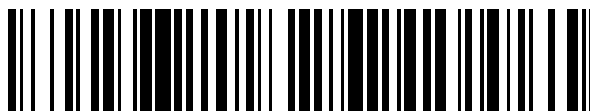


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 273**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

C03C 17/34 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

C03C 27/12 (2006.01)

E06B 3/67 (2006.01)

C23C 14/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2005 PCT/US2005/011353**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2005 WO05108064**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2005 E 05778289 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 1751073**

54 Título: **Pila de revestimiento que comprende una capa de revestimiento de barrera**

30 Prioridad:

01.04.2004 US 816519

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

03.05.2018

73 Titular/es:

**VITRO, S.A.B. DE C.V. (100.0%)
Av. Ricardo Margain Zozaya No. 400, Col. Valle
del Campestre, San Pedro Garza Garcia
Nuevo León 66265, MX**

72 Inventor/es:

**BUHAY, HARRY;
FINLEY, JAMES J. y
THIEL, JAMES P.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 666 273 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Pila de revestimiento que comprende una capa de revestimiento de barrera

5 **Campo de la invención**

En general, la presente invención se refiere a revestimientos funcionales multicapa; especialmente, tales revestimientos que contienen al menos una capa de revestimiento de barrera.

10 **Antecedentes de la invención**

Los sustratos, tales como el vidrio, se usan en una multitud de aplicaciones que varían de edificios comerciales, casas, automóviles, aparatos, etc. Los sustratos se revisten a menudo con revestimientos funcionales para obtener las características de rendimiento deseadas.

15 En la técnica se conoce una amplia diversidad de revestimientos funcionales que incluyen, pero sin limitación, revestimientos electroconductores, revestimientos de control solar, revestimientos fotocatalíticos, revestimientos de baja emisividad, revestimientos conductores transparentes, etc. Un ejemplo de un revestimiento funcional es un revestimiento de alta emisividad y de alta transmitancia a base de metal que incluye al menos una o más capas metálicas intercaladas entre las capas de material dieléctrico. Normalmente, la capa metálica es oro, cobre o plata y el material dieléctrico es un óxido de metal, tal como óxido de estaño, óxido de indio, óxido de titanio, óxido de bismuto, óxido de zinc, óxido de zirconio u óxido de zinc/estaño.

25 Para determinadas aplicaciones, resulta necesario calentar un sustrato revestido con un revestimiento funcional. Por ejemplo, puede que se necesite calentar un sustrato de vidrio revestido que se usará como parabrisas de automóviles para mezclar el vidrio. Típicamente, el vidrio se calentará durante 20-30 minutos a una temperatura máxima de 621 °C (1.150 °F) a 649 °C (1.200 °F) para lograr la flexión necesaria para un parabrisas de automóvil. En función de la complejidad de la flexión, la temperatura podría ser más alta y la duración más larga.

30 El calentamiento de un sustrato revestido puede ser problemático si el revestimiento contiene una o más capas que se degradarán tras el calentamiento. En general, el calentamiento de un sustrato revestido producirá resultados beneficiosos hasta una temperatura determinada (durante una duración determinada de tiempo) por varias razones, por ejemplo, las especies móviles se vuelven móviles tras el calentamiento y la retirada por flujo de determinadas capas de revestimiento, pero, después, surgen efectos adversos. La combinación de temperatura y tiempo de exposición a la que se puede calentar una capa de revestimiento antes de que comience a degradarse el rendimiento del revestimiento se denomina en el presente documento "equilibrio térmico" del recubrimiento. El rendimiento de un revestimiento comienza a degradarse después de que se exceda su equilibrio térmico porque al menos una capa de revestimiento comenzará a degradarse. Cada capa de revestimiento en una pila de revestimiento tiene un equilibrio térmico diferente que depende de los materiales usados para preparar el revestimiento. El equilibrio térmico para una pila de revestimiento se determina mediante la capa de revestimiento en la pila con el equilibrio térmico más bajo en el que comienza a degradarse la capa.

45 Por ejemplo, en el revestimiento de alta emisividad y alta transmisión descrito anteriormente, la/las capa/s metálica/s normalmente tiene/tienen el equilibrio térmico más bajo en la pila de revestimiento. Cuando un sustrato de vidrio revestido con tal revestimiento se expone a las condiciones de calentamiento normalmente relacionadas con la flexión, por ejemplo, de 621 °C (1.150 °F) a 649 °C (1.200 °F) durante un período de 20 a 30 minutos, la/s capa/s metálica/s se degradarán. La degradación de la/s capa/s metálica/s puede dar como resultado un sustrato revestido con propiedades de control solar y/u ópticas reducidas. Específicamente, el revestimiento funcional puede demostrar una resistividad eléctrica aumentada, una turbidez aumentada, una reflectancia infrarroja solar (IR) disminuida, una transmitancia de luz visible disminuida, una emisividad aumentada, etc.

50 Además del calentamiento, otras cosas pueden causar la degradación de las capas en un revestimiento funcional, tales como la exposición a determinadas sustancias químicas que incluyen, pero sin limitación, haluros, tales como sal, cloruros, azufre, cloro, álcali y esmaltes.

55 Para garantizar un rendimiento óptimo de un sustrato revestido, resulta deseable proteger cualquier capa o capas de revestimiento en una pila de revestimiento de condiciones y/o sustancias que darían como resultado la degradación de la capa de revestimiento y el posterior rendimiento disminuido del sustrato revestido. Convencionalmente, las capas de sacrificio como capas de imprimación (también conocidas como "capas bloqueadoras") se han añadido a pilas de revestimiento, tales como revestimientos de baja emisividad y alta transmisión a base de metal, o se han aplicado a niveles más espesos para proteger una o más capas degradables. Las capas de sacrificio responden preferentemente a o reaccionan con la condición no deseable para proteger otras capas seleccionadas en la pila de revestimiento. El problema con la adición de una o más capas de imprimación o el uso de una o más capas espesantes de imprimación es que, después de calentarse el revestimiento, el exceso de imprimación puede conducir a una adhesión deficiente debido a los fallos en las interfaces de las capas individuales de revestimiento y una turbidez aumentada. Además, el exceso de imprimación puede hacer que el revestimiento sea suave y

susceptible de dañarse mediante frotamiento.

El documento WO 03/095385 A1 describe un revestimiento funcional protector que puede depositarse en la parte superior de una pila de revestimiento funcional.

La presente invención proporciona composiciones de revestimiento, tal como se definen en las reivindicaciones 1 a 15, que tienen al menos una capa de revestimiento de barrera para proteger cualquiera o más de las capas degradables en la pila de revestimiento. Las composiciones de revestimiento, según la presente invención, presentan un equilibrio térmico aumentado y una capacidad mejorada para soportar la corrosión química.

Sumario de la invención

En una realización no limitante, la presente invención es una composición de revestimiento que comprende al menos una capa degradable y al menos una capa de revestimiento de barrera, tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en la que la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno no mayor de 10 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F).

En otra realización no limitante, la presente invención es un sustrato revestido que comprende una composición de revestimiento aplicada en al menos una parte del sustrato que comprende al menos una capa degradable y al menos una capa de revestimiento de barrera, tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 16 a 22, en la que la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno no mayor de 10 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F).

En aún otra realización no limitante, la presente invención es un método de formación de un sustrato revestido multicapa que comprende aplicar una capa de revestimiento degradable en un sustrato y aplicar una capa de revestimiento de barrera en la capa de revestimiento degradable, tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26, en el que la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno de no mayor de 10 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F).

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un estudio térmico realizado en varios sustratos revestidos.

Descripción de la invención

Tal como se usa en el presente documento, los términos espaciales o direccionales, tales como "izquierda", "derecha", "interior", "exterior", "por encima", "por debajo", "superior", "inferior", y similares, se entiende que abarcan diversas orientaciones alternativas y, por consiguiente, tales términos no deben considerarse como limitantes.

Además, tal como se usa en el presente documento, todos los números que expresan dimensiones, características físicas, parámetros de procesamiento, cantidades de ingredientes, condiciones de reacción y similares, usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los valores numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones pueden variar en función de las propiedades deseadas que se pretenden obtener mediante la presente invención. Como mínimo, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada valor numérico debe interpretarse al menos en vista del número de dígitos significativos indicados y mediante la aplicación de las técnicas de redondeo habituales. Además, debe entenderse que todos los intervalos divulgados en el presente documento abarcan los valores de intervalo iniciales y finales y cualquiera y todos los subintervalos subincluidos en el mismo. Por ejemplo, se debe considerar que un intervalo establecido de "1 a 10" incluye cualquiera y todos los subintervalos entre (y que incluyen) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o superior y que terminan con un valor máximo de 10 o inferior, por ejemplo, de 1,0 a 3,8, de 6,6 a 9,7 y de 5,5 a 10,0.

Tal como se usa en el presente documento, los términos "en", "aplicado/a en/sobre", "formado/a en/sobre", "depositado en/sobre", "superpuesto/a" y "proporcionado/a en/sobre" significan formado/a, depositado/a o proporcionado/a en, pero no necesariamente en contacto con la superficie. Por ejemplo, una capa de revestimiento "formada sobre" un sustrato no excluye la presencia de una o más capas de revestimiento diferentes de la misma o diferente composición colocadas entre la capa de revestimiento formada y el sustrato. Por ejemplo, el sustrato (por ejemplo, vidrio o cerámica) puede incluir un revestimiento convencional, tal como aquellos conocidos en la técnica para el revestimiento de sustratos.

La presente invención es una composición de revestimiento, tal como se define además en las reivindicaciones, que comprende al menos una capa de revestimiento de barrera y al menos una capa de revestimiento que es susceptible a la degradación tras la exposición a determinadas condiciones, tales como, pero sin limitación, el ataque térmico y químico. La capa de revestimiento que es susceptible a la degradación se denomina en el presente documento

"capa degradable".

La capa de revestimiento de barrera, según la presente invención, puede ser una capa individual o múltiples capas de revestimiento. La capa de revestimiento de barrera puede servir como barrera contra diversos materiales, tales como, pero sin limitación, oxígeno, cobre, haluros, sulfuros, azufre, álcali, agua, etc. La capa de revestimiento de barrera de la presente invención es sustancialmente estable, sustancialmente no consumible y sustancialmente no reactiva. Por sustancialmente estable, sustancialmente no consumible y sustancialmente no reactiva, se entiende que la relación estequiométrica de los componentes en la capa de barrera respecto al O₂ no cambiará más de más o menos el 5 %. Independientemente de las condiciones a las que se expone la capa de revestimiento de barrera, esta se mantendrá esencialmente la misma en composición. Por ejemplo, en el caso de un revestimiento de barrera de oxígeno, si la capa de revestimiento de barrera empieza a oxidarse por completo, este se mantendrá oxidado por completo, independientemente de las condiciones.

Según la presente invención, la capa de revestimiento de barrera protege la capa degradable del oxígeno y la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno baja. La capa de revestimiento de barrera presenta una permeabilidad al oxígeno de no mayor de 10 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F), por ejemplo, no mayor de 8 gramos por m² por día o no mayor de 5 gramos por m² por día.

Lo siguiente ilustra cómo puede medirse la permeabilidad al oxígeno. Tres pedazos de vidrio transparentes se revistieron con una primera capa de revestimiento de barrera de 140 nm (1.400 Å) de espesor que comprende una aleación de alúmina y sílice (60 % en peso de alúmina y 40 % en peso de sílice). A continuación, un revestimiento que comprende una capa de titanio de 11,4 nm (114 Å) se aplicó sobre la capa de aleación de alúmina/sílice. Por último, las muestras se revistieron con una segunda capa de revestimiento de barrera que comprende una aleación de alúmina y sílice (60 % en peso de alúmina y 40 % en peso de sílice). El espesor de la segunda capa de barrera fue diferente para cada muestra. Una muestra (Muestra A) tuvo una segunda capa de barrera que tenía un espesor de 26,6 nm (266 Å). Otra muestra (Muestra B) tuvo un segundo revestimiento de capa de barrera que tenía un espesor de 51,5 nm (515 Å). La última muestra (Muestra C) tuvo una segunda capa de barrera que tenía un espesor de 107,1 nm (1.071 Å). Inicialmente, todas las muestras parecían oscuras en la transmisión como resultado de la absorción de las capas de titanio.

Después de prepararse las muestras, cada muestra se calentó a 704 °C (1.300 °F). Se registró la cantidad de tiempo que se tardó en que las muestras se volvieran transparentes (sin absorción). Cuando una muestra se vuelve transparente, esto indica que el titanio que se depositó inicialmente se ha oxidado por completo y se ha convertido en titania. La Muestra A tardó 80 minutos en oxidarse por completo. La Muestra B tardó 115 minutos en oxidarse por completo. Además, la Muestra C tardó 130 minutos en oxidarse por completo. Los tiempos de "oxidación" registrados se usaron para calcular las permeabilidades (P) usando la siguiente ecuación:

$$P = T / 10E^8 [\text{Å}/\text{cm}] \times 4,5 [\text{g}/\text{cm}^3] \times 10E4 [\text{cm}^2/\text{m}^2] / 47,9 [\text{g}/\text{mol}] \times 32 [\text{g}/\text{mol}] / R \times 1.440 [\text{min}/\text{día}]$$

en la que

T = espesor de la capa de titanio [Å];
 4,5 g/cm³ = densidad del titanio;
 47,9 g/mol = peso atómico del titanio;
 32 g/mol = peso molecular del O₂; y
 R = tiempo de oxidación registrado en minutos.

Se calculó que la permeabilidad de la Muestra A fue de 0,6 gramos por m² por día. Se calculó que la permeabilidad de la Muestra B fue de 0,4 gramos por m² por día. Además, se calculó que la permeabilidad de la Muestra C fue de 0,4 gramos por m² por día.

Según la presente invención, la capa de revestimiento de barrera puede tener un índice de refracción igual a cualquier valor a 550 nm. Cuando la capa de revestimiento de barrera está compuesta de múltiples capas, el índice de refracción de la capa de revestimiento de barrera total puede calcularse usando las técnicas convencionales que se conocen bien en la técnica. En una realización no limitante, la capa de revestimiento de barrera total tiene un índice de refracción igual a 3 o inferior, por ejemplo, de 2,5 o inferior o de 1,8 o inferior.

En una realización no limitante de la invención, la capa de revestimiento de barrera es una capa individual compuesta de uno o más materiales de óxido de metal seleccionados entre alúmina, sílice o mezclas de las mismas. Por ejemplo, la capa de revestimiento de barrera puede estar compuesta en su totalidad de alúmina o en su totalidad de sílice. En otra realización no limitante, la capa de revestimiento de barrera puede ser una combinación de alúmina y sílice, por ejemplo, pero sin limitación, del 5 por ciento en peso al 95 por ciento en peso de alúmina y del 95 por ciento en peso al 5 por ciento en peso de sílice, o del 10 por ciento en peso al 90 por ciento en peso de alúmina y del 90 por ciento en peso al 10 por ciento en peso de sílice, o del 15 por ciento en peso al 90 por ciento en peso de alúmina y del 85 por ciento en peso al 10 por ciento en peso de sílice, o del 50 por ciento en peso al 75 por ciento en peso de alúmina y del 50 por ciento en peso al 25 por ciento en peso de sílice.

En una realización no limitante de la invención, la capa de revestimiento de barrera comprende una capa individual y la composición del revestimiento de barrera varía de principio a fin. Por ejemplo, la composición del revestimiento de barrera puede estar compuesta de dos materiales; un primer material y un segundo material. La capa de revestimiento de barrera se aplica en un sustrato de tal manera que la concentración del primer material del revestimiento de barrera es mayor cerca del sustrato y la concentración del segundo material del revestimiento de barrera aumenta, por ejemplo, gradualmente, a medida que aumenta la distancia desde el sustrato. La composición del revestimiento de barrera más alejada del sustrato tiene la mayor concentración del segundo material. En otra realización no limitante de la invención, el revestimiento de barrera es una capa individual y la composición del revestimiento de barrera es, en general, uniforme de principio a fin.

En una realización no limitante de la invención, el espesor de la capa de revestimiento de barrera puede variar hasta 2 μm (2 micrómetros, 20.000 Å), por ejemplo, de 5 nm (50 Å) a 540,0 nm (5.400 Å) o de 8,5 nm (85 Å) a 60,0 nm (600 Å).

En una realización no limitante de la invención en la que la capa de revestimiento de barrera está compuesta de múltiples capas, el revestimiento de barrera comprende una primera capa de sílice y/o alúmina aplicada sobre una segunda capa de sílice y/o alúmina. Por ejemplo, la primera capa puede comprender alúmina o una mezcla de sílice/alúmina que tenga más del 5 por ciento en peso de alúmina, por ejemplo, más del 10 por ciento en peso de alúmina o más del 15 por ciento en peso de alúmina. La primera capa puede tener un espesor de hasta 1 micrómetro, por ejemplo, de 5 nm (50 Å) a 40,0 nm (400 Å) o de 6,0 nm (60 Å) a 30,0 nm (300 Å). La segunda capa puede comprender una mezcla de sílice/alúmina que tenga más del 40 por ciento en peso de sílice, por ejemplo, más del 50 por ciento en peso de sílice o más del 60 por ciento en peso de sílice. La segunda capa puede tener un espesor de hasta 1 μm (1 micrómetro), por ejemplo, de 5,0 nm (50 Å) a 500,0 nm (5.000 Å) o de 6,0 nm (60 Å) a 30,0 nm (300 Å). Cada una de las capas que comprende la capa de revestimiento de barrera puede tener una composición uniforme o una composición que varíe de principio a fin.

La capa de revestimiento de barrera puede incorporarse a una composición de revestimiento a base de metal que comprende una o más capas de una pila de revestimiento a base de metal unitaria, que se describe con detalle a continuación. La pila de revestimiento a base de metal unitaria puede repetirse cualquier número de veces para producir un diseño de cascada, tal como se conoce bien en la técnica.

La pila de revestimiento a base de metal unitaria comprende una primera capa de material dieléctrico, una capa de material reflectante de radiación electromagnética, una capa de imprimación y una segunda capa de material dieléctrico. La primera capa de material dieléctrico puede estar compuesta de óxidos de metal u óxidos de aleaciones de metal que sean transparentes a la luz visible. Los ejemplos no limitantes de óxidos de metal adecuados incluyen óxido de indio, óxido de titanio, óxido de zinc, óxido de estaño y mezclas y aleaciones de los mismos (por ejemplo, estannato de zinc). Por ejemplo, la primera capa de material dieléctrico puede comprender una aleación de zinc y estaño en proporciones que varíen del 10 al 90 por ciento en peso de zinc, por ejemplo, del 30 al 60 por ciento en peso de zinc o del 46 al 50 por ciento en peso de zinc. Como otro ejemplo, la primera capa de material dieléctrico puede estar compuesta de múltiples capas, por ejemplo, una capa de estannato de zinc y otra capa de óxido de zinc. Una primera capa de material dieléctrico adecuada se describe en las patentes estadounidenses n.º 4.610.771 y 5.821.001, que se incorpora a modo de referencia en el presente documento.

El espesor de la primera capa de material dieléctrico puede variar de 10,0 nm (100 Å) a 80,0 nm (800 Å), por ejemplo, de 20,0 nm (200 Å) a 75,0 nm (750 Å) o de 28,0 nm (280 Å) a 70,0 nm (700 Å).

Una capa de material reflectante de radiación electromagnética se aplica sobre al menos una parte de la primera capa de material dieléctrico. El material reflectante de radiación electromagnética puede reflectarse en la región infrarroja solar, en la región infrarroja térmica y/o en la región de microondas. El material reflectante de radiación electromagnética es plata. En la pila de revestimiento a base de metal unitaria descrita, la capa de material reflectante de radiación electromagnética es la capa degradable.

El espesor de la capa de material reflectante de radiación electromagnética puede variar de 5,0 nm (50 Å) a 30,0 nm (300 Å), por ejemplo, de 6,0 nm (60 Å) a 20,0 nm (200 Å) o de 7,0 nm (70 Å) a 15,0 nm (150 Å).

Una capa de imprimación se aplica sobre al menos una parte de la capa de material reflectante de radiación electromagnética. La capa de imprimación puede ser cualquier material conocido en la técnica como material de captación/recuperación, es decir, un material que absorbe fácilmente un gas. Los materiales adecuados para la imprimación incluyen, pero sin limitación, titanio, cobre, aluminio, níquel, niobio, itrio, zirconio, hafnio, cromo y aleaciones de los mismos; aleación de níquel-cromo y aleación de cobalto-cromo; subóxidos, tales como subóxido de indio y estaño, subóxido de titanio y subóxido de zinc y aluminio; y nitruros, tales como nitruro de silicio.

En una realización no limitante de la invención, la capa de imprimación puede convertirse de un metal a un óxido o de un subóxido a un óxido debido a, por ejemplo, la exposición a un plasma que contenga O_2 o como resultado de calentarse en el aire. El hecho de que la imprimación pueda perder su capacidad como captador/recuperador con el tiempo, no afecta a su clasificación como imprimación. Por ejemplo, una pila de revestimiento, según la presente

invención, puede contener una capa de imprimación inicialmente compuesta de metal de titanio. Con el tiempo, a medida que la capa de metal de titanio absorbe oxígeno, el metal de titanio se convertirá en titania, es decir, TiO_2 . La titania no reacciona además con el oxígeno. En tal caso, la titania, que inicialmente estaba presente en la pila de revestimiento como metal de titanio, se considera la capa de imprimación.

5 El espesor de la capa de imprimación puede variar de 0,5 nm (5 Å) hasta 5,0 nm (50 Å), por ejemplo, de 0,5 nm (5 Å) a 3,5 nm (35 Å), o de 0,8 nm (8 Å) a 3,0 nm (30 Å) o de 1,0 nm (10 Å) a 1,8 nm (18 Å).

10 Una segunda capa de material dieléctrico se aplica sobre al menos una parte de la capa de imprimación. Los materiales adecuados para la segunda capa de material dieléctrico y el espesor de la capa aplicada son tal como se han descrito anteriormente para la primera capa de material dieléctrico.

15 La capa de revestimiento de barrera puede aplicarse en cualquier parte dentro de una composición de revestimiento compuesta de una o más de las pilas de revestimiento a base de metal unitarias descritas anteriormente, es decir, dentro de las capas individuales de la pila de revestimiento a base de metal unitaria y/o entre las pilas de revestimiento a base de metal unitarias para crear una región encerrada entre dos capas de revestimiento de barrera o entre una capa de revestimiento de barrera y el sustrato.

20 En diversas realizaciones no limitantes de la invención, pueden aplicarse otras capas de revestimiento compuestas de diversos materiales sobre la capa de revestimiento de barrera; particularmente, cuando la capa de revestimiento de barrera es la última capa de revestimiento en una pila de revestimiento. En una realización no limitante de la invención, se aplica una capa de metal de titanio sobre la capa de revestimiento de barrera. En otra realización no limitante, se aplica una capa de carbono sobre la capa de revestimiento de barrera. La aplicación de una capa de revestimiento oscura de absorción de calor como carbono sobre la capa de revestimiento de barrera puede
25 aumentar la velocidad de calentamiento del sustrato revestido.

30 En otra realización no limitante de la presente invención, la capa de revestimiento de barrera se incorpora en una pila de revestimiento que comprende al menos las siguientes capas: al menos una capa de un óxido conductor transparente, por ejemplo, óxido de estaño dopado con flúor, óxido de estaño e indio, óxido de zinc y aluminio, y al menos una capa de un nitruro conductor, como nitruro de titanio o nitruro de zirconio. La capa de nitruro conductor se aplica en al menos una parte de la capa de óxido conductor transparente. En esta realización, la capa de revestimiento de barrera puede ser el primer y/o el último revestimiento en la pila.

35 En la pila de revestimiento descrita anteriormente, la capa de nitruro conductor es la capa degradable.

El espesor de la capa de óxido conductor transparente puede variar de 0,1 nm (1 Å) a 500,0 nm (5.000 Å), por ejemplo, de 0,5 nm (5 Å) a 250,0 nm (2.500 Å). El espesor de la capa de nitruro conductor puede variar de 0,1 nm (1 Å) a 250,0 nm (2.500 Å), por ejemplo, de 0,5 nm (5 Å) a 100,0 nm (1.000 Å) o de 1,0 nm (10 Å) a 50,0 nm (500 Å).

40 Además de las diversas composiciones de revestimiento, la presente invención abarca métodos para la preparación de los revestimientos. Específicamente, la presente invención abarca un método de formación de un sustrato revestido multicapa que comprende aplicar una capa de revestimiento degradable en un sustrato y aplicar una capa de revestimiento de barrera en la capa de revestimiento degradable, en el que la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno de no mayor de 10 gramos por m^2 por día a una temperatura de 482 °C (900 °F).
45 En función de la realización específica, la capa del revestimiento de barrera puede ser la última capa en la pila de revestimiento o puede colocarse dentro de una pila de revestimiento. En una realización no limitante, la presente invención comprende además la aplicación de capas de revestimiento adicionales en la capa de revestimiento degradable antes de la aplicación del revestimiento de capa de barrera. En otra realización no limitante, la presente invención comprende además la aplicación de otra capa de revestimiento de barrera en el sustrato antes de la
50 aplicación de la capa de revestimiento degradable.

Las diversas capas de revestimiento abordadas anteriormente pueden aplicarse usando técnicas convencionales, tales como deposición química en fase vapor ("CVD"), pirólisis por pulverización y magnetron de pulverización por bombardeo iónico con deposición al vacío ("MSVD").

55 Los métodos de deposición CVD adecuados se describen en las siguientes referencias, que se incorporan a modo de referencia en el presente documento: las patentes estadounidenses n.º 4.853.257; 4.971.843; 5.536.718; 5.464.657; 5.599.387; y 5.948.131.

60 Los métodos de deposición de pirólisis por pulverización adecuados se describen en las siguientes referencias, que se incorporan a modo de referencia en el presente documento: las patentes estadounidenses n.º 4.719.126; 4.719.127; 4.111.150; y 3.660.061.

65 Los métodos de deposición de MSVD adecuados se describen en las siguientes referencias, que se incorporan a modo de referencia en el presente documento: las patentes estadounidenses n.º 4.379.040; 4.861.669; y 4.900.633. En una realización no limitante de la invención en la que el MSVD se usa para depositar la capa de revestimiento de

barrera, una diana que comprende el 60 por ciento en peso de aluminio y el 40 por ciento en peso de silicio puede pulverizarse por bombardeo iónico para depositar una capa de revestimiento de barrera que comprende una mezcla, aleación o combinación de alúmina y sílice.

5 La composición de revestimiento multicapa de la presente invención puede aplicarse en diversos sustratos. Los ejemplos de sustratos adecuados incluyen, pero sin limitación, sustratos plásticos, tales como polímeros acrílicos, tales como poliacrilatos; polialquilmacrilatos, tales como polimetilmetacrilatos, polietilmetacrilatos, polipropilmetacrilatos y similares; poliuretanos; policarbonatos; polialquiltereftalatos, tales como polietilentereftalato (PET), polipropilentereftalatos, polibutilentereftalatos y similares; polímeros que contienen polisiloxano; o copolímeros de cualquier monómero para la preparación de estos, o cualquier mezcla de los mismos; sustratos de metal, tales como, pero sin limitación, acero, acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio; sustratos cerámicos; sustratos de baldosas; sustratos de vidrio; o mezclas o combinaciones de cualquiera de los anteriores. Por ejemplo, el sustrato puede ser vidrio de cal sodada-sílice no tintado convencional, es decir, "vidrio transparente", o puede ser vidrio tintado o de color de otra manera, vidrio de borosilicato, vidrio de plomo, vidrio templado, no templado, recocido o termoendurecido. El vidrio puede ser de cualquier tipo, tal como vidrio flotado o vidrio plano convencional, y puede ser de cualquier composición que tenga cualquier propiedad óptica, por ejemplo, cualquier valor de transmisión de radiación visible, transmisión de radiación ultravioleta, transmisión de radiación infrarroja y/o transmisión de energía solar total. Los tipos de vidrio adecuados para la práctica de la invención se describen, por ejemplo, pero no han de considerarse como limitantes, en las patentes estadounidenses n.º 4.746.347; 4.792.536; 5.240.886; 5.385.872; y 5.393.593.

El sustrato puede ser de cualquier espesor. En la realización en la que el sustrato es vidrio, en general, el sustrato es más espeso para aplicaciones arquitectónicas que para aplicaciones automovilísticas. En una realización no limitante para una aplicación arquitectónica, el sustrato puede ser un vidrio que tenga un espesor que varíe de 1 mm a 20 mm, por ejemplo, de 1 mm a 10 mm o de 2 mm a 6 mm. En una realización no limitante para una aplicación automovilística, el sustrato puede ser al menos una lámina de vidrio en un parabrisas o ventanilla lateral de automóviles en forma laminada y el sustrato puede ser de hasta 5,0 mm de espesor, por ejemplo, hasta 4,0 mm, o hasta 3,0 mm, o hasta 2,5 mm de espesor, o hasta 2,1 mm de espesor.

30 Cuando el sustrato es un vidrio, el vidrio puede fabricarse usando procesos de flotado convencionales, por ejemplo, tal como se describe en las patentes estadounidenses n.º 3.083.551; 3.220.816; y 3.843.346, que se incorporan a modo de referencia en el presente documento. En una realización no limitante de la invención, las capas de revestimiento aboradas en el presente documento pueden aplicarse al vidrio durante el proceso de vidrio flotado, por ejemplo, mientras el vidrio se mantiene en estaño en estado fundido dentro de un baño de flotado.

En una realización no limitante, la presente invención abarca el sustrato revestido descrito más adelante. Una primera capa dieléctrica compuesta de estannato de zinc se deposita en un sustrato a un espesor de 25,0 nm (250 Å) a 49,0 nm (490 Å), por ejemplo, de 34,0 nm (340 Å) a 44,0 nm (440 Å) o de 37,5 nm (375 Å) a 42,5 nm (425 Å). Una primera capa de plata se deposita en la primera capa dieléctrica a un espesor de 5,0 nm (50 Å) a 17,5 nm (175 Å), por ejemplo, de 6,0 nm (60 Å) a 12,5 nm (125 Å) o de 6,7 nm (67 Å) a 9,0 nm (90 Å). Una primera capa de imprimación de titanio se deposita en la primera capa de plata a un espesor de 1,0 nm (10 Å) a 3,0 nm (30 Å), por ejemplo, de 1,2 nm (12 Å) a 2,5 nm (25 Å) o de 1,5 nm (15 Å) a 2,2 nm (22 Å). Una segunda capa dieléctrica de estannato de zinc se deposita en la primera capa de imprimación a un espesor de 60,0 nm (600 Å) a 80,0 nm (800 Å), por ejemplo, de 65,0 nm (650 Å) a 75,0 nm (750 Å) o de 67,5 nm (675 Å) a 72,5 nm (725 Å). Una segunda capa de plata se deposita en la segunda capa dieléctrica a un espesor de 5,0 nm (50 Å) a 17,5 nm (175 Å), por ejemplo, de 6,0 nm (60 Å) a 12,5 nm (125 Å) o de 6,7 nm (67 Å) a 9,0 nm (90 Å). Una segunda capa de imprimación de titanio se deposita en la segunda capa dieléctrica a un espesor de 1,0 nm (10 Å) a 3,0 nm (30 Å), por ejemplo, de 1,2 nm (12 Å) a 2,5 nm (25 Å) o de 1,5 nm (15 Å) a 2,2 nm (22 Å). Una tercera capa dieléctrica de estannato de zinc se deposita en la segunda capa de imprimación a un espesor de 29,0 nm (290 Å) a 49,0 nm (490 Å), por ejemplo, de 34,0 nm (340 Å) a 44,0 nm (440 Å) o de 37,5 nm (375 Å) a 42,5 nm (425 Å). Una capa de barrera compuesta de una mezcla, aleación o combinación de alúmina y sílice, que tiene del 60 por ciento en peso de alúmina y el 40 por ciento en peso de silicio, se deposita en la tercera capa dieléctrica a un espesor que varía de 10,0 nm (100 Å) a 60,0 nm (600 Å), por ejemplo, de 15,0 nm (150 Å) a 50,0 nm (500 Å) o de 17,5 nm (175 Å) a 40,0 nm (400 Å). Una capa de titania que tiene un espesor que varía de 10,0 nm (100 Å) a 60,0 nm (600 Å), por ejemplo, de 15,0 nm (150 Å) a 50,0 nm (500 Å) o de 17,5 nm (175 Å) a 40,0 nm (400 Å) se deposita sobre la capa de alúmina/sílice para proporcionar una durabilidad adicional al revestimiento.

Los sustratos revestidos, según la presente invención, pueden usarse para diversas aplicaciones, tales como, pero sin limitación, transparencias de automóviles, ventanillas laterales de automóviles, parabrisas, ventanillas traseras, techos solares o lunares, y unidades de vidrio aislante para ventanas residenciales o comerciales, puertas de hornos de gas, hornos eléctricos o de microondas.

Un sustrato revestido con el revestimiento, según la presente invención, demuestra un rendimiento superior con respecto a los sustratos convencionalmente revestidos. Por ejemplo, un sustrato revestido, según la invención, en general, tendrá un mejor rendimiento en términos de resistividad eléctrica, turbidez, reflectancia IR solar, transmisión de luz visible, etc., después de someterse a calentamiento durante la fabricación del producto, específicamente, el

tipo de calentamiento relacionado con la flexión de un pedazo de vidrio para producir un parabrisas de automóvil o el templado de una lámina de vidrio, porque la/s capa/s se mantienen intactas. Además, cuando una capa de revestimiento de barrera es la última capa de revestimiento en la pila de revestimiento, un sustrato revestido, según la presente invención, es más capaz de soportar el ataque mecánico y/o químico durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento. Además, la pila de revestimiento tiene mejor durabilidad mecánica, durabilidad química y estabilidad térmica durante su uso, tal como en una puerta de horno de microondas.

La presente invención también abarca un método para la creación de un sistema encerrado dentro de un revestimiento multicapa mediante la incorporación de al menos una capa de revestimiento de barrera en una pila de revestimiento. La capa de barrera puede incorporarse en cualquier parte en la pila de revestimiento, es decir, dentro de las capas individuales de la pila de revestimiento a base de metal unitaria y/o entre las pilas de revestimiento a base de metal unitarias. El sistema encerrado se refiere a la región entre dos capas del revestimiento de barrera o entre una capa del revestimiento de barrera y el sustrato. Dentro del sistema encerrado, esencialmente ningún material puede entrar o salir. El material que puede fluir a través del recinto se define en términos de la permeabilidad que se ha descrito anteriormente.

El método de la presente invención permite que se manipulen las interacciones entre las capas de revestimiento dentro de una pila de revestimiento de manera que solo puedan producirse las interacciones deseadas. Se impide que otras capas de revestimiento funcional u otros materiales, tales como O₂ fuera del sistema encerrado entren en contacto y reaccionen con las capas dentro del sistema encerrado.

El método de la presente invención es particularmente beneficioso cuando una pila de revestimiento contiene una o más capas que no deben exponerse a determinados materiales. Por ejemplo, una pila de revestimiento puede comprender una capa metálica, como plata, que se degradaría si esta se expone al oxígeno. En tal caso, el método de la invención puede usarse para crear una región encerrada sin O₂ ambiental alrededor de la capa metálica mediante la aplicación de una capa de revestimiento de barrera tanto debajo como encima de la capa metálica o mediante la aplicación de una capa de revestimiento de barrera por encima de la capa metálica y mediante la utilización del sustrato antes de la capa metálica como la otra barrera de oxígeno.

El siguiente ejemplo destaca los beneficios del uso de un revestimiento de barrera. Un sustrato se reviste con una composición de revestimiento multicapa que comprende tres pilas de base similares a aquellas descritas anteriormente. La pila de revestimiento se forma mediante MSVD y el revestimiento total comprende tres capas de plata, cuatro capas de material dieléctrico (la segunda capa dieléctrica de la primera pila de base se combina con la primera capa dieléctrica de la segunda pila de base para formar una capa dieléctrica individual y la segunda capa dieléctrica de la segunda pila de base se combina con la primera pila de base dieléctrica de la tercera pila de revestimiento a base de metal unitaria para formar otra capa dieléctrica individual) y tres capas de imprimación. Las capas de material dieléctrico intercalan las capas de plata. Una capa de imprimación se aplica en una capa de plata antes de que se aplique una capa de material dieléctrico. La capa de revestimiento de barrera se aplica sobre la cuarta capa de material dieléctrico en la pila de revestimiento. La capa de revestimiento de barrera crea una región encerrada entre la capa de revestimiento de barrera y el sustrato. Por consiguiente, el único oxígeno que debe tenerse en cuenta en el diseño de la pila de revestimiento es el oxígeno contenido en el sistema cuando la pila de revestimiento se forma como resultado de, por ejemplo, la deposición de una capa dieléctrica mediante MSVD en un entorno con oxígeno. El oxígeno externo es irrelevante porque la pila de revestimiento es un sistema encerrado.

Como resultado de la invención, las capas de imprimación pueden ser del espesor mínimo necesario para proteger la/s capa/s de material degradable, por ejemplo, plata, durante la deposición de la capa dieléctrica superpuesta. Además, menos imprimación de la actualmente enseñada en la técnica protege la/s capa/s de material degradable, por ejemplo, plata, durante cualquier etapa de calentamiento que se requiera para flexionar el sustrato revestido al contorno deseado o templar el vidrio revestido porque el O₂ ambiental está restringido en el sistema. Tal como se ha mencionado anteriormente, después del calentamiento, el exceso de imprimación puede conducir a fallos en las interfaces de las capas individuales de revestimiento.

Se ha encontrado que, en la configuración de la pila, la capa de imprimación puede ser tan fina como 1,2 nm (12 Å). Es decir, que la mitad del espesor requerido para una configuración de revestimiento similar sin una capa de revestimiento de barrera debe ser capaz de soportar el proceso de deposición y las condiciones de calentamiento requeridas para flexionar o templar el sustrato.

Debido a que la presente invención permite que se utilicen capas de imprimación más finas en la pila de revestimiento descrita, pueden usarse materiales nuevos como imprimación. Más específicamente, anteriormente no pudieron usarse determinados materiales porque las capas de imprimación tenían que ser tan espesas que existía el riesgo de que las capas no se oxidaran por completo y pudieran formar una aleación con la plata tras el calentamiento que se puede usar con la presente invención. Tales materiales incluyen, pero sin limitación, aluminio, hafnio y aleación de cobalto-cromo.

Ejemplos

La Figura 1 muestra un estudio térmico que se realizó de la siguiente manera. Los sustratos de vidrio se prepararon de la siguiente manera: se revistió un pedazo de 7,62 cm (3 pulgadas) x 15,24 cm (6 pulgadas) x 2,032 mm (0,08 pulgadas) de vidrio flotado transparente con el revestimiento orientado hacia arriba en una cinta transportadora de un revestidor de MSVD de producción de Von Ardenne. Se colocaron dos láminas de vidrio transparente de 7,62 cm (3 pulgadas) x 7,62 cm (3 pulgadas) x 2,032 mm (0,08 pulgadas) en la parte superior del vidrio revestido para revestir el revestimiento. El laminado se hizo pasar a través de un horno Lindberg que tenía cinco zonas. Cada zona tenía 25,4 cm (10 pulgadas) de largo. Tal como se ha descrito, desde la entrada del horno, la primera zona estaba a una temperatura de aproximadamente 732 °C (1.350 °F), la segunda zona estaba a una temperatura de aproximadamente 610 °C (1.130 °F), la tercera zona estaba a una temperatura de aproximadamente 640 °C (1.180 °F), la cuarta zona estaba a una temperatura de aproximadamente 652 °C (1.205 °F) y la quinta zona estaba a una temperatura de aproximadamente 646 °C (1.195 °F).

Los sustratos revestidos a modo de ejemplo se pasaron por el horno a diversas velocidades. Tras salir del horno, se retiraron las láminas de vidrio de 7,62 cm (3 pulgadas) x 7,62 cm (3 pulgadas) en la parte superior del vidrio revestido y se colocó una lámina de polivinilbutiral (PVB) espesa de 762 µm (0,03 pulgadas) sobre la mitad del sustrato de vidrio revestido. A continuación, el PVB se revistió con una de las láminas de vidrio de 7,62 cm (3 pulgadas) x 7,62 cm (3 pulgadas) x 2,286 mm (0,09 pulgadas), que anteriormente se retiró para formar un laminado sobre la mitad del vidrio revestido. La transmitancia de luz visible (LTA) de la mitad laminada de la lámina de vidrio revestida se midió usando iluminante A.

Debe apreciarse que cuanto más lenta fue la velocidad de la cinta, más tiempo se expuso el vidrio revestido a las condiciones del horno y más caliente se volvió el sustrato revestido. La velocidad de la cinta está relacionada con el equilibrio térmico. Más específicamente, cuanto más lenta es la velocidad de la cinta, más tiempo se expondrá un revestimiento a las altas temperaturas y mayor será el equilibrio térmico que tendrá que soportar el revestimiento para presentar un buen rendimiento.

En el estudio térmico, todos los revestimientos se aplicaron en una lámina de vidrio flotado transparente de 7,62 cm (3 pulgadas) x 15,24 cm (6 pulgadas) x 2,1 mm. A continuación, se describen las designaciones para los sustratos revestidos a modo de ejemplo. El sustrato revestido designado "3xAg(500)" se preparó de la siguiente manera: se aplicó una primera capa de estanato de zinc en el sustrato a un espesor de 39,0 nm (390 Å); se aplicó una primera capa de plata en la primera capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una primera capa de metal de titanio en la primera capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una segunda capa de estanato de zinc en la primera capa de metal de titanio a un espesor de 69,0 nm (690 Å); se aplicó una segunda capa de plata en la segunda capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una segunda capa de metal de titanio en la segunda capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una tercera capa de estanato de zinc en la segunda capa de metal de titanio a un espesor de 69,0 nm (690 Å); se aplicó una tercera capa de plata en la tercera capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una tercera capa de metal de titanio en la tercera capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una cuarta capa de estanato de zinc en la tercera capa de titanio a un espesor de 39,0 nm (390 Å); y se aplicó una capa de revestimiento de barrera compuesta de una aleación de alúmina y sílice pulverizada por bombardeo iónico desde una diana que comprende el 60 por ciento en peso de aluminio y el 40 por ciento en peso de silicio en la cuarta capa de material dieléctrico a un espesor de 50,0 nm (500 Å).

El sustrato revestido designado "3xAg(metal)" se preparó de la siguiente manera: se aplicó una primera capa de estanato de zinc en el sustrato a un espesor de 39,0 nm (390 Å); se aplicó una primera capa de plata en la primera capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una primera capa de metal de titanio en la primera capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una segunda capa de estanato de zinc en la primera capa de metal de titanio a un espesor de 69,0 nm (690 Å); se aplicó una segunda capa de plata en la segunda capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una segunda capa de metal de titanio en la segunda capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una tercera capa de estanato de zinc en la segunda capa de metal de titanio a un espesor de 69,0 nm (690 Å); se aplicó una tercera capa de plata en la tercera capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una tercera capa de metal de titanio en la tercera capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una cuarta capa de estanato de zinc en la tercera capa de metal de titanio que tenía un espesor de 10,0 nm (100 Å); y se aplicó una capa de metal de titanio en la cuarta capa de estanato de zinc a un espesor de 2,6 nm (26 Å).

El sustrato revestido designado "2xAg(500)" se preparó de la siguiente manera: se aplicó una primera capa de estanato de zinc en el sustrato a un espesor de 39,0 nm (390 Å); se aplicó una primera capa de plata en la primera capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una primera capa de metal de titanio en la primera capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una segunda capa de estanato de zinc en la primera capa de metal de titanio a un espesor de 69,0 nm (690 Å); se aplicó una segunda capa de plata en la segunda capa de estanato de zinc a un espesor de 7,5 nm (75 Å); se aplicó una segunda capa de metal de titanio en la segunda capa de plata a un espesor de 1,5 nm (15 Å); se aplicó una tercera capa de estanato de zinc en la segunda capa de metal de titanio a un espesor de 39,0 nm (390 Å); y se aplicó una capa de revestimiento de barrera compuesta de

una aleación de alúmina y sílice pulverizada por bombardeo iónico desde una diana que comprendía el 60 por ciento en peso de aluminio y el 40 por ciento en peso de silicio en la tercera capa de estanoato de zinc a un espesor de 50,0 nm (500 Å). Se apreciará que los sustratos revestidos del presente estudio térmico no son según la invención, tal como se define en las reivindicaciones, puesto que estos ni comprenden al menos una capa de revestimiento de barrera incorporada dentro de las capas individuales de la pila de revestimiento a base de metal unitaria y/o entre pilas de revestimiento a base de metal unitarias ni una capa de nitruro conductor.

En la Figura 1, se incluye una muestra comercial. En esta muestra, se revistió un sustrato de vidrio con el revestimiento para automóviles número 5 Sungate® ("SA05"), que está disponible en el mercado a través de PPG Industries en Pittsburgh, PA. El SA05 es un revestimiento calentable de doble capa de plata.

Conclusión

Tal como se muestra en el estudio térmico de la Figura 1, el revestimiento de barrera protege la/s capa/s degradable/s y mantiene de este modo el rendimiento del revestimiento. Los sustratos revestidos que tienen una capa de revestimiento de barrera de 500 Å ("3xAg(500)" y "2xAg(500)") mantuvieron una LTA bastante constante, independientemente de la velocidad de la cinta. El ejemplo identificado como 3xAg(500) mostró un descenso de LTA del 77 % al 74 %, ya que la velocidad de la cinta descendió de 22,86 cm/min (9 ipm) a 7,62 cm/min (3 ipm). El ejemplo identificado como 2xAg(500) mostró un descenso de LTA del 76 % al 72 %, ya que la velocidad de la cinta descendió de 22,86 cm/min (9 ipm) a 7,62 cm/min (3 ipm). Debido a que "3xAg(500)" y "2xAg(500)" contienen capas de imprimación a un espesor de 1,5 nm (15 Å), la reducción de la LTA debido a una reducción de la velocidad de la cinta es mucho menor de lo esperado.

Los sustratos que no tenían una capa de revestimiento de barrera mostraron disminuciones más graves con respecto a la LTA con velocidades de cinta más lentas que los sustratos revestidos según la presente invención. El ejemplo identificado como 3xAg(metal) mostró un descenso de LTA del 75 % al 62 %, ya que la velocidad de la cinta descendió de 22,86 cm/min (9 ipm) a 7,62 cm/min (3 ipm). Los resultados muestran que el titanio no tiene propiedades de barrera tan buenas como la capa de revestimiento de barrera descrita en el presente documento. La muestra comercial mostró un descenso de LTA del 72 % al 61 %, ya que la velocidad de la cinta descendió de 22,86 cm/min (9 ipm) a 12,7 cm/min (5 ipm) y, después, la LTA aumentó del 61 % al 64 %, ya que la velocidad de la cinta descendió de 12,7 cm/min (5 ipm) a 7,62 cm/min (3 ipm).

REIVINDICACIONES

1. Una composición de revestimiento a base de metal que comprende:

5 al menos una capa degradable que es plata; y
 al menos una capa de revestimiento de barrera,
 comprendiendo además la composición de revestimiento una o más capas de una pila de revestimiento a base
 de metal unitaria que comprende una primera capa de material dieléctrico, una capa de material reflectante de
 10 radiación electromagnética, que es la capa degradable, una capa de imprimación aplicada sobre al menos parte
 de la capa de material reflectante de radiación electromagnética y una segunda capa de material dieléctrico,
 en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno no mayor de 10
 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F) y es bien una capa individual, que comprende uno o
 más materiales de óxido de metal seleccionados entre óxido de aluminio, óxido de silicio y mezclas de los
 15 mismos, o un revestimiento multicapa, que comprende una primera capa seleccionada entre sílice, alúmina y
 mezclas de las mismas, aplicada sobre una segunda capa seleccionada entre sílice, alúmina y mezclas de las
 mismas,
 en la que el espesor de la primera capa varía de 0,5 a 5,0 nm (de 5 a 50 Å) y
 en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera está incorporada dentro de las capas individuales de
 la pila de revestimiento a base de metal unitaria y/o entre las pilas de revestimiento a base de metal unitarias
 20 para crear una región encerrada dentro del revestimiento entre dos capas de revestimiento de barrera o una
 capa de revestimiento de barrera y el sustrato, respectivamente, alrededor de la capa degradable.

2. Una composición de revestimiento según la reivindicación 1, en la que la al menos una capa de revestimiento de
 25 barrera es una capa individual y comprende una mezcla, una aleación o una combinación de alúmina y sílice
 pulverizada por bombardeo iónico desde una diana que comprende el 60 por ciento en peso de aluminio y el 40 por
 ciento en peso de silicio.

3. Una composición de revestimiento según la reivindicación 1, en la que la al menos una capa de revestimiento de
 30 barrera es una capa individual y tiene un espesor de hasta 2 µm (micrómetros).

4. Una composición de revestimiento según la reivindicación 1, en la que la capa degradable se encuentra en al
 menos una parte de la primera capa de material dieléctrico; la segunda capa de material dieléctrico se encuentra en
 al menos una parte de la al menos una capa de imprimación; y la al menos una capa de revestimiento de barrera se
 encuentra en al menos una parte de la segunda capa de material dieléctrico.
 35

5. Una composición de revestimiento según la reivindicación 4, en la que la primera y la segunda capas de material
 dieléctrico se seleccionan cada una entre óxido de indio y estaño, óxido de titanio, óxido de zinc, óxido de estaño y
 mezclas y aleaciones de los mismos.

6. Una composición de revestimiento según la reivindicación 4, en la que la primera y la segunda capas de material
 dieléctrico tienen cada una un espesor que varía de 10,0 nm (100 Å) a 80,0 nm (800 Å).
 40

7. Una composición de revestimiento según la reivindicación 4, en la que la capa de material reflectante de radiación
 electromagnética tiene un espesor que varía de 5,0 nm (50 Å) a 30,0 nm (300 Å).
 45

8. Una composición de revestimiento según la reivindicación 4, en la que la al menos una capa de imprimación tiene
 un espesor que varía de 1,0 nm (10 Å) a 3,0 nm (30 Å).

9. Una composición de revestimiento según la reivindicación 8, en la que la al menos una capa de imprimación se
 50 selecciona entre titanio, cobre, aluminio, niobio, itrio, zirconio, hafnio, cromo y mezclas y aleaciones de los mismos;
 aleación de níquel-cromo; aleación de cobalto-cromo; subóxido de indio y estaño; subóxido de titanio; subóxido de
 zinc y aluminio; nitruro de silicio y mezclas de los mismos.

10. Una composición de revestimiento que comprende:

55 una capa de óxido conductor transparente;
 al menos una capa degradable en al menos una parte de la capa de óxido conductor transparente; y
 al menos una capa de revestimiento de barrera,
 en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno no mayor de 10
 60 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F) y es bien una capa individual, que comprende uno o
 más materiales de óxido de metal seleccionados entre óxido de aluminio, óxido de silicio y mezclas de los
 mismos, o un revestimiento multicapa, que comprende una primera capa seleccionada entre sílice, alúmina y
 mezclas de las mismas, aplicada sobre una segunda capa seleccionada entre sílice, alúmina y mezclas de las
 mismas, en donde la al menos una capa degradable es un material reflectante de radiación electromagnética y
 65 es una capa de nitruro conductor.

11. Una composición de revestimiento según la reivindicación 10, en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera se encuentra en al menos una parte de la al menos una capa degradable.
- 5 12. Una composición de revestimiento según la reivindicación 11, en la que el óxido conductor transparente se selecciona entre óxido de estaño dopado con flúor, óxido de indio y estaño, óxido de zinc y aluminio y mezclas de los mismos.
- 10 13. Una composición de revestimiento según la reivindicación 11, en la que la capa de óxido conductor transparente tiene un espesor que varía de 0,1 nm (1 Å) a 250,0 nm (2.500 Å).
14. Una composición de revestimiento según la reivindicación 11, en la que la capa de nitruro conductor se selecciona entre nitruro de titanio, nitruro de zirconio y mezclas de los mismos.
- 15 15. Una composición de revestimiento según la reivindicación 11, en la que la capa de nitruro conductor tiene un espesor que varía de 1,0 nm (10 Å) a 50,0 nm (500 Å).
16. Una composición de revestimiento según la reivindicación 11, en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera tiene un espesor de al menos 10,0 nm (100 Å).
- 20 17. Un sustrato revestido que comprende:
un sustrato;
una composición de revestimiento en al menos una parte de dicho sustrato, en donde la composición de revestimiento es una composición de revestimiento tal como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones
25 1-9, en la que la al menos una capa de revestimiento de barrera es una capa individual, o una composición de revestimiento tal como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 10-15.
- 30 18. Un sustrato revestido según la reivindicación 17, en donde el sustrato se selecciona entre plástico, metal, cerámica, baldosa, vidrio y combinaciones de los mismos.
19. Un sustrato revestido según la reivindicación 18, en donde el sustrato es vidrio.
- 35 20. Un sustrato revestido según la reivindicación 18, en el que el vidrio es una lámina en una transparencia de automóviles.
- 40 21. Un sustrato revestido que comprende:
un sustrato;
y una pila de revestimiento que comprende:
45 una primera capa de material dieléctrico que comprende estannato de zinc en el sustrato;
una primera capa degradable que comprende plata en al menos una parte de la primera capa de material dieléctrico;
una primera capa de imprimación que comprende titanía en al menos una parte de la primera capa degradable;
45 una segunda capa de material dieléctrico que comprende estannato de zinc aplicada en al menos una parte de la primera capa de imprimación;
una segunda capa degradable que comprende plata en al menos una parte de la segunda capa de material dieléctrico;
50 una segunda capa de imprimación que comprende titanía en al menos una parte de la segunda capa degradable;
una tercera capa de material dieléctrico que comprende estannato de zinc en al menos una parte de la segunda capa de imprimación;
una tercera capa degradable que comprende plata en al menos una parte de la tercera capa de material dieléctrico; y
55 una tercera capa de imprimación que comprende titanía en al menos una parte de la tercera capa degradable;
una cuarta capa de material dieléctrico que comprende estannato de zinc en al menos una parte de la tercera capa de imprimación; y
una capa de revestimiento de barrera que comprende una mezcla, una aleación o una combinación de
60 alúmina y sílice pulverizada por bombardeo iónico desde una diana que comprende el 60 por ciento en peso de aluminio y el 40 por ciento en peso de silicio en al menos una parte de la cuarta capa de material dieléctrico,
en la que la capa de revestimiento de barrera tiene una permeabilidad al oxígeno no mayor de 10 gramos por m² por día a una temperatura de 482 °C (900 °F), en donde
65 la primera, la segunda y la tercera capas de imprimación tienen un espesor que varía de 1,0 nm (10 Å) a 1,8 nm (18 Å), y en donde la al menos una capa de revestimiento de barrera está situada dentro de la pila de

revestimiento para crear una región encerrada dentro del revestimiento entre dos capas de revestimiento de barrera o una capa de revestimiento de barrera y el sustrato, respectivamente, alrededor de la capa degradable.

- 5 22. Un sustrato revestido según la reivindicación 21, en el que la primera, la segunda, la tercera y la cuarta capas de material dieléctrico tienen un espesor que varía de 10,0 nm (100 Å) a 80,0 nm (800 Å).
23. Un sustrato revestido según la reivindicación 21, en el que la primera, la segunda y la tercera capas degradables tienen un espesor que varía de 5,0 nm (50 Å) a 30,0 nm (300 Å).
- 10 24. Un método de formación de un sustrato revestido multicapa según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, que comprende:
- 15 aplicar una capa de revestimiento degradable en un sustrato y
aplicar una capa de revestimiento de barrera en la capa de revestimiento degradable.
25. Un método según la reivindicación 24, que comprende además aplicar capas de revestimiento adicionales en la capa de revestimiento degradable antes de aplicar la capa de revestimiento de barrera.
- 20 26. Un método según la reivindicación 24, que comprende además aplicar una capa de revestimiento de barrera adicional en el sustrato antes de aplicar la capa de revestimiento degradable.
- 25 27. Un método según la reivindicación 24, que comprende además aplicar capas de revestimiento adicionales después de aplicar la capa de revestimiento de barrera.

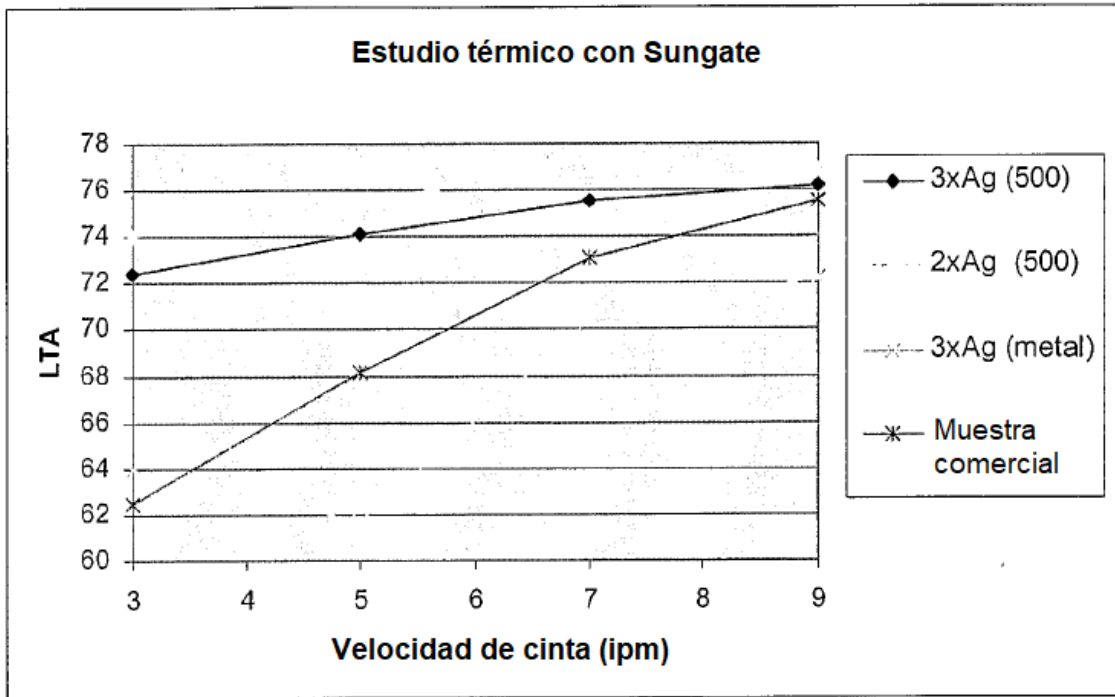


Figura 1