparente o sustrato 10 (tal como un dosel de avión) y un apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye una primera capa 40 de óxido metálico que incluye óxido de titanio adyacente a una capa 50 metálica y una segunda capa 60 de óxido metálico que incluye óxido de titanio adyacente a la capa 50 metálica. Cada una de las primera y segunda capas de óxido metálico y la capa metálica puede estar situada sobre o encima de una capa adyacente en el orden mostrado. Una o más de la primera capa 40 de óxido metálico y la segunda capa 60 de óxido metálico pueden incluir diversas regiones (o subcapas) como las descritas con más detalle posteriormente. El panel transparente revestido también puede incluir capas adicionales (no mostradas en la FIG. 1), tales como capas de conexión, base y estrato superior, según se desee.

Al menos una de la primera capa de óxido metálico y la segunda capa de óxido metálico incluye una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región. La primera región y la tercera región tienen cada una una concentración de oxígeno superior que la de la segunda región. Por ejemplo, una realización en la que la primera capa 40 de óxido metálico incluye una primera región 40a, una segunda región 40b y una tercera región 40c se muestra en la FIG. 3. Como se puede observar en la realización de la FIG. 3, la segunda región 40b está sobre la tercera región 40c y la primera región 40a está sobre la segunda región 40b. Alternativamente, la segunda región 40b puede estar sobre la primera región 40a y la tercera región 40c puede estar sobre la segunda región 40b. Sin embargo, se entiende que las primera, segunda y tercera regiones 40a, b y c pueden estar situadas en cualquier orden entre sí, y no están limitadas a las posiciones y el orden descritos en la presente y representados en los dibujos.

La FIG. 2 muestra otra realización en la que la segunda capa 60 de óxido metálico incluye una primera región 60a, una segunda región 60b y una tercera región 60c. Como se puede observar en la realización de la FIG. 2, la segunda región 60b está sobre la tercera región 60c y la primera región 60a está sobre la segunda región 60b. Alternativamente, la segunda región 60b puede estar sobre la primera región 60a y la tercera región 60c puede estar sobre la segunda región 60b. La FIG. 4 muestra otra realización en la que cada una de la primera capa 40 de óxido metálico y la segunda capa 60 de óxido metálico 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 superior a la de la segunda región.

Según realizaciones de la presente invención, un método para fabricar un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye: formar una primera capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio; formar una capa metálica sobre la primera capa de óxido metálico; y formar una segunda capa de óxido metálico que incluye óxido de titanio sobre la capa metálica, incluyendo al menos una de la formación de la primera capa de óxido metálico y la formación de la segunda capa de óxido metálico formar una primera región, una segunda región y una tercera región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la segunda región. Las capas de óxido metálico se pueden preparar usando cualquier procedimiento adecuado capaz de producir una capa de óxido metálico que incluya una primera región, una segunda región y una tercera región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la segunda región. Por ejemplo, las capas de óxido metálico se pueden preparar usando deposición física de vapor, deposición de una capa atómica y deposición química de vapor (p. ej., deposición química de vapor mejorada con plasma). Adicionalmente, la primera región, la segunda región y la tercera región se pueden formar después de la deposición de la capa de óxido metálico correspondiente. Por ejemplo, la capa de óxido metálico se puede depositar en primer lugar y a continuación someterse a un tratamiento de posdeposición para crear la primera región, la segunda región y la tercera región.

En algunas realizaciones, al menos una de la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico se forma al variar un caudal de oxígeno durante la formación. Las capas de óxido metálico se pueden formar mediante cualquier procedimiento adecuado, tal como, por ejemplo, un procedimiento de deposición física de vapor tal como pulverización catódica. La pulverización catódica puede incluir, por ejemplo, pulverización catódica desde un blanco de titanio metálico o un blanco de TiO_2 , pero la presente invención no se limita a esto. En algunas

realizaciones, tanto la primera capa de óxido metálico como la segunda capa de óxido metálico se forman al variar el caudal de oxígeno durante la formación (p. ej., durante la pulverización catódica). Al variar el caudal de oxígeno durante la formación, se puede variar la concentración de oxígeno de la capa de óxido metálico, formando de ese modo un gradiente de concentración de oxígeno en la capa formada. Las diferentes concentraciones de oxígeno en el gradiente que forma las primera, segunda y tercera regiones de la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico.

Por ejemplo, la variación del caudal de oxígeno durante la pulverización catódica puede incluir hacer fluir oxígeno a un primer caudal de oxígeno, a continuación hacer fluir oxígeno a un segundo caudal de oxígeno y a continuación hacer fluir oxígeno a un tercer caudal de oxígeno. En algunas realizaciones, una relación del primer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno está en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1 y una relación del tercer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno está en un intervalo de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 25:1. Al variar el caudal de oxígeno durante la formación, la primera o segunda capa de óxido metálico se forma con la primera, la segunda o la tercera regiones, teniendo cada región una concentración de oxígeno diferente. Adicionalmente, según se describe con más detalle posteriormente, la variación del caudal de oxígeno también puede variar la rugosidad de la primera región, la segunda región y la tercera región, variando de ese modo la superficie específica de cada una. Por ejemplo, la formación de una región de óxido de titanio mientras se hace fluir oxígeno a un caudal superior da como resultado un incremento en la superficie específica (o energía superficial) en comparación con la formación de una región de óxido de titanio mientras se hace fluir oxígeno a un caudal inferior. El incremento en la superficie específica de una región de óxido de titanio formada a un caudal de oxígeno superior se puede observar usando 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 un caudal de oxígeno inferior, que exhibirá una sección transversal más lisa bajo TEM.

En algunas realizaciones, variar el caudal de oxígeno durante la formación (p. ej., durante la pulverización catódica) incluye además hacer fluir un primer gas inerte a un primer caudal de gas inerte, a continuación hacer fluir un segundo gas inerte a un segundo caudal de gas inerte y a continuación hacer fluir un tercer gas inerte a un tercer caudal de gas inerte. Por ejemplo, una relación del primer caudal de oxígeno al primer caudal de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,8:2,2 a aproximadamente 1:1,8, una relación del segundo caudal de oxígeno al segundo caudal de gas inerte puede estar en un intervalo de aproximadamente 1:29 a aproximadamente 2:25 y una relación del tercer caudal de oxígeno al tercer caudal 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 los caudales precedentes, la concentración de oxígeno de la primera región, la segunda región o la tercera región se puede controlar adicionalmente.

En algunas realizaciones, hacer fluir gas inerte al primer caudal de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno al primer caudal de oxígeno, hacer fluir gas inerte al segundo caudal de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno al segundo caudal de oxígeno y hacer fluir gas inerte al tercer caudal de gas inerte se realiza simultáneamente con hacer fluir oxígeno al tercer caudal de oxígeno. El primero, el segundo y el tercer gases inertes pueden ser iguales o diferentes. En algunas realizaciones, cada uno del primer gas inerte, el segundo gas inerte y el tercer gas inerte son todos iguales (p. ej., Ar).

La duración del procedimiento de deposición dependerá del procedimiento de deposición que se use y las características del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor, tal como el tamaño (p. ej., la superficie) del sustrato sobre el que se está depositando el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor y el grosor de cada una de las diversas capas del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor. Por ejemplo, la duración del procedimiento de pulverización catódica dependerá del tamaño del blanco, la potencia aplicada al blanco y, debido a que el blanco se puede mover, el número de pases que el blanco realiza sobre el sustrato. El sustrato también se puede mover durante el procedimiento de deposición. Teniendo en cuenta las variables descritas anteriormente, el procedimiento de deposición se puede llevar a cabo durante un período suficiente para formar la primera región, la segunda región y/o la tercera región hasta un grosor apropiado.

Por ejemplo, la primera 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. De forma 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 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 forma similar, una relación del grosor de la tercera región 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.

Según se describe anteriormente, la segunda región puede tener una concentración de oxígeno inferior que la de cada una de la primera región y la tercera región. Por ejemplo, según se indica anteriormente, la segunda región se puede formar al hacer fluir oxígeno a un caudal inferior (es decir, inferior con relación a los caudales de oxígeno bien para la primera región o bien para la tercera región) durante la formación. Como resultado de que la segunda región

tenga una concentración de oxígeno inferior 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. Por consiguiente, las capas de óxido metálico que incluyen la primera, la segunda y la 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 superior que la segunda región (p. ej., al formarse a un caudal de oxígeno superior que el de la segunda capa), cada una de la primera región y la tercera región tiene mayor rugosidad superficial que la segunda región (p. ej., la región de concentración de oxígeno inferior). El incremento en la concentración de oxígeno, y de ahí el incremento en la rugosidad superficial y el incremento en la superficie específica (o energía superficial), de la primera región y la tercera región, con relación a la segunda región, mejora la adherencia de la capa de óxido metálico al sustrato u otras capas (ejemplos no limitativos de las cuales incluyen capas metálicas, capas de conexión, capas de base, capas de estrato superior o similares). Por ejemplo, las capas de óxido metálico que incluyen primera y tercera regiones, con rugosidad superficial superior que la segunda región, tienen una adherencia mejorada al sustrato en comparación con capas de óxido metálico que incluyen solamente una segunda región (p. ej., una región de concentración de oxígeno relativamente inferior). Por consiguiente, la capa de óxido metálico de varias regiones descrita anteriormente alcanza mayor adherencia a al menos alguno de los componentes del panel transparente revestido que la que se puede alcanzar por una capa de óxido metálico que solamente incluya la segunda región. Así, la capa de óxido metálico de varias regiones descrita anteriormente tiene propiedades de adherencia y transmisión de luz mejoradas en comparación con capas de óxido metálico que tienen solamente una única región (es decir, una sola concentración de oxígeno) o que no varía la concentración de oxígeno según se describe en la presente.

En algunas realizaciones, el panel 100 transparente revestido proporciona la funcionalidad requerida de un dosel de avión furtivo moderno. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor tiene una resistencia laminar adecuada para atenuación radárica. Más específicamente, una o más de la primera y la segunda capas de óxido metálico y la capa metálica pueden ser eléctricamente conductoras y tener una resistencia laminar adecuada para la atenuación radárica. Cuando se sitúa encima de un panel transparente o sustrato, tal como un dosel de avión, un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que tenga una resistencia laminar adecuada para la atenuación radárica puede prevenir o reducir la acumulación de carga estática sobre el panel transparente revestido al agotar o disipar la carga estática, y puede proporcionar funcionalidad de atenuación radárica al panel transparente revestido.

Adicionalmente, algunas realizaciones del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor son transparentes y, por ejemplo, tienen una transmitancia de luz visible de al menos aproximadamente 61%. En algunas realizaciones, por ejemplo, el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor puede tener una transmitancia de luz visible en un intervalo de aproximadamente 61% a aproximadamente 67%. Más específicamente, una o más de las primera y segunda capas de óxido metálico del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor puede ser transparente y/o antirreflectante. Por consiguiente, un panel transparente revestido o sustrato, tal como un dosel de avión, que incluye el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor, puede ser transparente y, por ejemplo, tener una transmitancia de luz visible de al menos aproximadamente 61%. La transmitancia de luz se puede mejorar adicionalmente al incluir un estrato superior sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor. Por ejemplo, incluir un estrato superior sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor puede incrementar la transmitancia de luz del panel transparente revestido por encima de 65%.

El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye primera y segunda capas de óxido de titanio que, según realizaciones de la invención, tienen un índice de refracción superior que ciertos otros óxidos metálicos conductores transparentes, tales como óxido de indio y estaño ITO y AZO. Como resultado de su índice de refracción superior, una capa de óxido de titanio no necesita hacerse tan gruesa como una capa de ITO o AZO correspondiente para conseguir aproximadamente las mismas propiedades antirreflectantes. Al hacer la capa de óxido metálico más delgada, la flexibilidad de la capa de óxido metálico, según se mide mediante elongación con deformación, se puede mejorar sobre revestimientos previos que incluyen ITO o AZO, según se describe con más detalle posteriormente. Aunque una capa de AZO tiene generalmente una flexibilidad superior que una capa de óxido de titanio del mismo grosor, las capas de óxido metálico que incluyen óxido de titanio de realizaciones de la presente invención pueden ser ultrafinas y, por lo tanto, tener una flexibilidad superior que las capas de AZO más gruesas de revestimientos previos. Como tal, un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye óxido de titanio ultrafino según realizaciones de la presente invención puede ser más flexible que apilamientos de varias capas eléctricamente conductores previos que incluyen capas más gruesas de ITO o AZO. Por ejemplo, la mejora de la flexibilidad de las capas de óxido metálico ultrafinas que incluyen óxido de titanio puede mejorar la flexibilidad global de un revestimiento que incluya esas capas. Adicionalmente, las películas de óxido de titanio, tales como las incluidas en realizaciones de la presente invención, tienen buena transmitancia de luz en la región visible (p. ej., ~85%), un alto índice de refracción (p. ej., ~2,1). El óxido de titanio también tiene mejor estabilidad ambiental (p. ej., 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 superior del óxido de titanio, una capa de óxido de titanio se puede hacer más delgada que otras capas de óxido tales como ITO y AZO y sin embargo todavía dar como resultado una cantidad aceptable de interferencias destructivas en la luz visible reflejada por la primera y segunda capas de óxido metálico y la capa metálica, dando como resultado de ese modo una cantidad aceptable de luz visible que se refleja (y por consiguiente una cantidad aceptable de luz visible que se transmite). Aunque las propiedades antirreflectantes y la transmitancia de luz visible de los revestimientos antirreflectantes (tales como ITO, AZO y óxido de titanio) dependen del índice de refracción relativo del revestimiento antirreflectante, esas propiedades también dependen del grosor del revestimiento antirreflectante. Los revestimientos antirreflectantes que tienen un grosor igual a un cuarto de la longitud de onda de luz visible (p. ej., luz que tiene una longitud de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 750 nm, o aproximadamente 550 nm), dependiendo del índice de refracción del óxido metálico, producen interferencia destructiva en la luz visible reflejada, cancelando de ese modo la luz visible reflejada e incrementando la cantidad de luz visible transmitida. Esto es, cuando el grosor del revestimiento antirreflectante es igual a un cuarto de la longitud de onda de la luz visible, la luz visible reflejada por el revestimiento antirreflectante (es decir, la capa de óxido metálico) estará fuera de fase cuando la luz visible reflejada por la capa metálica y la luz visible reflejada del revestimiento antirreflectante y la capa metálica se cancelen como resultado de la interferencia destructiva. Por consiguiente, la luz que hubiera sido reflejada por el revestimiento antirreflectante (es decir, la capa de óxido metálico) y la capa metálica es en cambio transmitida a través del revestimiento antirreflectante y la capa metálica. Debido a que el ITO se tiene que hacer ultrafino para pasar la prueba de curvatura de cuatro puntos, el grosor de capas de ITO previas era sustancialmente menor de un cuarto de la longitud de onda de luz visible, limitando de ese modo la cantidad de interferencia destructiva producida por esas capas de ITO y reduciendo la cantidad de luz visible transmitida. En contraste con las capas de ITO ultrafinas, las primera y segunda capas de óxido metálico actualmente descritas, que pueden incluir óxido de titanio, se pueden hacer más finas y sin embargo proporcionar propiedades antirreflectantes aceptables. Además, puesto que las capas de óxido de titanio se hacen más finas, son más flexibles y pueden pasar más fácilmente la prueba de curvatura de cuatro puntos. Como tal, un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según realizaciones de la presente invención proporciona propiedades antirreflectantes y transmitancia de luz visible adecuadas.

En algunas realizaciones, 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 realizaciones, 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. Un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según realizaciones de la presente invención puede incluir capas de óxido metálico que tienen el grosor descrito anteriormente y sin embargo pasan la prueba de curvatura de cuatro puntos. En contraste, un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye una capa de óxido metálico de ITO típicamente necesitaría tener una capa de ITO que tuviera un grosor de más de 20 nm para tener propiedades antirreflectantes adecuadas, y carecería de la flexibilidad necesaria para pasar la prueba de curvatura de cuatro puntos descrita anteriormente. Debido a que un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye capas de óxido metálico de óxido de titanio de realizaciones de la presente invención es más flexible que, por ejemplo, un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye capas de óxido metálico de ITO comparable, los apilamientos eléctricamente conductores de realizaciones de la presente invención son más flexibles, y de ahí más durables (es decir, tienen propiedades mecánicas superiores), que ciertos apilamientos de varias capas previos.

Los presentes inventores también han descubierto que los apilamientos de varias capas eléctricamente conductores según algunas realizaciones de la presente invención, p. ej., apilamientos de varias capas eléctricamente conductores que incluyen capas metálicas que incluyen oro, exhiben mejor resistencia a la corrosión y durabilidad que ciertos revestimientos previos. Debido a que el oro es menos sensible a la corrosión que ciertos otros metales, tales como plata, los apilamientos de varias capas eléctricamente conductores que incluyen capas de oro son menos sensibles a la corrosión que ciertos revestimientos previos (p. ej., los que incluyen capas de plata). Por consiguiente, los apilamientos de varias capas eléctricamente conductores que incluyen capas metálicas de oro son menos propensos a sufrir degradación de las propiedades eléctricas (p. ej., resistencia laminar) y ópticas (p. ej., transmitancia de luz visible), dando como resultado una mejora en la durabilidad de los paneles transparentes revestidos que incluyen este apilamiento de varias capas.

En algunas realizaciones ejemplares, el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor incluye una primera capa 40 de óxido de titanio, una capa 50 metálica que incluye oro y una segunda capa 60 de óxido de titanio. La primera capa 40 de óxido metálico está situada encima de un panel transparente 10, la capa 50 metálica está situada encima de la primera capa 40 de óxido metálico y la segunda capa 60 de óxido metálico está situada encima de la capa 50 metálica. Por ejemplo, la capa metálica puede tener un grosor en un intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 20 nm. Adicionalmente, en algunas realizaciones, la capa metálica consiste esencialmente en oro. Según 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 afecten a las propiedades de resistencia a la corrosión, resistencia laminar y/o atenuación radárica del oro. Por ejemplo, una capa metálica que consiste esencialmente en oro estaría sustancialmente libre, o incluso completamente libre, de plata (Ag). Según se usa en la presente, el término

"sustancialmente" se usa como un término de aproximación y no un término de grado, de modo que el término "sustancialmente libre" significa que el material que se analiza está presente en la composición, si lo está, como una impureza accidental. Según se usa en la presente, el término "completamente libre" significa que el material no está presente en absoluto en la composición.

5 Debido a que el oro es menos sensible a la corrosión que, por ejemplo, la plata, un panel transparente revestido que incluye un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye una capa metálica que incluye oro no requiere capas orgánicas protectoras adicionales, tales como una capa de barrera, para proteger la capa metálica de la oxidación. Por ejemplo, un panel transparente revestido según algunas realizaciones de la presente invención incluye un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor que incluye una primera capa de óxido de titanio (p. ej., primera capa 40 de óxido metálico), una capa metálica que incluye oro (p. ej., capa 50 metálica) y una segunda capa de óxido de titanio (p. ej., segunda capa 60 de óxido metálico), con la condición de que el panel transparente revestido no incluya una capa de barrera. Como resultado, estos apilamientos de varias capas eléctricamente conductores pueden ser menos complicados y menos costosos de producir que ciertos apilamientos previos (es decir, debido a que no requiere capas orgánicas protectoras adicionales, tales como una capa de barrera, para proteger la capa metálica de la oxidación). Al eliminar la capa de barrera, los paneles transparentes revestidos de algunas realizaciones de la presente invención se pueden producir en menos etapas y con menos materiales que ciertos paneles transparentes previos, reduciendo de ese modo el coste e incrementando la eficacia de producción.

20 No obstante, algunas realizaciones del panel transparente revestido de la presente invención pueden incluir una o más capas adicionales, tales como las indicadas posteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el panel transparente revestido incluye además un estrato superior (p. ej., 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 capa o capas de base (p. ej., una capa que incluye un material seleccionado de poliepoóxidos, poliacrilatos, poliuretanos, polisiloxanos y combinaciones de los mismos) y/o una capa o capas de conexión (p. ej., un polímero acrílico y/o una mezcla de polímeros), tales como las descritas en la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0028684.

30 Por ejemplo, otra realización de la presente invención se muestra en la FIG. 5. Según esta realización, un panel 200 transparente revestido incluye un sustrato 10 (p. ej., un panel transparente), una capa 30 de base polimérica, un apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor y un estrato 105 superior o capa superior. Cada una de las capas del panel transparente revestido puede estar situada sobre o encima de un elemento (o capa) adyacente en el orden mostrado en la FIG. 5. Aunque no se muestra, el panel transparente revestido también puede incluir un promotor de la adherencia (p. ej., una capa promotora de la adherencia), tal como 3-aminopropiltriethoxisilano, entre el sustrato y las capas posteriores. El sustrato y el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor son similares a los descritos anteriormente con referencia a la FIG. 1.

40 En la realización mostrada en la FIG. 5, el estrato 105 superior o capa superior está en contacto directo con la segunda capa 60 de óxido metálico. Sin embargo, se entiende que la presente invención no se limita a esta configuración y puede haber una o más capas o elementos intercalados entre la segunda capa de óxido metálico y el estrato superior. El estrato 105 superior o capa superior es la capa más externa del apilamiento 200 de varias capas y esta hecho de un material duro, durable y resistente a la intemperie tal como poliuretano, y sin embargo es suficientemente plegable y flexible para prevenir la formación de grietas debida a estrés térmico. El estrato superior puede incluir compuestos conductores para proporcionar propiedades antiestáticas, y el estrato superior puede ser conductor y ayudar a disipar la carga estática y otras fuerzas electromagnéticas. El estrato superior tiene propiedades antiestáticas y permite que la carga estática se disipe a la capa o las capas conductoras subyacentes. Por ejemplo, el panel transparente revestido puede incluir un estrato superior (p. ej., 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) según se describe en la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0028684. En algunas realizaciones, el estrato superior incluye poliuretano.

55 En algunas realizaciones, el estrato superior incluye tanto un componente hidrófobo como un componente hidrófilo. El componente hidrófobo puede incluir un esqueleto carbonado fluorado y el componente hidrófilo puede incluir una cadena de poliéter (p. ej., una cadena de polietilenglicol). Por ejemplo, el estrato superior puede incluir un producto de reacción de un precursor hidrófobo que incluye un esqueleto carbonado fluorado y al menos un grupo hidroxilo y un precursor hidrófilo que incluye una cadena de poliéter y al menos un grupo isocianato. El estrato superior se puede formar al mezclar una mezcla de Parte A, que incluye compuestos que tienen uno o más grupos reactivos (p. ej., grupos hidroxilo), con una mezcla de Parte B, que incluye compuestos que tienen uno o más grupos isocianato. La mezcla de la parte A puede incluir, por ejemplo, cualquiera o la totalidad de al menos un poliol de poliéster alifático con una funcionalidad de dos o más (p. ej., una mezcla de polioles de poliéster alifáticos, teniendo cada poliol dos o más grupos hidroxilo), un primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado (p. ej., un primer precursor hidrófobo), un segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado (p. ej., un segundo precursor hidrófobo), un absorbente de luz ultravioleta (UV) migratorio, un absorbente de UV reactivo, un estabilizante de UV migratorio, un estabilizante de UV reactivo, agentes antiestáticos (p. ej., los compuestos conductores descritos anteriormente), un catalizador, un agente de control del flujo y disolventes.

Ejemplos no limitativos de los polioles de poliéster alifáticos incluyen polioles de policaprolactona de diversos pesos moleculares en un intervalo de 300 a 5.000 g/mol y diversas funcionalidades (p. ej., 2, 3 y 4). Ejemplos disponibles comercialmente de los polioles de poliéster alifáticos incluyen Capa™ 2101, Capa™ 3031, Capa™ 3041 y Capa™ 4101, cada uno de los cuales están disponibles de Perstop. Ejemplos disponibles comercialmente no limitativos 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 comercial registrada de PCC Chemax, Inc.

El primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado (p. ej., el primer precursor hidrófobo) puede ser un compuesto que tiene un grupo reactivo, tal como un grupo hidroxilo. Esto es, el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede ser monofuncional. Al variar un grupo reactivo, el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede ser un compuesto fluorado migratorio capaz de migrar a una superficie del estrato superior durante la formación del estrato superior. Aunque el grado de la migración del compuesto fluorado migratorio no se conoce completamente, basándose en la resistencia a los ácidos del estrato superior y el ángulo de contacto de agua observado en el estrato superior, se cree que al menos algo del compuesto fluorado migratorio migra a la superficie del estrato superior acabado.

Según esto, el estrato superior acabado puede incluir el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado en una superficie del estrato superior. En algunas realizaciones, el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado es un compuesto parcialmente fluorado (p. ej., en ciertas porciones del compuesto, la mayoría o la totalidad de los átomos de hidrógeno se ha reemplazado por átomos de flúor, mientras que otras porciones del compuesto incluyen hidrógeno unido a carbono) que tiene un grupo hidroxilo o un compuesto perfluorado que tiene un esqueleto carbonado perfluorado y un grupo hidroxilo. Al incluir el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado en una superficie del estrato superior, la hidrofobia y la resistencia a los ácidos de la superficie del estrato superior se mejoran, mejorando de ese modo la resistencia a la corrosión del estrato superior y el panel transparente que incluye el estrato superior. Ejemplos no limitativos del primer compuesto fluorado incluyen compuestos alifáticos parcialmente perfluorados. Por ejemplo, se pueden usar compuestos alifáticos perfluorados y/o soluciones de compuestos alifáticos perfluorados disponibles comercialmente tales como, por ejemplo, N-etil-N-(2-hidroxietil)perfluorooctilsulfonamida (p. ej., FLUORAD™ FC-10; disponible de 3M Company); y 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-1-octanol (p. ej., CAPSTONE™ 62-AL) y perfluoroalquil-1-etanol (p. ej., ZONYL® BA) (cada uno disponible de E.I. du Pont de Nemours and Company). ZONYL® es una marca comercial registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company.

El segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede ser un compuesto que tiene dos o más grupos reactivos, tales como grupos hidroxilo. Esto es, el segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede ser multifuncional. Por ejemplo, el segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede ser bifuncional, tal como un compuesto que tiene dos grupos hidroxilo. Como resultado de tener dos o más grupos funcionales reactivos, el segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado puede reaccionar para formar una red tridimensional. En contraste con el primer compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado, la mayoría del segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado no migra a la superficie del estrato superior y en cambio permanece en el interior del estrato superior (p. ej., en el material de carga del estrato superior).

La rigidez de la red tridimensional formada usando el segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado afecta a la resiliencia del estrato superior. De forma similar, los polioles no fluorados (tales como los polioles de poliéster alifáticos) presentes en la composición de revestimiento también contribuyen a la resiliencia del estrato superior acabado. Como un ejemplo, la rigidez de la red tridimensional está influida, en parte, por el número de grupos funcionales reactivos contenidos en el segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado. Así, el número de grupos funcionales reactivos del segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado afectará a la resiliencia del estrato superior. De forma similar, el número de grupos hidroxilo incluido en los polioles no fluorados también afectará a la resiliencia del estrato superior acabado. En general, con una densidad de reticulación mayor, que está directamente relacionada con el número de grupos funcionales reactivos (p. ej., grupos hidroxilo), el revestimiento generalmente se hará más rígido con resistencia química y a los disolventes mejorada con una disminución de la resistencia a la abrasión. La resiliencia del estrato superior acabado también está influida por el tamaño y el tipo del esqueleto de los compuestos fluorados y no fluorados en la composición de revestimiento. Cuando la composición de revestimiento incluya compuestos que tienen estructuras de esqueleto más rígidas, el estrato superior resultante también será más rígido, mientras que los compuestos que tengan estructuras de esqueleto relativamente más flexibles producirán un compuesto acabado que tiene relativamente más resiliencia.

Según esto, la resiliencia deseada del estrato superior acabado se puede conseguir al seleccionar apropiadamente el número de grupos funcionales reactivos (p. ej., grupos hidroxilo) de los compuestos fluorados o los compuestos no fluorados. Por ejemplo, un segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado y dos grupos funcionales reactivos formará una red tridimensional que es más flexible que una red tridimensional formada por un segundo compuesto fluorado que tenga un esqueleto carbonado fluorado y tres grupos reactivos. De forma similar,

un compuesto fluorado que tenga un esqueleto carbonado fluorado y tres grupos funcionales reactivos formará una red tridimensional que es más flexible que una red tridimensional formada por un segundo compuesto fluorado que tenga un esqueleto carbonado fluorado y cuatro grupos reactivos. Incrementar la flexibilidad de la red tridimensional formada a partir del segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado y dos grupos hidroxilo incrementa la resiliencia del estrato superior. Así, en algunas realizaciones, es deseable formar un estrato superior usando un segundo compuesto fluorado bifuncional que tiene un esqueleto carbonado fluorado (p. ej., un compuesto que tiene dos grupos hidroxilo) que proporciona un estrato superior que tiene una resiliencia incrementada sobre un estrato superior formado usando un segundo compuesto fluorado trifuncional o tetrafuncional que tiene un esqueleto carbonado fluorado. Los principios descritos anteriormente también son aplicables a los compuestos no fluorados. Por ejemplo, la resiliencia deseable del estrato superior acabado se puede conseguir usando una mezcla apropiada de polioles de poliéster difuncionales y tetrafuncionales no fluorados.

Ejemplos no limitativos del segundo compuesto fluorado que tiene un esqueleto carbonado fluorado incluyen fluoropolímeros y precursores de fluoropolímeros. Por ejemplo, se pueden usar resinas puras y/o soluciones de fluoropolímeros y/o precursores de fluoropolímeros disponibles comercialmente tales como LUMIFLON® LF 600X, LUMIFLON® LF 9716, LUMIFLON® LF 9721, LUMIFLON®-910LM and LUMIFLON® LF 916F (disponibles de Asahi Glass Co., Ltd.); FLUOROLINK® D10-H, FLUOROLINK® E10-H, FLUOROLINK® D, FOMBLIN® ETX, FOMBLIN® MF-402 and FLUOROBASE Z-1030 (cada uno disponible de Solvay Solexis, Inc.) y POLYFOX® PF-656 y POLYFOX® PF-7002 (disponibles de Omnova Solutions). LUMIFLON® es una marca comercial registrada de Asahi Glass Co., Ltd., FLUOROLINK® es una marca comercial registrada de Solvay Solexis, Inc, FOMBLIN® es una marca comercial registrada de Solvay Fluorati Holding S.P.A., Corporation y POLYFOX® es una marca comercial registrada de Ampac Fine Chemicals LLC.

El absorbente de UV migratorio y el absorbente de UV reactivo se pueden basar en cualquier absorbente de UV. El absorbente de UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo y migra hasta una superficie del estrato superior durante la formación (p. ej., curado) del estrato superior. Al formar el estrato superior usando el absorbente de UV migratorio, el estrato superior acabado incluye una concentración superior del absorbente de UV en una superficie del estrato superior que un estrato superior formado sin usar un absorbente de UV migratorio. Tener una concentración superior de absorbente de UV en una superficie del estrato superior mejora la vida útil del estrato superior. Sin embargo, es deseable tener además absorbentes de UV en el grueso del estrato superior, ya que tener absorbentes de UV tanto en la superficie del estrato superior como en el estrato superior prolongará la vida útil del estrato superior en comparación con un estrato superior que solo incluya absorbentes de UV en la superficie. Adicionalmente, si los compuestos migran hasta una superficie del estrato superior demasiado rápidamente, el estrato superior puede formar una turbidez. Según esto, un estrato superior según realizaciones de la presente invención se puede formar además usando el absorbente de UV reactivo. 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 hasta una superficie del estrato superior y en cambio permanece en el interior del estrato superior (p. ej., en el material de carga del estrato superior). Adicionalmente, si el absorbente de UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la formación de la red tridimensional. Ejemplos no limitativos del absorbente de UV incluyen 2-(2H-benzotriazol-2-il)-4,6-ditercetilfenol (p. ej., TINUVIN® 328), éster 2-[4-[4,6-bis(1,1'-bifenil)-4-il)-1,3,5-triazin-2-il]-3-hidroxifenoxi]isooctílico de ácido propanoico (p. ej., TINUVIN® 479), 2-(2H-benzotriazol-2-il)-6-(1-metil-1-feniletil)-4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol (p. ej., TINUVIN® 928), éster poli(etilenglicólico) 300 de ácido β -[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenil]-propiónico y éster poli(etilenglicólico) 300 de bis(ácido β -[3-(2-H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxi-5-t-butilfenil]-propiónico) (p. ej., TINUVIN® 1130) y 2-[4-[(2-hidroxi-3-(2'-etil)hexil)oxi]-2-hidroxifenil]-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina (p. ej., TINUVIN® 405) (cada uno disponible de BASF Resins); y éster tetraetilico de p-fenilenbis(ácido metilenoalánico) (p. ej., HOSTAVIN® B-CAP), 2-etil,2'-etoxi-oxalanilida (p. ej., HOSTAVIN® VSU) y éster 1,3-dimetílico de ácido 2-[(4-metoxifenil)metil]-propanodioico (p. ej., HOSTAVIN® PR-25) (cada uno disponible de Clariant International Ltd.). TINUVIN® es una marca comercial registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca comercial registrada de Hoechst GMBH Corporation.

El estabilizante de UV migratorio y el estabilizante de UV reactivo se pueden basar en cualquier estabilizante de UV adecuado, tal como cualquier eliminador de radicales libres adecuado. El estabilizante de UV migratorio y el estabilizante de UV reactivo reducen la degradación del estrato superior por luz UV al eliminar radicales libres formados por la disociación de enlaces químicos como resultado de la absorción de luz UV. El estabilizante de UV migratorio no incluye un grupo funcional reactivo y migra hasta una superficie del estrato superior durante la formación del estrato superior. Al formar el estrato superior usando el estabilizante de UV migratorio, el estrato superior acabado incluye una concentración superior del estabilizante de UV en una superficie del estrato superior que un estrato superior formado sin usar un estabilizante de UV migratorio. Tener una concentración superior de estabilizante de UV en una superficie del estrato superior mejora la vida útil del estrato superior. Sin embargo, es deseable tener además estabilizantes de UV en el grueso del estrato superior, ya que tener estabilizantes de UV tanto en la superficie del estrato superior como en el estrato superior prolongará la vida útil del estrato superior en comparación con un estrato superior que solamente incluya estabilizantes de UV en la superficie. Adicionalmente, si los compuestos migran hasta una superficie del estrato superior demasiado rápidamente, el estrato superior puede formar una turbidez. Según esto, un estrato superior según realizaciones de la presente invención se puede formar usando además el estabilizante de UV reactivo. El estabilizante de UV reactivo puede incluir uno o más grupos

funcionales reactivos, tales como un grupo hidroxilo. Al incluir los grupos reactivos, una mayoría del estabilizante de UV reactivo no migra a una superficie del estrato superior y en cambio permanece en el interior del estrato superior (p. ej., en el material de carga del estrato superior). Adicionalmente, si el estabilizante de UV reactivo es multifuncional, puede contribuir a la formación de la red tridimensional. Ejemplos no limitativos del estabilizante de UV incluyen éster [(4-metoxifenil)-metilen]-bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinílico) de ácido propanodioico (p. ej., HOSTAVIN® PR-31; disponible de Clariant International Ltd.) y fotoestabilizantes de aminoéter impedido disponibles comercialmente tales como TINUVIN® 123, TINUVIN® 292 y TINUVIN® 152 (cada uno disponible de BASF Resins). TINUVIN® es una marca comercial registrada de Ciba Specialty Chemical Corporation. HOSTAVIN® es una marca comercial registrada de Hoechst GMBH Corporation.

La mezcla de la Parte B puede incluir un primer compuesto de isocianato que tiene una funcionalidad de 3 o más (p. ej., que tiene 3 o más grupos funcionales isocianato) y un segundo compuesto de isocianato que tiene una funcionalidad de 2 o más (p. ej., que tiene 2 o más grupos funcionales isocianato). El primer compuesto de isocianato puede ser un poliisocianato alifático que incluye una cadena de polietilenglicol para incrementar la hidrofilia del interior del estrato superior, lo que ayuda a disipar la carga eléctrica. Por ejemplo, el primer compuesto de isocianato puede ser cualquier poliisocianato alifático adecuado, tal como un poliisocianato alifático hidrófobamente modificado basado en diisocianato de isofozona. Ejemplos no limitativos del primer y el segundo compuestos de isocianato incluyen bis-(4-ciclohexilisocianato) de metileno (p. ej., DESMODUR® W), poliisocianato basado en 1,6-diisocianato de hexametileno (p. ej., DESMODUR® N-75, DESMODUR® N-3200 y/o DESMODUR® N-3300), poliisocianato basado en diisocianato de isofozona (p. ej., DESMODUR® Z-4470), poliisocianato basado en diisocianato hexametileno (p. ej., BAYHYDUR® 302, BAYHYDUR® 303, BAYHYDUR® 304 y/o BAYHYDUR® 305), poliisocianato alifático hidrófobamente modificado basado en diisocianato de isofozona (p. ej., BAYHYDUR® 2150BA y/o BAYHYDUR® 401-70) (cada uno disponible de Bayer Material Science). DESMODUR® y BAYHYDUR® son marcas comerciales registradas de Bayer Material Science.

El estrato superior se puede formar al mezclar la mezcla de la Parte A descrita anteriormente con la mezcla de la Parte B. La composición del estrato superior, después de que la mezcla de la Parte A y la mezcla de la Parte B se mezclen entre sí y se curen, forma un revestimiento de poliuretano antiestático durable que es muy resistente a la intemperie, resistente a la abrasión, resistente a los ácidos y resistente a productos químicos o disolventes.

En el caso de un dosel de avión moderno, el sustrato es típicamente una resina orgánica tal como policarbonato o poliacrilato. De ahí que la capa 30 de base polimérica se seleccione para adherirse bien a material. La capa de base cubre las imperfecciones del sustrato y promueve la adherencia de la primera capa de óxido metálico al sustrato. Esto es, la capa 30 de base acopla el dosel (es decir, el panel transparente) al apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor, y debe ser capaz de unirse al mismo. La capa de base debe ser suficientemente dura para soportar el revestimiento antirreflectante de óxido metálico cerámico y la capa de base no debe afectar adversamente a la resistencia a los impactos del sustrato. Adicionalmente, un estrato de conexión blando se puede situar entre la capa de base y el sustrato. El estrato de conexión disipa el estrés de contracción que resulta de la adición de las otras capas (p. ej., la capa de base y el apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor), y el estrato de conexión se ajusta al cambio dimensional del sustrato debido a la exposición térmica extrema.

En algunas realizaciones de la invención, la capa 30 de base incluye un material seleccionado de poliepóxidos, poliacrilatos, poliuretanos, polisiloxanos y combinaciones de los mismos. Una capa de base de polisiloxano puede ser particularmente útil como resultado de su composición inorgánica y dureza. Como tal, la capa 30 de base puede incluir un silano polimérico y/u oligomérico, entre otras especies. Por ejemplo, una composición de revestimiento se puede preparar 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 hasta un estado precondensado después de formarse. Cuando la composición de revestimiento se aplica a una superficie y se cura, el precondensado, que incluye los silanoles, reacciona para formar enlaces siloxano, formando de ese modo una capa 30 de base de polisiloxano ejemplar. Alternativamente, la capa 30 de base puede incluir cualquier poliepóxido, poliacrilato o poliuretano adecuado. Por ejemplo, la capa 30 de base puede incluir un poliacrilato térmicamente curable revestido con el polisiloxano descrito anteriormente.

Otra realización de la presente invención se muestra en la FIG. 6. Según esta realización, un panel transparente 300 revestido incluye un panel 10 transparente (es decir, un sustrato), una capa 30 de base, un apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor y un estrato 105 superior, según se describen anteriormente. El panel transparente revestido incluye además una capa 20 de conexión entre el panel 10 transparente y la capa 30 de base.

En caso de que el sustrato sea un poliacrilato, un policarbonato o una resina orgánica similar, la capa 20 de conexión 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 conexión también puede incluir uno o más promotores de la adherencia adicionales, tales como monómeros adicionales. La capa se puede aplicar al sustrato mediante revestimiento por gravedad u otra técnica de aplicación adecuada. En el revestimiento por gravedad, se prepara una solución polimérica del polímero o los polímeros o los monómeros precursores de la capa de conexión 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 toda la

- longitud del dosel. La solución polimérica se descarga a continuación desde una tobera y se vierte sobre el dosel en la parte superior, dejando que la solución fluya descendentemente por ambas caras y de ese modo revista la superficie del dosel. La solución se aplica lentamente de un extremo a otro a lo largo del eje longitudinal del dosel, hasta que todo el dosel esté revestido con una capa de conexión. El grosor del revestimiento puede estar controlado, por ejemplo, por la viscosidad de la solución polimérica. El revestimiento líquido se puede aplicar mediante múltiples pases para asegurar que se forme una capa consistente a través del dosel. Cualesquiera gotas en exceso del dosel se recogen en el fondo, a través de un canal, donde se pueden desechar y/o reutilizar apropiadamente.
- 5
- 10 En otra realización, múltiples corrientes de la solución polimérica se dirigen para chocar sobre el dosel. Las corrientes de solución son expulsadas a través de una o más toberas u otras salidas a un caudal constante. Al mantener el caudal de la solución polimérica constante, se puede controlar el grosor del revestimiento. Además del caudal, el grosor del revestimiento también depende de la viscosidad de la solución polimérica. Incrementar la viscosidad de la solución polimérica incrementa el grosor del revestimiento. En algunas realizaciones, la viscosidad de la solución polimérica está en un intervalo de aproximadamente 0,002 a 0,2 Pa·S (de 2 a aproximadamente 200 centipoises). Una vez que el dosel se reviste con el material o los materiales de la capa de conexión, se seca al aire bajo condiciones atmosféricas y temperaturas ambientales y a continuación se curaron usando calor o luz ultravioleta.
- 15
- 20 Después de que la capa 20 de conexión se aplique al sustrato 10 y se cure, la capa 30 de base se aplica mediante revestimiento por gravedad o un procedimiento similar al descrito anteriormente. El sustrato, que incluye la capa 20 de conexión y la capa 30 de base, a continuación se deja secar al aire bajo condiciones ambientales y a continuación se cura.
- 25 La primera capa 40 de óxido metálico se aplica a la capa 30 de base mediante cualquier procedimiento adecuado, tal como, por ejemplo, pulverización catódica. En una realización ejemplar, la primera capa de óxido metálico se forma usando un procedimiento de pulverización catódica por magnetrón en el que una descarga plasmática de alto voltaje hace que los átomos sean expulsados desde un blanco, tal como un blanco de titanio metálico o TiO₂. A continuación, el metal o el óxido metálico golpean la capa de base y forman una capa transparente delgada de óxido metálico. Puesto que el revestimiento se forma a escala atómica, es posible producir capas uniformes de películas. Para el óxido de titanio, la capa 40 de óxido metálico se puede aplicar a una temperatura relativamente moderada, es decir de aproximadamente 37,78°C (100°F) a aproximadamente 93,33°C (200°F). El sustrato, que incluye la capa 20 de conexión y la capa 30 de base, se calienta hasta una temperatura dentro de ese intervalo, y una capa suficientemente gruesa se deposita sobre el mismo. Adicionalmente, según se describe anteriormente, formar la primera capa de óxido metálico o la segunda capa de óxido metálico puede incluir variar el caudal de oxígeno durante la pulverización catódica. El blanco se puede mover durante el procedimiento de pulverización catódica y el blanco puede hacer múltiples pases sobre el sustrato.
- 30
- 35
- 40 En una realización ejemplar, la película de óxido de titanio se forma usando pulverización catódica por magnetrón DC pulsátil en una mezcla gaseosa de argón y O₂ a una temperatura de aproximadamente (37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F).
- 45 Una vez que se aplica la primera capa 40 de óxido metálico, la capa 50 metálica se aplica usando un procedimiento de deposición física de vapor o pulverización catódica según se describe anteriormente. Para el oro, el procedimiento de deposición se puede llevar a cabo a una temperatura de aproximadamente 37,78°C (100°F) a aproximadamente 93,33°C (200°F). Después de que se deposite la capa 50 metálica, la segunda capa 60 de óxido metálico se aplica a continuación, usando un procedimiento similar al descrito anteriormente con respecto a la primera capa 40 de óxido metálico.
- 50 Después de que se forme el apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor, se puede formar sobre el mismo un estrato superior. Por ejemplo, según se muestra en las FIGS. 5 y 6, el estrato 105 se puede formar directamente sobre la segunda capa 60 de óxido metálico para proporcionar un estrato 105 superior que está en contacto físico directo con la segunda capa 60 de óxido metálico.
- 55 Alternativamente, el panel transparente revestido puede incluir una capa de conexión (p. ej., una capa de conexión conductora) entre el apilamiento eléctricamente conductor y el estrato superior, según se muestra en la FIG. 7. Según la realización mostrada en la FIG. 7, el panel transparente revestido incluye un sustrato 10 (p. ej., un panel transparente), una capa 20 de conexión, una capa 30 de base, un apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor y un estrato 105 superior, según se describe anteriormente. El panel transparente revestido incluye además una capa 70 de conexión del estrato superior entre el estrato 105 superior y el apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor. En una realización, la capa 70 de conexión del estrato superior incluye una resina polimérica que es compatible con el estrato 105 superior y opcionalmente incluye un compuesto de organosiloxano, que puede interactuar y unirse a la segunda capa 60 de óxido metálico del apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor. El estrato 105 superior puede estar hecho de un polímero durable resistente a la intemperie, tal como poliuretano. Por ejemplo, la capa de conexión del estrato y el estrato superior pueden incluir una capa de conexión (p. ej., un polímero acrílico y/o una mezcla de polímeros) o un estrato superior (p. ej., una
- 60
- 65

capa superior conductora que incluye un óxido metálico conductor, una sal de amonio cuaternario, un polímero inherentemente conductor y/u otro agente conductor adecuado), respectivamente, tales como los descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0025533 y la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 2010/0028684.

5 Los siguientes ejemplos se presentan solamente con propósitos ilustrativos y no se debe apreciar que limiten el alcance de la presente invención. A menos que se indique otra cosa, todas las partes y porcentajes en los siguientes ejemplos, así como a lo largo de la memoria descriptiva, son en peso.

Ejemplo 1

10 Un dosel de policarbonato para un avión a reacción F-22A se abradió ligeramente para incrementar su rugosidad superficial y superficie específica para recibir una imprimación (3-aminopropiltriethoxisilano, un promotor de la adherencia). La imprimación se revistió por gravedad sobre el dosel. Posteriormente, una solución polimérica (FX-430, producida por PPG Industries, Inc.) se aplicó al dosel mediante revestimiento fluido. La solución polimérica se vertió desde la parte superior del dosel y de un extremo a otro, permitiendo que la solución fluyera descendientemente y revistiera el dosel mediante flujo por gravedad. Se dejó que el exceso de solución polimérica fluyera descendientemente a una batea de goteo y se recogió para una eliminación apropiada.

20 Después de que se hubiera revestido toda la superficie externa del dosel, se curó en un horno calentado a aproximadamente 110°C (230°F) durante aproximadamente 5 horas. Después de que el revestimiento se curara, el dosel se abradió para incrementar la superficie específica para recibir la siguiente capa de revestimiento y a continuación se limpió con isopropanol (IPA). A continuación, se aplicó un estrato de base de silano mediante revestimiento fluido, seguido por una capa de un estrato de base (FX-419, producido por PPG Industries, Inc.). El dosel revestido se curó a continuación en un horno precalentado a una temperatura de aproximadamente 87,78°C (190°F) durante aproximadamente 2 horas. Después del curado, el dosel se limpió a fondo para retirar partículas de polvo y materiales en partículas que se pudieran haber acumulado sobre la superficie.

25 El dosel limpiado se puso a continuación en una cámara de vacío. La presión en la cámara de vacío se redujo y el sustrato de la cámara se calentó hasta aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F). Dos capas de óxido metálico y una capa metálica se depositaron sobre el dosel revestido a una temperatura elevada (p. ej., de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F)) usando pulverización catódica por magnetrón. En primer lugar, se formó una capa de óxido de titanio al pulverizar catódicamente un blanco de TiO₂ usando una fuente de energía DC pulsátil con una frecuencia de 300 kHz. Una primera región del óxido de titanio se formó al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de aproximadamente 1:2 mientras se pulverizaba catódicamente durante un período de aproximadamente 5-10 minutos. Una segunda región del óxido de titanio se formó al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de 1:29 mientras se pulverizaba catódicamente durante un período de aproximadamente 5-10 minutos. Una tercera región del óxido de titanio se formó al hacer fluir simultáneamente oxígeno y gas inerte a una relación de aproximadamente 1:2 mientras se pulverizaba catódicamente durante un período de 5-10 minutos. Durante la pulverización catódica, tanto el dosel como el blanco se movían.

40 A continuación, una capa de oro se depositó sobre el dosel a la misma temperatura. Después de que se formara la capa de oro, una segunda capa de óxido de titanio se depositaba sobre la parte superior de la capa de oro a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F) de un modo similar al descrito anteriormente con respecto a la primera capa de óxido de titanio. A continuación, el dosel se retiró de la cámara y se limpió para retirar cualesquiera contaminantes que se pudieran haber adherido a la superficie. A continuación, se aplicó un estrato superior (FX-446, producido por PPG Industries, Inc.) a la segunda capa de óxido metálico (es decir, la segunda capa de óxido de titanio) y se curó.

Ejemplo comparativo 1

50 Una probeta de policarbonato se abradió ligeramente para incrementar su rugosidad superficial y superficie específica para recibir una imprimación (3-aminopropiltriethoxisilano, un promotor de la adherencia). La imprimación se revistió por gravedad sobre la probeta. Posteriormente, una solución polimérica (FX-430, producida por PPG Industries, Inc.) se aplicó a la probeta mediante revestimiento fluido. La solución polimérica se vertió desde la parte superior de la probeta y de un extremo a otro, permitiendo que la solución fluyera descendientemente y revistiera la probeta mediante flujo por gravedad. El exceso de solución polimérica se dejó fluir descendientemente a una batea de goteo y se recogió para una eliminación adecuada.

55 Después de que toda la superficie externa de la muestra se hubiera revestido, se curó en un horno calentado a aproximadamente 110°C (230°F) durante aproximadamente 5 horas. Después de que el revestimiento se curara, la probeta se abradió para incrementar su superficie específica para recibir el siguiente revestimiento y a continuación se limpió con isopropanol (IPA). A continuación, se aplicó un estrato de base de silano mediante revestimiento fluido,

seguido por una capa de un estrato de base (FX-419, producido por PPG Industries, Inc.). A continuación, la probeta revestida se curó en un horno precalentado a una temperatura de aproximadamente 87,78°C (190°F) durante aproximadamente 2 horas. Después del curado, la probeta se limpió a fondo para retirar partículas de polvo y los materiales en partículas que se pudieran haber acumulado sobre la superficie.

5 A continuación, la probeta limpiada se puso en una cámara de vacío. La presión en la cámara de vacío se redujo y el sustrato en la cámara se calentó hasta de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F). Dos capas de óxido metálico y una capa metálica se depositaron sobre la probeta revestida a una temperatura elevada (p. ej., de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F) usando pulverización catódica por magnetrón. En primer lugar, se formó una capa de AZO y a continuación una capa de oro se depositó sobre la probeta a la misma temperatura. Después de que se formara una capa de oro, una segunda capa de AZO se depositó sobre la parte superior de la capa de oro a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F). A continuación, la probeta se retiró de la cámara y a continuación se limpió para retirar cualesquiera contaminantes que se pudieran haber adherido a la superficie.

15 A continuación, se aplicó un estrato superior (FX-446, producido por PPG Industries, Inc.) a la segunda capa de óxido metálico (es decir, segunda capa de AZO) y se curó. A continuación, se realizaron los siguientes procedimientos de prueba sobre los paneles transparentes revestidos del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1.

Pruebas de turbidez y transmitancia luminosa

20 Una probeta de 7,62 cm (3 pulgadas) por 30,48 cm (12 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1 y una probeta de 7,62 cm (3 pulgadas) por 30,48 cm (12 pulgadas) preparada según el Ejemplo comparativo 1 se probaron cada una según ASTM D1003 usando un instrumento Haze-Gard Plus. La turbidez mide la claridad y la transparencia de la película (la película no debe ser translúcida y debe difundir la luz), mientras que la transmitancia luminosa o de luz visible indica la cantidad de luz visible transmitida a través de la muestra. La probeta según el Ejemplo 1 exhibía una transmitancia de luz visible de 61-67% y una turbidez de 1,24%, mientras que la probeta según el Ejemplo comparativo 1 exhibía una transmitancia de luz visible de 67% y una turbidez de 2,66%. Según los resultados de la prueba, la probeta según el Ejemplo 1 cumple con los valores de transmitancia de luz visible y turbidez requeridos para un dosel, un parabrisas y ventanas de aviones, que son 58% o superior y 10% o inferior, respectivamente.

Prueba de abrasión de Bayer

30 La resistencia a la abrasión de una probeta de 5,08 cm (2 pulgadas) por 5,08 cm (2 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1 se probó según ASTM F735 durante 300 ciclos y 600 ciclos. Antes de la prueba de abrasión de Bayer, la probeta exhibía una transmitancia de luz visible de 61-67% y una turbidez de 1,24%, según se determina por la prueba de turbidez y transmitancia luminosa descrita anteriormente. Después de 300 ciclos de la prueba de abrasión de Bayer, la probeta exhibía una transmitancia de luz visible de 61-67% y una turbidez de 1,24%, según se determinaba mediante la prueba de turbidez descrita anteriormente. Después de 600 ciclos de la prueba de abrasión de Bayer, la probeta exhibía una transmitancia de luz visible de 61-67% y una turbidez de 1,45%, según se determinaba mediante la prueba de turbidez descrita anteriormente. Según los resultados de la prueba, la transmitancia de luz visible y la turbidez de la probeta no se alteraban significativamente por la prueba de abrasión de Bayer.

40 Prueba de humedad

45 Una probeta de 5,08 cm (3 pulgadas) por 30,48 cm (12 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1 se expuso a 100% de humedad de condensación a 50°C (122°F). A continuación, la turbidez y la transmitancia de luz visible (VLT) se midieron después de 3 semanas, 4 semanas y a continuación 5 semanas de exposición. Los resultados de la prueba de humedad se muestran en la Tabla 1 posteriormente, junto con notas referentes a la calidad de la probeta después de la exposición.

Prueba de humedad y radiación solar (QUV)

50 Una probeta de 5,08 cm (3 pulgadas) por 30,48 cm (12 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1 se expuso a ciclos de 8 horas de radiación ultravioleta (UV) a 70°C (158°F) seguido por exposición a condensación durante 4 horas a 50°C (122°F). La turbidez y la transmitancia de luz visible (VLT) se midieron a continuación después de que los ciclos se hubieran repetido durante un total de 3 semanas, 4 semanas y a continuación 5 semanas. Los resultados de la prueba de QUV se muestran en la Tabla 1 posteriormente, junto con notas referentes a la calidad de la probeta después de la exposición.

Tabla 1.

Número de semanas	QUV			Humedad		
	Turbidez (%)	VLT (%)	Notas	Turbidez (%)	VLT (%)	Notas
3	2,4	64,7	Buena	1,6	64,4	Buena
4	2,56	64,5	Buena	1,88	64,1	Buena
5	2,51	64,5	Buena	2,40	64,0	Buena

5 Como se puede observar en la Tabla 1 anteriormente, la probeta preparada según el Ejemplo 1 exhibía buen comportamiento después de 5 semanas de la prueba de QUV y la probeta solo exhibía algo de daño por agua después de 5 semanas de la prueba de humedad. Después de 5 semanas de cualquier prueba, la probeta exhibía una turbidez y una transmitancia de luz visible aceptables y se esperaba que exhibiera una turbidez y una transmitancia de luz visible aceptables incluso después de 12 semanas de exposición a la prueba de QUV o la prueba de humedad.

10 Las pruebas de humedad y QUV anteriores también se realizaron durante diferentes períodos sobre probetas preparadas según el Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1, excepto que las probetas no incluían el estrato superior, para evaluar los efectos de las pruebas de humedad y QUV sobre las capas de óxido metálico. Los resultados de estas pruebas, incluyendo notas relativas a la calidad del revestimiento, se presentan en la Tabla 2 posteriormente. Como se puede observar en la Tabla 2 posteriormente, incluso sin el estrato superior, la probeta preparada según el

15 Ejemplo 1 (es decir, la probeta que incluye un apilamiento eléctricamente conductor de óxido de titanio/Au/óxido de titanio) se comportaba mejor que la probeta preparada según el Ejemplo comparativo 1 (es decir, la probeta que incluye un apilamiento de AZO/Au/AZO).

Tabla 2.

	Número de días de exposición	QUV			Humedad		
		Turbidez (%)	VLT (%)	Notas	Turbidez (%)	VLT (%)	Notas
Ejemplo comparativo 1	2	2,4	66,5	Buena	2,2	66,3	Buena
	6	3,8	66,4	Corrosión ligera	4,9	66,1	Corrosión intensa
	14	9,84	65,87	Corrosión intensa	5,19	65,7	Corrosión intensa; AZO retirado
Ejemplo 1	14	1,56	61,5	Buena	1,72	61,5	Buena
	21	8,05	60,7	Mala	1,55	61,5	Buena
	28					61,2	Buena
	35					61,3	Buena
	39					60,9	Buena
	42					61,3	Buena

20

Prueba acelerada con vapor de agua

Una probeta de 5,08 cm (2 pulgadas) por 5,08 (2 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1, excepto que la probeta no incluía un estrato superior, y una probeta de 5,08 cm (2 pulgadas) por 5,08 cm (2 pulgadas) preparada según el Ejemplo comparativo 1, excepto que la probeta no incluía un estrato superior, se pusieron cada una justo por encima de agua en ebullición en una cámara cerrada. Esta prueba se llevó a cabo para observar el efecto acelerado de exponer directamente la capa de óxido metálico descubierta a vapor de agua. Los resultados de la prueba después de 6 horas, 15-16 horas, 21-22 horas y 33-34 horas, incluyendo notas relativas a la calidad del revestimiento, se muestran en la Tabla 2 posteriormente. El intervalo de grosor total para cada apilamiento se muestra en la Tabla 3.

30

Tabla 3.

Revestimiento	6 horas	15-16 horas	21-22 horas	VLT y turbidez después de 33-34 horas		
AZO/Au/AZO (grosor de AZO de 25-40 nm)	Corrosión ligera	Corrosión intensa	Corrosión intensa	64,7%	7,53%	Mala
AZO/Au/AZO (grosor de AZO de 50-80 nm)	Corrosión ligera	Corrosión intensa	Corrosión intensa	67,7%	7,02%	Mala
Óxido de titanio/Au/óxido de titanio (grosor de óxido de titanio de 2-5 nm)	Buena	Buena	Buena	60	1,67	Buena
Óxido de titanio/Au/óxido de titanio (grosor de óxido de titanio de 5-7 nm)	Buena	Buena	Buena	60,4	1,5	Buena
Óxido de titanio/Au/óxido de titanio (grosor de óxido de titanio de 18-25 nm)	Buena	Buena	Buena	60,9	1,88	Buena

Prueba de erosión por lluvia

5 Una probeta de 5,08 cm (1 pulgadas) por 5,08 cm (1 pulgadas) preparada según el Ejemplo 1 y una probeta de 2,54 cm (1 pulgadas) por 2,54 cm (1 pulgadas) preparada según el Ejemplo comparativo 1 se expusieron cada una a lluvia simulada a una velocidad del viento de 885,14 kilómetros por hora (kph) (550 millas por hora (mph)) en the University of Dayton Research Institute (UDRI). Las probetas se inspeccionaron con respecto a la degradación del revestimiento después de 1 minuto, 11 minuto y 22 minutos de exposición a la lluvia simulada. Los resultados de la prueba se muestran posteriormente en la Tabla 4.

10

Tabla 4.

	1 minuto	11 minutos	22 minutos
Ejemplo comparativo1	100%	97%	93%
Ejemplo 1	100%	100%	100%

Prueba 50/50

15 Se preparó una probeta según el Ejemplo 1. Una zona de la probeta de aproximadamente 7,62 cm (3 pulgadas) por 30,48 (2,5 pulgadas) se delimitó con cinta adhesiva. Una mezcla de 50 por ciento de isopropanol y 50 por ciento de agua se aplicó a la superficie de la probeta. A continuación, la probeta se dejó evaporar durante la noche en un recipiente semiabierto. Después de aproximadamente 12-14 horas, la probeta se inspeccionó con respecto a microfisuras, desestratificación o distorsión de la superficie. No se observaron cambios en la probeta. Adicionalmente, la transmitancia de luz y la turbidez de la probeta se midieron antes y después de la prueba 50/50 y no se observó cambio en la transmitancia de luz o la turbidez

20

Prueba al ácido

25 Se preparó una probeta según el Ejemplo 1 y se preparó una probeta según el Ejemplo comparativo 1, excepto que ninguna probeta incluía un estrato superior. Ambas probetas se probaron con respecto a la resistencia a los ácidos. Se preparó una solución al mezclar 5 g de ácido sulfúrico al 96,3% y 5 g de ácido nítrico al 65% (siendo agua el 35% restante) para proporcionar una solución que tenía una normalidad de 2,25 y un pH de 0. Varias gotas de la solución se pusieron sobre la superficie de óxido metálico descubierta de cada probeta (es decir, óxido de titanio del Ejemplo 1 y AZO del Ejemplo comparativo 1) para formar una gota que tenía un diámetro de aproximadamente 1 cm. A continuación, se puso un vidrio de reloj sobre la gota y la probeta y el vidrio de reloj se sellaron con cinta adhesiva para prevenir la evaporación. Después de 15 minutos, la cinta adhesiva y el vidrio de reloj se retiraron y la capa de óxido metálico se examinó. La capa de AZO de la probeta preparada según el Ejemplo comparativo 1 se retiraba completamente. La capa de óxido de titanio de la probeta preparada según el Ejemplo 1 virtualmente no exhibía cambio después de la exposición al ácido. Como tal, el óxido de titanio exhibía una resistencia a los ácidos sustancialmente superior que AZO.

30

Ejemplo comparativo 2 - ITO/Au/ITO

Se preparó una primera capa de ITO usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC pulsátil en una mezcla de gases Ar y O₂ a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F). Se usó un blanco cerámico de ITO que incluía aproximadamente 90% at. de In₂O₃ y 10% at. de Sn₂O₄. Una capa de oro se depositó sobre la primera capa de ITO usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F) usando una atmósfera de gas Ar. Se formó una segunda capa de ITO sobre la capa de oro usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC pulsátil en una mezcla de gases Ar y O₂ a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F).

10 Ejemplo comparativo 3 - ITO/Ag/ITO

Se preparó una primera capa de ITO usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC pulsátil en una mezcla de gases Ar y O₂ a una temperatura de aproximadamente 37,78 (100) a aproximadamente 93,33°C (200°F). Se usó un blanco cerámico de ITO que incluía aproximadamente 90% at. de In₂O₃ y 10% at. de Sn₂O₄. Una capa de plata se depositó sobre la primera capa de ITO usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC a temperatura ambiente usando una atmósfera de gas Ar. Se formó una segunda capa de ITO sobre la capa de plata usando un sistema de pulverización catódica por magnetrón DC pulsátil en una mezcla de gases Ar y O₂ a temperatura ambiente.

La FIG. 8 es una gráfica que muestra la transmitancia de luz frente a la longitud de onda de luz en un apilamiento de varias capas de óxido de titanio/Au/óxido de titanio según una realización de la presente invención en comparación con un apilamiento de AZO/Au/AZO según el Ejemplo comparativo 1 y un apilamiento de ITO/Au/ITO según el Ejemplo comparativo 2. Los resultados se muestran posteriormente en la Tabla 6.

Tabla 5.

Muestra	Transmitancia de luz (%)
Óxido de titanio/Au/óxido de titanio	65,49
AZO/Au/AZO	66,70
ITO/Au/ITO	67,31

25

Prueba de curvatura de cuatro puntos

Los revestimientos que incluyen apilamientos de varias capas preparados según el Ejemplo 1, el Ejemplo comparativo 1, Ejemplo comparativo 2 y el Ejemplo comparativo 3 se sometieron a la prueba de curvatura de cuatro puntos para medir el cambio en la resistencia eléctrica ($\Delta R/R$) de cada apilamiento de varias capas como una función de la elongación uniaxial por tracción del apilamiento de varias capas. Por ejemplo, se preparó una probeta según el Ejemplo 1 para la prueba de curvatura de cuatro puntos como sigue. Se aplicó un primer estrato de base sobre un sustrato 10 (es decir, un panel transparente) de 5,08 cm (2 pulgadas) de anchura, 30,48 cm (12 pulgadas) de longitud y 1,91 cm (0,75 pulgadas) de grosor. A continuación, un apilamiento 120 de varias capas eléctricamente conductor que incluía óxido de titanio/Au/óxido de titanio se depositó sobre el sustrato 10 en una cámara de vacío. A continuación, una cinta conductora (2,54 cm (una pulgada) de anchura) se aplicó verticalmente sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor para proporcionar puntos de aplicación para las barras 170 colectoras, como se muestra en las FIGS. 9 y 10. La porción restante del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor (21,59 cm (8,5 pulgadas) de longitud) se revistió con una imprimación y un estrato superior. No se aplicó revestimiento orgánico sobre la cinta conductora. Se aplicaron dos barras 170 colectoras conductoras metálicas flexibles sobre la cinta conductora según se muestra en las FIGS. 9 y 10 y se registró la resistencia colector-colector de la probeta.

Posteriormente, un resistor de extensímetro (no mostrado) obtenido de Vishay Precision Group, Inc. se montó sobre la sección central del sustrato, en la cara opuesta a las barras colectoras. El extensímetro se usó para determinar la elongación por tracción (flexibilidad) de las capas de revestimiento. Se aplicó una carga de tracción al sustrato usando un sistema para pruebas de tracción unido. Cuatro barras 160 de curvatura, mostradas en la FIG. 9, aplicaban la carga de tracción. Las barras 160 de curvatura de la cara opuesta a las barras colectoras estaban separadas aproximadamente 10,16 cm (4 pulgadas). La resistencia eléctrica colector-colector se comprobó a través de toda la prueba. Si la resistencia del sustrato superaba 20% por encima del valor original, se registraba la deformación por tracción de la probeta. La prueba de curvatura de cuatro puntos se repitió a continuación, según se describe anteriormente, para probetas preparadas según el Ejemplo comparativo 1 (es decir, una probeta que

50

incluye un apilamiento AZO/Au/AZO), el Ejemplo comparativo 2 (es decir, una probeta que incluye un apilamiento ITO/Au/ITO) y el Ejemplo comparativo 3 (es decir, una probeta que incluye un apilamiento ITO/Ag/ITO).

- 5 Algunos de los resultados de la prueba de curvatura de cuatro puntos descrita anteriormente se muestran en la FIG. 11, que es una gráfica del cambio en la resistencia eléctrica ($\Delta R/R$) frente a la deformación del apilamiento de varias capas preparado según el Ejemplo 1 (óxido de titanio/Au/óxido de titanio). Un resumen de los resultados de la prueba de curvatura de cuatro puntos también se muestra posteriormente en la Tabla 7.

Tabla 6.

Muestra	Resultados de la prueba de curvatura de cuatro puntos: Elongación uniaxial por tracción (%)
Ejemplo 1 (probeta de 5,08 cm x 30,48 cm (2" x 12"))	Mayor de 7,9%
Ejemplo comparativo 1 (probeta de 5,08 cm x 30,48 cm (2" x 12"))	aproximadamente 6,4%
Ejemplo comparativo 2 (probeta de 5,08 cm x 30,48 cm (2" x 12"))	aproximadamente 4%
Ejemplo comparativo 3 (probeta de 5,08 cm x 30,48 cm (2" x 12"))	aproximadamente 2%

- 10 Como se puede observar en la FIG. 11 y la Tabla 7, el Ejemplo 1 se comportaba mejor en la prueba de curvatura de cuatro puntos que el Ejemplo comparativo 1 y sustancialmente mejor que el Ejemplo comparativo 2 o que el Ejemplo comparativo 3. Específicamente, según la prueba de curvatura de cuatro puntos descrita anteriormente, el Ejemplo 1, que incluye un apilamiento de varias capas de óxido de titanio/Au/óxido de titanio según una realización ejemplar de la presente invención, exhibía un incremento de más de 50% en la elongación uniaxial por tracción sobre el Ejemplo comparativo 2, que incluye un apilamiento de varias capas de ITO/Au/ITO. Aquí, la flexibilidad del Ejemplo 1 superaba las capacidades del equipo usado para la prueba. Debido a las limitaciones del equipo usado para la prueba de curvatura de cuatro puntos, la elongación uniaxial por tracción máxima que se podía medir para el ejemplo 1 era 7,9%. Sin embargo, como se puede observar en la FIG. 11, se esperaba que la probeta preparada según el Ejemplo 1 exhibiera una elongación uniaxial por tracción mayor de 7,9%, si se mide usando un equipo que tenga capacidades incrementadas. En contraste, el Ejemplo comparativo 2 exhibía un máximo de aproximadamente 4% de elongación uniaxial por tracción. Adicionalmente, según la prueba de curvatura de cuatro puntos descrita anteriormente, el Ejemplo 1 exhibía un incremento mayor de 200% en la elongación uniaxial por tracción sobre el Ejemplo comparativo 3, que incluye un apilamiento de varias capas de ITO/Ag/ITO. Esto es, según se describe anteriormente, se esperaba que el Ejemplo 1 exhibiera una elongación uniaxial por tracción máxima de más de 7,9%, mientras que el Ejemplo comparativo 3 exhibía una elongación uniaxial por tracción máxima de aproximadamente 2%. La flexibilidad relativamente inferior del apilamiento de ITO/Ag/ITO del Ejemplo comparativo 3 se debe, en parte, a la capa de Ag, una porción de la cual se oxida hasta óxido de plata, que es relativamente frágil. Sin embargo, incluso cuando la capa de Ag se reemplaza por una capa de Au, un revestimiento que incluye el correspondiente apilamiento de varias capas eléctricamente conductor del Ejemplo comparativo 2 solo exhibe una elongación por deformación de aproximadamente 4%. Según esto, un revestimiento que incluye un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según una realización ejemplar de la presente invención se comportaba sustancialmente mejor en la prueba de curvatura de cuatro puntos descrita anteriormente que los Ejemplos comparativos 2 y 3.

35 Análisis por TEM

- Un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor de óxido de titanio/Au/óxido de titanio preparado según el Ejemplo 1 se analizó usando un microscopio electrónico de transmisión (TEM). Se determinó mediante análisis de TEM que el grosor de la capa era de aproximadamente 11-12 nm. Adicionalmente, para investigar el efecto de la concentración de oxígeno sobre el grosor de las capas de óxido de titanio, dos capas de óxido de titanio se formaron directamente sobre sustratos de silicio, que tenían cada una una concentración de oxígeno uniforme, y se analizaron usando TEM. La única diferencia en la formación de estas dos capas de óxido de titanio era el caudal de oxígeno durante la formación de las capas de óxido de titanio mediante pulverización catódica desde un blanco de TiO_2 . El cambio en el caudal de oxígeno se compensó mediante un cambio correspondiente en el caudal del gas inerte. Como se podría observar mediante TEM, el grosor de la capa de óxido de titanio se podría reducir tanto como a la mitad al reducir el caudal de oxígeno. En particular, la capa de óxido de titanio de alto contenido de oxígeno tenía un grosor de aproximadamente la mitad del grosor de la capa de óxido de titanio de bajo contenido de oxígeno. Así, si todas las demás condiciones se mantienen iguales (p. ej., tiempo de pulverización catódica, potencia aplicada, tamaño de blanco, etc.), variar el caudal de oxígeno mientras se forma la capa de óxido de titanio dará como resultado una variación en el grosor de la capa de óxido de titanio resultante.

50

Transmitancia de luz y adherencia frente al caudal de oxígeno

5 Usando la prueba de transmitancia de luz descrita anteriormente, la transmitancia de luz se estudió para diversas capas de óxido de titanio formadas usando varios caudales de oxígeno diferentes durante la pulverización catódica. Adicionalmente, esas mismas muestras se probaron con respecto a la adherencia con rayado cruzado ASTM D3359. Los resultados de las pruebas de transmitancia de luz adherencia con rayado cruzado se muestran posteriormente en la Tabla 7.

Tabla 7.

Caudal de gas Ar/O ₂ (sccm)	Transmitancia de luz (%)	Adherencia
200/100	50	100
260/40	58	0
270/30	61	0
280/20	63	0
290/10	68	0

10 Aunque se han descrito diversas realizaciones de la invención, modificaciones y variaciones adicionales serán evidentes para los expertos en la especialidad. Por ejemplo, el panel transparente revestido puede tener capas de conexión o imprimaciones adicionales, capas de conexión conductoras, grosores alternativos, componentes adicionales, etc. Además, a medida que se forman las capas individuales que incluyen el panel transparente
 15 revestido, se pueden limpiar antes de que se deposite la siguiente capa adyacente. Por ejemplo, el dosel se puede limpiar con un disolvente tal como acetona y a continuación secarse para retirar cualquier agua superficial, que podría provocar la reticulación prematura del polisiloxano de la capa 30 de base. La invención no se limita a las realizaciones divulgadas específicamente, y el panel transparente revestido, sus capas y sus composiciones se pueden modificar sin apartarse de la invención, que está limitada solamente por las reivindicaciones adjuntas.

20 A lo largo del texto y las reivindicaciones, el uso de la palabra "aproximadamente" refleja la penumbra de variación asociada con la medida, las cifras significativas y la capacidad de intercambio, todo según se entiende por un experto normal en la especialidad de la que trata esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Un apilamiento de varias capas eléctricamente conductor para revestir un sustrato, comprendiendo el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor:
- 5 primera y segunda capas de óxido de titanio sobre el sustrato, comprendiendo la primera capa de óxido de titanio una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior a la de la segunda región; y
- una capa metálica entre las primera y segunda capas de óxido de titanio.
- 10 2. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, en el que la capa metálica comprende oro.
3. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, en el que la segunda capa de óxido de titanio comprende una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la de la segunda región.
- 15 4. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, en el que la primera región tiene un grosor en un intervalo de 0,5 a 6 nm y/o la segunda región tiene un grosor en un intervalo de 3 a 8 nm y/o la tercera región tiene un grosor en un intervalo de 0,5 a 6 nm.
- 20 5. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, en el que una relación de un grosor de la primera región a un grosor de la segunda región está en un intervalo de 0,0625:1 a 1:1 y/o una relación de un grosor de la tercera región a un grosor de la segunda región está en un intervalo de 0,0625:1 a 1:1.
- 25 6. El apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, en el que al menos una de la primera capa de óxido de titanio y la segunda capa de óxido de titanio tiene un grosor total en un intervalo de 4 a 15 nm y/o la capa metálica tiene un grosor en un intervalo de 5 a 20 nm.
- 30 7. Un panel transparente revestido eléctricamente conductor que comprende un panel transparente y el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1 sobre el panel transparente.
8. El panel transparente revestido eléctricamente conductor según la reivindicación 7, que comprende además un estrato superior sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor, comprendiendo el estrato superior un componente hidrófobo que tiene un esqueleto carbonado fluorado y un componente hidrófilo que tiene una cadena de poliéter.
- 35 9. El panel transparente revestido eléctricamente conductor según la reivindicación 7, que comprende además un estrato superior sobre el apilamiento de varias capas eléctricamente conductor, comprendiendo el estrato superior el producto de reacción de un precursor hidrófobo que tiene un esqueleto carbonado fluorado y un precursor hidrófilo que tiene una cadena de poliéter.
- 40 10. Un método de fabricación del apilamiento de varias capas eléctricamente conductor según la reivindicación 1, comprendiendo el método:
- formar las primeras capas de óxido de titanio sobre un sustrato;
- 45 formar la capa metálica sobre las primeras capas de óxido de titanio; y
- forma las segundas capas de óxido de titanio sobre la capa metálica, comprendiendo al menos una de la formación de la primera capa de óxido de titanio o la formación de la segunda capa de óxido de titanio variar un caudal de oxígeno durante la formación de modo que la correspondiente de la primera o la segunda capas de óxido de titanio comprenda una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la segunda región.
- 50 11. El método según la reivindicación 10, en el que la variación del caudal de oxígeno comprende hacer fluir oxígeno a un primer caudal de oxígeno, a continuación hacer fluir oxígeno a un segundo caudal de oxígeno y a continuación hacer fluir oxígeno a un tercer caudal de oxígeno, y la variación del caudal de oxígeno comprende además opcionalmente hacer fluir un primer gas inerte a un primer caudal de gas inerte, a continuación hacer fluir un
- 55

segundo gas inerte a un segundo caudal de gas inerte y a continuación hacer fluir un tercer gas inerte a un tercer caudal de gas inerte.

5 12. El método según la reivindicación 11, en el que una relación del primer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno está en un intervalo de 10:1 a 25:1 y una relación del tercer caudal de oxígeno al segundo caudal de oxígeno está en un intervalo de 10:1 a 25:1.

10 13. El método según la reivindicación 10, en el que la formación de la primera capa de óxido de titanio y la formación de la segunda capa de óxido de titanio comprende cada una variar el caudal de oxígeno durante la formación de modo que cada una de las primera o segunda capas de óxido de titanio comprenda una primera región, una segunda región sobre la primera región y una tercera región sobre la segunda región, teniendo cada una de la primera región y la tercera región una concentración de oxígeno superior que la de la segunda región.

14. El método según la reivindicación 10, en el que la formación de la primera capa de óxido de titanio comprende pulverización catódica, evaporación, deposición de capas atómicas o deposición química de vapor.

15. El método según la reivindicación 10, en el que cada una de la primera región, la segunda región y la tercera región tiene una concentración de oxígeno diferente.

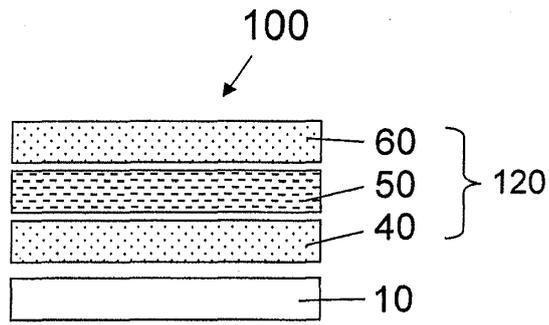


FIG. 1

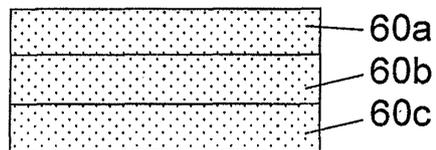


FIG. 2

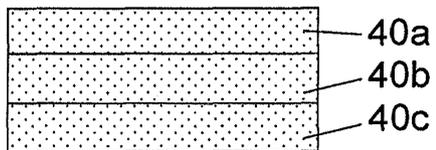


FIG. 3

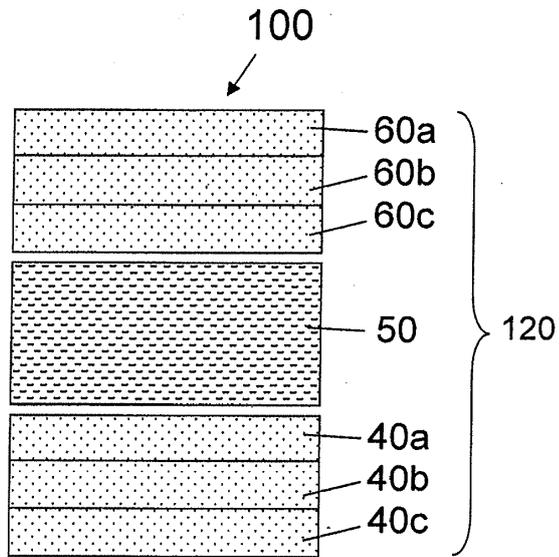


FIG. 4

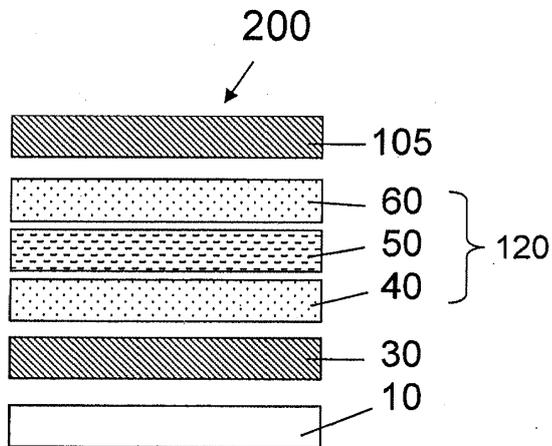


FIG. 5

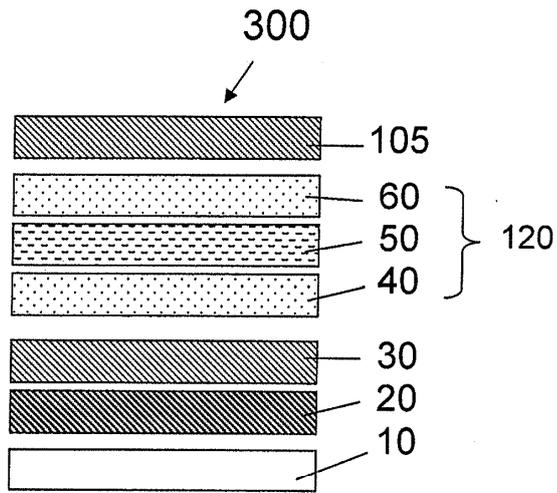


FIG. 6

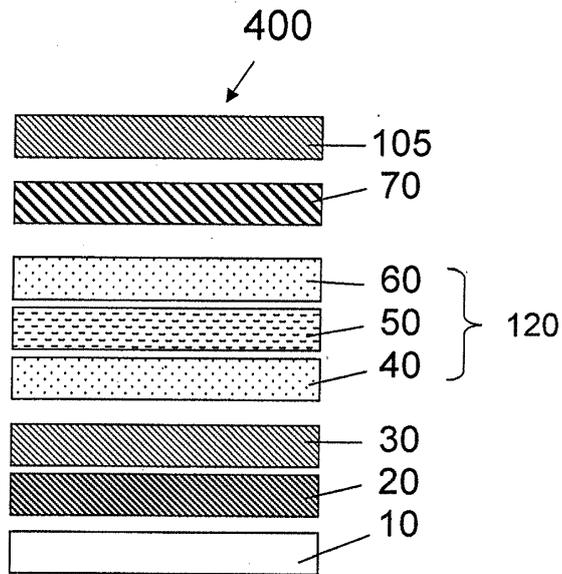


FIG. 7

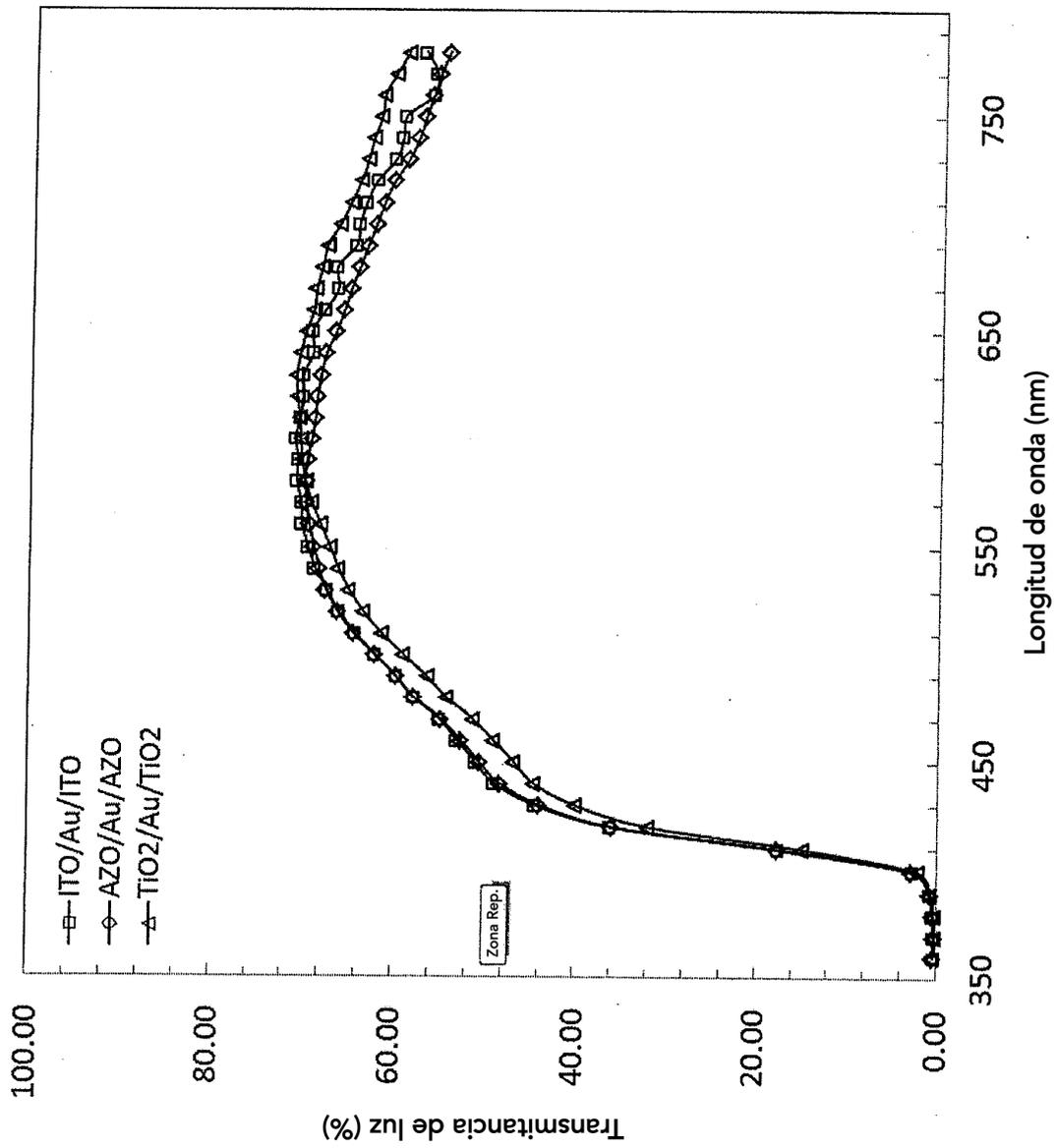


FIG. 8

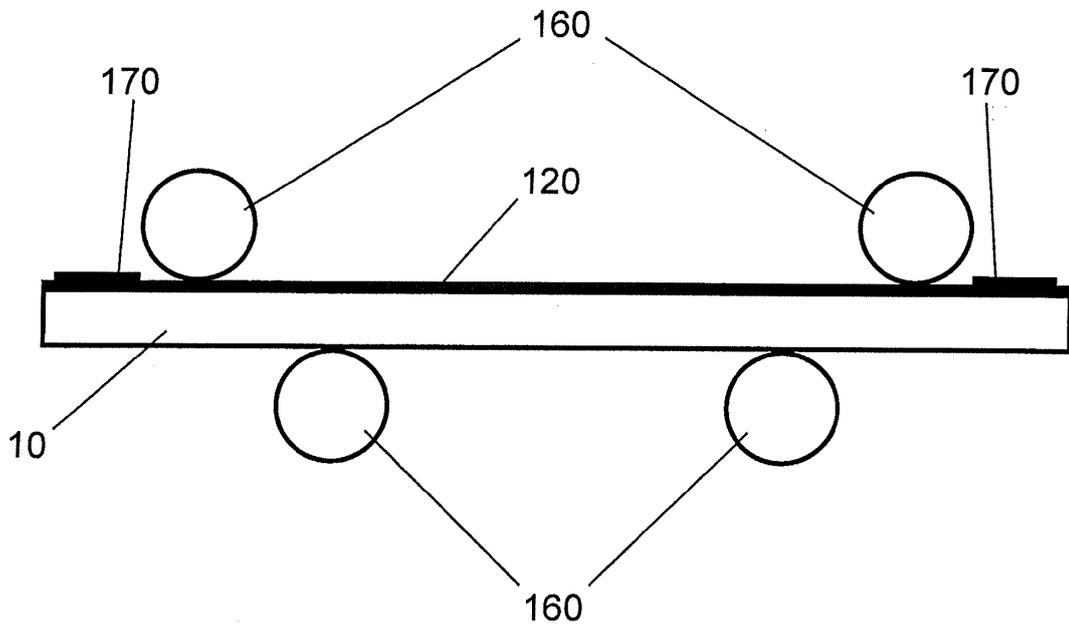


FIG. 9

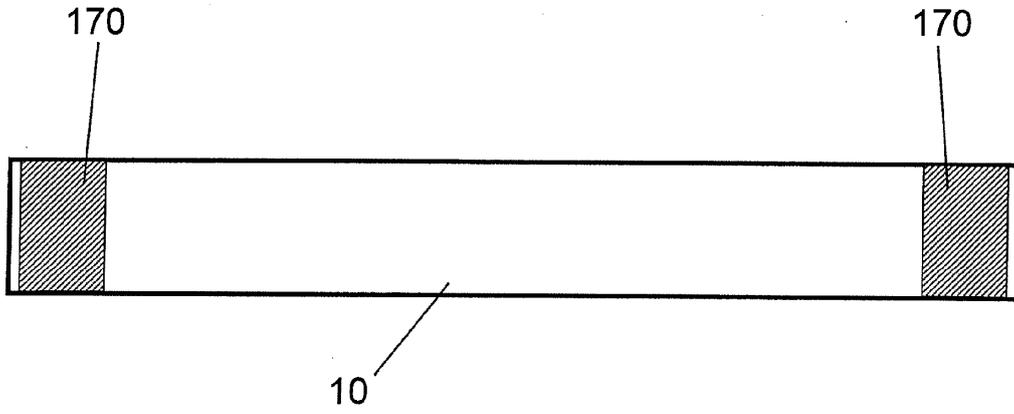


FIG. 10

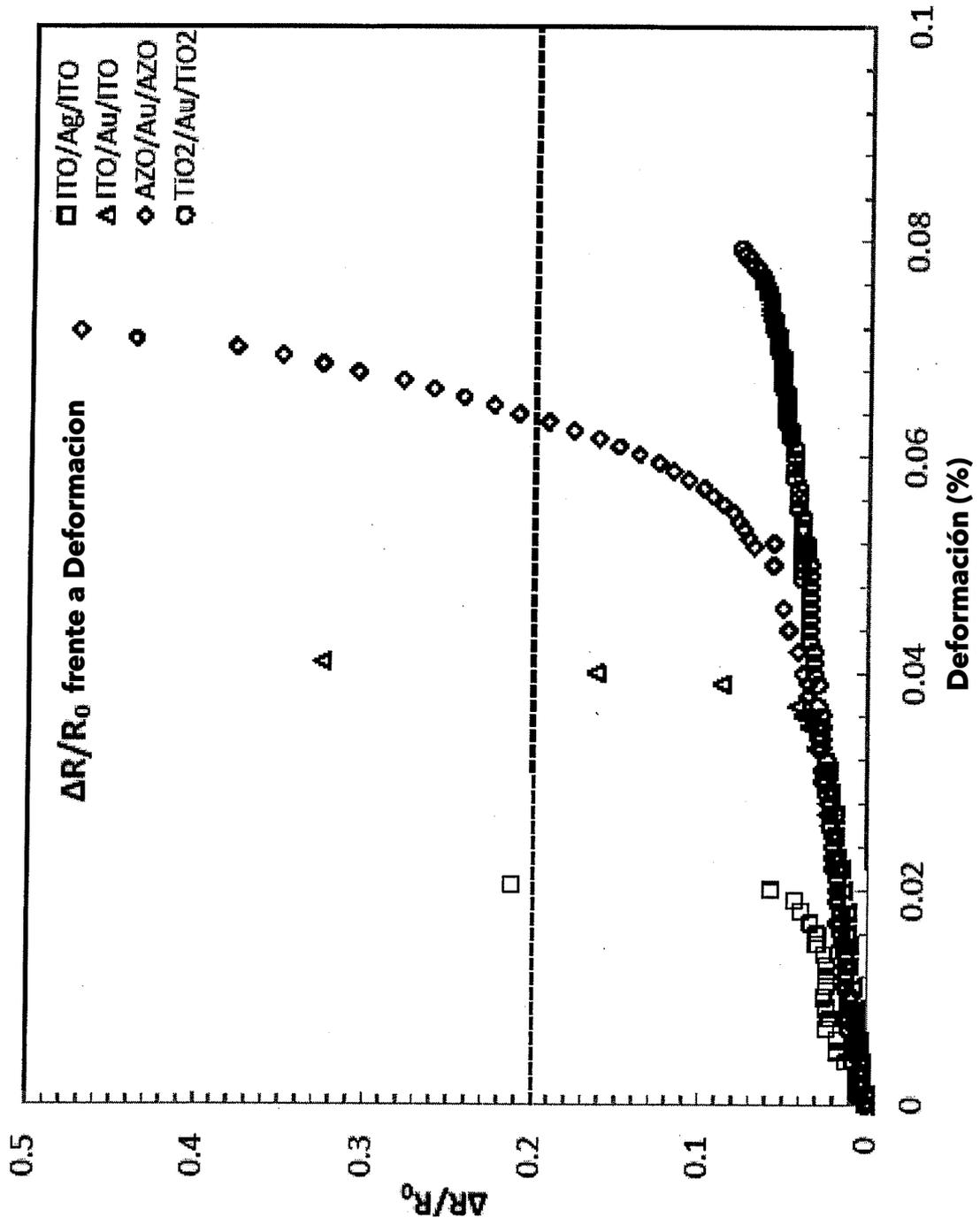


FIG. 11